

¿ES POSIBLE IDENTIFICAR SISTEMAS LECHEROS INTENSIFICADOS MÁS AMIGABLES CON EL MEDIO AMBIENTE? EVALUACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

Marcelo Javier Larripa^{1*}
Alejandra Pece Mariela²
Hugo Jorge Alvarez³

¹Universidad Nacional de Rosario (Facultad de Ciencias Agrarias) * mlarripa1@gmail.com

¹Universidad Nacional de Rosario (Facultad de Ciencias Agrarias) pece.mariela@inta.gob.ar

²EEA Rafaela (INTA). *E-mail: halvarez@unr.edu.ar

RESUMEN: El cambio climático ha adquirido relevancia mundial. Una de las causas más importantes es la mayor concentración de gases con efecto invernadero (GEI), que produce un aumento de la temperatura media del planeta conocido como calentamiento global. Su impacto sobre el ambiente se cuantifica con la huella de carbono (HC), que es la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, actividad, organización o producto a lo largo del ciclo del mismo. Las emisiones más importantes en ganadería corresponden al dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Los sistemas ganaderos son permanente fuente de preocupación por las emisiones de GEI. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la HC total (kg de equivalente CO₂ por hectárea) y relativa (kilos de equivalente CO₂ por litro de leche) que producen cinco sistemas lecheros representativos del sur de Santa Fe, diferenciados por carga animal, suplementación, producción individual y productividad. Para el cálculo de emisiones se utilizó el Calculador de Emisiones para Tambos. Se obtuvo información sobre la HC en los tambos evaluados, resultando necesario profundizar el estudio de distintos sistemas de producción lechera regional, para encontrar estructuras productivas que garanticen la seguridad alimentaria con bajo impacto ambiental.

Palabras clave: Producción lechera, efecto invernadero, sustentabilidad.

IS IT POSSIBLE TO IDENTIFY MORE ENVIRONMENTALLY INTENSIFIED DAIRY SYSTEMS? CARBON FOOTPRINT ASSESSMENT

ABSTRACT: Climate change has gained worldwide relevance. One of the most important causes is the increased concentration of greenhouse gases (GHG), which produces an increase in the average temperature of the planet known as global warming. Its impact on the environment is quantified with the carbon footprint (HC), which is the totality of GHG emitted by direct or indirect effect of an individual, activity, organization or product throughout its cycle. The most important emissions in livestock correspond to carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O). Livestock systems are a permanent source of concern for GHG emissions. The objective of the

present work was to evaluate the total (kg of CO₂ equivalent per hectare) and relative HC (kilos of CO₂ equivalent per liter of milk) produced by five representative dairy systems in southern Santa Fe, differentiated by animal load, supplementation, production individual and productivity. For the calculation of emissions, the Emission Calculator for Drums was used. Information was obtained on the HC in the farms evaluated, making it necessary to deepen the study of different regional milk production systems, to find productive structures that guarantee food security with low environmental impact.

Keywords: Dairy production, greenhouse effect, sustainability.

É POSSÍVEL IDENTIFICAR SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE MENOS AGRESSIVOS AO MEIO AMBIENTE? AVALIAÇÃO DA PEGADA DE CARBONO

RESUMO: As mudanças climáticas ganharam relevância mundial. Uma das causas mais importantes é a maior concentração de gases de efeito estufa (GEE), que produz um aumento na temperatura média do planeta conhecida como aquecimento global. Seu impacto no meio ambiente é quantificado com a pegada de carbono (HC), que é a totalidade do GEE emitido por efeito direto ou indireto de um indivíduo, atividade, organização ou produto ao longo de seu ciclo. As emissões mais importantes na pecuária correspondem a dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Os sistemas de pecuária são uma fonte permanente de preocupação com as emissões de GEE. O objetivo deste estudo foi avaliar o total (kg de equivalente de CO₂ por hectare) e o HC relativo (quilos de equivalente de CO₂ por litro de leite) produzidos por cinco sistemas representativos de laticínios no sul de Santa Fe, diferenciados por carga animal, suplementação e produção. indivíduo e produtividade. Calculadora de Emissões para Bateria foi usada para calcular as emissões. As informações sobre o CS foram obtidas nos tambores avaliados, sendo necessário aprofundar o estudo de diferentes sistemas regionais de produção leiteira, para encontrar estruturas produtivas que garantam segurança alimentar com baixo impacto ambiental.

