



CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS GANADEROS DE GIPUZKOA



FRAISORO

INGURUMEN ETA NEKAZAL LABORATEGIA
LABORATORIO AGROAMBIENTAL



CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS GANADEROS DE GIPUZKOA

AUTORES:

Domingo Merino Merino

Responsable del proyecto
Director Laboratorio Agroambiental Fraisoro
Diputación Foral de Gipuzkoa

Nagore Berano Urdangarin

NEIKER

JUNIO 2006



AGRADECIMIENTOS:

Al personal de Neiker, por su colaboración y ayuda en este trabajo.

A todo el personal de las Oficinas Comarcales Agrarias, por su colaboración en la realización del proyecto y atención prestada ante las peticiones de información realizadas.

A todo el personal del Laboratorio Agroambiental Fraisoro, por su colaboración y ayuda en este trabajo.

Un agradecimiento muy especial a los ganaderos que han participado en este estudio, cuya colaboración ha sido imprescindible.



INFORME DEL PROYECTO DE CUANTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS GANADEROS DE GIPUZKOA

ÍNDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	7
<i>Principios básicos de fertilización.....</i>	<i>8</i>
<i>Superficie agrícola-forestal y sus necesidades de fertilizantes orgánicos.....</i>	<i>10</i>
MÉTODOS Y FUNDAMENTO	12
<i>Cuantificación de la producción de purín en Gipuzkoa</i>	<i>12</i>
<i>Caracterización de purines</i>	<i>12</i>
<i>Muestreo de praderas de explotaciones.....</i>	<i>17</i>
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
<i>Cuantificación de la producción de purín</i>	<i>20</i>
<i>Animales y producción de estiércol en Gipuzkoa.....</i>	<i>23</i>
<i>Caracterización de purines</i>	<i>24</i>
<i>Caracterización de suelos de praderas</i>	<i>27</i>
CONCLUSIONES	30
<i>Consideraciones para la aportación de purines a las praderas</i>	<i>30</i>
BIBLIOGRAFÍA	32



ANEXOS

- *ANEXO I Censo de animales y producción de estiércol*
- *ANEXO II Resultados análisis de purines*
- *ANEXO III Resultados análisis de suelos*



Resumen

Analizando de un modo general los datos de animales presentes en las explotaciones de Gipuzkoa (857.993 animales, 81.383 UGMs y 1.437.706 Tm/año de estiércol) y la superficie de que disponen (38.718 ha), sin tener en cuenta los impedimentos del relieve ni datos concretos sobre la composición de los suelos, podría decirse que existe un equilibrio rozando el máximo aconsejable de 2 UGMs/ha y unas aportaciones de 170 kg de N/ha/año.

La realidad es otra muy distinta, pues la pendiente media de las praderas de Gipuzkoa es de un 30%, luego la distribución del purín o estiércol presenta serias dificultades si estas aportaciones no se realizan mediante el pastoreo. Con la experiencia de estudios anteriores, puede comprobarse que las explotaciones que más problemas podrían tener con la distribución del purín son las explotaciones de vacuno de leche y más concretamente las que cuentan con mayor número de vacas.

La producción de leche de las vacas lecheras de alta producción ha aumentado de forma espectacular, al igual que su producción de purín. Esta última es en el mejor de los casos de unos 90 litros de purín por vaca y día. Se han realizado análisis a un centenar de purines, de los que se desprende que una de vaca lechera puede producir un total de 164 kg de N al año. De este modo la consideración de las 2 UGMs/ha debería ser en este momento de 1 UGM/ha en el caso del vacuno lechero.

Se han recogido muestras de suelo de todas las parcelas de 115 explotaciones de vacuno de leche que tienen más de 40 UGMs y una de ovino (total 11.357,7 UGMs y 2.989,09 ha) y los resultados son concluyentes: **sin tener en cuenta las pendientes** de las parcelas, en el 70% de la superficie (2.092,3 ha) no debe aportarse ningún tipo de abonado orgánico durante unos años, pues los niveles de fertilidad pasan a ser de contaminación y el nitrógeno y fósforo están contaminando las aguas superficiales y subterráneas de la zona. Restando todas estas parcelas y calculando que en cada hectárea es posible aportar 50.000 litros de purín al año, calculamos que **a las explotaciones estudiadas les sobran unos 320.159 m³/año de purín**, que además son muy difíciles de redistribuir por varios motivos: pendientes excesivas, altos niveles de elementos nutritivos de los suelos y distancias... Es importante destacar que este volumen es el sobrante de las explotaciones que presentan más problemas, pero que no se ha contabilizado el volumen de purín que producen al año las 25.719 UGM de vacuno (tanto de leche como de carne) que no han sido estudiadas, aunque se supone que las explotaciones más pequeñas no se encuentran en una situación tan grave. Finalmente es necesario tener presente que existe también dificultad en la distribución de las 27.000 Tm/año de gallinaza y los más de 20.000 m³/año de purín de cerdo que se producen en Gipuzkoa.

En general se puede decir que existe un problema claro en las explotaciones de ganado vacuno de leche, pues no disponen de superficie suficiente para distribuir sus purines.

Creando la figura de un gestor de residuos se podría controlar la salida de esos 320.159 m³/año de purín de vacuno y 27.000 Tm/año de gallinaza del sistema, y también la distribución del resto de residuos. En unos años se podría solucionar el problema de contaminación que existe en estos momentos en los suelos, regatas y ríos de Gipuzkoa.



Introducción

El excedente de purines de vacuno, porcino y gallinazas es una realidad desde hace unos 12 años. Durante todo este tiempo se ha intentado encontrar una solución para este problema, pero las circunstancias han llevado a un aplazamiento de la solución. Han sido publicados varios proyectos sobre compostaje, incineración, cogeneración, redistribución a otras zonas, biometanización, separación de sólidos y líquidos, electrofloculación, aireación en balsas... Todos ellos fueron rechazados por diversos motivos y hoy nos encontramos ante una situación muy complicada y con una contaminación cada día más preocupante.

Entre los diversos proyectos que se están llevando a cabo para intentar dar salida a esa gran cantidad de residuos, se encuentra una planta de electrofloculación más un sistema biológico SBR de depuración que se ha puesto en funcionamiento una planta en una explotación de ganado porcino de Gipuzkoa. Antes de realizar la electrofloculación se realiza una separación de sólidos y líquidos. El líquido resultante de este proceso podría esparcirse por las praderas, pero el sólido tiene pocas posibilidades de utilizarse en una agricultura intensiva. Este tipo de plantas puede ser interesante para solucionar el problema de algunas explotaciones alejadas o aisladas del resto.

Para conocer de forma real y exhaustiva la situación de los residuos ganaderos en Gipuzkoa, se han iniciado varios estudios. Uno de ellos es "Situación ambiental de las explotaciones ganaderas de Gipuzkoa" realizado por Neiker e IKT y uno posterior a éste que ayudará a centrar más el problema.

Los estudios publicados hasta el momento mostraban que los purines de vacuno lechero tenían una riqueza en nitrógeno situada entre el 0,28-0,3%. Con estos porcentajes las cantidades máximas de purín a aplicar por metro cuadrado deberían ser de 6-8 litros/año (60.000-80.000 litros/hectárea/año) y lógicamente deberían estar distribuidos a lo largo de todo el periodo de crecimiento de la hierba. La realidad es otra y las aplicaciones que se realizan son en torno a los 20 litros/m²/año (200.000 litros/hectárea/año). Teniendo en cuenta esa riqueza en nitrógeno del 0,3%, se estarían aplicando unos 600 kg de nitrógeno por hectárea y año. En este informe se desarrollan los análisis realizados a un centenar de purines, en los que se observa que la riqueza en nitrógeno es de un 0,4% de media. Los purines han pasado de ser un fertilizante a convertirse en un residuo peligroso.

