

Impactos y adaptación al cambio climático en rumiantes

MATERIAL COMPLEMENTARIO

A. del Prado, P.E. Galán, I. Batalla y G. Pardo

Complemento 1. Literatura e información analizada pero no mostrada en el artículo

C. 1.1. Proyectos y revisiones

Las fuentes revisadas incluyen proyectos financiados por la UE como el EU FACCE JPI MACSUR Knowledge Hub: <http://macsur.eu/>; proyectos del programa de la UE FP7: ANIMALCHANGE: <http://www.animalchange.eu/>; MULTISWARD: <https://www.multisward.eu/>; SOLID: <http://www.solidairy.eu/>; LegumeFutures: <http://www.legumefutures.de/>; OPTIBARN <http://www.optibarn.eu/> y el proyecto de la UE del programa H2020 iSAGE <https://www.isage.eu/>.

C. 1.2. Literatura no incorporada por limitaciones editoriales:

- Zona termoneutral para ovino entre 12 °C y 25 °C: Curtis, 1983; Taylor 1992; Nikitchenko *et al.* (1988)
- Aclimatación en vacuno en regiones templadas con umbrales ITH más bajos: Brügemann *et al.* (2011); Carabaño *et al.* (2016).
- Literatura sobre el efecto del estrés por calor sobre la productividad lechera en Figura 2: Barash *et al.* (2001); Bohmanova *et al.* (2007); Bouraoui *et al.* (2002); Brügemann *et al.* (2012); Bryant *et al.* (2007); Carabaño *et al.* (2014); Klinedinst *et al.* (1993); St-Pierre *et al.* (2003); West *et al.* (2003); Collier *et al.* (2009).
- Literatura sobre el efecto del estrés por calor sobre fertilidad en vacuno lechero en Figura 2: Rensis y Scaramuzzi (2003).
- Literatura sobre el efecto del estrés por calor sobre mortalidad en vacuno lechero en Figura 2: Morignat *et al.* (2014); Nienaber y Hahn (2007); Vitali *et al.* (2009).

- Literatura sobre como el contenido de grasa en la leche vacuna disminuye en verano: (Bernabucci *et al.* (1999); Bertocchi *et al.* (2014); Bouraoui *et al.* (2002); Nudda *et al.* (2005) Carabaño *et al.* (2014); Hamzaoui *et al.* (2013); Salama *et al.* (2014).
- Literatura sobre como el contenido de proteína en la leche vacuna disminuye en verano: Bernabucci *et al.* (1999); Bertocchi *et al.* (2014); Bouraoui *et al.* (2002); Carabaño *et al.* (2014); Lambertz *et al.* (2014); Sevi *et al.* (2002)); Menéndez-Buxadera *et al.* (2012); Hamzaoui *et al.* (2013).
- Literatura sobre como una mayor concentración de CO₂ atmosférica aumenta el crecimiento y el rendimiento de las plantas: Ainsworth y Long (2005); Nowak *et al.* (2004).
- Literatura sobre como los pastos dominados por especies C3, con un CO₂ mayor en la atmósfera parece que disminuye la concentración de proteína en las plantas no leguminosas: Soussana *et al.* (1996); Isopp *et al.* (2000); Myers *et al.* (2014).
- Literatura sobre como en latitudes medias a altas de Europa y en regiones montañosas, se espera que el aumento de las temperaturas tenga un efecto positivo en la producción de plantas: Graux *et al.* (2013).
- Literatura sobre diferentes experimentos que han demostrado que los niveles elevados de CO₂ atmosférico puede aumentar la capacidad de absorción de nutrientes al mejorar el crecimiento de las raíces de las plantas C3 y las asociaciones con micorrizas: Rillig *et al.* (1998); Sardans y Peñuelas, 2013; Soussana *et al.* (1996); Hebeisen *et al.* (1997); Reich *et al.* (2001).
- Literatura sobre las interacciones positivas entre especies leguminosas y no leguminosas que conducen a un mejor acceso al agua desde niveles más profundos y a una menor vulnerabilidad a las limitaciones de N del suelo: Hoekstra *et al.* (2015); Hofer *et al.* (2017).

