

Hacia una herramienta digital para inventariar gases de efecto invernadero a escala predial

Anabella Lozza¹

¹ CONICET, Estación Experimental Agropecuaria Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”
Ruta Nac. N° 5. Km 580, Anguil, La Pampa
lozza.anabella@inta.gob.ar

Resumen. El cálculo de las huellas ambientales se consolida como herramienta que permitirá agregar valor a los productos agropecuarios y brindar herramientas para mejorar la gestión agropecuaria con respecto a la mitigación de sus efectos en el ambiente. La ganadería bovina, es una de las producciones foco en este tema especialmente con las emisiones de gases de efecto invernadero (EGEI). En este trabajo se presenta una herramienta digital y el modelo de datos para la sistematización de la información necesaria para un inventario de EGEI a escala predial. La herramienta se utilizó en un caso de estudio real permitiendo registrar la información necesaria, automatizar los cálculos y entregar un resumen de emisiones para apoyo en la toma de decisiones tendientes a realizar acciones de mitigación.

1 Introducción

El cambio climático es el mayor problema ambiental al que debemos enfrentarnos en los últimos tiempos, e implica la modificación del clima atribuido a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial. Los gases de efecto invernadero tienen la capacidad de “retener” el calor que emite la tierra cuando ésta absorbe la radiación solar y, así, mantienen la temperatura planetaria. Sin embargo, debido al aumento de su concentración en la atmósfera, se produce el calentamiento global de la Tierra.

Si se tienen en cuenta las emisiones antrópicas (del hombre), el dióxido de carbono es el principal gas invernadero dada su abundancia atmosférica. Si bien el metano y óxido nitroso poseen concentraciones menores, su importancia radica en que absorben 21 y 310 veces más el calor, respectivamente, que el dióxido de carbono.

El sector agropecuario tiene responsabilidad en este nuevo desafío mundial por ser emisor de estos gases invernadero. A modo general, en el rubro se producen: dióxido de carbono a partir de la quema de combustibles (ya sean fósiles o biomasa); óxido nitroso por la aplicación de fertilizantes nitrogenados; y metano producto de la ganadería. De aquí la potencialidad del sector para desarrollar acciones de mitigación (reducción de emisiones) y adaptación (atenuar los impactos) al cambio climático.

La ganadería bovina, es una de las producciones foco en este tema. Los rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos, búfalos, camélidos), generan metano y óxido nitroso, dos gases de efecto invernadero de gran importancia. La FAO [1] (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) informa que la contribución de la ganadería, en el conjunto de la cadena de la carne, es responsable del 14.5% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

El metano es un producto de los procesos digestivos normales de estos animales. Durante la digestión, los microorganismos presentes en el aparato digestivo fermentan el alimento consumido por el animal. Este proceso, genera metano como un subproducto, que puede ser exhalado o eructado por el animal. Por su parte, el óxido nitroso es un subproducto de la descomposición de las heces de la hacienda, una vez depositadas en el suelo. Cuando la alimentación del ganado es con forrajes de baja calidad nutritiva, la producción de metano puede representar entre el 15 y el 18% de la energía consumida. La manipulación de la dieta de los rumiantes se considera una alternativa viable para reducir el metano generado y para disminuir las pérdidas energéticas en el animal.

En países de Sudamérica, en general, y de Argentina en particular; la producción ganadera representa un sector generador de recursos para el consumo interno y también como exportador. Ante este contexto, el sector ganadero argentino, debe prepararse para enfrentar estas circunstancias de forma competitiva y sostenible. La cadena de carne bovina en La Pampa es el 50% del Producto Bruto Geográfico del sector primario [2], convirtiéndose en un gran contribuidor de gases de efecto invernadero (GEI) a escala provincial. Dado esto, sería apropiado anticiparse a una futura imposición de la trazabilidad de emisiones midiendo el desempeño ambiental de dicha cadena, siendo su primer eslabón el productor agropecuario.

El uso de indicadores para evaluar y monitorear el ambiente agropecuario puede representar el primer paso de un programa destinado a la implementación de la certificación ecológica de productos agrarios [3]. Esta tendencia ya se evidencia en ciertos países, como es el caso de la Unión Europea, quienes en 2017, estaban finalizando la prueba piloto del desarrollo de su propia metodología para calcular huellas ambientales en diferentes cadenas, a fin de unificar criterios. La huella de carbono (HC) genera agregado de valor del producto cárnico, en estrategias de marketing internacional posibilitando un mejor posicionamiento en los mercados. Esto tiene implicancias económicas en la actualidad, que se ven reflejadas en el precio diferencial de productos con HC respecto de los que no poseen este valor agregado; y perfila al tema ambiental como requerimiento del sector privado [4] [5].