Para sumar la carga ganadera producida por las distintas especies o poder comparar el tamaño de las explotaciones de distinto tipo de producción, se establece una unidad que es la Unidad de Ganado Mayor (UGM). El concepto de UGM se puede aproximar a la carga de nutrientes que las deyecciones aplicadas sobre el terreno suponen. Una carga ganadera de 2 UGMs/ha equivale a 170 kg de nitrógeno/hectárea/año, y se considera que una vaca lechera es una UGM.

La carga ganadera por hectárea (animales que deben pastar en una hectárea o que su estiércol se aplica en una hectárea), según las recomendaciones, está situada entre 1,4-2 UGMs. En este momento algunas explotaciones de vacuno lechero, tienen cargas ganaderas superiores a las 5 UGMs/ha. Además es necesario recalcar que la producción de leche por vaca ha aumentado de manera espectacular en los últimos años hasta encontrarse hoy día en niveles de 8.800 litros de leche por vaca y año. Es de suponer que si el rendimiento de la vaca no ha variado de forma



significativa, ésta debe consumir más sólidos y líquidos para producir más leche. Esto se traduce en una mayor producción de residuos. Es esencial por lo tanto saber cuál es la producción real de purín de vacuno en Gipuzkoa.

Este informe detalla el trabajo realizado para conocer datos reales y actualizados tanto de la producción de purín en Gipuzkoa, como de la composición del mismo y su aplicación en las praderas. El trabajo realizado consta de tres partes:

- ✓ **Cuantificación** de los purines de vacuno, porcino y gallinazas. En un principio se realizó una selección de las explotaciones con problemas. Para la selección se utilizó el parámetro de carga ganadera por hectárea.
- ✓ **Caracterización** de los purines mediante análisis de laboratorio de los contenidos en materia seca, nitrógeno, amonio, fósforo, potasio, demanda química de oxígeno y otros. La Universidad de Lleida y el IRTA (*Institut de Recerca i Tecnologia dels Agroalimentàries*, Dr. Xavier Flotats), recibiendo los datos aportados por Fraisoro, calculará la **producción de BIOGAS** de estos purines. Esta caracterización debe realizarse a lo largo de un periodo de al menos unos 6 meses, para comprobar si las características del purín (porcino y vacuno) y la gallinaza varían según la época del año.
- ✓ **Comprobación del estado de fertilidad de los suelos.** Recogida de muestras de suelo de las praderas en las explotaciones que tienen una carga ganadera elevada.

Principios básicos de fertilización

Para mantener un equilibrio adecuado y tener una buena producción de forraje, las aportaciones que deben realizarse al suelo de una pradera deben estar en función de:

- ✓ La producción de hierba de la pradera: cantidad de elementos nutritivos que se extraen en las cosechas (hierba que se retira de la pradera o comen los animales directamente).
- ✓ Las pérdidas de elementos nutritivos por lixiviación.
- ✓ Las aportaciones de estiércol que realizan los animales cuando están pastando.

Según diversa bibliografía, las extracciones que se producen en una pradera, por Tm de producción fresca son las siguientes:

- Nitrógeno en N: 2,8 kg
- Fósforo en P₂O₅: 1,1 kg
- Potasio en K₂O: 3 kg

Una pradera de buena calidad tiene una producción de unos 10.000 kg/ha de materia seca, que corresponden a unos 60.000 kg/ha de hierba fresca. La producción media en Gipuzkoa la situaríamos en un 80%, luego serían unos 48.000 kg/ha/año. Con estas producciones, las extracciones por hectárea y año serían:



- Nitrógeno en N: 135 kg
- Fósforo en P₂O₅: 53 kg
- Potasio en K₂O: 144 kg

Por tanto, tomando todas las 38.718 ha de Gipuzkoa como mecanizables y aptas para la aplicación de purines, las necesidades de N, P₂O₅ y K₂O serían:

- Nitrógeno en N: 5.226.930 kg
- Fósforo en P₂O₅: 2.052.054 kg
- Potasio en K₂O: 5.575.392 kg

Incluso suponiendo que todas las hectáreas de praderas de Gipuzkoa produjeran toda esa hierba, y todas cubrieran sus necesidades de elementos nutritivos, aun así, habría un excedente del estiércol producido en Gipuzkoa (puede observarse en el Anexo I que las producciones anuales de estos elementos son superiores a los requerimientos de las praderas).

Las aportaciones de los abonos orgánicos o minerales deben realizarse cuando la hierba está en crecimiento o muy próxima a iniciar el crecimiento. Este periodo en Gipuzkoa se extiende desde finales de febrero hasta finales de septiembre. Luego no deben aplicarse purines durante los meses de octubre a febrero ambos incluidos.

Antes de realizar una aportación de purines, debe conocerse la fertilidad del suelo para identificar los elementos nutritivos que necesita y aportarlos de una forma razonable.

En la aportación de fertilizantes a un suelo, también debe tenerse en cuenta su contenido en materia orgánica. La materia orgánica libera elementos nutritivos durante su proceso de mineralización. Un contenido de materia orgánica del 5% produce aproximadamente unos 120 kg de nitrógeno por hectárea al año.

La *Directiva del Consejo CEE/676/91* del 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en agricultura (DOCE, nº L375, de 31/12/1991), establece el límite anual de 170 kg de nitrógeno orgánico por hectárea y año en las zonas vulnerables de cada territorio. Para las zonas que no están declaradas como vulnerables, mayoría en el País Vasco, el *Código de Buenas Prácticas Agrarias del País Vasco* establece el límite de 200 kg/ha/año. Lógicamente, estos 200 kg deben ser distribuidos a lo largo del periodo de crecimiento de la hierba. Ésta será la cantidad a considerar como máxima.

Además del nitrógeno, es importante la concentración de fósforo en aguas superficiales. La *Directiva 75/440/CEE del Consejo*, de 16 de junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los estados miembros establece valores guías de 0,7 mg/l de fosfatos (P₂O₅) como máximo para cumplir los requisitos ecológicos de determinados medios.

Según el *Proyecto Neru1 (Impacto del Nuevo Escenario Legislativo sobre la gestión de los Residuos Urbanos)* del Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos, en los



suelos que contengan más de 25 ppm de fósforo (Método Olsen), no deben realizarse aportes de este elemento por el peligro de contaminación de las aguas, ya que este elemento es responsable de los procesos de eutrofización de las aguas.

Es importante también tener en cuenta el relieve de la superficie a fertilizar. Para realizar una fertilización adecuada es necesario que la superficie de pradera sea mecanizable, para que de esta forma el purín pueda ser distribuido de una manera homogénea. La pendiente excesiva presenta un problema asociado que es la escorrentía producida por la pluviometría.

En la Comunidad Foral de Navarra, el *Decreto Foral 148/2003*, de 23 de junio, por el que se establecen las condiciones técnicas ambientales de las instalaciones ganaderas en el ámbito de la Comunidad Foral de Navarra, indica que los aportes de nitrógeno no deberán sobrepasar en ningún caso los 250 kilogramos de nitrógeno por hectárea y año, disminuyéndose la citada cantidad a 210-170 kilogramos de nitrógeno por hectárea y año en las zonas declaradas vulnerables. Estas condiciones también se establecen en la Directiva CEE/676/91. Ahora bien, el mencionado Decreto Foral restringe mucho más la aplicación de purines con esta condición en el punto 5 del Artículo 8º: El riego agrícola con estiércol líquido quedará limitado a las distancias mínimas que se definen (...) deberá aplicarse uniformemente en toda la superficie de la parcela, no pudiéndose efectuar en condiciones climáticas desfavorables y, en ningún caso, cuando el suelo está helado o cubierto de nieve, cuando el suelo está encharcado o saturado de agua, en terrenos llicos o eriales permanentes, ni cuando el terreno tenga una pendiente mayor del 20%.

Aun sabiendo estos datos, el criterio de pendiente a seguir para los cálculos de aplicabilidad de purín en los suelos analizados será el del 25%.

Superficie agrícola-forestal y sus necesidades de fertilizantes orgánicos

Según el censo de 2005 que puede observarse en la tabla 1, la superficie de Gipuzkoa es principalmente forestal con 123.400 ha (62%) ocupadas por especies forestales; los suelos dedicados a los cultivos forestales de Gipuzkoa tienen unos contenidos elevados de materia orgánica y los elementos fertilizantes que poseen son más que suficientes para el buen desarrollo de los cultivos.

