



## FERTILIZANTES

# Fertilización razonada del maíz: uso de abonos orgánicos

## Comparación entre tipos de abonos y recomendaciones

Luis Orcaray Echeverría, Marcos Apesteguía Barberena, Javier Delgado Pérez, José Miguel Bozal Yangüas INTIA

A pesar de la reducción continua de la superficie de maíz desde 2013 debido a la crisis de precios, el maíz sigue siendo el cultivo que más superficie ocupa en el regadío en Navarra por delante del trigo, la cebada, la alfalfa o cualquier cultivo hortícola o industrial (Fuente: Coyuntura Agraria nº 371).

El maíz es muy exigente en nutrientes y obliga a razonar bien la fertilización para lograr el equilibrio entre los distintos elementos en función de las necesidades del cultivo y los aportes del suelo. En un artículo anterior de Navarra Agraria (nº 211, julio-agosto 2016) se publicaron los aspectos que hay que tener en cuenta a la hora de realizar un plan de fertilización para este cultivo. Se mencionaba la posibilidad de utilizar productos orgánicos como fertilizantes. Los productos orgánicos suponen un excelente abono cuando se utilizan bien, ya que aportan considerables cantidades de materia orgánica y nutrientes. Por tanto, si se dispone de ellos, se deben considerar los nutrientes útiles aportados para descontarlos del plan de fertilización.

Desde INTIA se mantiene una línea de trabajo en el estudio del uso de productos orgánicos como fertilizantes. En los últimos años se han desarrollado ensayos de valoración agronómica de productos orgánicos en el cultivo del maíz financiados por el proyecto europeo LIFE Regadiox (LIFE12 ENV/ES/000426), el proyecto nacional INIA RTA2013-00057-C05-003, y varios ensayos con empresas que suministran fertilizantes orgánicos. En el presente artículo se van a presentar parte de esos resultados.

Los abonos procedentes de residuos orgánicos comprenden una gran variedad de productos que son utilizados por sus propiedades fertilizantes (nitrógeno, fósforo, potasa, etc.) y/o sus propiedades como enmienda orgánica. Los elementos fertilizantes que contienen se presentan a la vez en forma orgánica y mineral en una proporción muy variable según el producto. Las formas orgánicas no están disponibles hasta que no se mineralizan, por lo que su efecto fertilizante no resulta tan inmediato. En lo que respecta al nitrógeno, la velocidad de puesta a disposición de la fracción orgánica es muy variable según el producto. Esto va a influir en el cálculo de la dosis de nitrógeno total a aportar en el maíz.

## CARACTERÍSTICAS DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

Los abonos orgánicos utilizados en agricultura pueden proceder de residuos ganaderos, de lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales, de residuos orgánicos de industrias o de una mezcla de ellos.

La composición de los abonos orgánicos procedentes de **residuos ganaderos** es muy variable ya que depende de diversos factores: alimentación del ganado, tipo de bebederos, sistema de almacenaje de los estiércoles y purines,

dilución de los purines, etc. Son productos con cantidades importantes de fósforo y potasa. En algunos productos, el contenido en nitrógeno es alto, principalmente en forma amoniacal (fracción rápidamente disponible para la planta, pero que según las condiciones se puede perder por volatilización).

La composición de los productos procedentes de **lodos de estaciones depuradoras de aguas residuales** depende de su origen, pero suele ser bastante estable, y existe la obligación de analizarlos periódicamente y facilitar la analítica al agricultor.

Los **residuos orgánicos procedentes de industrias** también son muy variables en su composición dependiendo de la actividad de la industria (alperujo de almazaras, vinaza de destilería, etc.).

Todos estos residuos pueden ser sometidos a procesos para estabilizarlos, como el compostaje y la digestión anaerobia, dando lugar a compost y digeridos utilizables en agricultura como fertilizante.

## COMPOSICIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

Para realizar un buen plan de fertilización es aconsejable realizar un análisis de los abonos orgánicos para conocer sus parámetros principales: % materia seca, materia orgánica, nitrógeno total, fósforo ( $P_2O_5$ ) y potasio ( $K_2O$ ). El análisis en un laboratorio agrario tiene un coste que oscila entre los 60 y 80 € por muestra dependiendo de los parámetros que se analicen.

