MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES

AGENCIA ESTATAL DE INVESTIGACIÓN

INIA
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

INFORME FINAL DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

"RECURSOS Y TECNOLOGÍAS AGRARIAS EN COORDINACIÓN CON LAS COMUNIDADES AUTÓNOMAS"

(Actuales Proyectos de investigación Fundamental Orientada a los Retos de la Sociedad y Acciones Complementarias, y específicamente Reto de Seguridad y Calidad Alimentaria, Actividad Agraria Productiva y Sostenible, Sostenibilidad de los Recursos Naturales e Investigación Marina y Marítima)

CÓDIGO PROYECTO: RTA2015-00058-C06-06

TITULO: GESTIÓN DE DEYECCIONES EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE VACUNO DE LECHE EN NAVARRA. DE LA EXPLOTACIÓN AL TERRITORIO: EFICIENCIA DEL USO DE NUTRIENTES, MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

INVESTIGADOR PRINCIPAL: M. Paula Eguinoa Ancho

ENTIDAD SOLICITANTE: Gobierno de Navarra

CENTRO: Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias S.A.

FECHA INICIO DEL PROYECTO: 01/01/2018

FECHA FINALIZACIÓN DEL PROYECTO: 30/09/2021

FECHA INFORME: 31/12/2021

Fecha: 31/12/2021 Firma del Investigador Principal : FDO. PAULA EGUINOA ANCHO	Fecha: Firma del representante legal y sello de la Entidad: PALACIOS GOÑI RUBEN - 33436177L Firmado digitalmente por PALACIOS GOÑI RUBEN - 33436177L Fecha: 2021.11.30 15:27:32 +01'00'

INSTRUCCIONES PARA CUMPLIMENTAR EL INFORME FINAL

De acuerdo con lo indicado en las Resoluciones por las que se hacen públicas las convocatorias de concesión de ayudas para la realización de proyectos y acciones complementarias, en el marco de los Subprogramas o actuaciones correspondientes, se cumplimentará un **Informe Final Científico**, que deberá presentarse en un plazo no superior a tres meses desde la finalización del proyecto, el que se informará sobre las actividades realizadas de acuerdo con la solicitud. Deberá firmarse por el investigador responsable y por el responsable de la entidad solicitante, y las firmas de los investigadores principales deberán quedar consignadas por parte de la entidad responsable. **No será necesario el envío en papel a INIA, al ser obligatorio el uso de la firma electrónica.**

ESTE INFORME, INCLUYENDO TODOS LOS SUBPROYECTOS EN CASO DE PROYECTOS COORDINADOS, DEBERÁ SER ENVIADO Y FIRMADO DIGITALMENTE POR PARTE DE LA ENTIDAD RESPONSABLE DEL GRUPO INVESTIGADOR. LA ENTIDAD RESPONSABLE DEL GRUPO INVESTIGADOR SE RESPONSABILIZA DEL CONTENIDO DEL INFORME VALIDÁNDOLO A TRAVÉS DE LA FIRMA ELECTRÓNICA AVANZADA. EN CASO DE PROYECTOS COORDINADOS DEBERÁ RELLENARSE UN SOLO INFORME, que incluirá por separado todos los subproyectos, y deberá ser adjuntado en un solo PDF. Las entidades responsables consignarán la firma de los investigadores principales.

EL INFORME DEBE TENER FORMATO PDF PARA PODER SER FIRMADO DIGITALMENTE. LAS ENTIDADES TIENEN OBLIGACIÓN DE MANTENER EN SU PODER LAS FIRMAS ORIGINALES DE LOS INVESTIGADORES.

Asimismo, para el correcto cumplimiento de las condiciones de la convocatoria correspondiente, se enviará, telemáticamente, copia de las publicaciones y otros resultados a los que el proyecto o acción complementaria hubiera dado lugar. En esta documentación deberá mencionarse que han sido financiadas por el INIA, así como el número de referencia de dicho proyecto o acción. Cuando el proyecto o acción haya sido cofinanciado con recursos procedentes de FEDER se deberá citar dicha fuente de financiación.

Este informe debe completarse con la JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA DE GASTOS, que se cumplimentará usando los medios TELEMÁTICOS correspondientes.

El informe final del proyecto consta de:

Informe normalizado

Se cumplimentará en los impresos que acompañan estas instrucciones. En el caso de proyectos coordinados, el informe será presentado por el coordinador del conjunto del equipo investigador, que adjuntará los informes de cada uno de los subproyectos elaborados por sus investigadores principales respectivos, con la conformidad de los representantes legales de las entidades participantes.

De cada uno de los trabajos publicados se remitirá una separata o ejemplar.

NOTA IMPORTANTE DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO:

- Junto con el informe final se remitirá un certificado de la Gerencia o Servicio de Contabilidad de la entidad o entidades participantes en el que se especifiquen, detallados por conceptos, los gastos efectuados. Junto con el informe final se remitirá, asimismo, si procede, fotocopia del reintegro al Tesoro Público de los fondos no utilizados.

El informe final del proyecto consta de:

Informe normalizado

Se cumplimentará en los impresos que acompañan estas instrucciones. En el caso de proyectos coordinados, el informe será presentado por el coordinador del equipo investigador, que adjuntará telemáticamente los informes de cada uno de los subproyectos elaborados por sus investigadores principales respectivos, con la conformidad de los representantes legales de las entidades participantes. El informe deberá estar firmado **DIGITALMENTE** por el representante legal de la entidad coordinadora de todos los subproyectos. Cada uno de los subproyectos, además, irán firmados en papel y serán consignados por la entidad coordinadora de los subproyectos.

De cada uno de los trabajos publicados se remitirá una separata o ejemplar.

NOTA IMPORTANTE DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO:

- Junto con el informe final se remitirá, asimismo, si procede, fotocopia del reintegro al INIA de los fondos no utilizados. Número de CTA INIA: 0182-2370-46-0200203535

EQUIPO INVESTIGADOR

Especificar los siguientes datos de los miembros del equipo investigador: **NOMBRE Y APELLIDOS, DNI, TITULACIÓN ACADÉMICA, CENTRO AL QUE PERTENECE Y DEDICACIÓN (ÚNICA / COMPARTIDA)**

Investigador principal del Proyecto:

Maria Paula Eguinoa Ancho
33434818V
Dra. Ingeniera Agrónoma
Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias S.A.
Dedicación Compartida

Investigadores:

Jesús Mari Mangado Urdániz
15790963Z
Ingeniero Agrónomo
Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias S.A.
Dedicación Compartida hasta su jubilación en mayo 2019

Juan Carlos Iriarte Jorajuria
72665938Z
Licenciado en Veterinaria
Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias S.A.
Dedicación Compartida

Maite Aguilar Remirez
72694655G
Dra. Ingeniera Agrónoma
Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias S.A.
Dedicación Compartida

Becarios:

Sandra Aldaz del Burgo
72806610D
Licenciada en Biología
Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias S.A.
Beca de mayo 2018 a abril 2019

OBJETIVOS, PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La necesidad de conseguir modelos de producción sostenibles donde se conjugue la competitividad económica y las buenas prácticas que minimizan el impacto de las actividades agrarias sobre la calidad de los recursos naturales (agua, aire) y que permiten obtener productos con mayores garantías para la salud, es una demanda social que ha obligado a la UE a establecer una serie de normativas que afectan a las explotaciones de vacuno de leche y a la gestión de sus deyecciones. Así, con el objetivo de reducir el impacto de la actividad agraria en las aguas, han aparecido en los últimos años la Directiva de Nitratos (1991/676/EC), la Directiva Marco del Agua (2000/60/EC) y, con la nueva PAC, el "Greening" (2013/1037/EC) y los programas de desarrollo rural del Pilar 2, donde algunas de las prácticas subvencionables están o podrían estar ligadas íntimamente a la mejora en la gestión de los purines y estiércoles. La Directiva Nitratos define la existencia de zonas vulnerables en función del nivel de contaminación por nitratos, con planes de actuación que limitan el período de aplicación de fertilizantes y la capacidad de almacenamiento mínimo, con un límite de aplicación de 170 kg de N orgánico/ha y año. En la Cornisa Cantábrica hay declaradas zonas vulnerables en el País Vasco y en Navarra.

El objetivo general del proyecto es mejorar la caracterización y gestión de los purines de vacuno lechero en la Cornisa Cantábrica, considerando la totalidad de la cadena de generación, almacenamiento y distribución de los mismos en los pastos/forrajes/cultivos con el fin de identificar e introducir medidas para optimizar el reciclado de nutrientes en las explotaciones reduciendo la dependencia de fertilizantes minerales, mitigar la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y el amoniaco (NH_3), y mejorar la sostenibilidad ambiental incrementando el secuestro de carbono (C) en el suelo

En Navarra la consecución de este objetivo se ha llevado a cabo a través de los siguientes **objetivos parciales:**

- Conocer la eficiencia de los equipos de separación en fases del purín de vacuno de leche y la caracterización y distribución de los nutrientes en las dos fases resultantes del proceso (objetivo 3.4.1)
- Profundizar en el conocimiento de la formación de espuma sobre el purín en instalaciones con solera de parrilla y almacenamiento del purín bajo la instalación (objetivo 3.4.2)
- Comparar los datos de composición de purín recogidos en las explotaciones de la cornisa cantábrica con las estimaciones dadas para cada caso por el modelo BATFARM. Validación del modelo (objetivo 1.4)
- Analizar la sensibilidad del modelo BATFARM a las principales estrategias nutricionales y de manejo de deyecciones implementadas en las explotaciones (objetivo 1.4)
- Simular el efecto sobre Indicadores fecales de los manejos llevados a cabo en las explotaciones de la cornisa cantábrica mediante la aplicación del modelo BATFARM. Identificación de aspectos de mejora (objetivo 3.5).
- Evaluar la eficiencia de las diferentes estrategias de gestión de las deyecciones identificadas sobre las emisiones de GEI, NH3 así como sobre los balances de N y C en explotaciones tipo de la Cornisa Cantábrica (objetivo 5.2)

Además de participar de manera transversal en los objetivos globales del proyecto:

1. Caracterizar el valor fertilizante del purín en función de la alimentación y almacenamiento en fosa atendiendo a un nivel de estratificación de las explotaciones relacionado con el tipo de alimentación y nivel de producción de leche.
2. Determinar la capacidad de modificación proteica de la dieta para reducir emisiones de N_2O y volatilización de NH_3 derivadas de las deyecciones sin que afecte al CH_4 ruminal, a la producción y a la calidad de la leche.
3. Estudiar en la distribución del purín la capacidad de utilizar: técnicas de baja emisión (tubos colgantes e inyección), aditivos y/o tratamientos de purines para incrementar la producción de cultivos, reducir las emisiones de GEI, olores, volatilización de NH_3, lixiviación de NO_3^-, y mejorar la fertilidad y la sanidad del suelo.
4. Cuantificar la capacidad potencial de secuestro de C en suelo con cultivos forrajeros fertilizados con purín/estiércol de vacuno.
5. Aplicar las herramientas y modelos de simulación a nivel de explotación y ACV para obtener en función del tipo de explotación aquellas mejoras técnicas relacionadas con el manejo y tratamiento de las deyecciones capaces de mejorar los balances de nutrientes, reducir emisiones de GEI, huella de C y contaminación por acidificación y eutrofización.
6. Estimar en vacuno de leche a nivel de Cornisa Cantábrica el potencial estratégico de mitigación de emisiones de GEI, volatilización de NH_3 y contaminación difusa al introducir medidas de mitigación en la gestión de purines/estiércoles y fertilización mineral.

RESULTADOS ALCANZADOS EN EL PROYECTO

A continuación, se detallan los resultados obtenidos referentes al **objetivo 1** (transversal) **"Caracterizar el valor fertilizante del purín en función de la alimentación y almacenamiento en fosa atendiendo a un nivel de estratificación de las explotaciones relacionado con el tipo de alimentación y nivel de producción de leche".**

Acción 1.1 Establecer tipologías representativas de las explotaciones en función de la gestión del purín/estiércol.