Tabla 1 Distribución de la superficie de Gipuzkoa.

Uso	Superficie ha	%	Público %
Bosque	123.400	62	41,83
Pradera	35.094	17,77	1,03
Matorral	10.170	5,15	15,31
Herbazal	4.095	2,07	72,85
Pastizal-Matorral	2.731	1,38	66,4
Agrícola	1.478	0,75	0,68
Usos diversos no agrícolas ¹	20.506	10,38	
GUZTIRA	197.474	99,5	

Fuente: Inventario de Gipuzkoa 2005

¹En este apartado entran roquedos, áreas recreativas, parques periurbanos, prados con setos, minería-escombreras-vertederos, infraestructuras de conducción, autopistas y autovías, agua, artificial,...



En segundo lugar por tamaño de superficie aparece la pradera. Estas ocupan unas 35.094 ha (17,77%) y la gran mayoría son de propiedad privada. Según los datos del registro de explotaciones, las explotaciones de Gipuzkoa utilizan 38.718 hectáreas y la pendiente media es superior al 25%. Aparte de la pradera, los herbazales o pastos de montaña ocupan unas 6.000 ha. Son de propiedad pública y están gestionadas de una manera eficaz por el servicio de pastos de la Diputación Foral de Gipuzkoa. En algunos casos la superficie de matorral podría utilizarse para pastoreo.

Los pastos de montaña son objeto de controles continuos de sus suelos y de sus producciones. El pastoreo sobre estas superficies unido a las aportaciones puntuales de fósforo o calcio que se realizan para corregir las posibles carencias mantienen el equilibrio de estos suelos. En análisis realizados en los últimos años se puede comprobar que el contenido de materia orgánica está aumentando sin realizar aportación alguna. En cuanto al estado de fertilidad de las praderas, este informe desarrollará con amplitud el análisis de más de 1600 parcelas recogidas en explotaciones ganaderas de Gipuzkoa.

Las superficies dedicadas a labores intensivas, que son las más necesitadas de materia orgánica representan el 0,75% (1.478 ha). De estas 1.478 hectáreas, los invernaderos son unas 32 ha y en el 80% de esta superficie realizan sus cultivos en hidroponía (fuera de suelo). De los análisis de los suelos de huerta o labradíos (1.478 ha) realizados durante estos últimos 20 años en el laboratorio de Fraisoro, se ha constatado que la mayoría de estos suelos tienen niveles de materia orgánica superiores al 5% (120 kg de N/año) y los índices de fertilidad son muy altos, no necesitando en general ninguna aportación excepto pequeñas adiciones de nitrógeno en cobertera y de forma puntual.



Métodos y Fundamento

Cuantificación de la producción de purín en Gipuzkoa:

Viendo que con los resultados obtenidos de los cuestionarios realizados en las explotaciones no se puede calcular con eficacia una media de producción de purín en Gipuzkoa, se decidió realizar una medición exacta de la producción de purín en al menos cuatro explotaciones de gran tamaño (Tabla 2).

Tabla 2. Explotaciones seleccionadas para la medición de la producción de purín.

EXPLOTACIÓN	MUNICIPIO	TIPO FOSA	ENTRADAS DE AGUA A FOSA	VOLUMEN FOSA (m ³)
A	E	CERRADA	LECHERÍA	300
B	F	ABIERTA	LECHERÍA, CASA, LLUVIA	616
C	F	CERRADA	LECHERÍA	297
D	G	PARTE ABIERTA	LECHERÍA, CASA, LLUVIA EN PARTE	450

El procedimiento para la medición de la producción de purín es el siguiente: se introduce una barra larga en la fosa, y se mide la altura a la que llega el purín. Transcurrido un periodo de tiempo, se repite la operación, y se vuelve a medir la altura a la que ha llegado el purín. Conociendo de antemano las medidas exactas de la fosa, y el número de cabezas de ganado que producen purín para esa fosa en ese tiempo, se calcula la producción de purín, cuyo resultado se referirá en litros/UGM/día.

Durante todos los períodos de medición, también se ha tenido en cuenta la pluviometría registrada, para lo que se han tomado los datos de la página Euskalmet.net -Euskal Meteorologia Agentzia-. En esta página encontramos datos detallados de volúmenes de agua de lluvia registrados en la estación más cercana a la explotación que se estudia.

Además de calcular la producción de purín, también se pretende conocer si esta producción varía con el tiempo. Por ello, en la explotación A se ha repetido la medición a los tres meses de la primera.

Caracterización de purines

Se han recogido purines de vacuno, porcino y gallinaza. En total se han tomado 99 muestras de purín. El mayor número de muestras se ha tomado de las explotaciones de vacuno de leche, puesto que son las explotaciones que más



problemas presentan y es la especie que mayor cantidad de residuos de este tipo genera.

PURÍN VACUNO

Las explotaciones a las que se les han tomado muestras de purín han sido seleccionadas en función de la carga ganadera de ésta, tomando como referencia las 40 UGM.

Puesto que ya hay varias explotaciones en Gipuzkoa que realizan la separación de sólidos y líquidos en purines, también se han recogido muestras de los tres tipos de residuo, y se les han realizado análisis. Así, en las explotaciones en las que cuentan con separador de sólidos y líquidos, se han tomado 3 muestras:

- el purín inicial, la mezcla
- líquido separado
- sólido separado (tanto recién separado como acumulado en montones para su fermentación)

En total se han recogido muestras de purín de 47 explotaciones.

Además de ver la composición de estas muestras, se ha pretendido observar la variabilidad del purín a lo largo del tiempo. Por ello, se han repetido los muestreos en algunas explotaciones. Dos de ellas han tenido un seguimiento más exhaustivo y se les han recogido muestras de purín una vez al mes.

GALLINAZA

Se han visitado dos granjas de Gipuzkoa: J (municipio L) y K (municipio L). J tiene una gran diferencia en cuanto a número de gallinas, cuenta con unas 250.000 (la mitad del total en Gipuzkoa) y K con unas 80.000. Por esta razón se tomó la decisión de realizar un seguimiento más exhaustivo de J, tomando una muestra de gallinaza cada mes.

Durante el estudio, debido a la alarma creada por el virus de *Influenza* aviar, se decidió dejar de recoger muestras de gallinaza por motivos de seguridad. Por ello, en octubre de 2005 se tomó la última muestra. En total se han tomado tres muestras de J (3 meses) y una de K.

PURÍN PORCINO

Se ha visitado la granja H (Municipio I), que cuenta con unas 500 UGM. En esta granja ha sido instalada una planta para el tratamiento de purines que consta de varios procesos: Separación, electrofloculación y tratamiento biológico en tanque SBR. De ahí, el líquido resultante es apto para vertido a colector.

En el momento de la toma de muestras (en las dos ocasiones en las que se han recogido) la electroflotación no se encontraba en funcionamiento (por problemas de mantenimiento y volumen de purín, que es mucho mayor que el que se creía en un principio), por lo que sólo funciona la separación, la centrifugación y el tratamiento biológico. Se han realizado análisis de:



- Sólido separado inicialmente (con un separador de fases como el de los purines de vacuno).
- Sólido separado por centrifugación del líquido resultante de la separación anterior.
- Líquido resultante de la separación anterior después de pasar por tanque biológico.

