

# Valor fertilizante de los digeridos

Procedentes de una central de biogás y obtenidos de purines de vacuno de leche



Jesús M<sup>a</sup> Mangado Urdániz, Edurne Zudaire Musitu (INTIA)

En 2008 el Ayuntamiento del Valle de Ultzama (Navarra) promovió la creación de la empresa Bioenergía Ultzama S.A. para la instalación de una planta de obtención de biogás a partir de la digestión anaerobia del purín generado en las explotaciones ganaderas asociadas. Esa actividad genera un recurso que se conoce como "digerido". ¿Qué valor fertilizante tiene ese recurso?

Para responder a esta pregunta, en el año 2010 Bioenergía Ultzama contrató con INTIA la realización de una serie de ensayos de campo para conocer el valor y potencial fertilizante de los recursos generados en el proceso de digestión. En este artículo se presentan los resultados obtenidos y las recomendaciones para lograr la valoración fertilizante del digerido bruto y de su fracción líquida, resultante del proceso de separación en fases sólida y líquida del digerido generado.

Los valles navarros de Ultzama, Basaburúa y Odieta pertenecen, biogeográficamente, a la provincia atlántica europea, con aguas vertientes al mar Mediterráneo. Presentan unos fondos de valle amplios, ocupados por prados y cultivos forrajeros, que sirven de base a un importante número de explotaciones ganaderas de vacuno de leche, vacuno de carne, ovino de leche y equino de buena dimensión y con un alto grado de profesionalidad.

**Tradicionalmente, los estiércoles y purines generados en la actividad ganadera se han utilizado como fertilizante sobre la base territorial de las explotaciones, logrando así la valoración de estos recursos y el**

**cierre de los circuitos** de fertilidad dentro de las explotaciones.

En 2008 el Ayuntamiento del Valle de Ultzama promovió la creación de la empresa Bioenergía Ultzama S.A. para la instalación de una **planta de obtención de biogás** a partir de la digestión anaerobia del purín generado en las explotaciones ganaderas asociadas. Con el biogás generado se produce energía eléctrica que se vuelca a la red y energía térmica (cogeneración) que se utiliza en empresas del entorno. **Como consecuencia de esa actividad se genera un recurso – el digerido – que se separa en sus fracciones sólida y líquida.**

La empresa tiene por objetivo el que estos materiales se valoren como fertilizantes sobre la base territorial de las explotaciones asociadas u otras explotaciones agrarias.

En 2010 Bioenergía Ultzama contrató con INTIA la realización de una serie de ensayos de campo con el fin de conocer el potencial fertilizante de esos recursos generados y para determinar las dosis más adecuadas de aplicación.



Planta de obtención de biogás de Ultzama (Navarra)

## ENSAYO DE INTIA: MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la primavera de 2011 sobre una parcela de 1,1 ha en Arraitz (Ultzama) con suelos aluviales, profundos, de textura franca, ácidos (pH 5,6), con 3,96 % de materia orgánica y niveles altos de fósforo y medios de potasio.

El cultivo forrajero sobre el que se trabajó fue un raigrás italiano no alternativo y se controló la producción del segundo corte del segundo año de cultivo.

La fertilización se llevó a cabo el 5 de Mayo, tras retirar la producción del primer corte. En las calles principales del ensayo se hizo la aportación de “digerido bruto”

(DB) y su “fracción líquida” (FL); la anchura de las calles era de 13 m y se dejó entre ambas un pasillo “testigo” (T) sin aportación orgánica. Transversalmente se dispusieron 3 niveles de aporte de nitrógeno mineral 0 kg/ha (N0), 40 kg N/ha (N1) y 80 kg N/ha (N2) en pasillos de 3 m de anchura y repetidos tres veces. En la figura 1 se muestra el diseño del ensayo.

El fertilizante mineral utilizado fue nitrato amónico-cálcico (NAC) de 27% de riqueza en nitrógeno en dosis de 150 kg/ha en N1 y 300 kg/ha en N2. Las características de los materiales orgánicos utilizados se recogen en la tabla 1.