Actividad 1.1.1 Uniformizar protocolo de encuestas y muestreos en las explotaciones

En navarra se han muestreado 8 explotaciones. Cada explotación ha recibido cuatro visitas en el año de muestreo (trimestrales), correspondientes a periodos con diferente alimentación: primavera (abril a junio), verano (julio a septiembre), otoño (octubre a diciembre) e invierno (enero a marzo) (Tabla 1). En cada visita se ha solicitado la información correspondiente a la alimentación (ingredientes y cantidad) ofrecida a las vacas en lactación y otros grupos en establo que generen el purín almacenado en fosa. Se consensuará y realizará una encuesta que contemple aspectos relacionados con el manejo de las deyecciones; incluirá preguntas referentes a las características de las fosas, ubicación, dimensión, capacidad de almacenamiento (cabezas de ganado del establo del que recoge el purín), cubiertas, forma de recogida de las excretas, tipo del material en los cubículos, material desinfectante-desecante en las camas, y otros efluentes que puedan ser almacenados en fosa, así como de los posibles tratamientos realizados (separación, compostaje, digestión). Asimismo, se recogerán todos los datos adicionales a los anteriores, que fueran necesarios para la aplicación de los diferentes modelos.

Tabla 1. Número total de muestras recogidas por visita.

Nº muestras	Mayo-Junio	Septiembre-Octubre	Diciembre-Enero	Abril-Mayo
	2018	2019	2019	2019
Alimentos	19	14	20	19
Recursos orgánicos	31	43	42	26
Suelos	18	0	5	12

Acción 1.2 Influencia de la composición de la dieta en la composición de excretas, y el manejo de las deyecciones en la composición del purín almacenado en fosa

Actividad 1.2.1 Determinación de la composición de la dieta

En cada visita a las explotaciones se han recogido muestras de los alimentos (concentrados, forrajes y pasto) utilizados en la ración del ganado y muestras de excretas: directamente en establo y del purín almacenado en fosa previamente batido. También ha tomado una muestra de leche del tanque destinada a la Actividad 1.3.1.

Las determinaciones realizadas en los alimentos son las siguientes:

a) Pastos frescos: materia seca (MS), materia orgánica (MO), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND) y proteína bruta (PB).
b) Ensilados: Igual que para el caso anterior, y, además pH, ácidos de fermentación, nitrógeno total (N) total, N soluble y N-NH_3.
c) Forrajes secos: MS, MO, FAD, FND y PB.
d) Concentrados: MS, MO, PB, Fibra bruta (FB) y extracto etéreo (EE).

En las tablas 2, 3, 4 y 5 se presenta la caracterización nutricional de los alimentos muestreados en las explotaciones participes del proyecto. La tabla 2 hace referencia a los alimentos recogidos en la primera visita. La tabla 3, en la 2ª., la tabla 4 en la 3ª y la tabla 5, los alimentos de la 4ª visita. Los parámetros analizados han sido materia seca (MS), cenizas (CZ), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), grasa bruta (GB), almidón (ALM) y humedad.

Tabla 2. Resultados de las analíticas de la 1ª visita.

	MS	CZ	PB	FB	FAD	FND	GB	ALM	HUMEDAD
Unifeed producción									
media	43,20	7,94	16,84	17,67	22,75	38,10	5,25	18,80	
desv st	4,63	1,23	0,85	1,42	1,31	2,14	0,70	4,16	
error st	2,31	0,62	0,43	0,71	0,66	1,07	0,35	2,08	
CV	10,71	15,53	5,06	8,06	5,76	5,63	13,28	22,11	
Unifeed secas	71,1	6,3	11,08	26,2	30,8	51,7	2,96	14,63	
Unifeed novillas	85,09	6,66	17,3	20,71	30,1	49,6	4,68	10,98	
Unifeed secas y novillas	47,7	14,78	12,79	27,7	33,6	60,3	2,97	3,97	
Hierba pasto									
media	14,23	9,36	17,68	25,15	30,75	51,23			
desv st	1,97	2,01	2,31	4,13	3,82	6,86			
error st	1,40	1,42	1,63	2,92	2,70	4,85			
CV	13,87	21,50	13,06	16,43	12,42	13,39			
Paja novillas	87,12	5,23	4,12	41,8	48,1	74,6			
Pienso	-	5,93	22,9	6,79	9,84	21,9	4,81	35,7	11,96

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

Tabla 3. Resultados de las analíticas de la 2ª visita.

	MS	CZ	PB	FB	FAD	FND	GB	ALM
Unifeed Producción								
media	46,10	7,87	17,15	18,92	21,36	39,94	5,22	18,81
desv st	4,60	1,34	1,27	3,15	2,98	4,15	1,02	4,69
error st	2,06	0,60	0,57	1,41	1,33	1,85	0,46	2,10
CV	9,97	17,00	7,41	16,67	13,95	10,38	19,56	24,94
Unifeed secas	77,1	8,1	14,67	26,8	31,2	56,1	2,94	13,18
Unifeed Novillas								
media	57,40	8,49	13,42	29,35	33,10	56,85	2,44	6,23
desv st	30,41	1,49	5,63	7,99	7,64	9,12	1,17	1,68
error st	21,50	1,06	3,98	5,65	5,40	6,45	0,83	1,19
CV	52,97	17,58	41,94	27,22	23,07	16,05	48,11	26,92
Unifeed secas y novillas	80,7	8,18	9,51	31,1	37	60,1	2,35	9,58
Silo hierba producción								
media	66,84	12,88	25,73	29,16	30,04	38,07		
desv st	19,61	6,65	22,93	2,74	9,85	31,15		
error st	11,32	3,84	13,24	1,58	5,69	17,99		
CV	29,34	51,62	89,14	9,40	32,79	81,82		
Hierba pasto	42,6	7,16	11,01	31,9	36,6	66,4		
Heno alfalfa producción	82,8	8,62	18	30,8	35,1	48,6		
Heno hierba producción	78,4	9,62	17,8	31,8	38,9	62,5		
Heno novillas	83,7	7,49	9,23	35	40,8	67	2,33	4,89
Paja Secas	87,78	5,77	7,21	39,4	45,7	79,6		

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

Tabla 4. Resultados de las analíticas de la 3ª visita

	MS	CZ	PB	FB	FAD	FND	GB	ALM	HUMEDAD
Unifeed producción									
media	43,06	7,06	16,83	17,93	21,06	36,32	4,68	22,16	
desv st	6,52	0,60	0,41	1,19	1,91	2,57	1,47	5,11	
error st	2,91	0,27	0,18	0,53	0,86	1,15	0,66	2,28	
CV	15,13	8,45	2,41	6,63	9,09	7,07	31,33	23,04	
Unifeed secas									
media	76,95	7,04	8,88	32,75	37,90	67,05	1,59	7,71	
desv st	10,11	0,48	1,82	2,19	2,40	3,75	0,25	0,86	
error st	7,15	0,34	1,29	1,55	1,70	2,65	0,18	0,61	
CV	13,14	6,83	20,48	6,69	6,34	5,59	16,01	11,19	
Unifeed novillas									
media	60,90	7,06	11,13	29,05	36,35	62,35	3,08	7,49	
desv st	4,81	0,66	0,33	0,07	0,92	5,87	1,14	1,18	
error st	3,40	0,47	0,23	0,05	0,65	4,15	0,80	0,84	
CV	7,90	9,32	2,99	0,24	2,53	9,41	37,02	15,78	
Unifeed secas y novillas	75,30	6,53	6,82	37,50	44,60	64,80	1,65	5,44	
Silo hierba producción									
media	51,17	12,23	12,73	24,68	34,17				
desv st	18,99	5,88	1,24	9,79	5,31				
error st	10,96	3,39	0,71	5,65	3,07				
CV	37,11	48,04	9,71	39,66	15,55				
Silo maiz producción									
media	80,30	8,11	11,17	29,95	34,45	57,35			
desv st	3,68	2,28	2,35	0,07	2,47	3,04			
error st	2,60	1,62	1,67	0,05	1,75	2,15			
CV	4,58	28,18	21,09	0,24	7,18	5,30			
Hierba seca producción									
media	80,30	8,11	11,17	29,95	34,45	57,35			
desv st	3,68	2,28	2,35	0,07	2,47	3,04			
error st	2,60	1,62	1,67	0,05	1,75	2,15			
CV	4,58	28,18	21,09	0,24	7,18	5,30			
Hierba seca de secas	76,90	6,83	11,58	32,70	38,30	64,40	2,86	< 1,00	
Pienso									
media	15,72	4,98	18,93	3,13	5,11	15,95	7,26	52,50	15,72
desv st	1,89	4,84	15,38	1,44	2,08	3,61	1,85	27,58	1,89
error st	1,34	3,42	10,88	1,02	1,47	2,55	1,31	19,50	1,34
CV	12,01	97,12	81,27	46,09	40,68	22,61	25,44	52,53	12,01
Paja									
media	77,65	6,50	3,77	44,45	52,60	79,35	1,66	1,73	
desv st	1,06	2,22	0,32	0,35	2,12	0,21	0,86	-	
error st	0,75	1,57	0,23	0,25	1,50	0,15	0,61	-	
CV	1,37	34,16	8,45	0,80	4,03	0,27	51,97	-	
Heno alfalfa producción	84,10	11,00	16,14	28,10	33,50	46,30			
Heno hierba producción	79,20	14,76	14,33	26,90	33,60	60,00			

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

Tabla 5. Resultados de las analíticas de la 4ª visita.

	MS	CZ	PB	FB	FAD	FND	GB	ALM
Unifeed producción								
media	41,45	8,16	16,41	17,75	20,78	36,20	4,52	18,11
desv st	2,74	0,55	0,47	1,50	1,44	1,16	0,62	3,36
error st	1,37	0,28	0,23	0,75	0,72	0,58	0,31	1,68
CV	6,61	6,78	2,85	8,47	6,94	3,21	13,75	18,54
Unifeed secas	73,8	7,55	8,79	31	39	53	2,25	8,08
Unifeed novillas								
media	67,00	6,06	8,58	34,95	1,61	4,79	43,30	65,65
desv st	6,36	0,76	0,26	0,64	0,02	1,18	0,28	5,73
error st	4,50	0,54	0,19	0,45	0,02	0,84	0,20	4,05
CV	9,50	12,60	3,05	1,82	1,32	24,68	0,65	8,72
Unifeed secas y novillas	83,8	5,73	11,71	26,9	29,5	45,8	1,83	16,4
Silo maíz producción	35,2	2,87	8,53	18,5	19,6	37,1		
Silo hierba novillas	82,2	4,4	5,25	39,2	43,1	74,3		
Hierba seca producción	81,7	9,69	16,3	25,6	31,8	45,9		
Hierba pasto								
media	17,45	9,38	21,90	18,35	20,40	38,10		
desv st	1,48	0,36	0,42	1,63	1,56	2,69		
error st	1,05	0,26	0,30	1,15	1,10	1,90		
CV	8,51	3,85	1,94	8,86	7,63	7,05		

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

Estas analíticas se introdujeron en la base de datos común para poder ser utilizadas en posteriores análisis con modelos de simulación.

Actividad 1.2.2. Determinación del valor fertilizante de las excretas y del purín

La caracterización físico-química de las deyecciones procedentes de las explotaciones recogidas se ha llevado a cabo por métodos analíticos convencionales vía húmeda y rápidos: aplicando la técnica de espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS) y testando la utilidad de métodos indirectos como densimetría y conductividad.
Se han realizado mediciones de pH, densidad y conductividad in situ y se trasladaron al laboratorio en botes de vidrio herméticos (1 L) para realizar las siguientes determinaciones: MS, MO, C-total, N-total, N-NH_3, macro (N, P, K, Ca, Mg y S) y micro nutrientes (Cu, Fe, Mn y Zn).

En la tabla 6 se presentan los resultados de la analítica de las heces (excretas) muestreadas en función de las visitas y el lote de producción.