DETERMINACIONES ANALÍTICAS

Las determinaciones que se les han realizado a los purines son:

- ✓ Densidad aparente
- ✓ Sólidos Totales y Sólidos Volátiles. (Materia Seca, Materia Orgánica)
- ✓ DQO (Oxidación con dicromato en medio sulfúrico y sulfato de mercurio. Método micro con homogeneización previa de la muestra)
- ✓ P, K, Ca, Mg (Digestión con nítrico-perclórico y lectura en ICP)¹
- ✓ N-NH₄ (destilación con MgO y volumetría)
- ✓ N-K (digestión Kjeldahl, destilación y volumetría)

Los purines recogidos han sido analizados siguiendo los procedimientos fijados por el IRTA –*Institut de Recerca y Tecnologia Agroalimentàries* de la Universidad de Lleida-, y en algunos casos, se han introducido cambios para ajustar el método a la naturaleza de la muestra. Los procedimientos hacen referencia a distintos tipos de muestra, que están clasificados como: muestras Líquidas, Sólidas y Pastosas. Se ha realizado una clasificación de los purines tomados en función de esta clasificación (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de purines recogidos.

		MUESTRAS LÍQUIDAS	MUESTRAS SÓLIDAS	MUESTRAS PASTOSAS
GALLINAZA				Gallinaza
PURÍN VACUNO		Purín vacuno		
	UTILIZACIÓN DE SEPARADOR	Purín total Fracción líquida	Fracción sólida	
PURÍN PORCINO	ELECTROFLOCULACIÓN	Líquido final proceso	Sólido separado	Sólido resultante de centrifugación

¹ En el caso del líquido obtenido después del tratamiento biológico, no se realizó la digestión y estos elementos se determinaron directamente mediante lectura en ICP.



En el caso de las muestras pastosas, han sido analizadas como muestras sólidas, realizando las extracciones de igual modo que éstas.

Como criterio general se ha realizado el análisis de cada muestra por triplicado. Cuando se indica el volumen de alícuota de purín a tomar para una determinación, se refiere al contenido de la cuchara correspondiente (2,5ml, 10ml o 20 ml). No es posible tomar las alícuotas con pipeta, puesto que las muestras en general son demasiado espesas, por lo que se ha decidido tomar alícuotas mediante cucharas con volumen determinado.

Sólidos Totales y Sólidos Volátiles:

Se ha seguido el procedimiento del IRTA sin ninguna modificación. La muestra se seca a 103 °C y posteriormente se calcina a 550 °C. Las cenizas se determinan como el residuo de la ignición. Como materia orgánica se toma la pérdida de masa por ignición. Ambas se expresan como un porcentaje en peso de la muestra seca.

Densidad Aparente:

Se ha distinguido entre muestras líquidas o semilíquidas y sólidas y pastosas:

- Muestras líquidas y semilíquidas:
 - Tarar un vaso e introducir un litro de muestra. Pesar y anotar.
- Muestras sólidas y pastosas:
 - Tarar vaso (anotar peso) e introducir la muestra. No aplastar la muestra.
 - Si se observa que la muestra puede estabilizarse e ir asentándose en el vaso, esperar unos 3 minutos hasta que lo haga.
 - Realizar una fotografía de la muestra.
 - Enrasar hasta 1 litro. Pesar y anotar.

Los resultados se expresan en kg/m³.

Nitrógeno Amoniacal:

El método que se utiliza para la determinación de nitrógeno amoniacal en purines es el de determinación por destilación con MgO y valoración. Se ha modificado un punto del procedimiento:

- Muestras líquidas y semilíquidas:
 - Se ha decidido tomar 20 ml de muestra con cucharilla de 20 ml. Con 10 ml el sobrenadante que queda es muy escaso.
- Muestras sólidas y pastosas:
 - Se trabaja del mismo modo que en el procedimiento, obteniendo 20 ml de dilución de muestra para centrifugar.



En el caso de muestras líquidas o semilíquidas, el resultado del análisis se expresará en mg/l N-NH₄. En el caso de muestras sólidas o pastosas, el resultado del análisis se expresará en mg/kg N-NH₄ indicando el factor de dilución empleado.

Nitrógeno Kjeldahl:

El método Kjeldahl permite determinar de forma conjunta el nitrógeno orgánico (N org) y el nitrógeno amoniacal (N-NH₄) que contiene una muestra. De este modo, conociendo el N-NH₄ mediante destilación, y el N kjeldahl con el presente método, podemos determinar el nitrógeno orgánico que contiene la muestra.

Se ha decidido que la alícuota a tomar sea 2,5ml para los tres tipos de muestras, que se ha observado es una cantidad más adecuada para la repetibilidad entre muestras. Aun así, todas las alícuotas han sido pesadas (cerca de 2,5 g) y la relación con el volumen de la volumetría se realiza respecto al peso tomado, no al volumen.

Los resultados se expresan en mg/kg N-Kjeldahl, y en el caso de muestras líquidas (como el líquido separado del purín) se expresan en mg/kg y mg/l, calculando los mg/l a partir de la densidad estimada.

Demanda Química de Oxígeno (DQO):

El procedimiento para la determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) de los purines ha sido modificado, puesto que no se ha realizado con el método Macro, sino con el Micro. Para ello es muy importante la previa preparación y homogeneización de la muestra que se introducirá en los viales. Para la determinación de la DQO no se han utilizado muestras por triplicado. El procedimiento seguido ha sido el siguiente.

PREPARACIÓN Y TOMA DE MUESTRA:

- Muestras líquidas y semilíquidas:
 - Realizar una dilución 1:100 de la muestra en dos pasos:
 - Primera: dilución 1:10. Tomar 100 ml de muestra y diluir en proporción 1:10.
 - Batir en la batidora durante 30 segundos para homogeneizar.
 - Segunda: dilución 1:100. Tomar 100 ml de la dilución anterior y diluir en proporción 1:10.

- Muestras sólidas y pastosas:
 - Realizar una dilución con 2,5 g de muestra y agua desionizada en proporción 1:40.
 - Batir todo el extracto en la batidora durante 30 segundos.
 - Utilizar toda la muestra batida (100 ml) y diluirla 1:10, es decir, llevarlo a 1000 ml.

PROCEDIMIENTO:

- Después de realizar la dilución 1:100 (o 1:400 en el caso de muestras sólidas o pastosas) de la muestra, se procede a la introducción de 2 ml de muestra en un vial de DQO de rango alto (150-1.500 mg/l O₂).



- En el momento de introducir la alícuota de 2 ml en el vial, observar si se da un viraje rápido e intenso del color. Esto indicaría que la dilución no es suficiente para ese vial (excedería de 150.000 mg/l) por lo que se procederá a realizar una dilución mayor (1:200 o incluso 1:500).
- Realizar la digestión de las muestras en el digestor a 150°C durante dos horas.
- Una vez transcurrido ese tiempo, sacar los viales del digestor y dejarlos enfriar.
- Realizar la lectura en el espectrofotómetro destinado a tal efecto. La longitud de onda utilizada para la lectura es 620 nm.

Los resultados de este análisis se expresan en: mg O₂/l de muestra en el caso de muestras líquidas, y mg O₂/kg en el caso de muestras sólidas o pastosas (siempre teniendo en cuenta la extracción 1:40)

Determinación de P, K, Ca, Mg:

La determinación de minerales en purines se ha realizado mediante digestión con nítrico-perclórico y posterior lectura en ICP. El procedimiento es el mismo que el de análisis de minerales en muestras foliares mediante digestión en medio ácido. Los resultados se expresan en: kg/m³ de purín. Tras la lectura en el ICP se obtienen los datos en porcentaje respecto a materia seca y mediante la densidad aparente se obtienen kg/m³.

Muestreo de praderas de explotaciones

Para la realización de análisis de suelos de praderas en Gipuzkoa, se ha decidido seleccionar las explotaciones que más problemas pueden tener con los residuos, y se ha tomado como referencia una carga ganadera superior a las 40 UGM.

En Julio de 2005 se contabilizaron 166 explotaciones con más de 40 UGM. Se contaba con datos de parcelas de 130 explotaciones. Por norma general se ha decidido realizar muestreo únicamente de las que utilizan purín (no estiércol), por lo que el número de explotaciones para realizar el muestreo es más baja. Además, varias explotaciones de las 130 de las que se disponen datos se han acogido al abandono de cuota láctea y han comenzado otros negocios: vacas de carne, ovejas, cultivo de chacolín... Llama la atención la cantidad de explotaciones que así lo han hecho y el número de reses con las que contaban (más de 100 vacas de leche en algunos casos). Aunque no es frecuente en explotaciones de vacuno de leche de más de 40 UGM, sí que hay casos en los que todavía se trabaja con estiércol y no con purín.