**En el caso de los purines de cerdo existen métodos rápidos de cuantificar el contenido en nitrógeno, como son el conductímetro y el Quantofix** (ver Navarra Agraria nº 132, mayo-junio

2002, para una explicación más detallada de estos métodos). Si no se dispone de un análisis de laboratorio, se pueden utilizar datos medios como los que aparecen en la **Tabla 1**.

## ¿CÓMO TENER EN CUENTA LOS NUTRIENTES QUE APORTA UN ABONO ORGÁNICO?

Los productos orgánicos contienen cantidades importantes de nitrógeno, fósforo y potasio. Pero esos nutrientes que contienen no siempre están en formas directamente disponibles por los cultivos. Por eso se utiliza el término de valor fertilizante o coeficiente de equivalencia, que expresa la eficacia a corto plazo de un elemento fertilizante aportado bajo esta forma de residuo con relación a un abono mineral de referencia. Un coeficiente de equivalencia de 1 significa que 1 kg de, por ejemplo, **nitrógeno** aportado con ese producto orgánico equivale a 1 kg de nitrógeno aportado con un abono mineral de referencia.



Imagen izquierda, abonado con digestato sólido de vacuno. A la derecha, con digestato líquido.

Tabla 1. Composición de productos orgánicos en kg por tonelada de materia fresca

Tipo de producto	Materia seca	Materia orgánica	N total	N-NH4	P2O5	K2O	
Estiércol	Vacuno (1)	220	180	5	2	2,5	6
	Ovino (1)	300	230	6,5	2	4	10
	Porcino (1)	200	32	6	3	6	4
	Aves: pollos de carne (2)	580	480	22,8	14	20	18
	Aves: gallinas ponedoras (1)	600	400	17	13	18	16
	Caballar (3)	500	410	8	2	3,2	9
	Conejo (3)	260	180	8,5	2	13,5	7,5
Purín	Porcino (1)	50	40	5	3	4	3
	Vacuno: sin diluir (1)	111	89	4,3	1,5	2,3	5
	Vacuno: agua sala de ordeño (1)	80	65	3,3	1,1	2	4
	Vacuno: agua de ordeño y patio (1)	60	48	2,5	0,8	1	2,5
	Aves: gallinas ponedoras (1)	100	80	10	7	10	7
	Aves: patos (1)	25	14	3	2,6	1,4	1,4
Compost (4)	Variable según ingredientes	500	370	15	1	10	16
Digerido	Fracción sólida digerido vacuno (5)	344	143	8,6	2,2	9,7	2,3
	Fracción líquida digerido vacuno (5)	25	17	3,9	2,6	1,3	1,8
	Fracción sólida digerido vacuno+gallinaza (50/50) (6)	341	219	11,4	2,5	12,6	7,5
Lodos de depuradora	Lodo EDAR (7)	193	150	11,5	1,5	12,1	1,1

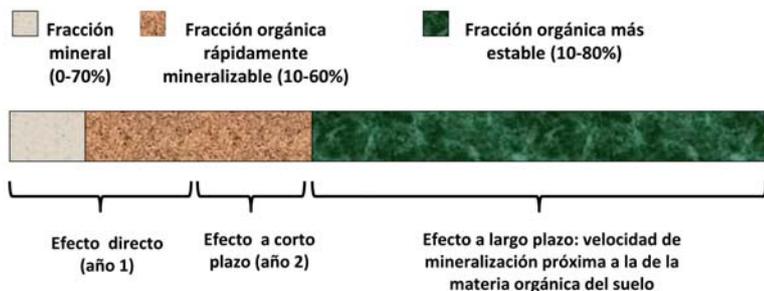
(1) INTIA - (2) Arvalis - (3) Engrais de ferme 1990: ITFC, ITP, ITEB - (4) Requiere un análisis propio por alta variabilidad según la procedencia - (5) Valle de Odieta SCL - (6) Ecofert Sansoain SL - (7) Mancomunidad de la Comarca de Pamplona

El **potasio** de los productos orgánicos se encuentra casi exclusivamente en las orinas y su solubilidad es análoga a la de los abonos minerales. Por lo tanto está rápidamente disponible para los cultivos y su valor fertilizante es de 1.

