

remedia
RED CIENTÍFICA DE MITIGACIÓN DE EMISIONES
DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL
SECTOR AGROFORESTAL

WELCOME TO

valencia
10 | 11 abril 2014

remedia
III workshop
Consolidando la red

LIBRO DE RESÚMENES

www.remedia2014.org

DAIRYCant, UNA HERRAMIENTA ORIENTADA A MITIGAR LOS GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LAS EXPLOTACIONES LECHERAS

Salcedo^a, G.; Pérez^b, F.

^aDpto. Tecnología Agraria, I.E.S. "La Granja", 39792 Heras, Cantabria

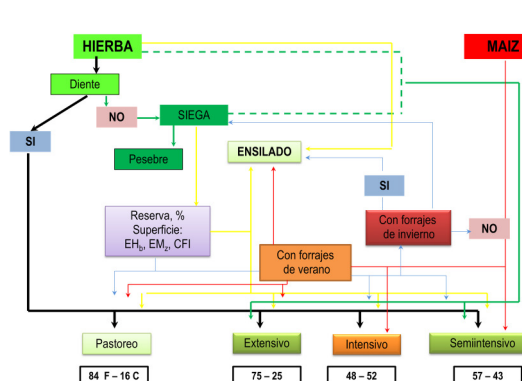
^bGrupo de Tecnologías de la Información. Dpto. de Matemática Aplicada y Ciencias de la Computación. Universidad de Cantabria

1. Introducción

El manejo de la alimentación y las deyecciones ganaderas son entre otros, la causa del aumento de los gases efecto invernadero (GEI) en las explotaciones lecheras del norte de España. Diferentes modelos (SMS_{DAIRY}, del Prado y Scholefield 2008; DairyGEM, Rotz *et al.*, 2010; Nutgranja, del Prado *et al.*, 2013) contribuyen dirigir el manejo y minimizar los riesgos ambientales. El DAIRYCant se presenta como una herramienta que secunde la toma de decisiones en el sistema ganado/planta/suelo en las explotaciones lecheras del arco atlántico. Su contribución principal es la diferenciación entre sistemas productivos [Pastoreo (P), Extensivo (Ex) e Intensivo (I)] a partir del *manejo alimenticio*. Los *outputs* son referidos a escala de hectárea y mes en P y Ex y hectárea año los intensivos.

2. Descripción y componentes del modelo

El "DAIRYCant" es un modelo empírico basado en la investigación y el análisis estadístico que simula aspectos de *manejo* relacionados con la *producción de leche y la salud ambiental de las explotaciones lecheras*. Desarrollado en la Unidad de Producción de Leche del I.E.S. "La Granja" (Cantabria) en régimen de pastoreo experimental (Salcedo, 2006) y en explotaciones comerciales intensivas (Salcedo, 2011). Las ecuaciones del pastoreo experimental (**Pas_{exp}**) a escala de ha⁻¹ y mes son extrapoladas a los sistemas Extensivos (**Ex**) a partir de **inputs** como superficie, animales, abonado, cuota, energía, alimentación, climatología y suelo, procedentes del proyecto INIA RTA2006-00132-CO2-1. Mientras, la de los Intensivos (**I**) y Semi-intensivos (**S**) del proyecto 05-640-02.2174 financiado por la Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Cantabria. Así, el DAIRYCant agrupa cuatro sistemas de alimentación en función del aprovechamiento de la hierba (Figura 1).



Los **outputs** son obtenidos por regresión lineal múltiple paso a paso, diagnosticándose la colinealidad con el factor inflado de la varianza (FIV), asumiendo un valor de corte inferior a 10. Aquellos se agrupan en diferentes módulos de simulación: i) *Producción de hierba y manejo del pastoreo*; ii) *Alimentación, producción y composición química de la leche*; iii) *Balance de N y P*; iv) *Emisión de gases efecto invernadero* y vi) *Fertilización*.

Figura 1. Sistemas de producción de leche

La producción de hierba (incluida el ensilado, EH) en los **Ex** se estima a partir variables *climáticas*: radiación solar, temperatura, precipitaciones, ETP; *pradera*: altura, carga ganadera, días y número de pastoreos, *fertilización inorgánica* y *suplementación*. El aumento de días por pastoreo y número de aprovechamientos cuando las vacas reciben forraje extra también es analizado. Los rendimientos de hierba estimados en los **I** y **S** son de 7,5 t de MS ha⁻¹, conservándose para EH el 100% y 60% respectivamente y, el 40% restante de los segundos se consume en verde. La biomasa de maíz para ensilado se

estima a partir del aporte de fertilizante nitrogenado inorgánico (kg ha^{-1}), su contenido en N (g N kg^{-1} MS) y los días de cultivo. Los cultivos forrajeros de invierno se asumen producciones de 6-8 t de MS ha^{-1} .