Tabla 6. Valores analíticos para muestras de heces correspondientes a las cuatro visitas realizadas y por lote de producción

	ms	cz	pH	N-NH4	N total	P	K	CE(1:5)	N Orgánico
1º visita producción									
media	12,63	24,06	6,91	0,30	3,06	0,73	1,06	2,12	2,70
desvest	1,57	23,16	0,47	0,47	0,50	0,21	0,67	0,80	0,34
error st	0,52	7,72	0,16	0,16	0,17	0,07	0,22	0,27	0,11
CV	12,41	96,25	6,80	155,94	16,25	28,00	63,58	37,73	12,61
2º visita producción									
media	13,22	15,35	6,86	0,10	2,88	0,83	0,75	1,86	2,78
desvest	1,35	2,67	0,20	0,03	0,32	0,16	0,23	0,15	0,31
error st	0,61	1,19	0,09	0,01	0,14	0,07	0,10	0,07	0,14
CV	10,25	17,39	2,86	32,15	11,17	19,75	30,85	8,07	11,22
2º visita secas									
media	13,59	39,55	7,03	0,15	2,51	0,73	0,75	1,63	2,36
desvest	1,57	41,82	0,25	0,05	0,38	0,13	0,10	0,28	0,35
error st	0,91	24,14	0,15	0,03	0,22	0,07	0,06	0,16	0,20
CV	11,56	105,72	3,59	36,77	15,13	17,72	13,45	17,37	14,66
2º visita reposición									
media	13,98	14,69	7,10	0,18	2,38	0,73	1,05	1,78	2,20
desvest	1,08	0,82	0,34	0,12	0,40	0,15	0,30	0,28	0,44
error st	0,54	0,41	0,17	0,06	0,20	0,08	0,15	0,14	0,22
CV	7,70	5,59	4,81	64,20	16,71	21,11	28,68	15,71	19,89
3º visita producción									
media	12,53	14,08	6,95	0,36	3,20	0,95	1,28	2,20	2,86
desvest	1,23	2,51	0,64	0,51	0,44	0,58	0,65	0,89	0,27
error st	0,46	0,95	0,24	0,19	0,17	0,22	0,25	0,33	0,10
CV	9,78	17,84	9,19	142,04	13,89	60,96	50,98	40,30	9,62
3º visita secas									
media	13,18	13,79	7,30	0,19	2,39	0,84	1,29	1,89	2,22
desvest	0,76	1,65	0,31	0,21	0,41	0,47	0,77	0,73	0,39
error st	0,34	0,74	0,14	0,09	0,19	0,21	0,34	0,33	0,17
CV	5,73	11,93	4,30	110,60	17,34	55,31	59,59	38,71	17,60
3º visita reposición									
media	15,43	14,96	7,69	0,39	2,32	0,75	1,56	2,41	1,94
desvest	0,37	3,56	0,41	0,55	0,78	0,49	0,98	1,43	0,34
error st	0,19	1,78	0,20	0,27	0,39	0,24	0,49	0,71	0,17
CV	2,42	23,82	5,30	141,51	33,87	64,94	62,98	59,40	17,65
4º visita producción									
media	11,62	14,74	6,73	0,17	3,05	1,42	1,02	1,88	2,88
desvest	1,47	2,91	0,36	0,06	0,27	0,18	0,29	0,28	0,31
error st	0,52	1,03	0,13	0,02	0,10	0,06	0,10	0,10	0,11
CV	12,67	19,74	5,35	37,60	8,94	12,43	28,65	14,91	10,78
4º visita secas									
media	13,97	12,40	7,15	0,17	1,98	1,41	1,29	1,77	1,81
desvest	0,60	1,55	0,09	0,20	0,13	0,41	0,48	0,57	0,07
error st	0,35	0,89	0,05	0,11	0,08	0,24	0,28	0,33	0,04
CV	4,32	12,46	1,24	118,90	6,60	29,37	37,35	31,86	3,83
4º visita reposición									
media	15,00	14,58	7,29	0,23	2,50	1,11	1,44	2,30	2,27
desvest	0,75	3,59	0,37	0,19	0,40	0,23	0,92	0,75	0,31
error st	0,31	1,46	0,15	0,08	0,16	0,09	0,38	0,31	0,13
CV	5,01	24,60	5,04	84,52	16,12	20,38	64,05	32,67	13,68

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

A continuación, se presentan los resultados de las analíticas realizadas para el purín en función de las visitas realizadas (tabla 7) y en función de la tipología (tabla 8). En Navarra las explotaciones muestreadas se han agrupado en tres de las tipologías de clasificación en función de la alimentación utilizadas en el presente proyecto (Empleo en partes proporcionales de silo maíz y silo hierba (SM-SH), pastoreo convencional y pastoreo ecológico).

Tabla 7. Resultados de las analíticas de purínes por visita realizada

	ms	cz	pH	N-NH4	N total	P	K	CE(1:5)	N Orgánico
1º visita produccion									
media	7,04	29,26	7,73	2,12	4,63	0,74	4,28	3,70	2,52
desvest	1,78	5,98	0,20	0,36	0,61	0,12	1,30	0,76	0,30
error st	0,73	2,44	0,08	0,15	0,25	0,05	0,53	0,31	0,12
CV	25,27	20,42	2,61	17,17	13,10	16,62	30,41	20,57	11,84
1º visita secas y novillas									
media	7,58	22,06	7,98	2,30	4,73	0,81	4,44	4,30	2,43
desvest	2,49	1,35	0,35	0,24	0,04	0,01	0,35	1,43	0,19
error st	1,76	0,96	0,25	0,17	0,03	0,00	0,25	1,01	0,14
CV	32,83	6,13	4,43	10,23	0,92	0,66	7,87	33,19	7,89
2º visita produccion									
media	7,18	33,94	7,71	2,17	4,91	0,84	4,55	3,70	2,73
desvest	2,09	12,51	0,35	0,90	1,35	0,15	1,32	0,87	0,50
error st	0,60	3,61	0,10	0,26	0,39	0,04	0,38	0,25	0,14
CV	29,05	36,87	4,54	41,29	27,58	18,06	29,13	23,50	18,34
2º visita secas y novillas									
media	6,56	24,27	7,65	2,46	5,34	1,01	5,14	4,35	2,87
desvest	0,84	0,59	0,57	0,30	0,43	0,20	0,79	0,94	0,14
error st	0,59	0,42	0,41	0,21	0,30	0,14	0,56	0,66	0,10
CV	12,80	2,43	7,49	12,00	8,08	19,57	15,39	21,64	4,72
3º visita produccion									
media	8,49	22,78	7,82	1,87	4,56	1,18	3,84	3,77	2,69
desvest	2,15	6,71	0,23	0,59	1,05	0,49	1,10	0,74	0,58
error st	0,76	2,37	0,08	0,21	0,37	0,17	0,39	0,26	0,20
CV	25,27	29,45	2,94	31,49	23,05	41,58	28,62	19,52	21,41
3º visita secas y novillas									
media	7,10	16,97	8,14	1,70	4,19	1,82	4,14	3,40	2,48
desvest	0,85	2,02	0,37	0,26	0,19	0,08	0,83	0,52	0,07
error st	0,60	1,43	0,27	0,19	0,14	0,06	0,58	0,37	0,05
CV	11,95	11,92	4,61	15,44	4,56	4,29	20,01	15,39	2,85
4º visita produccion									
media	8,95	19,78	7,39	1,69	4,09	4,99	5,13	3,98	2,39
desvest	1,84	2,98	0,21	0,55	0,76	9,33	3,89	0,98	0,42
error st	0,75	1,22	0,08	0,22	0,31	3,81	1,59	0,40	0,17
CV	20,55	15,05	2,81	32,40	18,67	187,02	75,74	24,68	17,55
4º visita secas y novillas									
media	9,30	16,50	7,48	1,36	3,32	1,40	3,41	3,34	1,95
desvest	0,21	0,42	0,35	0,58	0,30	0,13	1,07	0,60	0,28
error st	0,15	0,30	0,25	0,41	0,22	0,09	0,75	0,42	0,20
CV	2,21	2,57	4,73	42,97	9,17	9,32	31,36	18,02	14,50

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

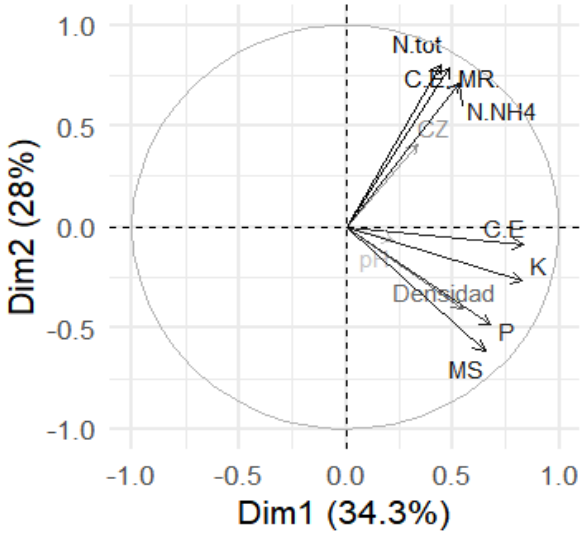
Tabla 8. Resultados de las analíticas de purines por tipología

	ms	cz	pH	N-NH4	N total	P	K	CE(1:5)	N Orgánico
SM+SH (producción)									
media	7,82	26,06	7,63	2,10	4,73	2,04	4,56	4,02	2,63
desvest	1,81	7,61	0,30	0,62	0,98	4,92	2,20	0,80	0,46
error st	0,39	1,62	0,06	0,13	0,21	1,05	0,47	0,17	0,10
CV	23,18	29,21	3,94	29,62	20,73	240,78	48,26	19,96	17,63
PCONV (producción)									
media	8,33	31,70	7,77	1,90	4,64	1,04	3,80	3,45	2,74
desvest	2,99	19,55	0,38	0,98	1,54	0,43	1,18	0,54	0,62
error st	1,34	8,74	0,17	0,44	0,69	0,19	0,53	0,24	0,28
CV	35,93	61,69	4,88	51,72	33,20	41,99	31,07	15,60	22,83
ECO (producción)									
media	7,02	30,07	7,81	1,56	3,95	0,68	4,69	2,90	2,39
desvest	2,23	1,39	0,14	0,43	0,65	0,04	1,46	0,30	0,28
error st	1,11	0,70	0,07	0,22	0,32	0,02	0,73	0,15	0,14
CV	31,73	4,62	1,83	27,63	16,41	5,56	31,25	10,35	11,69
SM+SH (secas y novillas)									
media	7,69	20,15	7,84	1,97	4,45	1,21	4,34	3,86	2,47
desvest	1,43	3,49	0,40	0,52	0,79	0,42	0,86	0,82	0,37
error st	0,48	1,16	0,13	0,17	0,26	0,14	0,29	0,27	0,12
CV	18,54	17,30	5,17	26,47	17,68	34,66	19,87	21,29	14,97

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

Además de hacer analíticas de laboratorio se han utilizado métodos rápidos (Gráfico 1). En este caso se observa que la conductividad eléctrica (CE MR) está muy ligada al nitrógeno total y amoniacal, y en menor medida a las cenizas. En cambio, la densidad está ligada a la materia seca, al fósforo y al potasio.

Gráfico 1. Representación de los diferentes parámetros analizados en el purín y su relación con parámetros medidos con métodos rápidos (densidad y conductividad).



Acción 1.3 Oportunidades y condicionantes para el aprovechamiento del purín como fertilizante en las explotaciones. Recomendaciones de abonado.

Actividad 1.3.1 Balances de nutrientes (N y P) a nivel de explotación

El cálculo del balance de nutrientes: N y P, permite realizar un diagnóstico de la utilización de estos nutrientes dentro de la explotación.

Para la consecución de la Acción 1.3, Actividad 1.3.1 "Balances de nutrientes (N y P) a nivel de explotación" se ha utilizado la herramienta NAIA para obtener estos datos (Tabla 9).