Figura 1. Diseño y localización del ensayo

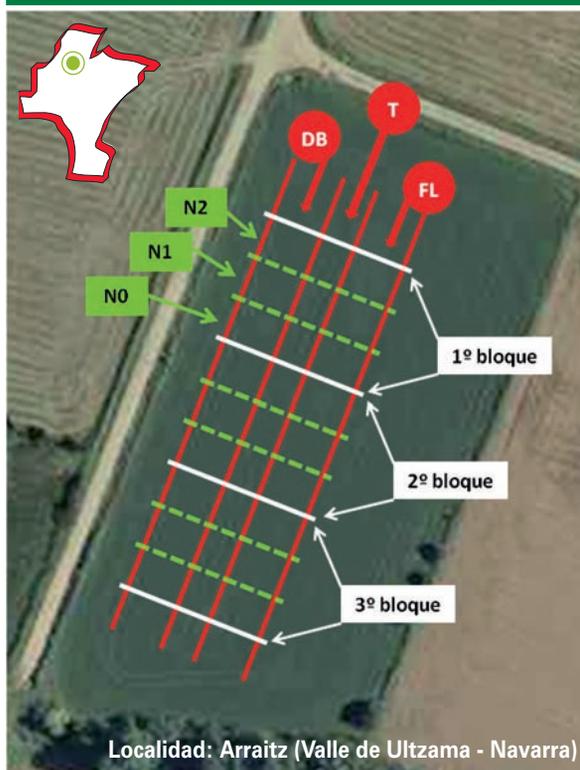


Tabla 1. Características y composición de los materiales orgánicos utilizados (kg/m<sup>3</sup> materia fresca)

	DB (digerido bruto)	FL (fracción líquida)
materia seca (%)	6,3	3,3
pH	8,6	8,5
conductividad eléctrica (dS/cm)	3,6	2,8
materia orgánica	43,3	20,4
N ligado a la materia orgánica	1,4	0,5
N amoniacal	2	1,8
N total	3,4	2,3
P	0,6	0,4
K	5,4	4,7

Tabla 2. Ensayo de Arraitz (Navarra).  
Matriz de variantes de ensayo

		N mineral (NAC 27 %)					
		N0		N1		N2	
N total	T (testigo)	0	0	0	40	0	80
	DB (digerido bruto)	185,5	0	185,5	40	185,5	80
	FL (fracción líquida)	129	0	129	40	129	80



Vista de la parcela de ensayo.

Tabla 3. Producción, calidad del forraje y nitrógeno extraído con los distintos niveles de fertilización

	N0			N1			N2		
	DB	FL	T	DB	FL	T	DB	FL	T
% ms	32,3 ab	28,1 a	36,7 b	32,90	24,60	32,80	30,7 b	24,2 a	33,7 b
kg ms/ha	6.447 b	6.622 b	3.229 a	7.577 b	7.212 b	5.175 a	10.688 b	7.222 a	6.420 a
kg MO/ha	6.011 b	6.194 b	3.024 a	7.103 b	6.735 b	4.872 a	10.005 b	6.685 a	6.032 a
PB (% s/ms)	6,90	7,20	7,80	8,10	8,60	7,20	9,6 a	12,2 b	9,1 a
FB (% s/ms)	32,7 b	32,8 b	30,5 a	32,30	32,30	32,50	32,50	31,00	31,70
FND (% s/ms)	60,50	60,80	57,10	60,00	60,80	59,50	61,80	60,00	60,60
kg N ext./ha	71,8 b	75,7 b	40,2 a	97,1 b	99,0 b	59,0 a	161,7 b	141,8 b	93,8 a

**ABREVIATURAS:** ms: materia seca MO: materia orgánica PB: proteína bruta FB: fibra bruta FND: fibra neutro detergente N ext.: nitrógeno extraído.