El **fósforo** de los productos orgánicos se encuentra mayoritariamente en forma de minerales más o menos solubles, pero también en forma orgánica. Estas formas orgánicas del fósforo deben ser mineralizadas para poder ser utilizadas por las plantas. El valor fertilizante del fósforo a corto plazo es del 0,7-0,95, y a largo plazo llega hasta el 1 (Alain BOUTHIER, Robert TROCHARD, "Intégrer les valeurs fertilisantes des produits organiques", Arvalis 2015).

Los **estiércoles de aves** tienen una gran parte del nitrógeno en forma mineral y gran parte del nitrógeno orgánico se mineraliza a lo largo de los primeros meses tras el aporte, por lo que al final, alrededor del 90% del nitrógeno de este tipo de residuos orgánicos está disponible durante el ciclo del cultivo. En los **purines de vacuno y porcino**, entre el 40 y el 80% del nitrógeno aportado está disponible durante el ciclo del cultivo. En el caso de los **estiércoles de vacuno**, el nitrógeno orgánico se mineraliza muy lentamente. Sólo entre el 10 y el 20 % del nitrógeno orgánico se mineraliza durante el primer año tras el aporte. Este último tipo de residuos orgánicos es utilizado principalmente como aporte de materia orgánica al suelo más que como fertilizante nitrogenado.

Figura 1. Formas de nitrógeno en los productos orgánicos y su disponibilidad en el tiempo para los cultivos (Adaptado de Arvalis)



La disponibilidad del nitrógeno de los residuos orgánicos es muy variable según la parte del nitrógeno mineral que contienen y las formas orgánicas presentes (Figura 1). El nitrógeno mineral se presenta principalmente bajo forma amoniacal y está inmediatamente disponible para los cultivos. El nitrógeno orgánico debe ser previamente mineralizado.

En los residuos orgánicos se pueden distinguir una **fase de mineralización rápida del nitrógeno orgánico en los 12 meses siguientes al aporte**, ligada a una fracción orgánica fácilmente degradable por la actividad biológica del suelo, y una fase de mineralización más lenta. El efecto a corto plazo del nitrógeno procedente de un producto orgánico sobre el cultivo se debe a la fracción mineral que contiene y a la parte del nitrógeno orgánico mineralizado durante el ciclo del cultivo. El segundo año tras el aporte, en el siguiente cultivo en la rotación, también hay un efecto del nitrógeno orgánico que se mineraliza rápidamente. El efecto a largo plazo está ligado a la modificación del contenido de nitrógeno orgánico del suelo y de su velocidad de mineralización. La Figura 1 trata de explicar esquemáticamente las diferentes formas que adopta el nitrógeno en el suelo, de una manera pedagógica. En realidad, sólo se puede separar por análisis en laboratorio el nitrógeno mineral del nitrógeno orgánico; la fracción orgánica rápidamente mineralizable no es más que una realidad conceptual para facilitar la explicación.

El coeficiente de equivalencia del nitrógeno de los residuos orgánicos es más elevado cuanto mayor es su contenido en nitrógeno mineral y mayor su contenido en nitrógeno orgánico rápidamente mineralizable. Depende también del ciclo del cultivo, del periodo de aporte, y de si se incorpora al suelo tras la aplicación o no. Para un producto orgánico concreto, no es lo mismo aplicarlo en otoño que en primavera, ya que cambian las condiciones ambientales que influyen en la mineralización. En la Tabla 2 se muestran los coeficientes de equivalencia del nitrógeno, referido a la urea, de varios productos orgánicos para una aplicación en fondo en el cultivo de maíz, e incorporado en las 24 horas siguientes al aporte.