Palavras chave: Produção leiteira, efeito estufa, sustentabilidade

INTRODUCCIÓN:

La temperatura de la Tierra proviene de la radiación solar. Al llegar a la superficie, una parte de esas radiaciones es absorbida y otra parte se remite nuevamente a la atmósfera. La radiación remitida a la atmósfera es reflejada por las nubes y por los gases efecto invernadero (GEI) y de este modo devuelta a la superficie. Todo este proceso permite que el planeta tenga una temperatura adecuada para la vida humana y para el crecimiento animal y vegetal.

El cambio climático es un aspecto que ha adquirido gran relevancia y obedece a varias causas, pero una de las más importantes está vinculada con una mayor concentración de GEI, fenómeno que produce un aumento de la temperatura media de la Tierra y que se conoce como calentamiento global.

El posible efecto de la intervención humana sobre el ecosistema natural genera preocupación en la

sociedad y constituye un desafío que involucra a todos los actores de la cadena agropecuaria. Toda actividad humana, incluida la realizada en el sector rural, puede colaborar en este proceso. Su impacto puede cuantificarse por la huella de carbono (HC), que es la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto de un individuo, actividad, organización o producto a lo largo del ciclo del mismo. Para entender estos efectos debe analizarse el balance de GEI, pues la producción agropecuaria emite gases, lo cual es negativo, pero también secuestra gases, lo cual es positivo. Los gases más importantes son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), siendo distintas y muy variadas las fuentes de emisión y secuestro de los mismos.

Los rumiantes son fuente de producción de alimentos de alto valor nutritivo y materias primas fundamentales para la supervivencia de la humanidad, como por ejemplo leche, carne, cuero y lana. Sólo a modo de ejemplo, se proyecta que para el año 2050 la demanda mundial de productos lácteos se duplicará respecto a la existente en el año 2000 (Gerber et al., 2010).

No obstante ello, en los últimos años los sistemas ganaderos vienen siendo muy cuestionados desde el punto de vista ambiental, fundamentalmente a partir de los importantes aportes del gas CH₄ liberado por las fermentaciones que producen los rumiantes al digerir los alimentos y el N₂O generado por defecaciones de materia fecal y orina. Esto resulta un aspecto de gran interés para la sustentabilidad ambiental, productiva y económica de los sistemas agropecuarios de nuestro país, considerando posibles barreras arancelarias o para arancelarias que pueden plantearse para nuestros productos agropecuarios de exportación, afectando la generación de divisas.

De acuerdo al IPCC (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático), a nivel mundial la ganadería es responsable del 18 % del total de emisiones de GEI, mientras que en Argentina, debido a la importancia del sector ganadero, el nivel asciende al 30 %. Si se tomara en cuenta también el sector agrícola, se estima que ese porcentaje sería de aproximadamente el 44 %.

En este sentido, otro reciente reporte de la ONU (2018), informa acerca de la necesidad de reducir drásticamente el consumo de carne si es que se quieren limitar los efectos del calentamiento global.

En el marco de la problemática descripta, resulta válido analizar la transformación estructural que ha sufrido el agro pampeano, en especial el sector lechero, en los últimos 50 años.

A partir de la década del '70 comenzó a producirse en amplias regiones del país un cambio del modelo agropecuario mixto (agricultura y ganadería) hacia un modelo de agricultura permanente, que incluyó el doble cultivo trigo-soja y básicamente el monocultivo de soja. Este proceso se debió principalmente a los buenos precios agrícolas y a la simplicidad productiva del cultivo de soja, en contraposición con los bajos precios y la complejidad de la producción ganadera (Alvarez et al., 2008). De este modo, la agricultura comenzó a competir con el tambo por el uso del suelo, actividad que se vio en la necesidad de incorporar nuevas tecnologías de insumos (capital económico) y procesos de capacitación (capital cultural y social) para lograr permanecer en el sector, exigencias productivas no siempre accesibles para los pequeños y medianos productores. Los tambos aumentaron la producción individual, la carga animal, la productividad, los niveles de suplementación por vaca y los litros de leche producida por tambo, lo que junto con una menor participación de las pasturas y un incremento en el uso de silajes, concentrados y subproductos en las dietas, transformaron significativamente la estructura productiva de los sistemas de producción lecheros (Centeno, 2013).