Para cada nivel de fertilización mineral y para cada parámetro, valores seguidos de letra distinta difieren significativamente ( $p < 0,05$ ) Duncan

El **equipo utilizado** para la aportación orgánica fue una cisterna de “tubos colgantes” de dos ejes, de 18 m<sup>3</sup> de capacidad y 12 m de anchura de trabajo (40 tubos c/30 cm). El peso total del equipo en carga era de 36,2 t. El equipo se pesó al inicio y al final de cada aportación y se midió la longitud y la anchura en cada caso para conocer las dosis reales aportadas. Estas fueron de 54,6 m<sup>3</sup>/ha para DB y de 56,1 m<sup>3</sup>/ha para FL.

En la tabla 2 se presenta la matriz de las variantes del ensayo.

El **control de producción** se hizo el día 23 de Junio, 49 días después de la fertilización, estando el material vegetal en fase de “final de encañado”. Se cortó y se midió la superficie cortada en cada una de las teselas del ensayo, se pesó en verde la biomasa cortada y una parte alícuota se envasó y envió a laboratorio para determinar la cantidad de materia seca (MS), cenizas (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB) y fibra neutro-detergente (FND).

La **eficacia productiva del nitrógeno** se evalúa como los kg de materia seca de biomasa obtenidos por kg de

N aportado y se calcula restando de los resultados obtenidos para cada variante de ensayo la media de los obtenidos en el testigo (TN0) o en TN1 y TN2 en las variantes en las que se dan aportaciones conjuntas de N de procedencia orgánica y mineral. Todo ello referido al nitrógeno total aportado, sea de procedencia mineral o de los digestatos (N orgánico + N amoniacal). Se trabaja bajo el supuesto de que el N mineral aportado tiene una eficacia fertilizante del 100%.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### Producción y calidad

En la tabla 3 se presentan los resultados globales obtenidos en este ensayo.

Se observa que las aportaciones de N, tanto de procedencia orgánica como mineral, en general incrementan el contenido en humedad de la producción vegetal,

siendo esto más marcado en el caso de FL. Esto es conocido y obliga a alargar el tiempo de prehenificado para alcanzar el contenido en materia seca (ms) óptimo para su conservación, lo que incrementa el riesgo de pérdidas durante ese proceso.

Con las aportaciones de DB y FL se incrementa de forma estadísticamente significativa la producción en materia seca y materia orgánica, aunque si se acompañan de las aportaciones más elevadas de N mineral la significación del incremento solo se mantiene en DB. El contenido en proteína bruta del forraje parece estar mejor relacionado con las aportaciones de N mineral que de N de procedencia orgánica. Solamente se encuentra una sinergia estadísticamente significativa para las aportaciones de FL acompañadas de la dosis más elevada de N mineral.

No se encuentran efectos de ninguna de las aportaciones fertilizantes sobre los contenidos en fibra bruta y paredes celulares del forraje obtenido, salvo en el caso de las aportaciones de DB o FL sin acompañamiento de N mineral. En ese caso, el contenido en fibra bruta del forraje en el momento de corte de las parcelas en las que se ha aportado cualquiera de estos dos recursos orgánicos es significativamente superior al de parcelas en las que no se han aportado estos recursos. Esto puede incidir sobre la digestibilidad del forraje obtenido.

Las extracciones de nitrógeno se incrementan significativamente con las aportaciones tanto de N de procedencia orgánica como de N mineral, aunque estos incrementos parecen debidos en mayor medida al aumento en la producción de biomasa que a los contenidos unitarios de proteína bruta en el material vegetal.



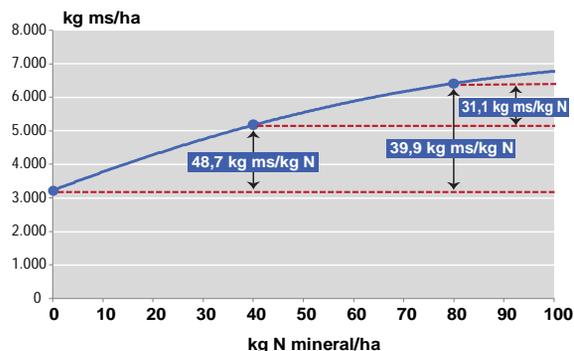
Se utilizó un equipo de tubos colgantes para aplicar los materiales del ensayo, que minimiza las pérdidas de N amoniacal por volatilización.