- Literatura sobre diferentes subproductos de las actividades agrícolas, forestales, agroindustriales y de bioenergía para alimentar a los rumiantes como respuesta adaptativa a las limitaciones estacionales del suministro de forraje: López y Fernández (2013); Rinne *et al.* (2014); Vasta *et al.* (2008).

Referencias Bibliográficas

- Ainsworth EA, Long SP (2005). What have we learned from 15 years of free-air CO₂ enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO₂. *New Phytologist* 165: 351-372. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01224.x>.
- Barash H, Silanikove N, Shamay A, Ezra E (2001). Interrelationships among ambient temperature, day Length, and milk yield in dairy cows under a Mediterranean climate. *Journal of Dairy Science* 84: 2314-2320. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)74679-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)74679-6).
- Bernabucci U, Bani P, Ronchi B, Lacetera N, Nardone A (1999). Influence of short-and long-term exposure to a hot environment on rumen passage rate and diet digestibility by Friesian heifers. *Journal of Dairy Science* 82: 967-973. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75316-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75316-6).
- Bertocchi L, Vitali A, Lacetera N, Nardone A, Varisco G, Bernabucci U (2014). Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. *Animal* 8: 667-674. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000032>.
- Bohmanova J, Misztal I, Cole JB (2007). Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. *Journal of Dairy Science* 90: 1947-1956. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>.

- Bouraoui R, Lahmar M, Majdoubc A, Djemali M, Belyead R (2002). The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a Mediterranean climate. *Animal Research* 51: 479-491. <https://doi.org/10.1051/animres:2002036>.
- Brügemann K, Gernand E, von Borstel UU, König S (2011). Genetic analyses of protein yield in dairy cows applying random regression models with time-dependent and temperature $\times$ humidity-dependent covariates. *Journal of Dairy Science* 94: 4129-4139. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4063>.
- Brügemann K, Gernand E, König von Borstel U, König S (2012). Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. *Archiv Tierzucht* 55: 13-24.
- Bryant JR, López-Villalobos N, Pryce JE, Holmes CW, Johnson DL (2007). Quantifying the effect of thermal environment on production traits in three breeds of dairy cattle in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 50: 327-338. <https://doi.org/10.1080/00288230709510301>.
- Carabaño MJ, Bachagha K, Ramón M, Díaz C (2014). Modeling heat stress effect on Holstein cows under hot and dry conditions: Selection tools. *Journal of Dairy Science* 97: 7889-7904. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-8023>.
- Carabaño MJ, Logar B, Bormann J, Minet J, Vanrobays ML, Díaz C, Tychon B, Gengler N, Hammami H (2016). Modelling heat stress under different environmental conditions. *Journal of Dairy Science* 99(5): 3798-3814. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2015-10212>.
- Collier RJ, Zimbelman RB, Rhoads RP, Rhoads ML, Duff GC, Baumgard LH, (2009). A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. *Western Dairy Management Conference Proceedings*, 9-11 marzo, Reno, Estados Unidos.

- Curtis SE (1983). Environmental Management in Animal Agriculture. Iowa State Press, Ames. 409 pp.
- Graux AI, Bellocchi G, Lardy R, Soussana JF (2013). Ensemble modelling of climate change risks and opportunities for managed grasslands in France. *Agricultural and Forest Meteorology* 170: 114-131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.06.010>.
- Hamzaoui S, Salama AAK, Albanell E, Such X, Caja G (2013). Physiological responses and lactational performances of late-lactation dairy goats under heat stress conditions. *Journal of dairy science* 96: 6355-6365. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6665>.
- Hebeisen T, Lüscher A, Zanetti S, Fischer B, Hartwig U, Frehner M, Hendrey G, Blum H, Nösberger J (1997). Growth response of *Trifolium repens* L. and *Lolium perenne* L. as monocultures and bi-species mixture to free air CO₂ enrichment and management. *Global Change Biology* 3: 149-160. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.1997.00073.x>.
- Hoekstra NJ, Suter M, Finn JA, Husse S Lüscher A (2015). Do belowground vertical niche differences between deep-and shallow-rooted species enhance resource uptake and drought resistance in grassland mixtures? *Plant and soil* 394(1-2): 21-34. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2352-x>.
- Hofer D, Suter M, Buchmann N, Lüscher A (2017). Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 236: 312-332 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.11.022>.
- Isopp H, Frehner M, Almeida JP, Blum H, Daepf M, Hartwig UA, Lüscher A, Suter D, Nösberger J (2000). Nitrogen plays a major role in leaves when source-sink relations change: C and N metabolism in *Lolium perenne* growing under free air CO₂ enrichment. *Functional Plant Biology* 27: 851-858. <https://doi.org/10.1071/PP99151>.