Tabla 9. Balance de nutrientes calculados con el modelo NAIA para explotaciones navarras

	PE	PC		SH+SM	
N	1	3		4	
		Media	Desv st	Media	Desv st
N SURPLUS/Ha	15.17	186.00	92.98	516.65	255.12
N SURPLUS/1000 L Leche	4.58	15.97	3.28	26.57	7.49
N SURPLUS/100 Kg Carne	20.43	138.46	99.85	149.54	40.40
Eficiencia N	0.55	0.25	0.04	0.18	0.05
P_2O_5 SURPLUS/ha	5.04	12.90	6.28	114.84	101.10
P_2O_5 SURPLUS/1000 L Leche	1.52	1.11	0.21	5.29	3.38
P_2O_5 SURPLUS/100 Kg Carne	6.79	9.59	6.79	29.21	16.66
P_2O_5 Eficiencia	0.62	0.68	0.05	0.36	0.15

Actividad 1.3.2 Nivel de fertilidad del suelo en las explotaciones

En cuanto a las muestras de suelos se recogieron muestras en la primera y la cuarta visita. Además, en la tercera visita, se recogieron muestras en 5 parcelas ya que se necesitaban los datos para completar los análisis de P-index y N-index requeridos en el proyecto (Objetivo 6).

Los parámetros analizados a nivel de suelo han sido pH, materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), nitrógeno total (N-tot), carbonatos, capacidad de intercambio catiónico (CICI) y conductividad eléctrica (CE). Se ha realizado un análisis estadístico en función del manejo de las parcelas (Tabla 10 y de la región biogeografía (Tabla 11).
Los resultados obtenidos en función del manejo de las parcelas indican que los suelos en rotación tienen mayor pH y carbonatos totales, pero menos materia orgánica, nitrógeno y capacidad de intercambio catiónico que el resto de manejos ($p<0,05$). Para el resto de parámetros analizados (P, K y C: E) no se observan diferencias significativas entre manejos (Tabla 10).

Tabla 10. Resultados de los análisis de suelo en función del manejo de la base territorial.

	pH	MO	P	K	N-tot	Carbonato	CIC	C:E
Rotación	7.15 b	4.04 a	95.04 a	235.1 a	0.26 a	13.20 b	11.22 a	0.47 a
Siega	6.71 b	4.81 ab	93.81 a	282.5 a	0.31 ab	1.10 a	12.14 a	0.54 a
S+P	5.8 a	6.83 c	80.02 a	196.6 a	0.43 c	1.13 a	14.72 ab	0.57 a
Pastoreo	5.85 a	6.22 bc	43.92 a	264.5 a	0.40 bc	0.92 a	16.97 b	0.59 a

Por columnas: valores numéricos seguidos de distinta letra difieren significativamente ($p<0,05$). Test de Duncan

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

En cuanto a las diferentes regiones biogeográficas (Tabla 11) se observa que la región mediterránea presenta mayores valores de pH, fósforo y caliza activa en los suelos (p< 0,05) y por el contrario, presentan menos contenido en materia orgánica y una menor capacidad de intercambio catiónico. La región mediterránea destaca por su menor contenido en materia orgánica y la región atlántica por su menor contenido en fósforo.

Tabla 11. Resultados de los análisis de suelo en función de la región biogeográfica.

	pH	MO	P	K	N-tot	Carbonatos	Caliza act	CIC
Mediterráneo	8.04 b	3.36 a	107.98 b	347.09 a	0.22 a	0.56 a	5.00 b	9.07 a
Atl-pirenaico	5.71 a	7.16 c	103.76 b	233.52 a	0.44 b	1.29 a	0.57 a	16.01 b
Atlántico	6.11 a	5.28 b	53.08a	192.3 a	0.35 b	0.77 a	0.43 a	14.34 b
Atl-mediterráneo	6.08 a	5.93 bc	62.5ab	236.51 a	0.36 b	0.56 a	0.50 a	14.08 b

Por columnas: valores numéricos seguidos de distinta letra difieren significativamente (p<0,05). Test de Duncan
Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

Los recursos orgánicos también han sido analizados, en concreto, las heces según manejos (heces de pastoreo y no pastoreo). No se han encontrado diferencias significativas en ninguno de los parámetros analizados como se observa en la Tabla 12. Para realizar la estadística se ha utilizado un test t de Student.

Tabla 12. Valores p del análisis t de Student para muestras independientes (heces de pastoreo vs. heces no pastoreo)

	ms	cz	pH	N-NH4	N-tot	N-org	P	K	C:E
p	0.338	0.957	0.924	0.338	0.7	0.087	0.346	0.54	0.061

Analítica: Laboratorio Agrario de Navarra (NASERTIC)

Acción 1.4 Comparación de resultados experimentales en explotaciones y los obtenidos con el modelo "Batfarm".

Acción llevada a cabo de forma conjunta por los subproyectos NEIKER e INTIA. Tras la recopilación de los datos de las encuestas y muestreos llevados a cabo en las acciones anteriores, se desarrolló una base de datos con un total de 107 momentos de observación, procedentes de 55 explotaciones de la Cornisa Cantábrica (17 Galicia, 15 Asturias, 10 Cantabria, 5 Pais Vasco, 8 Navarra), estando representados los 5 sistemas de explotación (14 Ecológico, 14 Ensilado de Hierba, 26 Ensilado de Hierba/Maiz, 17 Ensilado Maiz y 36 Pastoreo). Para todas las explotaciones se simularon los submodelos Batfarm de alojamiento y almacenamiento, y se compararon los resultados de composición de purín proporcionados por el modelo con los observados en las analíticas recogidas en campo. Para el análisis de datos se utilizó estadística descriptiva y test de medias. A continuación, se muestran los principales resultados.
El proyecto nos ha ofrecido la oportunidad de testar la herramienta Batfarm vacuno leche con datos provenientes de explotaciones reales, de modo que pudimos detectar diversas limitaciones y puntos de mejora de la herramienta. En concreto, la diversidad de explotaciones simuladas excedía la capacidad de ajuste del modelo, por lo que en algunos casos nos resultó imposible simular las situaciones reales, teniendo que hacer ciertas aproximaciones.

- Por ejemplo, en sistemas de alojamiento, el modelo obliga a elegir un tipo de alojamiento por cada categoría animal, no contemplando que haya situaciones en las que puede que no exista estabulación en todo el año (p.e. vacas secas). Posteriormente, esta asunción se puede corregir en la pantalla de pastoreo, donde podemos indicar que los animales se encuentran todo el año en el pasto.

- En cuanto a la ración forrajera, se encuentra limitada a silo maíz, silo hierba y heno hierba, no contemplando a priori otros materiales como la paja o la alfalfa, que tenemos que encajar dentro de las categorías anteriores. Asimismo, tuvimos que ampliar los rangos de Ingesta de Materia Seca y de Proteína Bruta en sistemas Unifeed.

- En explotaciones sin balsa exterior, en las que el almacenamiento de purín tiene lugar dentro del alojamiento, se ha simulado, en ocasiones, como un almacenamiento exterior cubierto con techo rígido. En las explotaciones con varias balsas, en las que la distribución del purín y la procedencia de las analíticas no estaba clara, se ha asumido como un almacenamiento en una balsa única.

En caso necesario, se han agregado/seleccionado los datos analíticos de una misma explotación, de tal forma que, el número máximo de observaciones en cada una de ella fuera 2 y de este modo, todas las explotaciones estuvieran equilibradas, es decir, tuvieran el mismo peso a la hora de valorar el ajuste del modelo. Los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 13 y 14 y en el Gráfico 2.
En primer lugar, mencionar que es destacable la variabilidad de los datos en todos los parámetros, tanto de los valores observados como de los estimados por la herramienta.
Las mayores diferencias entre los datos estimados y observados, se encuentran en la Materia Seca, donde el modelo parece infra estimar dicho valor. Para el resto de parámetros, los valores proporcionados por la herramienta tienden, en media, a situarse por encima de los valores procedentes de las analíticas.
Los t-test realizados indican, para todos los parámetros, que existe evidencia muestral para rechazar la hipótesis cero de igualdad de medias, es decir, que existen diferencias significativas entre los valores observados y los estimados por el modelo ($p<0.05$).
Los gráficos de barras parecen indicar la misma tendencia de los valores medios en base a sistemas de explotación, tanto en los datos observados como en los datos estimados. Es decir, el modelo parece ser bastante sensible a los cambios de manejo asociados a cada sistema de explotación, existiendo una correspondencia con las variaciones medias de los datos observados.

A modo de conclusión, los resultados obtenidos parecen indicar que la herramienta Batfarm de vacuno leche puede ser de utilidad para comparar diferentes sistemas de manejo/escenarios, siendo los valores interpretados como indicativos de la variación relativa lograda y no como valores absolutos, ya que no queda suficientemente demostrado el ajuste herramienta.

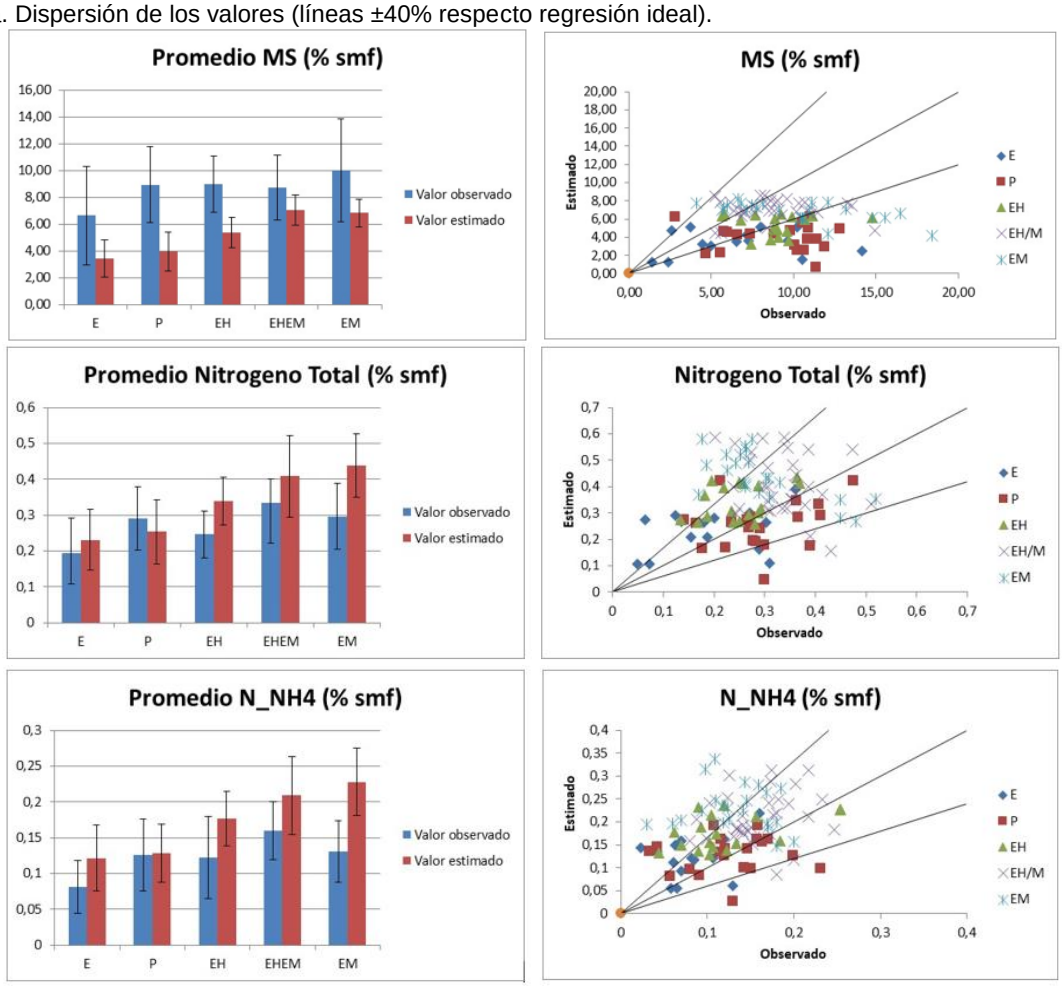
Tabla 13. Estadística descriptiva comparando datos observados vs datos estimados por el modelo Batfarm.