No obstante, los niveles de intensificación fueron muy variables, lo cual determinó que en las principales cuencas lecheras argentinas hoy convivan diversos sistemas, que podrían, en general, clasificarse del siguiente modo (Alvarez y Pece, 2009; Gastaldi et al., 2015), siendo los ubicados en segundo y tercer lugar los más frecuentes de encontrar:

Sistemas de base pastoril: las pasturas, aprovechadas a campo en forma directa, son la base de la dieta (aproximadamente el 70 %), con suplementación estratégica de los animales de mayor producción y en mayor o menor proporción de acuerdo a la época del año.

Sistemas de base pastoril intensificados: las pasturas, aprovechadas a campo en forma directa, representan entre el 40 y el 50 % de la dieta, con elevado uso de concentrados, silajes y subproductos industriales.

Sistemas semi confinados: baja participación de pasturas y elevados niveles de silajes, concentrados y subproductos como componentes de la dieta. Los animales pastorean en forma directa sólo determinadas horas por día y en determinadas épocas del año.

Sistemas estabulados: los animales permanecen todo el año confinados en tinglados o galpones, recibiendo una dieta balanceada con elevada concentración energética.

El sur de la provincia de Santa Fe, región de influencia directa de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario, es tal vez el área donde el modelo de "agriculturización" ha repercutido con mayor intensidad y efectivamente puede verificarse la permanencia de un conjunto de tambos, en

general de tipo familiar, que ha vivido dicho proceso de intensificación como forma de subsistir a la realidad adversa descripta.

Los procesos de transformación tecnológica y productiva mencionados han generado una creciente preocupación por el cuidado del medio ambiente y han motivado la realización de trabajos dedicados a estudiar los efectos de la intensificación sobre el ambiente, muchos de los cuales no siempre coinciden en sus resultados: mientras algunos autores nacionales (Herrero y Gil, 2008) destacan que son numerosos los problemas ambientales derivados de la intensificación de los sistemas dedicados a la producción animal (por ejemplo al aumentar el riesgo de contaminación puntual y de interferencia en el reciclaje natural de nutrientes, al permanecer un gran número de animales en sectores reducidos durante períodos prolongados generando altos volúmenes de efluentes), estudios americanos (Capper et al., 2009), comparando la producción de leche en sistemas estabulados modernos (2007) con respecto a sistemas históricos pastoriles (1944), muestran un menor impacto ambiental por litro de leche en los primeros, fundamentalmente por los menores recursos que necesitan para producirlo.

Por su parte, estudios recientes indican que los sistemas ganaderos de base pastoril pueden contribuir (por el menor laboreo) a mejorar esta situación en comparación con la agricultura o los sistemas más intensificados, produciendo menores niveles de GEI por una mayor captación de carbono incorporado como materia orgánica del suelo, disminuyendo la erosión, favoreciendo el equilibrio ecológico, la estabilidad de las comunidades microbianas y la biodiversidad, promoviendo de esa manera un menor uso de fertilizantes y pesticidas (Teague et al., 2016).

OBJETIVO:

Evaluar la HC que producen sistemas lecheros con distintos nivel de intensificación, representativos del sur de la provincia de Santa Fe, Argentina.

METODOLOGÍA:

Durante el ciclo agrícola 2015/2016 se relevaron, a nivel de predio, cinco tambos con distinto nivel de intensificación, diferenciados por su nivel de carga animal, suplementación, producción individual y productividad, ubicados en un radio de 100 km de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario (33°01'00''S 60°53'00''O).