- Klinedinst PL, Wilhite DA, Hahn GL, Hubbard KG (1993). The potential effects of climate change on summer season dairy cattle milk production and reproduction. *Climatic Change* 23: 21-36. <https://doi.org/10.1007/BF01092679>.
- Lambertz C, Sanker C, Gauly M (2014). Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *Journal of Dairy Science* 97: 319-329. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7217>.
- López MC, Fernández C (2013). Energy partitioning and substrate oxidation by Murciano-Granadina goats during mid lactation fed soy hulls and corn gluten feed blend as a replacement for corn grain. *Journal of Dairy Science* 96: 4542-4552. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6473>.
- Menéndez-Buxadera A, Molina A, Arrebola F, Clemente I, Serradilla JM (2012). Genetic variation of adaptation to heat stress in two Spanish dairy goat breeds. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 129: 306-315. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0388.2011.00984.x>.
- Morignat E, Perrin JB, Gay E, Vinard JL, Calavas D, Hénaux V (2014). Assessment of the impact of the 2003 and 2006 heat waves on cattle mortality in France. *PLoS ONE* 9(3): e93176. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093176>.
- Myers SS, Zanobetti A, Kloog I, Huybers P, Leakey ADB, Bloom AJ, Carlisle E, Dietterich LH, Fitzgerald G, Hasegawa T, Holbrook NM, Nelson RL, Ottman MJ, Raboy V, Sakai H, Sartor KA, Schwartz J, Seneweera S, Tausz M, Usui Y (2014). Increasing CO₂ threatens human nutrition. *Nature* 510: 139-42. <https://doi.org/10.1038/nature13179>.
- Nienaber JA, Hahn GL (2007). Livestock production system management responses to thermal challenges. *International Journal of Biometeorology* 52: 149-157. <https://doi.org/10.1007/s00484-007-0103-x>.

- Nikitchenko IN, Plyaschenko SI, Zenkov AC (1988). Stresses and productivity of farm animals. Minsk: Urajai Publishing House. 200 pp.
- Nowak RS, Ellsworth DS, Smith SD (2004). Functional responses of plants to elevated atmospheric CO₂ - Do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions? *New Phytologist* 162: 253-280. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01033.x>.
- Nudda A, McGuire MA, Battacone G, Pulina G (2005). Seasonal variation in conjugated linoleic acid and vaccenic acid in milk fat of sheep and its transfer to cheese and ricotta. *Journal of Dairy Science* 88(4): 1311-1319. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72797-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72797-1).
- Reich PB, Knops J, Tilman D, Craine J, Ellsworth D, Tjoelker M, Lee T, Wedin D, Naeem S, Bahauddin D, Hendrey G, Jose S, Wrage K, Goth J, Bengtson W (2001). Plant diversity enhances ecosystem responses to elevated CO₂ and nitrogen deposition. *Nature* 410: 809-810. <https://doi.org/10.1038/35071062>.
- Rensis FD, Scaramuzzi RJ (2003). Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow, a review. *Theriogenology* 60: 1139-1151. [https://doi.org/10.1016/s0093-691x\(03\)00126-2](https://doi.org/10.1016/s0093-691x(03)00126-2).
- Rillig MC, Allen MF, Klironomos JN, Chiariello NR, Field CB (1998). Plant species-specific changes in root-inhabiting fungi in a California annual grassland: responses to elevated CO₂ and nutrients. *Oecologia* 113: 252-259. <https://doi.org/10.1007/s004420050376>.
- Rinne M, Dragomir C, Kuoppala K, Smith J, Yáñez-Ruiz D (2014). Novel feeds for organic dairy chains. *Organic agriculture* 4: 275-284. <https://doi.org/10.1007/s13165-014-0081-3>.