Tabla 2. Coeficientes de equivalencia de productos orgánicos (referidos a urea 46%) aplicados en fondo en el cultivo de maíz.

Tipo de producto		Coefficiente de equivalencia
Estiércol	Vacuno	0,35
	Ovino	0,35
	Porcino	0,45
	Aves: pollos de carne	0,45
	Aves: gallinas ponedoras	0,45
	Caballar	0,35
	Conejo	0,45
Purín	Porcino	0,60
	Vacuno: sin diluir	0,45
	Vacuno: agua sala de ordeño	0,45
	Vacuno: agua de ordeño y patio	0,45
	Aves: gallinas ponedoras	0,60
	Aves: patos	0,60
Digerido	Fracción sólida digerido vacuno (1)	0,25
	Fracción líquida digerido vacuno (2)	0,39
	Fracción sólida digerido vacuno+gallinaza (3)	0,46
Lodos de depuradora	Lodo EDAR	0,30

(1) Dato de 2 campañas  
 (2) Dato de 1 campaña  
 (3) Dato de 3 campañas

# Pirecris®

EFICACIA NATURAL CONTRA LAS PLAGAS



TRIP



PULGÓN



MOSCA  
BLANCA



Actúa frente a más de 140 especies de insectos

N.º REGISTRO FITOSANITARIO  
ES-00225

[www.pirecris.es](http://www.pirecris.es)

**seipasa®**  
natural technology

Agrow Awards  
Agribusiness intelligence | Informa  
**WINNER**  
Fungisei®, Best Formulation  
Innovation 2017

Encarna Garrido. Campeona del mundo de tiro con arco.

## INCORPORACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

Los residuos orgánicos normalmente se aplican en fondo, antes de la siembra del cultivo, aunque según el tipo de cultivo y de residuo orgánico también se podrían aplicar en cobertera.

La volatilización amoniacal que sigue al reparto de los productos orgánicos reduce el nitrógeno mineral disponible para el cultivo. Son numerosos los factores que intervienen en las pérdidas por volatilización. El tipo de producto orgánico influye en esas pérdidas: cuanto mayor sea la proporción de nitrógeno amoniacal mayor es el riesgo de pérdidas por volatilización. Estas condiciones se dan principalmente en los purines. También, las condiciones agroclimáticas en el momento del aporte juegan un papel primordial: en condiciones secas, calurosas y con vientos fuertes se acentúan las pérdidas por volatilización. Así mismo, los suelos con pH básico presentan un mayor riesgo de pérdidas. Por lo tanto, es **importante incorporar los residuos orgánicos al suelo lo más rápidamente posible, y nunca más allá de las 48 horas tras su aplicación**. Con ello conseguiremos disminuir las pérdidas de nitrógeno por volatilización y aumentar el valor fertilizante del residuo orgánico. También se pueden utilizar sistemas que inyecten directamente el producto orgánico en el suelo o cercano a la superficie.

## NORMATIVA EN NAVARRA APLICABLE A LOS PRODUCTOS ORGÁNICOS

A la hora de diseñar un plan de abonado de maíz que incluya el uso de fertilizantes orgánicos hay que tener en cuenta la legislación vigente. En Navarra, principalmente, hay que tener en cuenta dos normativas.

Según la Orden Foral 58/2014, por la que se establecen los requisitos legales de gestión y las buenas condiciones agrarias y medioambientales que deberán cumplir los agricultores que reciban ayudas directas de la Política Agraria Común, no se pueden aplicar más de 250 kg de nitrógeno por hectárea y año con un fertilizante orgánico.

En el caso de zonas vulnerables a la contaminación por nitratos, la Orden Foral 501/2013, por la que se revisan las zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias y se aprueba el programa de actuaciones para el periodo 2014 a 2017, la cantidad máxima de estiércol u otros fertilizantes orgánicos (purines, lodos, etc.) aplicable al suelo, será aquella que contenga el equivalente de 170 kg por hectárea y año.