Cuadro 1. Características productivas de tambos representativos del sur de Santa Fe

Tambo	Carga	Suplementación	Producción	Productividad
1	0,89	3,16	12,2	2687
2	0,93	6,44	18,2	4352
3	1,29	7,79	23,0	5868
4	1,81	7,36	20,0	7090
5	2,15	3,53	20,4	4909

Carga: vacas totales por ha; Suplementación: kilos de equivalente grano de maíz por vaca en ordeño por día; Producción: litros por vaca ordeño por día; Productividad: litros (corregidos al 4 % de grasa) por hectárea de vaca total

En el Cuadro 1 se presentan sus principales características. La información primaria utilizada se generó en un taller coordinado por el equipo docente de la Cátedra Sistemas de Producción Animal de la mencionada institución, con el apoyo de grupos de alumnos avanzados de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Para el cálculo de emisiones se utilizó el Calculador de Emisiones para Tambos CREA® elaborado por el Consorcio Regional de Experimentación Agropecuaria (basado en IPCC 2006). El software se basa en planillas de Microsoft Excel, donde la carga de datos de cada establecimiento se traduce en las emisiones de GEI vinculadas a tres fuentes: materias primas (CO₂ derivado de la energía utilizada para laboreo, cosecha y secado; N₂O liberado por fertilizantes sintéticos y residuos de cosecha); tambo (CO₂ de la energía utilizada, CH₄ de fermentación entérica y del estiércol, N₂O del estiércol) y fábrica (emisiones de CH₄ y CO₂ procedentes de efluentes líquidos y uso de la energía). Todos los resultados se expresan en kg de CO₂ equivalente, para lo cual se convirtió la producción de CH₄ y N₂O considerando su potencial efecto invernadero. De este modo se obtuvo la HC total (kg de equivalente CO₂ por hectárea) y relativa (kg de equivalente CO₂ por litro de leche corregido al 4 % de grasa).

Resultados y Discusión

Los resultados que se presentan en el Cuadro 2 pueden ser de gran utilidad a la hora de evaluar políticas que promuevan sistemas de producción que reduzcan las emisiones de GEI, pero sin descuidar los atributos productivos y económicos que deben poseer todos los sistemas agropecuarios para ser sustentables (Litwin et al., 2016).

Cuadro 2. Huella de Carbono Total y Relativa de tambos representativos del sur de Santa Fe

Tambo	Total 1	Relativa 2
1	3219	1,19
2	3778	0,87
3	4052	0,69
4	6067	0,86
5	3993	0,81
Promedio	4222	0,88
1 kilos de equivalente CO2 por hectárea; 2 kilos de equivalente CO2 por litro de leche corregida al 4 % de grasa.		

Antes de avanzar en la discusión de los resultados, resulta válido aclarar que suelen encontrarse diferencias en los valores de HC presentadas por distintos autores, las cuales suelen estar explicadas, en muchas ocasiones, por el ciclo de vida del producto considerado. En este sentido, mientras algunos trabajos presentan altos valores de HC ya que calculan las emisiones desde el predio hasta los centros de distribución, los datos del presente trabajo sólo consideran las producidas en el predio y las compara con otros resultados obtenidos del mismo modo. La metodología de cálculo, fundamentalmente las fuentes de secuestro y emisión de GEI que se consideran en las evaluaciones, también suele ser fuente de importantes diferencias (Brien et al., 2014), motivo por el cual las mismas fueron detalladamente descritas en la metodología utilizada y deben ser especialmente consideradas a la hora de comparar y analizar otros resultados.

La HC relativa promedio presentó valores similares a los consignados en la bibliografía internacional (O'Brien et al., 2014) y levemente inferiores a los calculados por Gimenez et al. (2017) para 12 tambos de la cuenca lechera central argentina, quienes informan un promedio de 0,90 kilos de equivalente CO2 por litro de leche.

Las emisiones promedio de cada uno de los gases fue 57, 33 y 10 % para CH4, N2O y CO2, respectivamente, proporción similar a la encontrada por Herrero et al. (2014) para 11 tambos de la Cuenca Oeste de la provincia de Buenos Aires, resultados estos que confirman la importancia que tienen los procesos digestivos y la producción de estiércol en las emisiones de GEI como consecuencia de las actividades ganaderas.

Las menores emisiones por hectárea (HC total) se dan en el tambo 1, menos intensificado, con baja carga animal, menor suplementación y baja producción individual, lo que condujo a una menor productividad y, como consecuencia de ello, a los mayores niveles de emisión por litro de leche (HC relativa).