- Salama AAK, Caja G, Hamzaoui S, Badaoui B, Castro-Costa A, Facanha DAE, Guilhermino MM, Bozzi R (2014). Different levels of response to heat stress in dairy goats. *Small Ruminant Research* 121: 73-79. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.11.021>.
- Sardans J, Peñuelas J (2013). Plant-soil interactions in Mediterranean forest and shrublands: impacts of climatic change. *Plant Soil* 365: 1-33. <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1591-6>.
- Sevi A, Albenzio M, Annicchiarico G, Caroprese M, Marino R, Taibi L (2002). Effects of ventilation regimen on the welfare and performance of lactating ewes in summer. *Journal of Animal Science* 80: 2349-2361. <https://doi.org/10.1093/ansci/80.9.2349>.
- Soussana JF, Casella E, Loiseau P (1996). Long-term effects of CO₂ enrichment and temperature increase on a temperate grass sward. *Plant and Soil* 182(1): 101-114. <https://doi.org/10.1007/BF00010999>.
- St-Pierre NR, Cobanov B, Schnitkey G (2003). Economic losses from heat stress by US livestock industries. *Journal of Dairy Science* 86(Supplement): E52-E77. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)74040-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)74040-5).
- Taylor RE (1992). Adaptation to the environment. En: *Scientific Farm Animal Production*. Macmillan Publishing Company, New York. pp 355-368.
- Vasta V, Nudda A, Cannas A, Lanza M, Priolo A (2008). Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology* 147: 223-246. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.020>.
- Vitali A, Segnalini M, Bertocchi L, Bernabucci U, Nardone A, Lacetera N (2009). Seasonal pattern of mortality and relationships between mortality and temperature-humidity index in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92: 3781-3790. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2127>.

West JW, Mullinix BG, Bernard JK (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86: 232-242. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(03\)73602-9](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(03)73602-9).

Complemento 2. Modelos a escala de explotación utilizados en la sección “Ejemplos de impactos y adaptación a nivel de explotación (predicciones)”

C2.1. SIMS_{DAIRY} (Del Prado et al., 2011)

SIMS_{DAIRY} es un innovador marco de modelización a escala de explotación que integra la simulación de las interacciones entre: (i) condiciones edafo-climáticas, (ii) el manejo de una explotación lechera y (iii) la posibilidad de usar rasgos genéticos distintos a los actuales en plantas y vacas del sistema de la explotación y su efecto sobre la sostenibilidad de la explotación. Dicha sostenibilidad se define en cuanto a resultados de: (a) impactos medioambientales de N (NH_3 , N_2O , NO_x , lixiviación de NO_3^-), P (lixiviados, escorrentía y sedimentación) y C (CO_2 y CH_4), (b) la viabilidad económica, (c) la calidad del suelo, (d) la biodiversidad vegetal, (e) el bienestar animal, (f) la calidad de la leche y (g) la estética paisajística. Incorpora a su vez un procedimiento para optimización temporal y espacial del fertilizante de N teniendo diferentes opciones como criterio (p. ej. minimización de N_2O / L leche) y usando como objetivo la producción de la misma materia seca en el pasto del escenario sin optimizar. SIMS_{DAIRY} integra diferentes modelos existentes (modificados) y nuevos submodelos en una misma herramienta de software, los cuales interaccionan con el fin de capturar la complejidad de las interrelaciones y retroalimentaciones de los flujos de materia (N, C y P), internos y externos, en una explotación ganadera. Dentro de los cálculos se incluye la predicción de:

- (i) ingesta, requerimientos, excreta de materia seca, energía y nutrientes para las diferentes clases de animales estabulados o en pastoreo
- (ii) el CH_4 entérico
- (iii) las pérdidas de N y CH_4 de la fase de producción y almacenaje de purín/estiércol en función de diferentes formas de almacenaje y/o dieta

- (iv) las pérdidas de P y el balance hídrico en el sistema suelo-planta, (v) la productividad de las praderas y otros campos destinados a forrajes
- (v) las pérdidas de N y C a través del ciclado de N/C en los diferentes campos (incluye la aplicación de purines/estiércoles con diferentes técnicas); el balance hídrico calculado en la fase iv y la cantidad de N de los purines provenientes de la fase iii se usan como inputs. El fertilizante mineral de N puede optimizarse en esta fase de cálculo
- (vi) el área de praderas o cultivos forrajeros necesaria para alimentar a los animales (se tiene en cuenta las pérdidas en el proceso de ensilado)
- (vii) la energía empleada, directa o indirectamente, y las emisiones asociadas a la misma
- (viii) atributos de sostenibilidad a través de índices
- (ix) viabilidad económica