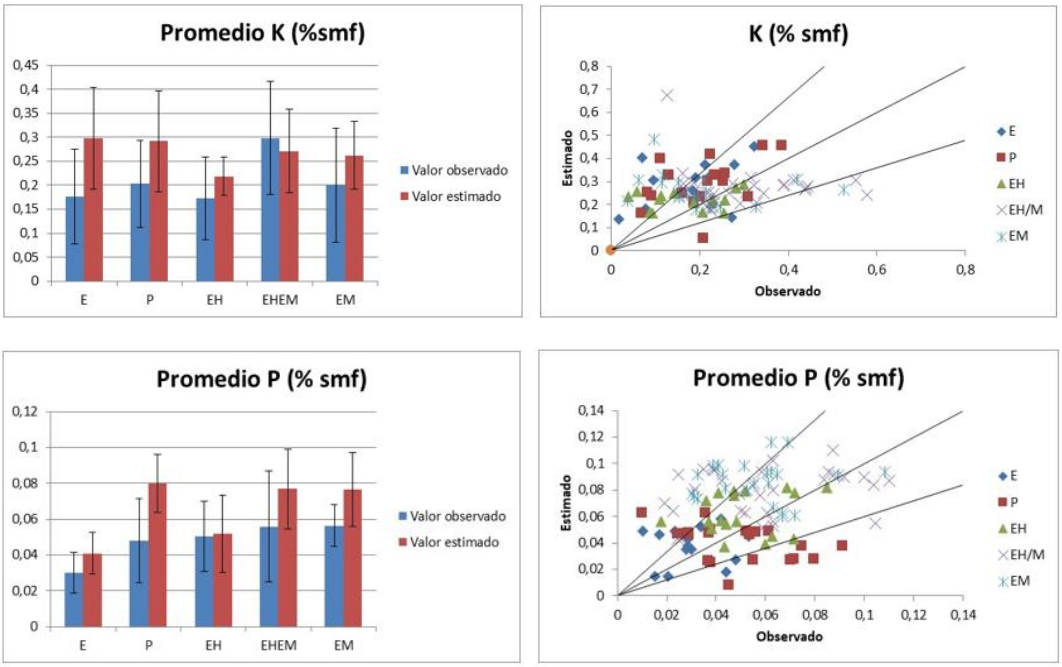
Parámetro	Tipo de valor	Media	Mediana	Desv. típ.	Rango	Percentiles		
						25	50	75
MS (% smf)	Observados	8,814	8,824	3,079	16,998	6,772	8,824	10,679
	Estimados	5,667	6,140	1,875	7,840	4,375	6,140	7,085
N Total (% smf)	Observados	0,285	0,280	0,093	0,471	0,235	0,280	0,346
	Estimados	0,351	0,346	0,121	0,539	0,269	0,346	0,421
N Amoniacal (% smf)	Observados	0,131	0,130	0,051	0,231	0,094	0,130	0,169
	Estimados	0,181	0,179	0,062	0,310	0,142	0,179	0,224
K (% smf)	Observados	0,191	0,192	0,134	0,579	0,090	0,192	0,266
	Estimados	0,228	0,241	0,125	0,673	0,181	0,241	0,296
P (% smf)	Observados	0,051	0,049	0,023	0,110	0,035	0,049	0,063
	Estimados	0,064	0,063	0,025	0,116	0,046	0,063	0,085

Tabla 14. Test de Medias. Valores observados y modelizados por la herramienta Batfarm
.

Parámetro	Prueba T para la igualdad de medias (α=0,05)		
	t	Valor crítico	p-valor
MS (% smf)	9,029	1,974	0,000
N Total (% smf)	-4,501	1,971	0,000
N Amoniacal (% smf)	-6,524	1,971	0,000
K (% smf)	-2,086	1,971	0,038
P (% smf)	-3,877	1,971	0,000

Gráfico 2. Comparación valores observados *vs* estimados por la herramienta por sistemas de explotación (E: ecológico, P: pastoreo, EH: ensilado hierba, EHEM: ensilado hierba y ensilado maíz, EM: ensilado maíz). Gráficos izqda. Valores promedio. Gráficos dcha. Dispersión de los valores (líneas ±40% respecto regresión ideal).





Objetivo 3. Estudiar en la distribución del purín la capacidad de utilizar: técnicas de baja emisión (tubos colgantes e inyección), aditivos y/o tratamientos de purines para incrementar la producción de cultivos, reducir las emisiones de GEI, olores, volatilización de NH_3, lixiviación de NO_3^-, y mejorar la fertilidad y la sanidad del suelo.

Dentro del **Objetivo 3** en el cual INTIA tenía que cumplimentar la Acción 3.4 “Separación de fases y generación de espuma”. Se plantearon 2 visitas a 2 explotaciones diferentes, pero con el mismo sistema de separación (Extrusión mediante tornillo de presión) ya que el planteado inicialmente de filtrado a través de un tamiz rotativo o gravitatorio esta ya obsoleto. En las visitas se tomaron muestras de purín bruto (PB), de la fase sólida (FS) y de la fase líquida (FL) del separador. A partir de estos datos se ha calculado el flujo de masas se ha calculado como: X= (a-c)/ (b-c); Y= (b-a)/ (b-c), donde X es la masa de la fracción sólida (FS), e Y es la masa de la fracción líquida (FL); a, b, c son los contenidos en materia seca de PB, FS, FL respectivamente. Los resultados obtenidos en cada explotación se pueden ver a continuación (Tabla 10) pero se puede ver que en ambas explotaciones la mayor parte de los gramos de los componentes analizados se derivan a la fracción líquida. Los parámetros analizados para este objetivo han sido potasio (K), fósforo (P), nitrógeno amoniacal (N-NH4), nitrógeno total (N-tot) y nitrógeno orgánico (N-org).

Tabla 15. Resultados obtenidos según el flujo de masas en la primera explotación. Los resultados están expresados en gramos de cada parámetro en cada fase del separador.

			K	P	N-NH4	N-TOT	N-ORG
1º explotación	1º Visita	PB	3.23	0.78	1.20	3.30	2.10
		FS	0.68	0.26	0.24	1.40	1.17
		FL	4.93	1.09	2.41	6.01	3.60
	2º Visita	PB	3.81	0.85	4.66	5.07	3.14
		FS	0.15	0.04	0.04	0.22	0.18
		FL	3.81	0.81	1.89	4.85	2.96
2ª explotación	1º Visita	PB	3.836	0.857	1.862	4.738	2.875
		FS	0.075	0.029	0.026	0.154	0.129
		FL	3.761	0.828	1.836	4.584	2.747

Dentro de esta acción se pretende profundizar en el conocimiento de un problema que se ha detectado en algunas explotaciones de la cornisa cantábrica. Se trata de la formación de grandes cantidades de espuma sobre el purín.
Lo primero que se hizo fue una revisión bibliográfica y se contactó con diferentes centros e investigadores, entre ellos, el IRSTEA, la Universidad de Wageningen o personal investigador de Cantabria o Asturias. También se realizó una encuesta a ocho donde se preguntaba por las características de las fosas, aportes, época de formación de espuma, periodicidad, etc. (Tabla x). En seis de ellas se generaba espuma y en dos no. Después de realizar las encuestas no se llegó a ninguna conclusión clara. Una posible teoría es que puede ser una mezcla de gases que aumenta la tensión superficial de las burbujas. Lo que si se sacó en claro fue la utilización de un producto italiano (SOP LAgoon) para el control de la espuma.

Tabla 16. Características de las explotaciones entrevistadas.

Exp	Espumas	Ubicación fosa	Época de formación	Deriva aguas	Material camas	Inicio	Control
1	Si	Bajo establo	Todo el año	Si	Serrín	Debajo abrevaderos	Batido/Sacar
2	Si	Bajo establo	Todo el año	Si	Goma+ calcicar	-	SOP Lagoon
3	Si	Bajo establo	Todo el año	Si	Goma+ calcicar	Opuesto extracción purín	Batido/Sacar
4	Si	Bajo establo	Todo el año	Si	Goma+serrín+cal	Por todo	Sacar/Añadir agua
5	Si	Bajo establo	Todo el año	Si	Goma+ calcicar	Cerca vertido aguas	Nada
6	Si	Bajo establo	Todo el año	Si	Goma+ calcicar + paja	Por todo	Sacar/ No batir
7	No	Bajo establo	Nunca	No	Paja	-	-
8	No	Bajo establo	Nunca	Si	Fiemo seco	-	-

Objetivo 4. Cuantificar la capacidad potencial de secuestro de C en suelo con cultivos forrajeros fertilizados con purín/estiércol de vacuno.

Actividad 4.2.1"Modelización del secuestro de C a nivel de parcela"

Para la modelización del secuestro de C a nivel de parcela se han recogido datos de parcelas experimentales existentes de media/larga duración con información de manejo, climatología y propiedades del suelo e información sobre medidas de: humedad del suelo, N mineral (NH_4^+ y NO_3^-) y N orgánico, productividad vegetal, contenido de materia orgánica y C (en volumen y peso).
Se ha completado la base de datos propuesta para esta parte con los datos recogidos en una parcela experimental de larga duración (14 años) en el norte de Navarra. La información requerida era acerca del manejo, climatología y propiedades de suelo y todos estos datos están siendo procesados.

Objetivo 5. Aplicar las herramientas y modelos de simulación a nivel de explotación y ACV para obtener en función del tipo de explotación aquellas mejoras técnicas relacionadas con el manejo y tratamiento de las deyecciones capaces de mejorar los balances de nutrientes, reducir emisiones de GEI, huella de C y contaminación por acidificación y eutrofización.

Actividad 5.1.2 Modelización de estrategias en la gestión integral del manejo de las deyecciones para el estudio de las emisiones de GEI, NH_3, los balances de C y N y la productividad.

El subproyecto INTIA ha sido el responsable de la modelización en el modelo BATFARM de las tipologías pastoreo y ensilado de hierba. A continuación, se muestran los principales resultados obtenidos en cada una de ellas.

TIPOLOGÍA PASTOREO

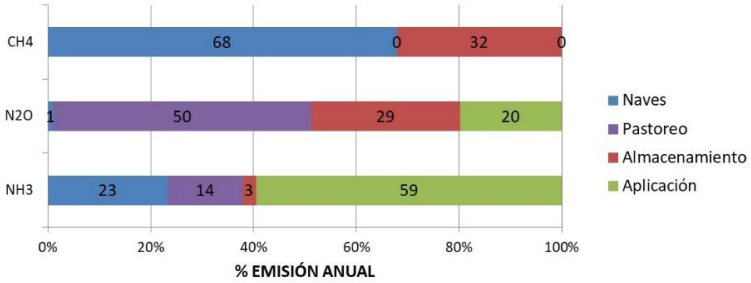
En la tipología de pastoreo, se han simulado 3 posibles medidas: reutilización del 100% del agua de ordeño, pre-enfriamiento de la leche y aplicación del purín con tubos colgantes. Cada medida se ha simulado de forma individual, para ver su posible efecto aislado sobre la situación de referencia, así como de forma combinada con el resto de medidas. Se ha analizado el efecto de las medidas propuestas sobre las emisiones, los consumos de agua y de energía, y los indicadores fecales.