Teniendo en cuenta todo esto, de las 130 explotaciones iniciales, se han eliminado los casos de abandono de cuota láctea y utilización de estiércol. A pesar de decidir como criterio general no realizar el muestreo en estas explotaciones, se ha creído conveniente recoger muestras de suelo de 3 de las explotaciones acogidas al abandono de cuota láctea puesto que hasta el momento de su cese han estado aportando purín a sus praderas. También se ha decidido tomar muestras de tres explotaciones que utilizan estiércol para poder ver posibles diferencias entre estas parcelas y las que reciben purín. De la misma forma se han tomado muestras de una explotación de ganado ovino para ver esas posibles diferencias entre unas parcelas y otras. En definitiva, se ha realizado el muestreo de un total de 116 explotaciones.



A través del registro de explotaciones se han obtenido los planos de las parcelas que cada uno de los ganaderos ha declarado, independientemente de que estén a su nombre o las utilice sin ser de su propiedad. Además, después del muestreo se han obtenido las pendientes de cada parcela a través del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) de la CAPV, que ha sido el sistema utilizado para la obtención de mapas para la localización de parcelas en el campo.

REALIZACIÓN DEL MUESTREO:

En todas las explotaciones se han tomado muestras de todas las parcelas en las que declaran echar purín. También se han tomado muestras de algunas parcelas donde no se aporta purín que han servido para comparar la composición de ambos tipos de suelo. Si en algún caso ha resultado complicado acceder a alguna parcela (por su ubicación, acceso dificultoso...) no se ha tomado muestra. Aun así, estas parcelas de difícil acceso tampoco suelen ser utilizadas por el propietario.

Las muestras de suelo se han recogido mediante sondas de 10 cm de profundidad, y por cada parcela se han realizado unos 10-15 pinchazos. Suele ser frecuente que el ganadero una varias parcelas formando una sola y le dé el mismo tratamiento. En esos casos, se ha tomado una sola muestra para todas las parcelas.

En otros casos, hay parcelas que aunque en realidad sean sólo una, están divididas y tienen diferentes usos en cada lado (una parte para pasto, otra para siega). En estos casos se ha tomado más e una muestra por parcela, diferenciando convenientemente cada parte. Este es el caso de las muestras que aparte del número de municipio, polígono, parcela y recinto tienen una letra junto a éste. Aparte de la letra se especifica el uso que se le da a cada parte de la parcela.

Además de tomar muestras de suelo, se han tomado fotografías en algunas de las explotaciones estudiadas, tanto de la explotación como de las parcelas en las que se ha realizado el muestreo.

DETERMINACIONES ANALÍTICAS:

Los análisis realizados a las muestras de suelo recogidas han sido:

- ✓ pH (en agua, dilución 1:2,5).
- ✓ Nitrógeno (digestión Kjeldahl, destilación y volumetría). Los resultados obtenidos se expresan en porcentaje respecto a la muestra total.
- ✓ Materia Orgánica (oxidación sin reflujo en medio sulfúrico con dicromato y volumetría con Sal de Mohr). Los resultados obtenidos se expresan en porcentaje respecto a la muestra total.
- ✓ P (Método Olsen. Extracción en Bicarbonato Sódico y lectura en espectrofotómetro). Los resultados se expresan en mg/l. Aunque el valor de referencia utilizado para la aplicación de purines se exprese en ppm, mg/l y ppm se han estimado equivalentes en suelos con una materia orgánica menor del 10%. Por lo tanto, el límite considerado para la aplicación del purín en praderas se ha establecido en 25 mg/l de fósforo. En los casos de muestras con una materia orgánica mayor del 10% la densidad es menor,



por lo que hay que tener en cuenta que algunas muestras de suelo que contienen menos de 25 mg/l de fósforo equivalen a más de 25 ppm.

- ✓ K, Mg extraíbles (dilución 1:20 en Nitrato amónico - NO_3NH_4 1 N - y lectura en ICP). Los resultados se expresan en mg/l.
- ✓ En el caso de pH menores de 5,5, se ha realizado determinación de Acidez Cambiable (extracción en Cloruro Bórico 2- hidrato 0,6 N y volumetría con sodio hidróxido -NaOH-) y Ca (del mismo modo que K, Mg).



Resultados y Discusión

Cuantificación de la producción de purín

PURÍN VACUNO

EXPLOTACIÓN A (MUNICIPIO E):

Primera medición

La primera medición se realizó entre los días 28-09-05 y 05-10-05. 7 días completos, cuyas mediciones se resumen en la Tabla 4.

Tabla 4. Mediciones para cálculo de producción en A. 28-09-05/05-10-05.

Volumen fosa	Altura purín Día 1	Volumen Día 1	Altura purín Día 2	Volumen Día 2	Volumen de aumento	Produc.
(m ³)	(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)	(m ³)	(l/UGM/día)
300	109	109	222	222	113	90,69

No hay que olvidar el agua que se produce en la lechería, que también entra en la fosa, por lo que la producción real de purín es algo menor. Teniendo en cuenta que la fosa es cerrada, el volumen de agua de lluvia que ha podido entrar es mínimo. Aun así, el valor de purín producido se acercaría a los 90 l /UGM/ día.

Segunda medición

La segunda medición fue realizada entre los días 14-02-06 y 20-02-06. 6 días completos.

Tabla 5. Mediciones para cálculo de producción en A. 14-02-06/20-02-06.

Volumen fosa	Altura purín Día 1	Volumen Día 1	Altura purín Día 2	Volumen Día 2	Volumen de aumento	Produc.
(m ³)	(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)	(m ³)	(l/UGM/día)
300	132	132	246	246	114	98,4

A la producción de 98,4 l/UGM/día que puede verse en la Tabla 5, habría que restarle la cantidad de agua que se produce en la lechería, que también entra en la fosa. Además, durante estos seis días la pluviometría registrada ha sido de 22,7



mm (l/m²). La fosa es cerrada, por lo que la cantidad que ha entrado es mínima. Aun así, el valor de purín producido se acercaría a los 95 l /UGM/día.

EXPLOTACIÓN B (MUNICIPIO F):

La medición de la producción de esta explotación se realizó durante los días 23-01-06 y 30-01-06. 7 días completos.

Tabla 6. Mediciones para cálculo de producción de purín en B.

Volumen fosa	Altura purín Día 1	Volumen Día 1	Altura purín Día 2	Volumen Día 2	Volumen de aumento	Produc.	Precipit.	Produc. Real
(m ³)	(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)	(m ³)	(l/UGM/día)	(l/m ²)	(l/UGM/día)
616	140	215,6	201	309,54	93,94	141,26	1,4	140,93

Como puede verse en la tabla 6, se ha tenido en cuenta la lluvia caída durante estos 7 días puesto que la fosa de esta explotación es abierta. Aun así, no se ha calculado el volumen de agua de la lechería que entra en la fosa.

Aun así, el ganadero suele echar agua a la fosa con manguera para aligerar el purín, y todas las aguas de su casa también entran en la fosa. Todos estos factores provocan el alto volumen de producción de esta explotación.

EXPLOTACIÓN C (MUNICIPIO F):

La medición fue realizada entre los días 20-04-06 y 24-04-06. 4 días completos.

Tabla 7. Mediciones para cálculo de producción de purín en C.

Volumen fosa	Altura purín Día 1	Volumen Día 1	Altura purín Día 2	Volumen Día 2	Volumen de aumento	Produc.
(m ³)	(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)	(m ³)	(l/UGM/día)
297	168	166,32	200	198	31,68	75,4

A esta cantidad habría que restarle la cantidad de agua de la lechería que entra en la fosa. Durante estos cuatro días ha llovido y el volumen medido ha sido de: 18,1 mm (l/m²). Puesto que la fosa es cerrada, la cantidad de agua que ha podido entrar en la misma es mínima.