El modelo es muy sensible no sólo al manejo, sino también a las condiciones climáticas, la topografía y las características del suelo. El efecto de las prácticas del manejo se simula para un promedio de año climático dentro de los diferentes componentes y a través de diferentes procesos en el sistema suelo-planta-animal y mediante cálculos (time-step) mensuales.

C2.2. SIMS_{SR} (Del Prado et al., 2019)

SIMS_{SR} un modelo a escala de explotación para el estudio de sostenibilidad (e.g. GEI) de explotaciones de pequeños rumiantes en Europa. Su desarrollo está inspirado en el marco de modelización existente para sistemas de ganado lechero SIMS_{DAIRY}. SIMS_{SR} simula las interacciones a nivel de flujos de nutrientes y energía entre el rebaño de animales, el manejo de la tierra, el clima y los rasgos genéticos (tanto de los animales como de las plantas) y su efecto en: pérdidas medioambientales (pérdidas de N y C en el sistema suelo-planta-animal de un sistema de cría de ovejas / cabras) y económicas.

El principal objetivo de SIMS_{SR} es poder simular escenarios actuales y futuros para la evaluación de la sostenibilidad. La estructura del nuevo modelo de granja es flexible y

versátil, por lo que puede simular granjas con diferentes sistemas de producción en Europa y razas.

Complemento 3. Modelos a escala de explotación utilizados en la sección “Ejemplos de impactos y adaptación a nivel de explotación (predicciones)”

C 3.1. Para estudiar el “Efecto del estrés por calor sobre la productividad de la leche y la ingesta de MS, estrategias de adaptación y sinergias de compensación con la mitigación del cambio climático en las ovejas lactantes”

Elegimos un sistema de cría de ovejas lecheras ubicado en Castilla la Mancha (centro de España) (raza Manchega). Seleccionamos un evento extremo de ola de calor de 7 días (en verano de 2015). Las ovejas están completamente alojadas y alimentadas con heno de alfalfa y maíz como se muestra en la Tabla C3.1. La temperatura diaria se muestra para las diferentes situaciones (Figura C3.1).

Tabla C3.1. Características de la dieta de las
ovejas lactantes de raza Manchega

*Table C3.1. Diet characteristics for lactating
Manchega breed ewes*

Alimentación	%	EB	ED	EM
(MJ/kg DM)				
Alfalfa (heno)	90%	18,2	10,6	8,4
Maíz	10%	18,7	16,1	13,6

EB: energía bruta, ED: energía digestible, EM:
energía metabolizable

El modelo se corrió bajo 4 escenarios diferentes:

- Sin estrés por calor: sin HS
- Bajo estrés por calor: HS (no adaptado)
- Bajo estrés por calor, pero adaptado a través de una dieta de mayor densidad (reemplazando 10% de MS de heno en la ración de la dieta con harina de soja): HS (dieta adaptada)
- Bajo estrés por calor, pero adaptado mediante pulverización con agua a los animales: HS (pulverización adaptada)

La Figura C3.1 muestra los resultados de reducción de leche de este primer estudio para los diferentes escenarios en comparación con el escenario sin estrés por calor considerado. Las ovejas simuladas no adaptadas resultaron en pérdidas de más del 20 % de producción de leche del día más caluroso. La alimentación de mayor densidad ayudó a mejorar parte del efecto del estrés por calor en la ingesta de MS (datos no mostrados) y la productividad de la leche. La pulverización tuvo un efecto modesto en la reducción del impacto del estrés por calor en los animales.