EMISIONES

Situación de Referencia

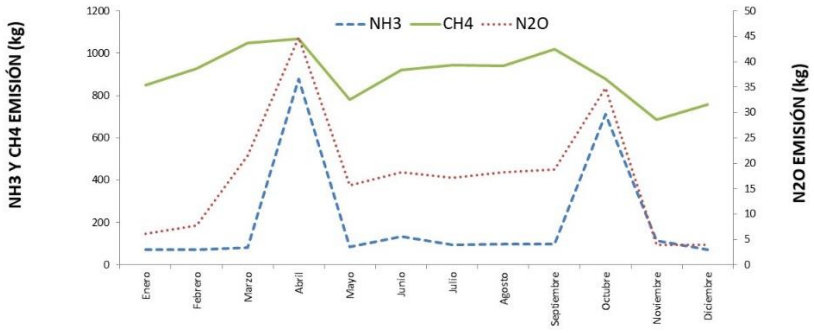
Prácticamente el 60 % de las emisiones amoniacales se dan en la aplicación en campo, el 30% restante en las naves-pastoreo. En el almacenamiento apenas se producen, tan sólo un 3% del total, debido a que la situación de referencia parte ya de un almacenamiento cubierto con techo rígido con costra natural, lo que supone una reducción aproximada de un 85% de la emisión amoniacal. La mitad de la emisión de óxido nitroso se da en el pastoreo. Cerca del 70% de la emisión de metano se registra en los alojamientos y el resto en el almacenamiento.

Gráfico 3. Distribución de las emisiones en los diferentes submodelos en la situación de referencia. Tipología pastoreo.



Respecto a la evolución a lo largo del año, se observan los picos de emisiones de amoniaco y nitroso de los momentos de aplicación en campo. El mes posterior a la aplicación, se observa una caída en las emisiones de metano, como consecuencia de una menor cantidad de purín en el almacenamiento, que posteriormente se va incrementando de nuevo paulatinamente conforme va llegando purín de los alojamientos al tanque.

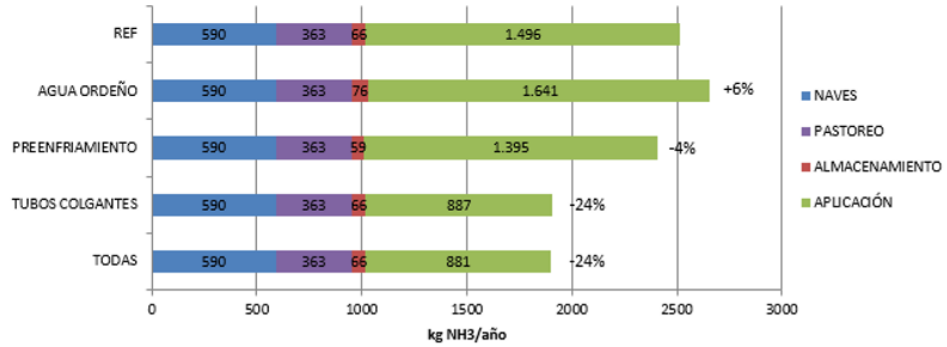
Gráfico 4. Evolución de las emisiones a lo largo del año en la situación de referencia. Tipología pastoreo.



Escenarios

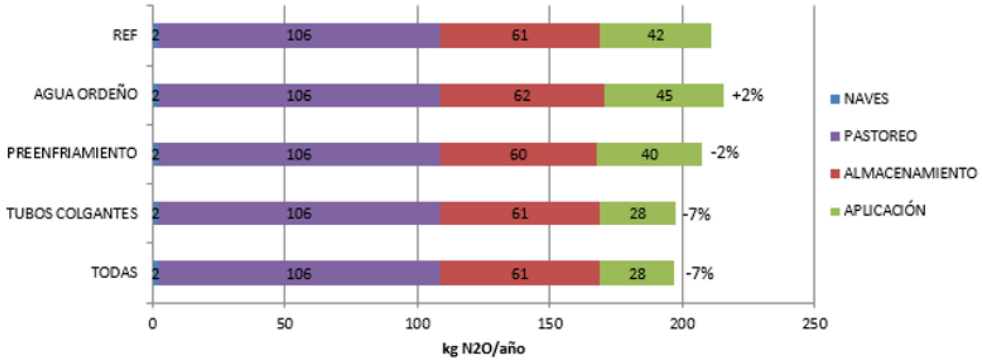
La reutilización del 100% del agua de ordeño, incrementa en un 6% las emisiones amoniacales como consecuencia del incremento de concentración de N en el purín. El preenfriamiento de la leche, por el contrario, incrementa el consumo de agua, diluyendo el N en el purín y disminuyendo un 4% la emisión de amoniaco. Los tubos colgantes y la combinación de todas las MTD reducen en un 24% las emisiones de amoniaco.

Gráfico 5. Efecto de las medidas sobre las emisiones de amoniaco. Tipología pastoreo.



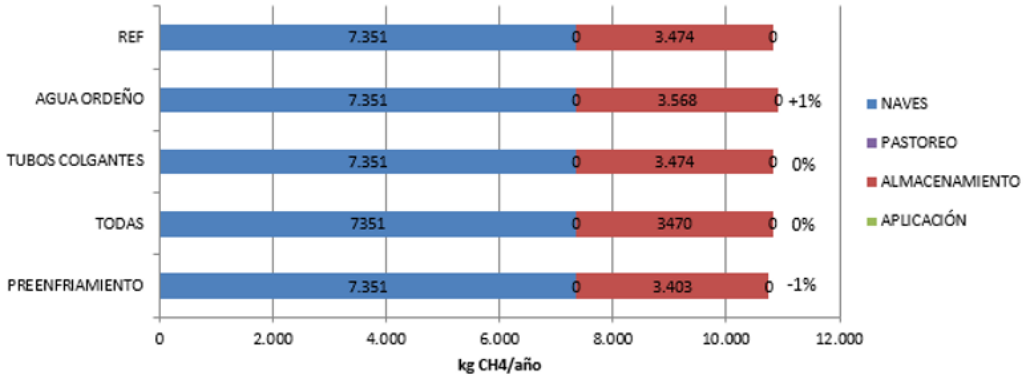
En el caso del nitroso se observan las mismas tendencias que en el amoniaco, pero en porcentajes más reducidos.

Gráfico 6. Efecto de las medidas sobre las emisiones de nitroso. Tipología pastoreo.



Las MTD seleccionadas apenas tienen incidencia sobre las emisiones de metano.

Gráfico 7. Efecto de las medidas sobre las emisiones de metano. Tipología pastoreo.



En cuanto a la cantidad de material a aplicar, la reutilización del agua de ordeño reduce en 192 t la cantidad de purín a aplicar, mientras que el pre-enfriamiento lo incrementa en 202 t. En cuanto a las UFN en suelo tras la aplicación, las mayores cantidades se obtienen con el uso de tubos colgantes y todas las MTD, siendo estas opciones las más eficientes en cuanto a N excretado que llega al suelo (67%).

Tabla 17. Efecto de las medidas sobre el purín y los nutrientes tras la aplicación. Tipología pastoreo.

PURÍN ANTES DE LA APLICACIÓN	UNI.	REF	AGUA DE ORDEÑO	TUBOS COLGANTES	PREENFR.	TODAS
Cantidad	t	946	754	946	1149	957
Materia seca	% TM	5,5	5,4	5,5	5,5	5,5
Materia Orgánica	% TM	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Nitrógeno Total	kg/t TM	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Nitrógeno Amoniacal	kg N_NH4/t	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Carbono	kg/t TM	31,5	31,4	31,5	31,6	31,5
Fósforo	kg P/t	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Potasio	kg K/t	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2
Cobre	g/t TM	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Zinc	g/t TM	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
pH		7,0	5,6	7,0	8,5	7,1
C/N		8,9	7,2	8,9	10,8	9,0
NUTRIENTES EN SUELO TRAS LA APLICACIÓN (ESTIÉRCOL+PURÍN)		**REF**	**AGUA DE ORDEÑO**	**TUBOS COLGANTES**	**PREENFR.**	**TODAS**
UFN/año	kg	2280	2152	2781	2369	2787
UFP2O5/año	kg	1338	1338	1338	1338	1338
UFK2O/año	kg	5168	5168	5168	5168	5168
UFN respecto N excretado	%	55	52	67	57	67

CONSUMO DE ENERGÍA

En cuanto al consumo energético, mencionar que, la situación de referencia, ya parte de la utilización de recuperadores de calor. El uso adicional de pre-enfriamiento de la leche, supone un descenso del consumo eléctrico (kWh/año) y de las emisiones derivadas del balance energético (electricidad + combustibles) en CO2eq/año del 23% y del 13%, respectivamente.

CONSUMO DE AGUA

Las MTD con incidencia sobre los consumos de agua son la reutilización del agua de ordeño, que disminuye en un 9% el consumo total y el pre-enfriamiento de la leche, que lo aumenta en un 10%. El empleo de sistemas de pre-enfriamiento aumenta el consumo de agua en 2 partes de agua por 1 de leche. El programa considera por defecto que el 70% del agua consumida en el pre-enfriamiento de la leche se reutiliza en la explotación.
Cuando ambas MTD se implementan de forma conjunta (escenario TODAS), acaban compensándose, por lo que apenas se produce variación en el consumo de agua respecto de la situación de referencia.

INDICADORES FECALES (IF)

El programa utiliza la siguiente escala en la evaluación de IF:

- Efecto neutral (Práctica desaconsejable): VALOR 0
- Efecto positivo (Buena práctica que reduce la presencia de patógenos en órdenes de magnitud de 1-2): VALOR 1
- Efecto muy positivo (Buena práctica que reduce la presencia de patógenos en órdenes de magnitud de 3 o más): VALOR 2

En la tabla siguiente se muestra el efecto sobre los IF en la situación de referencia.

Tabla 18. Efecto sobre indicadores fecales. Tipología pastoreo. Situación de referencia.

FASE DEL MODELO		REFERENCIA
ALOJAMIENTO	MANEJO DE ANIMALES	
	Vacas lactación	1:Efecto positivo
	Vacas Secas	1:Efecto positivo
	Terneros < 12 meses	1:Efecto positivo
	Novillas 12-26 meses	1:Efecto positivo
	FRECUENCIA DE ELIMINACIÓN	
	Purín	0:Efecto neutral
	Estiercol	0:Efecto neutral
	MTD	0:Efecto neutral
	ACCESO A AGUA PASTOREO	2:Efecto muy positivo
ALMACENAMIENTO LÍQUIDO	Efecto FIO patógenos	0:Efecto neutral
ALMACENAMIENTO SÓLIDO	Efecto FIO patógenos	2:Efecto muy positivo
APLICACIÓN	Evaluación FIO	0:Efecto neutral

El programa considera que el pastoreo incide de forma positiva en el bienestar de los animales y por lo tanto reduce la dispersión de patógenos por estrés, por eso se valora el manejo de los animales de forma positiva (VALOR 1). Por otro lado, consideramos que los animales no tienen libre acceso a los cursos de agua donde sus deyecciones podrían afectar a la calidad de ésta (VALOR 2). En al cuanto al almacenamiento sólido, considera un efecto muy positivo (VALOR 2) sobre la disminución de patógenos el no adicionar estiércol fresco en un periodo de 6 meses.
En cuanto las MTD simuladas, la única que incide sobre los IF es el uso de tubos colgantes con un VALOR de 1, puesto que al depositar el purín directamente en el suelo, disminuye la dispersión de patógenos en comparación con la aplicación en abanico.

TIPOLOGÍA ENSILADO DE HIERBA

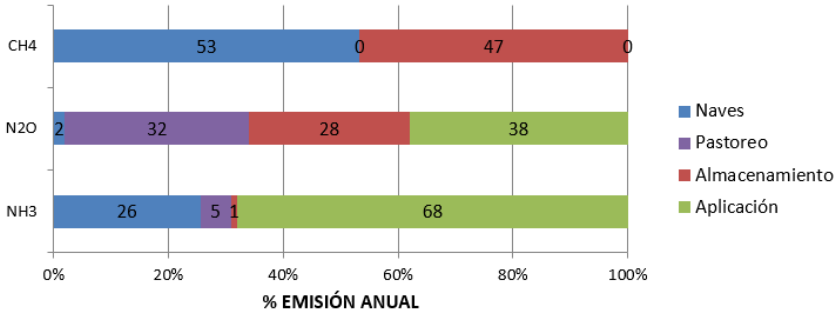
En la tipología ensilado de hierba, se han simulado 7 posibles medidas: reutilización del 100% del agua de ordeño, recuperador del calor producido en el enfriamiento de la leche, pre-enfriamiento de la leche, alimentación por fases, ajuste de PB en sistema unifeed, identificación con collares para la administración del concentrado y tubos colgantes en la aplicación del purín. Como en la tipología anterior, cada medida se ha simulado de forma individual, para ver su posible efecto aislado sobre la situación de referencia, así como de forma combinada con el resto de medidas. Se ha analizado el efecto de las medidas propuestas sobre las emisiones, los consumos de agua y de energía, y los indicadores fecales.