## Eficacia del nitrógeno aportado

### N mineral

En la gráfica 1 se presenta la curva de respuesta de la pradera a aportaciones crecientes de N mineral en forma de NAC 26 %.

Gráfico 1. Respuesta de la pradera a la aportación de N mineral



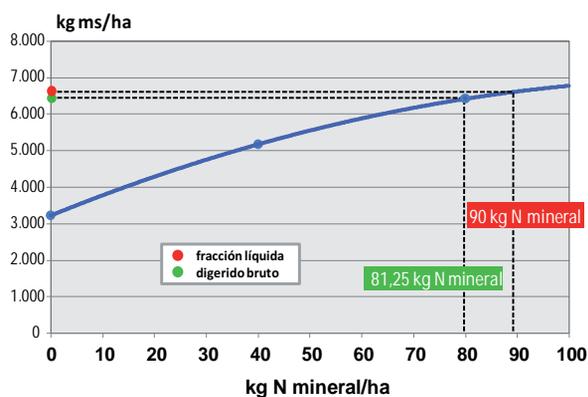
Se trata de una curva muy habitual para la respuesta a la fertilización de N mineral, con respuestas unitarias decrecientes conforme se incrementa la cantidad de nitrógeno aportada. La respuesta de la pradera a una aportación de 40 kg/ha de nitrógeno mineral es de 48,7 kg de materia seca por cada kg de N aportado. Esta respuesta se reduce a 39,9 kg de materia seca por cada kg de N aportado para aportaciones de 80 kg/ha de N mineral y ello es debido a que la respuesta a los segundos 40 kg/ha de N mineral aportados en ese caso es de 31,1 kg de materia seca por cada kg de N aportado.

### N de procedencia orgánica

En la gráfica 2 se representa la respuesta en producción

a la aportación de N de procedencia orgánica en forma de DB y FL sin acompañamiento de N mineral y el N mineral con el que se obtendría una producción similar.

**Gráfico 2. Eficacia fertilizante del N de procedencia orgánica**



Con la aportación de 54,6 m<sup>3</sup>/ha de DB, que supone una aportación de 185,5 kg/ha de N total, se obtiene una producción de biomasa en la pradera igual a la obtenida con una aportación de 81,25 kg/ha de N mineral, por lo

que **la eficacia del N total aportado por DB es:**  $(81,25/185,5) \times 100 = 43,8 \%$ .

La dosis aportada como FL fue de 56,1 m<sup>3</sup>/ha, que supone una aportación de 129 kg/ha de N total, y la producción de biomasa de la pradera es igual a la obtenida con una aportación de 90 kg/ha de N mineral. Ello supone que **la eficacia del N total aportado por FL es:**  $(90/129) \times 100 = 69,8 \%$ .

Encontramos que **la eficacia fertilizante del N total aportado por FL es 1,5 – 1,6 veces superior a la del N total aportado por DB.** Hay que considerar la diferente proporción de N orgánico y amoniacal presentes en ambos recursos. En FL el 78% del N total aportado está en forma amoniacal, mientras que en DB está en forma amoniacal el 59% del total aportado, y ocurre que el N bajo forma amoniacal es el que puede ser rápidamente solubilizado y absorbido por las plantas mientras que la disponibilidad del N orgánico es a largo plazo. Además, se utilizó para la aportación de estos materiales un equipo de “tubos colgantes” que minimiza las pérdidas de N amoniacal por volatilización. Todos estos factores pueden ayudar a comprender la diferente eficacia fertilizante del N total aportado por ambos recursos orgánicos.



● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ● DRENAJES ●

PREMIO DEL CLUB DE INVENTORES ESPAÑOLES al “Mejor sistema para instalación enterrada de tuberías”

**SISTEMA PATENTADO - SIN APERTURA DE ZANJA**

SISTEMA QUE UTILIZA AHIVA EL AGUA



- Nuevo sistema más rápido y económico
- Guiado por láser
- Mejora las fincas y el medio ambiente
- Imprescindible para la preparación de VIÑAS, ENDRINAS, OLIVOS y OTROS FRUTALES.