Por el contrario, el tambo 3, más intensificado, con más suplementación, alta producción individual y nivel medio-bajo de carga animal, arrojó la menor huella relativa. Esto sería un claro indicio que sistemas de estas características, con animales más eficientes que producen más litros de leche, emiten menos GEI por unidad de producto, pudiendo de este modo cubrirse la demanda de productos animales con menos vacas y menor contaminación. En este sistema, un aumento en la carga animal podría ser una vía a explorar para mejorar aun más la productividad y consiguientemente la HR.

Ambos resultados están en coincidencia con lo informado en trabajos anteriores (Alvarez et al., 2016), quienes encontraron una menor HC total pero una mayor HC relativa en un sistema de base pastoril comparado con un sistema de base pastoril intensificado (0,84 versus 1,39 kg de CO2 equivalente por litro de leche).

Del mismo modo resulta muy interesante evaluar los resultados obtenidos para el tambo 4, el cual, a consecuencia de su alta carga animal y sus elevados niveles de suplementación, es el sistema que presenta la mayor HC total. No obstante ser su productividad por hectárea la mayor de todos los sistemas evaluados, la HC relativa es superior a la medida para el tambo 3, probablemente como consecuencia de su baja producción individual, que no se condice con la dieta suministrada y estaría indicando la necesidad de hacer una corrección en el uso de la misma. De modo similar a lo consignado para el tambo 3, en este caso el aumento de la producción individual podría la vía para mejorar aun más la productividad, lo cual podría repercutir favorablemente en la HR.

Distintos países, y dentro de estos distintos productores, utilizan distintas estrategias para maximizar la

productividad y el resultado económico de la empresa lechera. Por ejemplo, mientras en USA dicho objetivo se busca alcanzar aumentando la producción por vaca mediante un elevado uso de concentrados y el mejoramiento genético, en Australia y Nueva Zelanda este objetivo se procura alcanzar minimizando costos aumentando la participación de pasturas en la dieta, con menor producción por vaca y mayor carga animal (O'Brien et al., 2014). Lo mismo sucede en nuestro país donde, tal cual se menciona en la introducción, las distintas formas de intensificación han llevado a que en la actualidad convivan sistemas con distinta estructura productiva. Dicho de un modo más simple, se pueden producir 40 litros con una sola vaca que tenga ese nivel de producción o con dos vacas que produzcan 20 litros cada una. En el primer caso la dieta será más cara pero tiene un solo animal que mantener, mientras que en el segundo caso tengo que mantener dos vacas, pero la dieta a base de pasturas será más barata. En síntesis, más allá de la estructura productiva que se diseñe, resulta fundamental promover un eficiente uso de los recursos disponibles y una elevada productividad por unidad de superficie, existiendo un amplio consenso en la bibliografía respecto a que el objetivo de bajar los niveles de emisión de GEI es posible de alcanzar de ese modo (O'Brien et al., 2014).

Los sistemas de base pastoril intensificados presentan ventajas que deben ser especialmente valoradas y que tal vez expliquen los motivos por los cuales son los sistemas preponderantes en las cuencas lecheras argentinas. Ser pastoriles tiene la ventaja que el principal componente de la dieta es un recurso económico, si consideramos el costo del kilo de materia seca de las pasturas respecto del costo del materia seca de silajes, concentrados o subproductos. Por su parte, intensificados implica, entre otros aspectos, que se utilizan suplementos para cubrir déficits en la producción de las pasturas, balancear los nutrientes de las dietas de los animales de mayor producción y mejorar la composición de la leche. Pero, para que esto se traduzca en aumentos de productividad, y contribuya a disminuir los niveles de HC, es imprescindible optimizar la producción y utilización de las pasturas (planificar el correcto cultivo antecesor, sembrar en fecha óptima, asignar adecuadamente el forraje disponible y respetar los tiempos de descanso y ocupación) y usar correctamente los suplementos, considerando el momento de la lactancia, la producción individual de leche, estado fisiológico y la edad de los animales y su estado corporal.