EMISIONES

Situación de Referencia

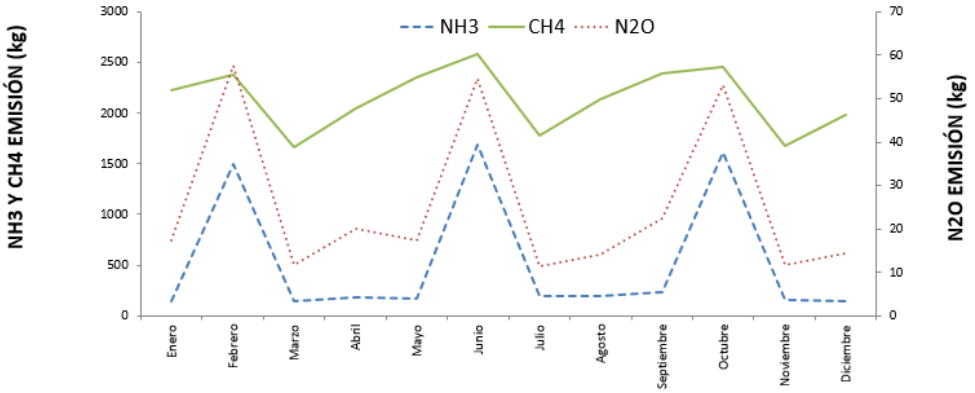
Cerca del 70% de las emisiones amoniacales se dan en la aplicación en campo, el 30% restante en las naves-pastoreo. En el almacenamiento apenas se producen, tan sólo un 1% del total, debido a que la situación de referencia parte ya de un almacenamiento cubierto con techo rígido con costra natural, lo que supone una reducción aproximada de un 85% de la emisión amoniacal. Las emisiones de óxido nitroso se distribuyen equitativamente entre el pastoreo, el almacenamiento y la aplicación en campo. Aproximadamente la mitad del metano se produce en los alojamientos y la otra mitad en el almacenamiento.

Gráfico 8. Distribución de las emisiones en los diferentes submodelos en la situación de referencia. Tipología ensilado hierba.



Respecto a la evolución a lo largo del año, se observan los picos de emisiones de amoniaco y nitroso de los momentos de aplicación en campo. El mes posterior a la aplicación, se observa una caída en las emisiones de metano, como consecuencia de una menor cantidad de purín en el almacenamiento, que posteriormente se va incrementando de nuevo paulatinamente conforme va llegando purín de los alojamientos al tanque.

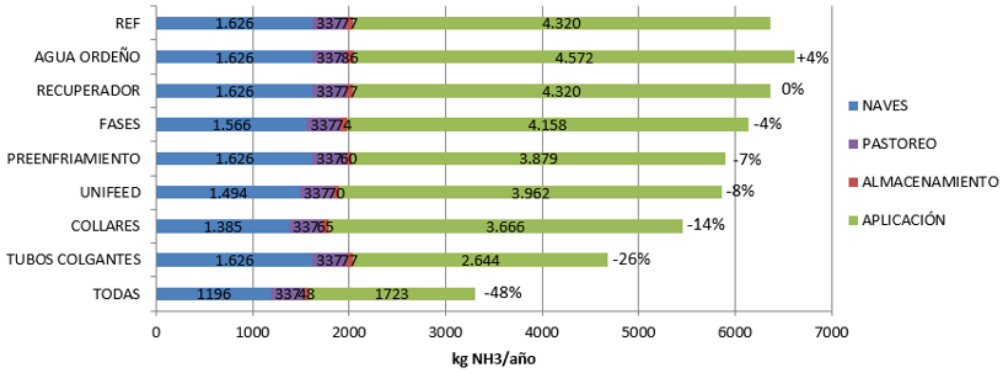
Gráfico 8. Evolución de las emisiones a lo largo del año en la situación de referencia. Tipología ensilado hierba.



Escenarios

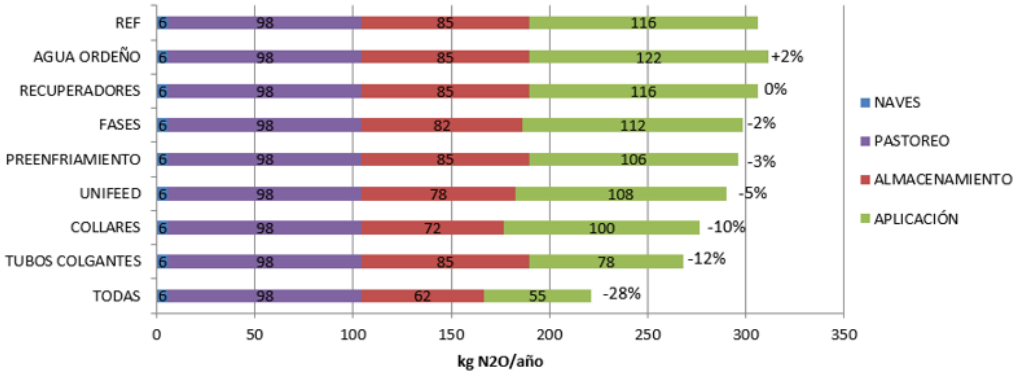
La reutilización del agua de ordeño incrementa las emisiones amoniacales en un 4% como consecuencia del incremento de la concentración de N el purín. El pre-enfriamiento de la leche, por el contrario, incrementa el consumo de agua, diluyendo el N en el purín y disminuyendo un 7% la emisión de amoniaco.
En la alimentación por fases, el software estima por defecto una reducción media en la ingestión de materia seca (IMS) de 1.25 kg/vaca/día en el lote de baja producción. Hemos considerado una distribución 50/50 entre baja y alta producción. El efecto es una reducción del 4% en las emisiones de amoniaco. Cuando se ajusta la PB en el Unifeed un punto, pasando del 16 al 15%, las emisiones de amoniaco se reducen un 8%. La utilización de collares, estima un ahorro de 2 kg concentrado/vaca/día en la nutrición de la cabaña en producción, lo que supone una reducción de las emisiones de NH_3 del 14%.
Los tubos colgantes son la MTD más eficiente en la reducción de emisiones amoniacales, con un 26% menos de NH_3. Si se implementan todas las MTD se consigue reducir prácticamente a la mitad las emisiones de NH3.

Gráfico 10. Efecto de las medidas sobre las emisiones de amoniaco. Tipología ensilado de hierba.



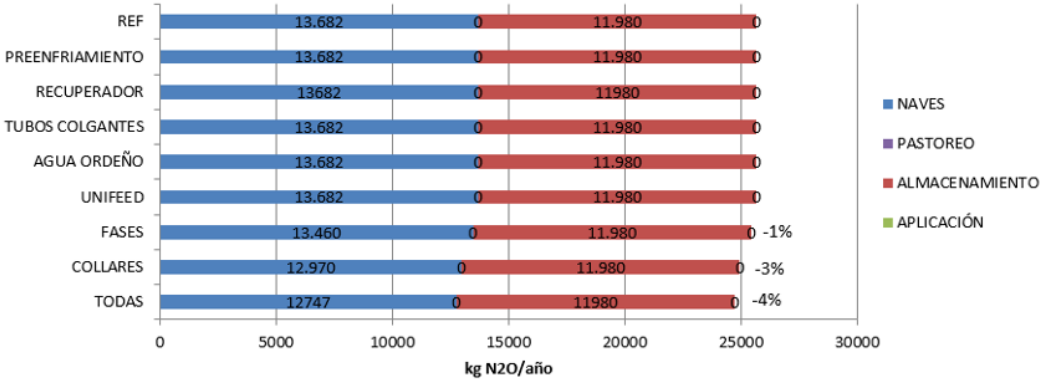
En el caso del nitroso se observan las mismas tendencias que en el amoniaco, pero en porcentajes más reducidos.

Gráfico 11. Efecto de las medidas sobre las emisiones de nitroso. Tipología ensilado hierba.



Las MTD seleccionadas apenas tienen incidencia sobre las emisiones de metano.

Gráfico 12. Efecto de las medidas sobre las emisiones de metano. Tipología ensilado de hierba.



En cuanto a la cantidad de material a aplicar, la reutilización del agua de ordeño reduce en 192 t la cantidad de purín a aplicar, mientras que el pre-enfriamiento lo incrementa en 485 t. Si se implementan ambas MTD (escenario TODAS), el purín se incrementa en 293 t.
Las MTD que ajustan la alimentación, reducen la cantidad de N excretado y por lo tanto de UFN que llegan al suelo tras la aplicación, sin embargo, expresado como % de N excretado que llega al suelo, el valor es el mismo que en la situación de referencia, un 52%.

Las mayores cantidades de UFN en suelo se obtienen con el uso de pre-enfriamiento y de tubos colgantes. Siendo el escenario de tubos colgantes y el de implementación de TODAS las MTD, las opciones las más eficientes en cuanto a N excretado que llega al suelo, 64 y 68%, respectivamente.

Tabla 19. Efecto de las medidas sobre el purín y los nutrientes tras la aplicación. Tipología ensilado de hierba.

PURÍN ANTES DE LA APLICACIÓN	UNIDADES	REFER.	AGUA DE ORDEÑO	TUBOS COLG.	PREENF.	COLLARES	FASES	UNIFEED	RECUPER.	TODAS
Cantidad	t	1702	1510	1702	2187	1702	1702	1702	1702	1995
Materia seca	% TM	6,7	7,5	6,7	5,2	6,7	6,7	6,7	6,7	5,7
Materia Orgánica	% TM	5,4	6,1	5,4	4,2	5,4	5,4	5,4	5,4	4,6
Nitrógeno Total	kg/t TM	5,1	5,7	5,1	3,9	4,3	4,9	4,6	5,1	3,1
Nitrógeno Amoniacal	kg N_NH4/t	2,8	3,2	2,8	2,2	2,4	2,7	2,6	2,8	1,7
Carbono	kg/t TM	38,0	42,9	38,0	29,6	38,0	38,0	38,0	38,0	32,5
Fósforo	kg P/t	0,9	1,0	0,9	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9	0,6
Potasio	kg K/t	2,6	2,9	2,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,6	1,9
Cobre	g/t TM	3,1	3,5	3,1	2,4	2,9	3,0	3,1	3,1	2,4
Zinc	g/t TM	12,7	14,3	12,7	9,9	10,9	12,3	12,7	12,7	8,9
pH		7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
C/N		7,5	7,5	7,5	7,5	8,9	7,8	8,2	7,5	10,3
NUTRIENTES EN SUELO TRAS LA APLICACIÓN (ESTIÉRCOL+PURÍN)	UNIDADES	REF	AGUA DE ORDEÑO	TUBOS COLG.	PREENF.	COLLARES	FASES	UNIFEED	RECUPER.	TODAS
UFN/año	kg	5645	5430	7025	6022	4880	5455	5226	5645	5470
UFP2O5/año	kg	3788	3788	3788	3788	3193	3648	3788	3788	3053
UFK2O/año	kg	6096	6096	6096	6096	5488	5912	6096	6096	5303
UFN respecto N excretado	%	52	50	64	55	52	52	52	52	68

En cuanto al consumo energético, el preenfriamiento de la leche supone un descenso del consumo eléctrico (kWh/año) y de las emisiones en CO2eq/año derivadas del balance energético (electricidad + combustibles) del 33% y del 12%, respectivamente. El recuperador de calor del 36% y 13%. Si se usaran ambas técnicas conjuntamente (escenario TODAS) los valores se sumarían, haciendo un total del 68% de ahorro eléctrico (24% de CO2eq/año).