SISTEMA TRADICIONAL



Se consigue un drenaje perfecto evitando las obstrucciones en el tubo, al introducir éste y la grava pretensando la tierra y mantener una inclinación constante controlada por láser. Además, el sistema utilizado por “AHIVA

EL AGUA” logra purificar la tierra de la acumulación de herbicidas y abonos que han sido depositados a lo largo de los años. En las tierras salitrosas de regadío, se elimina la sal. El drenaje sirve tanto para las aguas superficiales como para las subterráneas.

### N mineral + N orgánico

En la gráfica 3 se presentan las eficacias del N total aportado por los dos recursos orgánicos (DB y FL) acompañados por dosis crecientes de N mineral. Se puede observar que las respuestas productivas a las aportaciones de estos recursos son coherentes hasta que se acompañan de la dosis alta de N mineral (N2 <> 80 kg N mineral/ha) momento en el que las curvas de respuesta divergen entre sí de una forma notable. Esta variante se ha contemplado en la experiencia pero no tiene justificación ni agronómica ni económica en explotaciones comerciales, por lo que, a efectos prácticos, solo contemplaremos las dos primeras opciones de aportación de N mineral.

Si no se acompañan de aportaciones de N mineral (N0) o se acompañan de 40 kg/ha de N mineral (N1), cada kg de N total aportado por FL se traduce en 26,3 kg de materia seca de la pradera en el primer caso y en 15,8 kg en el segundo, mientras que si el N total se aporta por DB cada kg aportado se traduce en 17,3 kg de ms de la pradera en el primer caso y en 12,9 kg de ms en el segundo. En el primer caso (acompañamiento N0) se cumple lo apuntado en el apartado anterior de una eficacia productiva del N total aportado por FL vez y media superior a la del N total aportado por DB. Esta proporción desciende a 1,22 veces en el caso de acompañarse de 40 kg/ha de N mineral.

Siguiendo con lo apuntado en el párrafo anterior, si contemplamos solamente el N amoniacal en las aportaciones de FL y DB, en el caso de N0 su eficacia productiva es de 33,6 kg de ms de pradera por kg de N amoniacal

aportado por FL y pasa a 29,5 kg de ms si este nitrógeno es aportado por DB. La proporción de eficacia fertilizante entre ambos recursos desciende a 1,14 (33,6/29,5). Si se acompañan de 40 kg/ha de N mineral las eficacias productivas del N amoniacal son de 20,2 en FL y 22,0 en DB pasando la proporción de eficacia fertilizante entre ambos recursos a 0,92.

Cabe resaltar, por último, que la eficacia fertilizante del nitrógeno aportado por cualquiera de los dos recursos orgánicos desciende conforme acompañamos estas aportaciones con aportaciones crecientes de nitrógeno mineral.