La ingestión de pasto en los **E** se estima a partir de la hierba ofertada, días de pastoreo y consumo de pienso. El ensilado de hierba o maíz que potencialmente puede suplementarse durante el pastoreo (marzo a noviembre) es calculado. El suministro y cantidad de alimentos en los **I** y **S** es decisión del ganadero. El aporte de **nutrientes** se compara con el NRC (2001) y CNCPS (6.1) considerando litros, días en leche, peso vivo, variación de peso, número de lactación, distancia recorrida, porcentaje de grasa y proteína. El modelo incluye una base de alimentos forrajeros y mezclas propia y, los concentrados proceden de FEDNA.

El **potencial de leche** (kg VL día y kg ha^{-1} y mes) atribuido a la dieta y al forraje durante el pastoreo en los **Ex** se predice por diferencia entre la energía ingerida y el mantenimiento, dividido por 0,74 (Mcal ENI L^{-1} leche al 4% graso). La valoración en los **I** a partir del consumo de EM, kg pienso, g N kg MS dieta y kg de FND; mientras en los **S** son los kg de pienso y semana de lactación. Las concentraciones de urea, el coste energético del exceso de urea y su equivalencia en litros de leche, NUE y PUE, así como el perfil de ácidos grasos son también valorados.

Las **heces** son cuantificadas a partir de la materia seca y nutrientes ingeridos y la orina a partir del consumo de proteína bruta (Salcedo, 2006) y el P de las heces (Salcedo, 2007). La **excreción de N y P** (kg ha^{-1}), tiempo de almacenamiento del purín y el número de veces que puede vaciarse la fosa son utilizados para el módulo de fertilización.

Los **gases de efecto invernadero** evaluados son CH_4 , N_2O y CO_2 . El CH_4 del estiércol (IPCC, 1987), el entérico (Salcedo, 2012). Las emisiones de N_2O se dividen en directas: del establo; estercolero; pastoreo; aplicación de fertilizante; volatilización; lixiviados; aporte de purín; fijación biológica; rumen; energía y restos de cosecha. Las indirectas: compra de fertilizantes, forrajes y concentrados. El DAIRYCant asume un consumo de gasoil equivalente a 50 en **Past_{exp}** y **Ex**, 80 **Se** y 100 litros de gasoil UGM^{-1} los **I** y, $0,0562 \text{ KWh kg}^{-1}$ leche. Dos impactos ambientales son estimados: **potencial de acidificación** expresado en $\text{SO}_2\text{-eq}$ y el **de eutrofización** en $\text{NO}_3\text{-eq}$.

El **balance global** del N del suelo es estimado por diferencia entre las entradas y salidas: [entradas ($\text{orgánico} + \text{inorgánico} + \text{atmosférico} + \text{simbiótico} + \text{reciclado} + \text{pérdidas mecánicas}$)] – [salidas ($\text{NH}_3 + \text{NO} + \text{N}_2\text{O} + \text{NO}_3$) + extracciones]. El balance de P como: [entradas ($\text{orgánico} + \text{inorgánico} + \text{reciclado} + \text{pérdidas mecánicas}$)] – [salidas (extracciones)]. La **fertilización** es evaluada a partir de las normas de fertilización, considerando el análisis de suelo, reciclaje, aportaciones y extracciones.

3. Referencias

IPCC, 1996. Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Chapter 4, Agriculture.

Salcedo, G. 2006. Uso sostenible del nitrógeno en la alimentación de vacas lecheras. Documentos técnicos de Medio Ambiente, 263 pág.

Salcedo, G. 2011. Minimización y aprovechamiento del purín en origen de las explotaciones lecheras de Cantabria. Consejería de Medio Ambiente, 681 pág.

Weidema, B.P.; Mortensen, B.; Nielsen, P.; Hauschild, M. 1996. Elements of an Impact Assessment of Wheat Production. Institute for Product Development, Technical University of Denmark, pp. 1–12.

Del Prado, A.; Scholefield, D. 2008. Use of SIMSDAIRY modelling framework system to compare the scope on the sustainability of a dairy farm of animal and plant genetic-based improvements with management-based changes. *J. Agri. Sci.* 146, 195-211.

Del Prado, A.; Corré, W.; Pinto, M.; del Hierro, O.; Oenema, O. 2013. Nutgranja 2.0: development and test of a simple farm model to simulate GHG emissions, N losses, and P emissions from dairy farms. II Workshop on mitigation of greenhouse gasses from the Spanish agroforestry sector. Zaragoza, 47-49.

Rotz, C.A., F. Montes, and D.S. Chianese. 2010. The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment. *J. Dairy Sci.* 93(3):1 266-1 282.