CONSUMO DE AGUA

Las MTD con incidencia sobre los consumos de agua son la reutilización del agua de ordeño, que disminuye en un 6% el consumo total y el preenfriamiento de la leche, que lo aumenta en un 14%. El empleo de sistemas de preenfriamiento aumenta el consumo de agua en 2 partes de agua por 1 de leche. El programa considera por defecto que el 70% del agua consumida en el preenfriamiento de la leche se reutiliza en la explotación. Cuando ambas MTD se implementan de forma conjunta (escenario TODAS), el consumo se incrementa en un 9% respecto de la situación de referencia.

INDICADORES FECALES (IF)

El programa utiliza la siguiente escala en la evaluación de IF:

- Efecto neutral (Práctica desaconsejable): VALOR 0
- Efecto positivo (Buena práctica que reduce la presencia de patógenos en órdenes de magnitud de 1-2): VALOR 1
- Efecto muy positivo (Buena práctica que reduce la presencia de patógenos en órdenes de magnitud de 3 o más): VALOR 2

En la tabla siguiente se muestra el efecto sobre los IF en la situación de referencia.

Tabla 20. Efecto sobre indicadores fecales. Tipología ensilado de hierba. Situación de referencia.

FASE DEL MODELO		REFERENCIA
ALOJAMIENTO	MANEJO DE ANIMALES	
	Vacas lactación	0:Efecto neutral
	Vacas Secas	2:Efecto muy positivo
	Terneros < 12 meses	0:Efecto neutral
	Novillas 12-26 meses	2:Efecto muy positivo
	FRECUENCIA DE ELIMINACIÓN	
	Purín	0:Efecto neutral
	Estiercol	0:Efecto neutral
	MTD	0:Efecto neutral
	ACCESO A AGUA PASTOREO	2:Efecto muy positivo
ALMACENAMIENTO	Efecto FIO patógenos	0:Efecto neutral
APLICACIÓN	Evaluación FIO	0:Efecto neutral

El programa considera que el pastoreo incide de forma positiva en el bienestar de los animales y por lo tanto reduce la dispersión de patógenos por estrés, por eso se valora el manejo de los animales en pastoreo (vacas secas y novillas) de forma muy positiva (VALOR 2). Por otro lado, consideramos que los animales no tienen libre acceso a los cursos de agua donde sus deyecciones podrían afectar a la calidad de ésta (VALOR 2).
En cuanto las MTD simuladas, la única que incide sobre los IF es el uso de tubos colgantes con un VALOR de 1, puesto que al depositar el purín directamente en el suelo, disminuye la dispersión de patógenos en comparación con la aplicación en abanico.

MEJORA DE LA HERRAMIENTA BATFARM

Aunque en principio no estaba previsto, dentro de esta Acción, el subproyecto INTIA, ha abordado la mejora del modelo de aplicación en campo de la herramienta Batfarm. Actualmente este módulo calcula los nutrientes que quedan en el suelo tras la aplicación, es decir, descontando las emisiones de NH_3 y las emisiones de N_2O directas. El nuevo desarrollo ha consistido en crear otro módulo independiente, llamado **CULTIVO**, que, partiendo de los nutrientes en suelo, haga un balance nutricional sencillo entre los requerimientos de los cultivos y los aportes orgánicos realizados. Es decir, el objetivo no es realizar una herramienta de abonado, sino proporcionar información aproximada a los usuarios en cuanto al impacto relativo que pueden tener la incorporación de ciertas medidas o MTD en su explotación sobre los nutrientes aportados a los cultivos de origen orgánico y los nutrientes a complementar por abonos químicos. A continuación, se describe, de forma general, la metodología usada por el modelo.
Los usuarios indican para cada producto orgánico aplicado, el cultivo para el que se realiza dicho aporte, si es fondo/cobertera, la periodicidad (anual, bianual, trianual, ocasional), la superficie y el rendimiento. Con esta información el programa realiza los siguientes cálculos:

- **Coeficiente de equivalencia** o valor fertilizante del nitrógeno correspondiente a cada material. El valor fertilizante de un producto orgánico expresa la eficacia de un elemento fertilizante aportado bajo esta forma de residuo con relación a un abono mineral de referencia. Este valor fertilizante o porcentaje de equivalencia se calcula en ensayos de abonado con dosis sucesivas de nitrógeno de origen mineral y de origen orgánico. INTIA mantiene ensayos de campo con productos orgánicos en diferentes cultivos, cuyos resultados se han incorporado en el modelo.

- **Aporte de nutrientes por los materiales orgánicos**. A partir de la cantidad de nutrientes en el suelo tras la aplicación y el coeficiente de equivalencia del N, el modelo calcula los nutrientes aportados por cada material.

- **Requerimiento de los cultivos**. Las necesidades de cada uno de los elementos fertilizantes son variables, dependen del cultivo, de la cosecha esperada por hectárea, de la extracción de nutrientes por tonelada de cosecha, de los aportes del suelo, de los aportes de los restos de cosecha, de los aportes orgánicos anteriores y del tipo de suelo y su fertilidad. El modelo aborda este cálculo de una forma muy simplificada, en base a una tabla en la que, para cultivo y momento, se calculan los requerimientos de N, P2O5 y K2O, considerando el rendimiento indicado.

- **Balance de nutrientes**. Con los valores anteriores el modelo calcula la diferencia entre los requerimientos de los cultivos y los aportes orgánicos. Dicho balance lo realiza por nutriente (N, P2O5, K2O), cultivo y momento de aplicación, así como para el total de la explotación. El modelo proporciona además el porcentaje de fertilización realizada para cada nutriente en base a abonos orgánicos.

Actividad 5.2.2 "Estimación de la huella de C y otros impactos medioambientales"

La información recogida se ha introducido en la herramienta NAIA 3.0 para el cálculo de la huella de carbono y otros indicadores ambientales para las 19 explotaciones gallegas (Tabla 21 y Gráfica 13) como para las 8 navarras (Tabla 22 y Gráfica 14). Los resultados están agrupados según tipologías donde: PE es pastoreo ecológico, PC: pastoreo convencional, SH: silo de hierba, SH+SM: Silo de hierba + silo de maíz y SM: silo de maíz.

Tabla 21. Indicadores ambientales con el modelo NAIA para explotaciones gallegas según tipologías (PE: pastoreo convencional, PC: pastoreo convencional, SH: silo de hierba, SH+SM: Silo de hierba + silo de maíz y SM: silo de maíz).

	PE	PC		SH		SH+SM		SM	
N	2	4		3		5		5	
	Media	Media	Desv st	Media	Desv st	Media	Desv st	Media	Desv st
UGM/ha SAU	1.21	1.66	0.04	2.01	0.88	2.54	0.81	2.61	0.54
kg N/ha SAU	126.56	174.42	7.43	213.33	94.11	270.61	85.08	276.54	57.96
UGM/ha SAU forrajera	1.21	1.66	0.04	2.01	0.88	2.54	0.81	3.33	1.33
Kg CO_2-e/ha	5144.84	11367.28	1927.10	14558.10	6698.91	16735.65	5489.23	18596.38	2526.96
kg CO2-e/l de leche	1.02	1.15	0.19	0.92	0.03	0.81	0.05	0.71	0.13

Gráfico 13. Kg CO2-e por ha calculado con el modelo NAIA para explotaciones gallegas según tipologías (PE: pastoreo convencional, PC: pastoreo convencional, SH: silo de hierba, SH+SM: Silo de hierba + silo de maíz y SM: silo de maíz).

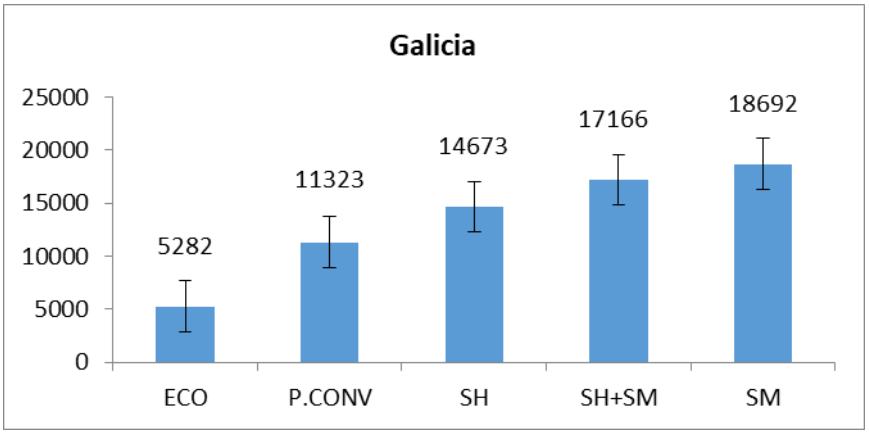
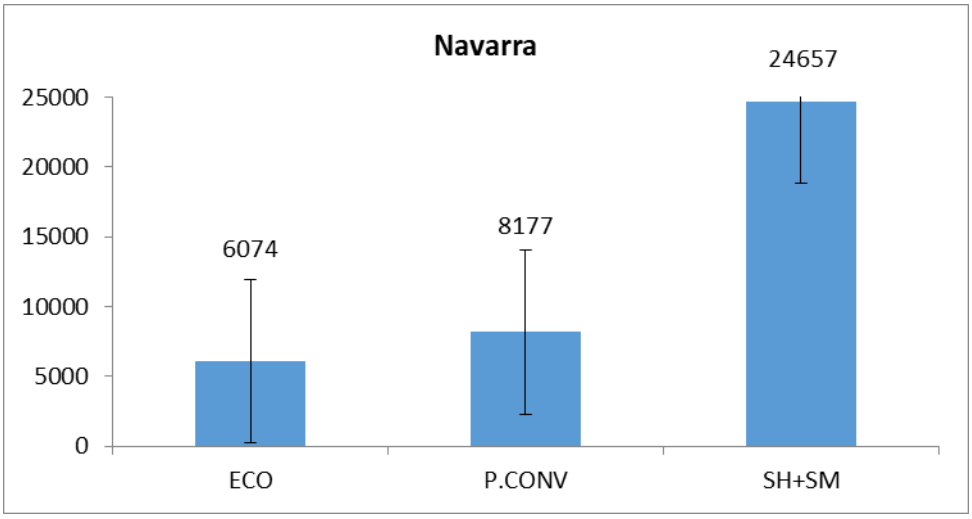


Tabla 22. Indicadores ambientales con el modelo NAIA para explotaciones navarras según tipologías (PE: pastoreo convencional, PC: pastoreo convencional, SH+SM: Silo de hierba + silo de maíz).

	PE	PC		SH+SM	
N	1	3		4	
		Media	Desv st	Media	Desv st
UGM/ha SAU	0.83	1.91	0.37	3.05	1.37
kg N/ha SAU	91.44	191.59	73.80	335.46	151.29
UGM/ha SAU forrajera	0.83	1.91	0.37	3.58	1.52
Kg CO_2-e/ha	4926.62	12135.86	4823.54	24468.56	12505.21
kg CO_2-e/l de leche	1.41	1.06	0.31	1.20	0.18

Gráfico 14. Kg CO2-e por ha calculado con el modelo NAIA para explotaciones navarras según tipologías (PE: pastoreo convencional, PC: pastoreo convencional, SH+SM: Silo de hierba + silo de maíz).



En ambas comunidades se observa que las emisiones totales en kg CO_2 equivalentes por ha son mayores cuanto más intensivo es el sistema, pero si nos fijamos en las emisiones por litro de leche el ranking se invierte.

Esta información parcial será integrada en la acción 5.2.3, junto con los rsultados obtenidos por NEIKER para las explotaciones de pais Vasco, Cantabria y Asturias.