Llama la atención el escaso volumen de producción medido respecto a otras explotaciones. El propio ganadero expresó su extrañeza al ver lo que había aumentado el volumen de la fosa, con lo que podemos suponer que no es habitual un aumento tan discreto.



EXPLOTACIÓN D (MUNICIPIO G):

La medición fue realizada entre los días 20-04-06 y 24-04-06. 4 días completos cuya medición se resume en la Tabla 8.

Tabla 8. Mediciones para el cálculo de la producción de purín en D.

Volumen fosa	Altura purín Día 1	Volumen Día 1	Altura purín Día 2	Volumen Día 2	Volumen de aumento	Produc.	Precip.	Produc. Real
(m ³)	(cm)	(m ³)	(cm)	(m ³)	(m ³)	(l/UGM/día)	(l/m ²)	(l/UGM/día)
450	135	163,63	180	218,18	54,55	110,87	18,1	108,64

En las explotaciones medidas hasta el momento sólo entraba en la fosa el purín producido por vacas de leche. Las cabezas que generan purín para esta fosa son vacas de leche y novillas de 12 a 24 meses de edad. Cada una de estas novillas se ha contabilizado como 0,8 UGM. El total de UGM que producían purín para esa fosa es de 123.

Durante los cuatro días de la medición se registraron precipitaciones, cuyo volumen fue de: 18,1 mm (l/m²). La mitad de la fosa es abierta, por lo que se ha tenido en cuenta el volumen de agua de lluvia que ha entrado. Aun así, hay otras fuentes de agua que no se han podido contabilizar: agua de la lechería, limpieza ganado, desagües de la casa (6 personas), sala de espera...

En resumen, tomando los volúmenes de producción/UGM/día de cada explotación obtenemos:

Tabla 9. Resumen producción/UGM/día en explotaciones medidas.

EXPLOTACIÓN	Nº VACAS LECHE	PRODUCCIÓN (l/UGM/día)
A Medición 1	178	90,69
A Medición 2	193	98,4
B	95	140,93
C	105	75,4
D	95	108,64
MEDIA		102,81



Viendo la Tabla 9 se puede tomar una media de producción de purín de 103 litros/UGM/día. Aun así, viendo que hay dos datos bastante extremos, para todos los cálculos de producción se ha estimado una media de **90 litros/UGM/día**.

PURÍN PORCINO:

En cuanto a la producción de purín porcino, se han tomado datos ofrecidos por los trabajadores de la planta para la gestión de purín porcino en H (municipio I), cuyos responsables creían que mil madres producían unos 45 m³ al día, es decir, unos 45 litros de purín por día por cerda. Pero desde la puesta en marcha de la electrofloculación se ha visto que la cantidad diaria que entra en el separador inicial es de una media de 63 m³/día. Por tanto, se puede suponer el aumento de producción de purín porcino, puesto que sólo en esta granja se producen al año: 22.995 m³ de purín (más de lo que se calculaba para el total de Gipuzkoa).

GALLINAZA:

El propietario de J nos facilitó datos de producción de gallinaza: la producción de estiércol es de 150-160 g por ave al día, y en Gipuzkoa hay unas 500.000 gallinas. La producción total de gallinaza en Gipuzkoa 27.375 Tm al año.

Animales y producción de estiércol en Gipuzkoa

Los datos sobre número de animales y producción de purín que se detallan en el Anexo I se han extraído del registro de explotaciones de Gipuzkoa, relativo al censo de febrero de 2005 y corresponde a las 4.375 explotaciones que tienen animales. En este resumen, hay datos de explotaciones muy pequeñas que en algunos casos solamente tienen uno o dos animales.

En el Anexo I aparecen un total de 857.993 animales de diversas especies, aunque faltan por contabilizar 6.019 animales como son ciervos, visones, algunas especies de conejos y caballos que no se han considerado relevantes para la producción de estiércol.

Estas 4.375 explotaciones declaran que utilizan 38.718 hectáreas. Estas son las que consideraremos que son las útiles a efectos de distribución de estiércoles y purines. Hay que tener en cuenta que una parte de ovino, vacuno de carne y equino durante unos 5 meses están en las 6.000 hectáreas de pastos de montaña no incluidas en estas 38.718 hectáreas.

En general las explotaciones de gallinas y cerdos no disponen de base territorial para la aplicación de sus residuos ganaderos.

Los 857.993 animales que hay en Gipuzkoa en 2005, representan 81.383 UGMs y si las dividimos por las 38.718 ha de praderas nos da como resultado una carga ganadera de 2,1 UGMs/ha. En el Anexo I podemos ver que las 1.437.706 Tm de estiércol que se producen en Gipuzkoa, contienen 6.608.974 kg de nitrógeno y le corresponderían 170 kg de nitrógeno por hectárea y año, que puede considerarse muy adecuado. Ahora bien, las limitaciones de pendiente y composición en fósforo y nitrógeno de las praderas restringen la aplicación de purín, lo que hace que las hectáreas disponibles disminuyan de manera importante.



Caracterización de purines

Los resultados completos de los análisis de purines se concretan en el Anexo II. En las siguientes tablas se resumen las medias, máximos y mínimos de los resultados obtenidos. Todos los resultados son referidos a materia fresca, excepto la materia orgánica, que se refiere en porcentaje sobre materia seca.

Tabla 10. Resultados análisis purines.

	Densidad	MS	MO	N-NH4	N-K	DQO	P	K	Ca	Mg
	kg/m ³	%	% s/MS	mg/l	mg/kg	mg/l	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
MEDIA	956,3	10,0	77,9	1598,1	4156,1	97097	0,92	2,48	3,86	0,90
MÍN.	711,6	1,9	56,7	715,7	1481,6	17700	0,23	1,20	1,16	0,31
MÁX.	1050,0	15,8	87,1	2590,7	5719,2	280000	1,67	3,91	13,05	1,66
C.V.	7,38	29,30	7,84	24,91	24,66	34,58	29,40	26,57	58,25	33,32

Como puede observarse en la Tabla 10, exceptuando en la densidad aparente y en la materia orgánica, los coeficientes de variación en purines son bastante altos, aunque teniendo en cuenta la heterogeneidad de las muestras, es lógico que esto suceda. La densidad aparente y la materia orgánica son bastante homogéneas en todas las muestras. Rondan los 1.000 kg/m³ y un 80% s/MS respectivamente.

En cuanto al resto de parámetros, se puede ver por ejemplo que las DQO varían desde los 17.000 mg/l hasta los 209.000 mg/l. Estas diferencias en la DQO vienen dadas en su mayoría por las cantidades de agua que entran en las fosas: algunos ganaderos echan agua a sus fosas para aligerar el purín, además de echar todo el agua de la lechería, el de la sala de lavado, el de los desagües de casa... esto hace que el purín se encuentre mucho más diluido que otros, por lo que su concentración de materia orgánica es menor, al igual que otros componentes del purín como el nitrógeno.

Otros ganaderos cuentan con fosas sépticas y desagües independientes, por lo que su purín no recibe ningún aporte de agua más que el de la lechería (en la mayoría de los casos). En estos purines la DQO puede alcanzar niveles mucho más altos, como esos 209.000 mg/l. Aun así, debe apreciarse que son casos extremos, puesto que la media de DQO en purines es de 96.187 mg/l.

Del mismo modo hay que tener en cuenta las condiciones en las que se trabaja en cada pabellón: algunos ganaderos utilizan camas de carbonato cálcico (lo que puede aumentar el porcentaje de calcio del purín), otros de serrín, otros únicamente utilizan neumáticos... La alimentación del ganado sin embargo suele ser muy parecida (puede cambiar la proporción o cantidad de forraje y pienso que se les da).



En cuanto a la capacidad fertilizante del purín, tomando los datos de la Tabla 10, podemos decir que mil litros de purín contienen como media:

- ✓ 4,1 kg de nitrógeno total (1,6 kg son amoniacales)
- ✓ 0,9 kg de fósforo en P
- ✓ 2,5 kg de potasio en K
- ✓ 3,9 kg de calcio en Ca
- ✓ 0,9 kg de magnesio en Mg

Como ya se ha explicado anteriormente, también se analizaron los dos componentes resultantes de la separación de purines.