**En resumen, de manera genérica se pueden aplicar 250 kg de nitrógeno por hectárea y año con un fertilizante orgánico, y 170 kg de nitrógeno en zonas declaradas como vulnerables a la contaminación por nitratos de origen agrario.**



## PLAN DE FERTILIZACIÓN DE MAÍZ UTILIZANDO ABONOS ORGÁNICOS

Podemos considerar que el rendimiento de un maíz en riego por aspersión es de 14 t/ha, en la zona del Valle del Ebro. Para ese rendimiento se estiman que las necesidades del cultivo son de 294 kg N/ha, 126 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 196 kg K<sub>2</sub>O/ha (ver artículo de Navarra Agraria nº 211, julio-agosto 2016, para una explicación más detallada del cálculo de las necesidades).

Para el ejemplo, suponemos que aplicamos un purín de cerdo. Para conocer su contenido en nutrientes principales lo mejor es hacer un análisis en un laboratorio. Sino, como en este ejemplo, se puede utilizar el valor medio obtenido de la **Tabla 1**: 5 kg de nitrógeno por tonelada de materia fresca, 4 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y 3 kg de potasa (K<sub>2</sub>O). Es importante resaltar, que para hacer los cálculos, es necesario expresar el contenido de los nutrientes en kg por tonelada de materia fresca. En los análisis de laboratorio de los productos orgánicos los contenidos en nitrógeno, fósforo y potasa muchas veces se expresan sobre materia seca sin tener en cuenta la humedad, y en porcentaje, en vez de en kg por tonelada. Si disponemos de un análisis donde los nutrientes vengan en estas unidades, habrá que transformarlos a kg por tonelada de materia fresca.

Consideramos que **el fertilizante orgánico se aplica en fondo, antes de la siembra del maíz, y que se incorpora en las 24 horas tras su aplicación, para minimizar las pérdidas por volatilización.**

Para calcular la dosis de fertilizante orgánico a aplicar, se suele utilizar el criterio del nitrógeno, que consiste en tomar como referencia las necesidades de nitrógeno del cultivo y dividir las por el contenido de nitrógeno del fertilizante orgánico. Con esa dosis se calcula el fósforo y potasio aportados, y se ve si cubren las necesidades de estos elementos. En nuestro ejemplo, las necesidades de nitrógeno son de 294 kg/ha. Pero hay que tener en cuenta que la normativa en Navarra no permite aplicar más de 250 kg de nitrógeno por hectárea y año, por lo que hay que tomar ese valor para el cálculo. Como el contenido en nitrógeno del purín es de 5 kg por tonelada de materia

fresca, la dosis a aplicar es de 50 m<sup>3</sup>/ha (se suele considerar que la densidad del purín es de 1 t/m<sup>3</sup>, por lo que da igual hablar de toneladas que de m<sup>3</sup>). Con esa dosis de purín se aplican 200 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 150 kg K<sub>2</sub>O/ha. Quedarían cubiertas sobradamente las necesidades de fósforo (126 kg/ha). Las necesidades de potasio (196 kg/ha) no llegan a cubrirse completamente, pero en un suelo con un nivel medio de potasio no sería necesario aportar un fertilizante mineral. En los casos en los que se aplique otros fertilizantes orgánicos con otros contenidos en nutrientes principales y no queden cubiertas esas necesidades de fósforo y potasio, se complementarían con fertilizantes minerales.



Para calcular cuánto del nitrógeno aplicado está disponible para el cultivo de maíz en el año del aporte, hay que tener en cuenta el coeficiente de equivalencia del purín de cerdo que es de 0,6 (Tabla 2). Por lo tanto, multiplicamos el nitrógeno total aplicado (250 kg/ha) por su coeficiente de equivalencia (0,6), y el resultado es que van a estar disponibles para el cultivo 150 kg de nitrógeno provenientes del purín. Como las necesidades en nitrógeno las hemos estimado en 294 kg/ha, habrá que aplicar en cobertera 144 kg de nitrógeno por hectárea con un abono mineral nitrogenado. Si utilizásemos urea 46%, habría que aplicar 313 kg de urea por hectárea en cobertera.