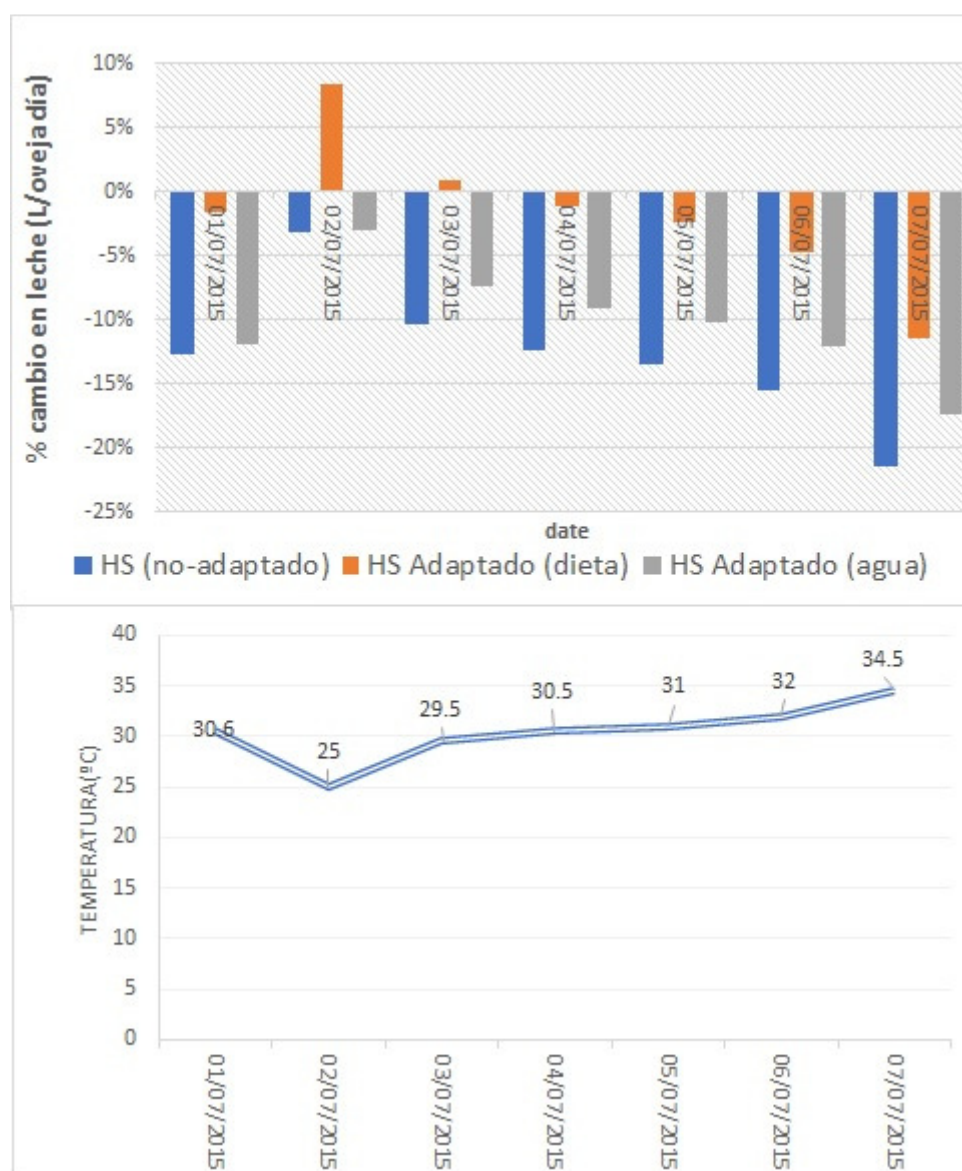


Figura C3.1. Cambio en la productividad de la leche (%) para ovejas lactantes para no adaptadas (barras azules), adaptadas a través de la dieta

(barras anaranjadas) y adaptadas a través de la pulverización de los animales (barras grises). La doble línea azul indica la temperatura promedio diaria (°C) durante este período.

Figure C3.1. Changes in milk productivity (%) for lactating ewes without adaptation (blue bars), adapted through diet changes (Orange bars) and adapted through using sprinklers on animals (grey bars). Blue doubled-line indicates the average air temperature (°C) during this period.