Tabla 11. Resultados análisis sólidos recién separados.

	Densidad	MS	MO	N-NH4	N-K	DQO	P	K	Ca	Mg
	kg/m ³	%	% s/MS	mg/l	mg/kg	mg/kg	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
MEDIA	408,3	26,6	83,3	919,3	4583,7	224971	0,40	1,02	4,10	0,48
MÍN.	297,5	19,6	53,9	87,9	3441,7	197200	0,29	0,59	1,14	0,29
MÁX.	487,4	33,0	91,6	1286,3	5379,1	280400	0,50	1,51	12,72	0,83

Tabla 12. Resultados análisis líquidos separados.

	Densidad	MS	MO	N-NH4	N-K	DQO	P	K	Ca	Mg	
	kg/m ³	%	% s/MS	mg/l	mg/kg	mg/l	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	
MEDIA	992,2	6,7	68,4	1810,1	4117,4	4085,8	88809	0,86	2,37	3,92	0,91
MÍN.	974,2	3,8	60,3	1231,7	2511,3	2486,6	44000	0,57	1,64	1,81	0,63
MÁX.	1022,4	9,6	78,9	2310,5	5035,7	4915,2	205800	1,18	3,24	7,82	1,24

Puede observarse que el sólido recién separado contiene una proporción mucho menor de nitrógeno amoniacal respecto al líquido. En general, el líquido separado contiene menos materia orgánica que el purín total, y el sólido es el que mayor proporción de ésta presenta.

Se ha calculado el porcentaje de reducción en materia seca a partir del purín inicial, pasando por el separador de sólidos y líquidos.



Tabla 13. Porcentaje de reducción de materia seca de purín a líquido.

MS purín	MS líquido	Dif.	% Reducción MS
12,65	7,45	5,20	41,11
11,56	7,12	4,44	38,4
14,67	9,62	5,05	34,42
11,38	7,06	4,32	37,96
10,99	5,77	5,23	47,58
10,13	5,62	4,51	44,52
7,25	3,77	3,47	47,86
7,28	6,04	1,23	17,03
7,76	6,60	1,16	14,95
15,76	6,73	9,03	57,29
MEDIA			38,11

En la Tabla 13 se observa que durante la separación del purín, la fase líquida pierde una media de 38% de materia seca, por lo que desde luego es mucho más manejable para el ganadero.

En algunas explotaciones, el sólido que se recogió fue el que estaba separado con anterioridad (no en el momento de la recogida del purín), y por tanto estaba en proceso de fermentación (más o menos avanzado dependiendo del tiempo que llevaba). Los resultados de los análisis de estos sólidos son:

Tabla 14. Resultados análisis de sólidos separados y fermentados.

	Densidad	MS	MO	N-NH4	N-K	DQO	P	K	Ca	Mg
	kg/m ³	%	% s/MS	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
MEDIA	465,9	30,1	67,4	202,7	6574,0	278900	0,72	1,22	9,67	1,01
MÍN.	232,6	23,5	40,7	98,2	5208,9	132000	0,46	1,00	2,35	0,51
MÁX.	735,4	38,8	83,5	268,0	7655,9	406400	1,05	1,40	23,77	1,71

PURÍN PORCINO

Los resultados de los análisis se resumen en el Anexo II, y las medias de los resultados son los siguientes:

Tabla 15. Resultado análisis sólidos de purín porcino.

Mecanismo obtención sólido	Densidad	MS	MO	N-NH4	N-K	DQO	P	K	Ca	Mg
	kg/m ³	%	% s/MS	mg/kg	mg/kg	mg/kg	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³
Sólido separado	399	34,0	85,4	394,0	3706,6	202400	2,32	0,40	5,52	0,38
Sólido centrifugado	758	27,0	60,2	826,3	8494,5		12,70	1,03	16,39	7,73



Tabla 16. Resultados análisis líquido resultante de tanque biológico.

	Densidad kg/m ³	MS %	MO % s/MS	N-NH ₄ mg/kg	N-K mg/kg	DQO mg/l	P g/m ³	K g/m ³	Ca g/m ³	Mg g/m ³
MEDIA	965,0	0,2	7,8	14,0	693,7	667,5	34,9	749,0	84,4	22,0
MÍN.	962,4	0,2	5,3	14,0	207,9	629,0	32,1	729,0	77,3	10,1
MÁX.	967,6	0,3	10,3	14,0	1.179,6	706,0	37,7	769,0	91,5	33,9

GALLINAZA

Se han tomado muestras de las principales explotaciones de Gipuzkoa, J y K, ambas de L.

Tabla 17. Resultados análisis gallinazas.

	Densidad kg/m ³	MS %	MO % s/MS	N-NH ₄ mg/kg	N-K mg/kg	DQO mg/kg	P kg/m ³	K kg/m ³	Ca kg/m ³	Mg kg/m ³
MEDIA	724,6	26,4	69,0	2100,8	13534,6	217553	3,46	4,56	17,47	1,30
MÍN.	592,0	25,2	67,6	1088,2	12076,7	208800	2,25	3,31	10,15	0,64
MÁX.	820,4	27,7	70,7	2705,3	14427,1	233413	5,34	7,08	27,09	2,28

La gallinaza es mucho más rica en minerales y en nitrógeno que los purines de vacuno.

Caracterización de suelos de praderas:

En el Anexo III se detallan los resultados de los análisis de suelos en su totalidad. Se han analizado 1623 muestras de suelo. Las medias, máximos y mínimos de los análisis de suelos son los siguientes:

Tabla 18. Resultados análisis suelos. General.

	pH	P ext. mg/l	K ext. mg/l	Mg ext. mg/l	M.O. %	N %	C/N	Pdte. %
MEDIA	6,4	41,0	277,4	244,6	9,5	0,5	11,9	25,8
MÍN.	4,4	1,0	46,0	67,0	2,7	0,1	4,4	0,1
MÁX.	7,9	> 120	> 1000	692,0	25,1	1,3	26,3	88,8

El 68 % de los suelos analizados tiene más de 25 mg/l de fósforo extraíble.

Para los cálculos medios de la Tabla 18 se incluyen todas las muestras recogidas, incluso las muestras de explotaciones que ya se han acogido al abandono de cuota láctea, puesto que hasta ese momento han estado aportando purín a sus parcelas.



El pH medio es de 6,4, neutro, y los valores máximos y mínimos son de 7,9 y 4,4 respectivamente. Un 4,9% de las praderas analizadas tiene un pH menor de 5,5, valor a partir del que se ha analizado también el Ca extraíble y la acidez cambiante. La pendiente media de estas praderas es del 32%. Un 1,8% de los suelos analizados tiene un pH mayor de 7,5 y la pendiente media de estas parcelas es del 14%.

En la Tabla 18 vemos resultados generales, que indican un mayor contenido en materia orgánica, fósforo, nitrógeno... de las praderas estudiadas respecto a otros estudios realizados anteriormente, pero están incluidas las praderas que no reciben purín (se observa que los valores mínimos coinciden en general con estas parcelas o con cultivos de maíz). Estudiando solamente estos suelos sin aportación de purín, los resultados son los siguientes:

Tabla 19. Praderas sin aporte de purín o sólo una vez al año. 89 muestras.

	pH	P ext. mg/l	K ext. mg/l	Mg ext. mg/l	M.O. %	N %	C/N
MEDIA	6,3	28,6	193,3	188,9	8,6	0,4	12,2
MÍN.	4,7	6,0	46,0	95,0	3,9	0,2	6,8
MÁX.	7,8	118,0	872,0	363,0	19,0	0,9	17,1

Vemos que los contenidos de fósforo, potasio, magnesio, materia orgánica y nitrógeno disminuyen respecto al general. El porcentaje de parcelas que sobrepasan los 25 mg/l de fósforo es del 40,5%.