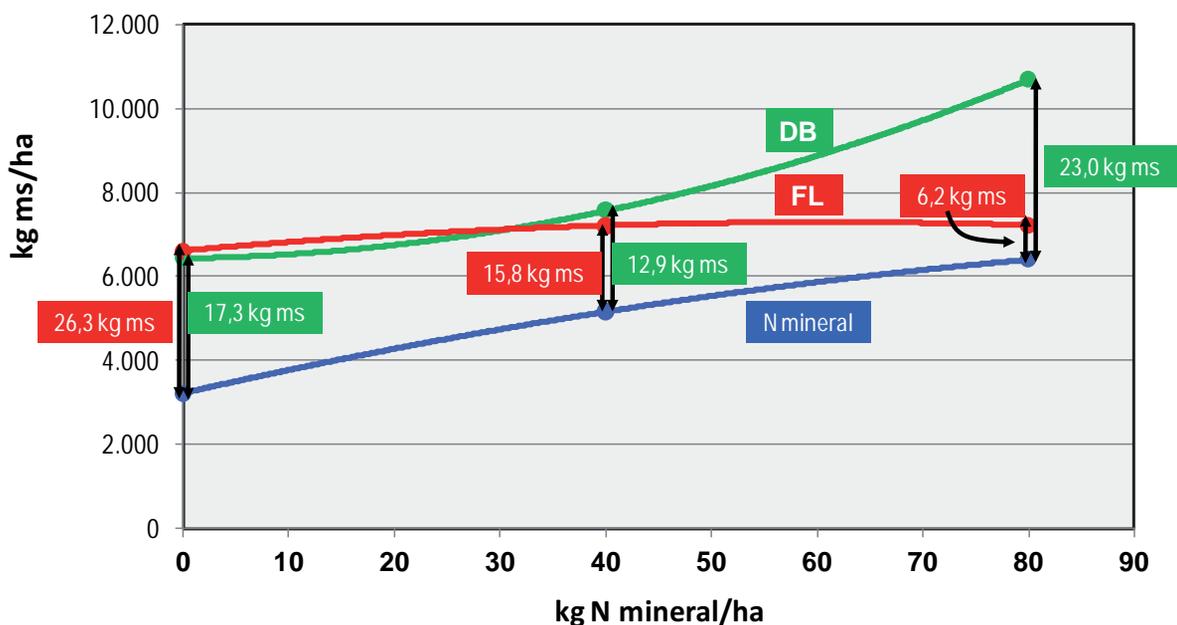
### AGRADECIMIENTOS

A la **empresa Bioenergía Ultzama S.A.** por la financiación de este proyecto colaborativo.  
A **D. Miguel A. Hernandez** por la cesión de la parcela donde se llevó a cabo.



Corte para el control de producción.

Gráfico 3. Respuesta productiva a las aportaciones de N de procedencia orgánica y mineral



## CONCLUSIONES: VALOR FERTILIZANTE DE LOS DIGERIDOS

En las condiciones en las que se ha llevado a cabo esta experiencia, se puede afirmar que:

- ♦ **Las aportaciones de digerido bruto y de fracción líquida sobre pradera, al igual que las de abonos nitrogenados minerales, disminuyen el contenido en materia seca del forraje en el momento de la siega.**
- ♦ Dichas aportaciones, en general, **no afectan al contenido en proteína bruta del forraje** en el momento de la siega.
- ♦ Las aportaciones de digerido bruto y de fracción líquida sobre pradera, si no se acompañan de nitrógeno de origen mineral, incrementan significativamente el contenido en fibra bruta del forraje en el momento de corte. Si se acompañan de N mineral no afectan al contenido en fibra bruta y en ninguno de los casos se ve afectado el contenido en paredes celulares del forraje cortado.
- ♦ En aportaciones con equipos de tubos colgantes **la eficacia fertilizante del nitrógeno total aportado por el digerido bruto es del 43,8%** respecto a aportaciones de nitrógeno de origen mineral.
- ♦ En aportaciones con equipos de tubos colgantes **la eficacia fertilizante del nitrógeno total aportado por la fracción líquida procedente de la separación en fases del digerido bruto es del 69,8%** respecto a aportaciones de nitrógeno de origen mineral.
- ♦ La eficacia fertilizante del nitrógeno total aportado por la fracción líquida es 1,5 veces superior a la del N total aportado por el digerido bruto.
- ♦ **La eficacia fertilizante del nitrógeno total aportado por cualquiera de estos dos recursos orgánicos disminuye conforme se acompañan de dosis crecientes de nitrógeno de origen mineral.**



### Recomendación de INTIA

Cualquiera de los dos recursos orgánicos estudiados se puede utilizar como fertilizante nitrogenado. En la tabla 4 se presentan las dosis a utilizar de dos fertilizantes nitrogenados de origen químico y de los dos recursos orgánicos estudiados en este ensayo para obtener las aportaciones de nitrógeno eficaz en producción vegetal más habituales en el manejo de cultivos forrajeros.

Tabla 4. Equivalencias fertilizantes en nitrógeno eficaz

	urea (46 %)	NAC (26 %)	digerido bruto	fracción líquida
kg N/ha	kg/ha	kg/ha	m <sup>3</sup> /ha	m <sup>3</sup> /ha
40	90	150	26,5	25
60	130	230	40	37,5
80	180	300	53	50
100	220	380	66,5	62,5