C3.2. Ejemplo mostrando cómo la mejora genética en ovino de leche para aumentar la tolerancia al estrés por calor (HT-Breed) y la fertilidad (FERT-Breed) puede aportar varias mejoras ambientales y de productividad a nivel de explotación (ejemplo de explotación en Grecia)

La cría de animales más resistentes al estrés térmico puede conducir a una reducción de los requerimientos de nutrientes necesarios para alcanzar el mismo nivel de producción (Figura C3.2). Mostramos como un ejemplo de modelado teórico que utiliza el modelo SIM_{SR} a escala de explotación para sistemas intensivos de ovejas lecheras como Chios sujetos al cambio climático de los años 2050s. Los esquemas de mejoramiento teórico que podrían mejorar la tolerancia térmica en $\pm 10\%$ darían como resultado una caída en los requisitos de alimentación de aproximadamente 21 % para producir aproximadamente la misma leche. La mejora genética que ayuda a incrementar la fertilidad animal en, por ejemplo, un 5 %, también ayudaría a reducir la necesidad de mayores rebaños de reemplazo y, por lo tanto, reduciría aún más la necesidad de alimentación (26 %). Esta mayor eficiencia también conduciría a una reducción de la huella de C (mitigación del cambio climático) y otras pérdidas de contaminantes ambientales (Figura C3.2).

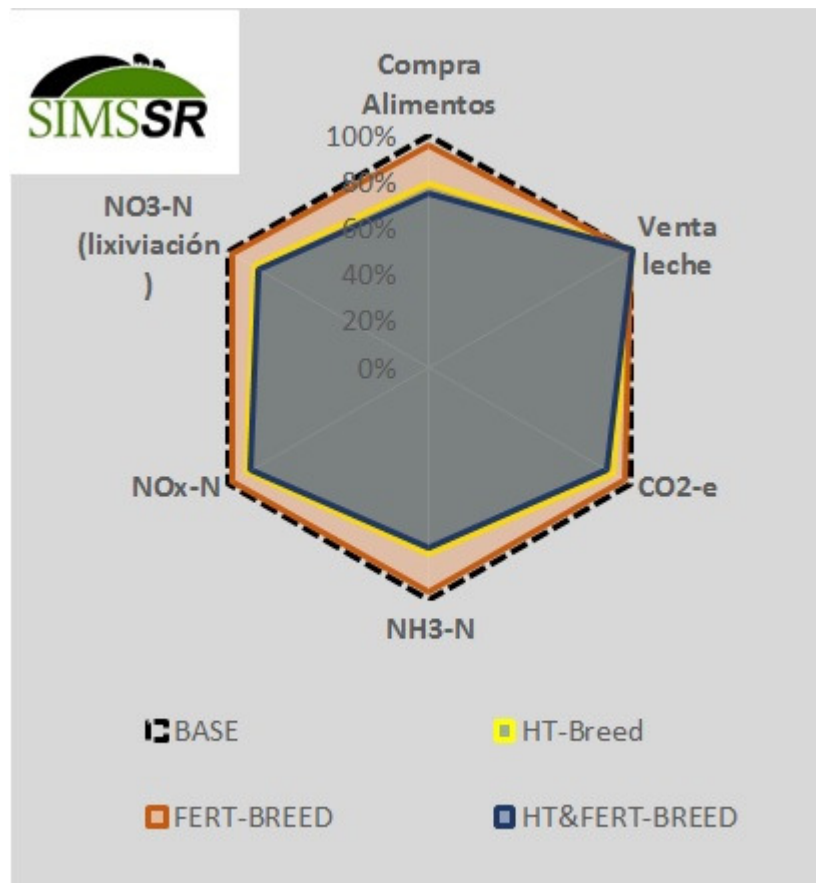


Figura C3.2. Comparación de escenarios para una explotación de ovino de leche en Grecia (raza Chios) sujeta a mejora genética para incremento de tolerancia de las ovejas al estrés por calor (HT-Breed en amarillo), fertilidad (FERT-Breed en marrón) y una combinación de ambas (HT&FERT-BREED en azul). La base de la comparativa es la productividad (venta de leche), compra de alimentos y pérdidas medioambientales.

Figure C3.2. Scenario comparison for a dairy sheep farm in Greece (Chios breed) subject to genetic breed improvement to enhance tolerance of animals to heat stress (HT-Breed in yellow), fertility (FERT-Breed in brown) and a combination of both (HT&FERT-BREED in blue). The comparison is based on productivity (milk sold), purchased feed and environmental losses.