También distinguimos las explotaciones que utilizan estiércol.

Tabla 20. Praderas que reciben estiércol. 37 muestras.

	pH	P ext. mg/l	K ext. mg/l	Mg ext. mg/l	M.O. %	N %	C/N
MEDIA	6,4	40,9	198,6	228,3	9,4	0,4	12,5
MÍN.	5,4	9,0	64,0	119,0	5,7	0,3	10,5
MÁX.	7,5	> 120	> 1000	438,0	15,5	0,7	14,5

Para las praderas que reciben estiércol, los valores medios de fósforo, potasio, materia orgánica y nitrógeno no son muy distintos de las praderas que reciben purín. El porcentaje de parcelas que sobrepasan los 25 mg/l de fósforo es del 67%.

Si eliminamos las parcelas que no reciben purín y las que reciben estiércol, los valores medios de resultados para las parcelas que reciben purín son los siguientes.



Tabla 21. Praderas que reciben purín. 1497 muestras.

	pH	P ext. mg/l	K ext. mg/l	Mg ext. mg/l	M.O. %	N %	C/N
MEDIA	6,4	42,5	288,6	254,5	9,6	0,5	11,8
MÁX.	7,9	134,0	999,0	692,0	25,1	1,1	26,3
MÍN.	4,9	1,0	49,0	67,0	2,7	0,1	4,4

El 70% de los suelos que reciben purín tiene >25 mg/l de fósforo extraíble.

Puede observarse en la Tabla 21 que los valores de las medias no difieren mucho de los resultados de suelos en general de la Tabla 18. Además de esto, vemos que los valores mínimos en fósforo y materia orgánica son muy bajos y se han identificado como maizales de algunas explotaciones.

Además de tener en cuenta como criterio la cantidad de fósforo extraíble que contienen las parcelas analizadas, también es importante conocer las **pendientes** de las parcelas donde se han tomado las muestras y ver las posibilidades de aportación de purín que presentan.

La pendiente media de las muestras de suelo recogidas es del 26%. Es decir, el 50% de las parcelas analizadas tiene una pendiente superior al 25%. Sin recurrir siquiera al criterio del fósforo (25 mg/l de fósforo como máximo), no se podría echar purín en la mitad de las parcelas en las que se ha realizado el muestreo.

Si unimos los dos criterios (parcelas con > 25 mg/l de fósforo extraíble y >25% de pendiente) vemos que **no sería adecuado echar purín en el 86% de las parcelas analizadas.**

Tabla 22. Aplicación de los criterios del fósforo, la pendiente y ambos.

	CRITERIO P	CRITERIO PENDIENTE	AMBOS CRITERIOS	POSIBLES PARCELAS RECEPTORAS
	P > 25 mg/l	Pendiente > 20%	P > 25 o pendiente >25%	
Nº PARCELAS	1094	795	1390	233
% DEL TOTAL DE MUESTRAS RECOGIDAS	68 %	50 %	86 %	14 %



Conclusiones

Consideraciones para la aportación de purines a las praderas

Además de respetar los criterios que figuran en la Directiva 676/91 del 12 de diciembre de 1991; el Real Decreto 261/1996 del 16 de febrero sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias (al que también hace referencia la Ley 10/1998 de Residuos), las aportaciones de purín a las parcelas deberían realizarse atendiendo a los siguientes criterios:

No aportar purín en las parcelas que:

- ✓ **Contengan más de 25 mg/litro de fósforo.**
- ✓ **Superen una pendiente del 25%.**

Donde no se superen los dos límites anteriores, debería pasarse a aplicar el criterio del nitrógeno. Para ello, en primer lugar se debería analizar el contenido de materia orgánica que tiene la pradera. En función del % de materia orgánica del suelo debería calcularse la cantidad de nitrógeno que potencialmente ésta podría liberar y así aplicar las cantidades de purín adecuadas, a fin de no superar los límites establecidos.

- ✓ Las 11.111 UGM de explotaciones de vacuno lechero estudiadas (no se han contabilizado las que ya se han acogido al abandono de cuota láctea) producen al año 364.996 m³/año de purín, y éste tiene los siguientes fertilizantes:
 - 1.459.984 kg de nitrógeno/año
 - 364.996 kg de fósforo/año
 - 985.489 kg de potasio/año
- ✓ De las 2.989,09 ha solamente se podría aplicar purín en el 30% de ellas pues el resto de la superficie tiene más de 25 mg/litro de fósforo. Por lo que quedarían unas 896,73 ha de pradera para poder aportar purín.
- ✓ Aplicando 50.000 litros/ha/año de purín a una pradera y teniendo en cuenta la riqueza fertilizante obtenida, la aportación es de 200 Unidades Fertilizantes de Nitrógeno, que es considerado como el máximo a aportar por hectárea y año.
- ✓ Luego en el mejor de los casos, de los 364.996 m³/año producidos sólo se podrían aportar a las praderas de sus explotaciones 44.837 m³/año.
 - 896,73 ha x 50 m³/ha/año = 44.837 m³/año

Sobrarían unos 320.159 m³/año de purín que necesitarían unas 6.403 ha para su distribución. Estas deberían ser llanas y sin ninguna otra aportación de fertilizante y con contenidos de fósforo inferiores a 25 mg/l en suelo. Hay que tener en cuenta que estos 320.159 m³/año de purín sobran solamente en las explotaciones



estudiadas. Por lo que extrapolando estas cantidades a todas las UGM de vacuno de leche en Gipuzkoa, la cantidad es mucho mayor.

En todos estos cálculos no se han tenido en cuenta las siguientes condiciones restrictivas para la posible aplicación de purines:

- ✓ **Pendiente media** de las 38.718 hectáreas de praderas es del 25%. Por encima del 15% no es recomendable aportar purín por la contaminación que puede causar la escorrentía a pequeños riachuelos y regatas. De hecho, se presentan problemas debido a los altos contenidos de fósforo en las aguas de los ríos de Gipuzkoa por la aplicación de los purines en parcelas con pendientes excesivas.
- ✓ Las aportaciones de fertilizantes orgánicos que realizan las ovejas y vacas de carne durante el **pastoreo**. En Gipuzkoa hay una media de 2 UGMs/ha.

No hay que olvidar las 27.000 Tm/año de **gallinaza**, los 20.000 m³/año de **purín de cerdo y otros excedentes de ovino** en algunas zonas, así como unas cantidades no despreciables de estiércol de conejo y caballos que van en este momento a varios terrenos de arables de Gipuzkoa.

Teniendo en cuenta las cantidades de purín que no deberían aportarse en las praderas de las que disponen los ganaderos y el gran volumen de residuos ganaderos generados en Gipuzkoa, sería adecuada la **creación de un gestor de residuos** que podría controlar la salida de esos 320.159 m³/año de purín de vacuno y 27.000 Tm/año de gallinaza del sistema. Este gestor se encargaría de la distribución de estos residuos, siempre con una información previa de la pradera a la que se fuera a aportar el purín (análisis previo de fertilidad del suelo). Con este funcionamiento, estos grandes volúmenes de residuos se gestionarían de modo adecuado, y en unos años se podría solucionar el problema de contaminación que existe en estos momentos en los suelos, regatas y ríos de Gipuzkoa.



BIBLIOGRAFÍA

1. Directiva del Consejo CEE/676/91 del 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en agricultura (DOCE, nº L375, de 31/12/1991).
2. Código de Buenas Prácticas Agrarias del País Vasco.
3. Directiva 75/440/CEE del Consejo, de 16 de junio de 1975, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros.
4. Real Decreto 261/1996 del 16 de febrero sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias
5. *Decreto Foral 148/2003*, de 23 de junio, por el que se establecen las condiciones técnicas ambientales de las instalaciones ganaderas en el ámbito de la Comunidad Foral de Navarra
6. Proyecto Neru1 del Instituto para la Sostenibilidad de los Recursos.
7. Inventario de Residuos Orgánicos de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Año 2001. Lekuona A., Besga G., Pinto M. NEIKER.
8. Censo Agrario 2005