Si el producto orgánico empleado fuese diferente al purín de cerdo, el proceso de cálculo sería el mismo, teniendo en cuenta su composición y su coeficiente de equivalencia del nitrógeno.

“ En general, se pueden aplicar 250 kg de N por hectárea y año con un fertilizante orgánico, y 170 kg de N en zonas declaradas como vulnerables .”

## RESUMEN: EJEMPLO ABONADO MAÍZ

Necesidades maíz para un rendimiento de 14 t/ha		
Nitrógeno (kg N/ha)	Fósforo (kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha)	Potasio (K <sub>2</sub> O/ha)
294	126	196

Tipo abono	Composición (kg/t materia fresca)			Dosis (m <sup>3</sup> /ha)
	Nitrógeno	Fósforo	Potasio (K <sub>2</sub> O)	
Purín de cerdo	5	4	3	50

Tipo abono	Nutrientes del purín de cerdo aprovechables en el año de aporte (kg/ha)		
	Nitrógeno	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (K <sub>2</sub> O)
Nutrientes aportados (kg/ha)	250	200	150
Coefficiente de equivalencia	0,6	1	1
Nutrientes aprovechables (kg/ha)	150	200	150

Complemento de nitrógeno en cobertera	Nitrógeno (kg/ha)
Necesidades de N	294
Nitrógeno aprovechable proveniente del purín de cerdo	150
Necesidades de N a aportar con abono mineral	144

Así, el **plan de fertilización de este ejemplo** consistiría en aplicar en fondo 50 m<sup>3</sup>/ha de purín de cerdo de composición 5 kg N, 4 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 3 kg de K<sub>2</sub>O por tonelada de materia fresca, lo que cubre las necesidades del cultivo en fósforo y potasio, y en cobertera 144 kg de nitrógeno por hectárea con un abono mineral. Si aplicamos urea 46% serían 313 kg/ha.



## RECOMENDACIONES

- 1 | Conocimiento de la composición del producto orgánico: mediante análisis de laboratorio, métodos rápidos o uso de tablas de contenidos medios.
- 2 | Cálculo de la dosis de producto orgánico que deseamos aplicar en función de las necesidades del cultivo, y teniendo en cuenta el criterio del nitrógeno.
- 3 | Cálculo del fósforo y potasio aportados para descontarlos del abonado mineral. Se considera que el fósforo y potasio aplicados con el producto orgánico tienen la misma eficiencia que si fuesen de origen mineral.
- 4 | Cálculo del nitrógeno mineral que hay que aplicar en cobertura, teniendo en cuenta el nitrógeno aplicado con el producto orgánico y su coeficiente de equivalencia.
- 5 | Aplicar el producto orgánico con la maquinaria bien regulada e incorporarlo en las 24 horas siguientes a la aplicación, para minimizar las pérdidas amoniacales a la atmósfera.
- 6 | Los productos orgánicos aportan también elementos secundarios y microelementos, que previenen la aparición de posibles carencias. Además, también aportan materia orgánica que contribuye a mejorar la calidad física, química y biológica del suelo.



Parte de los resultados expuestos en el presente artículo han sido posibles gracias a dos proyectos: **“Prácticas de manejo agrícola y de la fertilización orgánica en la dinámica del nitrógeno en cultivos de cereal: aspectos agronómicos y ambientales”** (INIA- RTA2013-00057-C05-003) financiado por el Ministerio de Economía y competitividad y cofinanciado por los fondos FEDER; **“Fijación del CO<sub>2</sub> atmosférico y reducción de emisiones de GEI mediante una gestión sostenible de la agricultura de regadío”** (LIFE Regadiox, LIFE12 ENV/ES/000426). Hay que agradecer también la colaboración de todos los agricultores que han participado en los diferentes ensayos.





  
**Permit<sup>®</sup>**  
HERBICIDA

# La solución más eficaz para sus problemas de Juncia en arroz y maíz



Permit<sup>®</sup> es un nuevo herbicida de postemergencia para control de Ciperáceas y dicotiledóneas en arroz y maíz.

 **KENOGARD**  
CULTIVAMOS LA INVESTIGACION • 研究深耕