CONCLUSIONES:

La metodología utilizada permitió obtener información valiosa sobre HC en los sistemas de producción de leche regionales con distintos grado de intensificación. Resulta necesario profundizar el estudio de los distintos sistemas de producción lechera regional, de modo de encontrar estructuras productivas que garanticen la seguridad alimentaria respetando el medio ambiente. Los sistemas de base pastoril intensificados, muy difundidos en la cuenca lechera central argentina, pueden resultar, si son manejados eficientemente, muy adecuados para promover mayores niveles de productividad en armonía con el cuidado del medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA:

- Alvarez, H., Larripa, M., Planisich, A., Galván, N., Mancini, C., Nalino, M. y Pece M. (2016). Intensificación de la producción lechera: huella de carbono según dos metodologías de cálculo. Libro de Resúmenes. XVII Jornadas de Divulgación Técnico-Científicas, Facultad de Ciencias Veterinarias. IV Jornada Latinoamericana. II Jornadas de Ciencia y Tecnología, Facultad de Ciencias Agrarias. I Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias 2016, Universidad Nacional de Rosario.
- Alvarez, H. y Pece, M. (2009). Sistemas de producción lechera: una visión integradora de la sustentabilidad. VI Jornadas Interdisciplinarias de Estudios Agrarios y Agroindustriales - Programa Interdisciplinario de Estudios Agrarios. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.
- Alvarez, H.J., Pece, M.A., Albanesi, R., Dichio, L., Larripa, M.J., Mancini, C., Vigna, C. y Trobbiani, Y. (2008). Caracterización de un grupo de pequeños tambos familiares del sur de la Provincia de Santa Fe, Argentina: diagnóstico y propuestas tecnológicas. IV Congreso Internacional de la Red SIAL (Sistemas Agroalimentarios Localizados): ALFATER 2008 (Alimentación, Agricultura Familiar y Territorio).
- Capper, J., Cady, R. and Bauman, D. (2009). The environmental impact of dairy production: 1944 compared with 2007. *J. Anim. Sci.* 87:2160–2167.
- Centeno, A. (2013). Intensificación en el tambo. ¿Qué cambió? Hoja de información técnica N°33 INTA UEEA San Francisco. Julio de 2013. ISSN: 2250-8546.
- Gastaldi L., Litwin G., Maekawa M., Centeno A., Engler P., Cuatrin A., Chimicz J., Ferrer J. y Suero M. (2015). El tambo argentino: Una mirada integral a los sistemas de producción de leche de la región pampeana. INTA. http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_el_tambo_argentino.
- Gerber, P., T. Vellinga, C. Opio, B. Henderson, and H. Steinfeld. (2010). Greenhouse gas emissions from the dairy sector. A life cycle assessment. Food and Agricultural Organization of the United Nations: Animal Production and Health Division, Rome, Italy.
- Herrero, M.A., Moyano Salcedo, A., Varillas, G., Carbo, L. y Maekawa, M. (2014). Huella de Carbono según tres metodologías de cálculo en tambos del oeste bonaerense. *Revista Argentina de Producción*. Vol 34 Supl. 1 p. 219.
- Herrero, M.A. y Gil, S.B. (2008). Consideraciones ambientales de la intensificación en producción animal. *Ecología Austral* 18: 273-289.
- IPEC. (2014). Instituto Provincial de Estadística y Censos. Encuesta Ganadera. Santa Fe, Argentina.

<http://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/111316>.

Litwin, G., Giménez, G., Alvarez, H., Esnaola, I., Centeno, A., Moretto, M., Maekawa, M., Butarelli, S., Engler, P., Spilj, G., Almada, G., Ferrer, J., Tieri, M. y Charlón, V. (2016). Indicadores de sustentabilidad en tambos comerciales de la cuenca lechera pampeana argentina. 47a. Reunión anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Mar del Plata, 24pp.

O'Brien, D., J. L. Capper, P. C. Garnsworthy, C. Grainger, and L. Shalloo. (2014). A case study of the carbon footprint of milk from high-performing confinement and grass-based dairy farms confinement and grass-based dairy farms. *Journal of Dairy Science* Vol. 97 No 3: 1835-1851.

Organización de la Naciones Unidas (2018). http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/sr15/sr15_faq.pdf

Teague, W.R., S. Apfelbaum, R. Lal, U.P. Kreuter, J. Rowntree, C.A. Davies, R. Conser, M. Rasmussen, J. Hatfield, T. Wang, F. Wang, and P. Byck (2016). The role of ruminants in reducing agriculture's carbon footprint in North America. *Journal of Soil and Water Conservation*. Vol. 71 N° 2.

Submetido em: 01/2020

Aprovado em: 02/2020