Se han desarrollado en el país diversas herramientas para evaluar la gestión ambiental a nivel de establecimiento agropecuario, una de las más conocidas es el AgroEcoIndex [6], el cual también ha sido adaptado a producciones Periurbanas [7]. También desarrollado por el INTA, existe una herramienta para evaluar huella hídrica en tambos a nivel predial [8]. Todas estas herramientas utilizan Microsoft Excel como la plataforma digital para tomar los datos y realizar los cálculos pertinentes.

El objetivo de este trabajo es presentar una herramienta digital para realizar un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero a escala predial en sistemas productivos de ciclo completo o algunas de las sub etapas (cría, recría o invernada); los resultados de su aplicación; y el modelo de datos que permita sistematizar la información requerida en esos cálculos.

2 Materiales y Métodos

A partir de la adaptación realizada por [9] de las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero para su uso a nivel predial, se identificaron los cálculos necesarios para realizar dichas estimaciones y las variables de entrada que requieren las ecuaciones.

Los modelos proponen dos tipos de cálculo: 1) a nivel de categoría bovina (Toros, Vaca Lactando con servicio, Vaquillona Seca/Vaquillona Gestando, Vaquillona en 1er Servicio, Vaquillona Recría, Novillitos, Novillos y Terneros destetados) y 2) a nivel de hectárea productiva. Agrupa las variables a relevar como dato en la definición del modelo productivo del establecimiento, el uso y ocupación de la tierra realizado en el mismo y una serie de datos sobre planteos productivos que incluyen la composición del rodeo, la dieta utilizada e índices productivos. Luego existen una serie de variables que son calculadas a partir de esta información y una serie de constantes que se utilizan en las ecuaciones de los cálculos.

Siguiendo los antecedentes, este modelo de datos se implementó en una planilla de cálculo de Microsoft Excel para su aplicación práctica, junto con los cálculos indicados en [9]. Esta herramienta permitió probar y ajustar los datos necesarios para realizar los cálculos GEI; insumo necesario para diseñar un modelo de datos conceptual y un diagrama de entidad relación inicial para su implementación en una base de datos relacional.

La aplicación de la herramienta digital se realizó en un establecimiento agropecuario localizado a 37° 08' Sur, 64° 24' Oeste, al Noreste del departamento Utracán en la provincia de La Pampa, Argentina (figura 1). El suelo se clasifica taxonómicamente como Haplustol éntico [10], con una altitud de 300 m sobre el nivel del mar, con pendiente de 0 a 0,5 %, relieve subnormal; escurrimiento lento; permeabilidad moderadamente rápida; algo excesivamente drenado; con presencia de rocosidad y pedregosidad.

La ubicación geográfica corresponde a la región ganadera semiárida [11]; en dicho territorio predomina, tradicionalmente, la actividad de cría y recientemente se extendió la producción hasta la terminación (muchas veces con la incorporación de suplementación estratégica o bien engorde completos a corral).



Fig.1. Establecimiento San José. División por lote y uso del suelo.

Según [12], la zona de emplazamiento del predio bajo estudio corresponde a la subregión de las mesetas y valles dentro de la Región oriental. Las precipitaciones fluctúan de 600 mm noreste a 450 mm en el suroeste, constituyéndose este parámetro meteorológico en uno de los factores limitantes más importantes en el comportamiento de la vegetación en ambas zonas. Los suelos, predominantemente arenosos, con presencia de limo, determinan el uso preponderante para la actividad ganadera extensiva.

El tipo de planteo ganadero es de ciclo completo, de base pastoril, con uso bajo-moderado de suplementación en momentos estratégicos. Lo cual los define como una explotación semi-extensiva. La duración del proceso, hasta la terminación, es de 20 meses aproximadamente, llegando las categorías de engorde a un peso de faena de 410-420 kilos. El rodeo en la campaña analizada (2015-2016) estaba compuesto por un total de 739 cabezas, correspondientes a las siguientes categorías: 15 toros, 330 vacas lactando con servicio, 66 vaquillonas gestando, 60 vaquillonas en servicio, 118 vaquillonas de recría, 40 novillos, 50 novillitos, 60 terneros destetados.

Resultados

A partir de la aplicación de la herramienta digital en un establecimiento agropecuario, se determinaron las variables a relevar y cómo se utilizan en los dos tipos de cálculos (a nivel de cabezas por categoría y por hectárea). También se determinaron como salidas de información necesarias, los resultados por categoría y por hectárea. Se buscó solicitar al usuario la menor cantidad de información posible. Con estos datos se diseñó un modelo de datos que se presenta en la figura 2. Este modelo contiene ocho tablas finales cuyos atributos y su significado se presentan en las tablas 1 a 8. El mismo contempla los datos a relevar de la práctica productiva a partir de la experien-

cia de aplicación de la herramienta digital. No contiene los datos calculados y tampoco las constantes de las fórmulas.

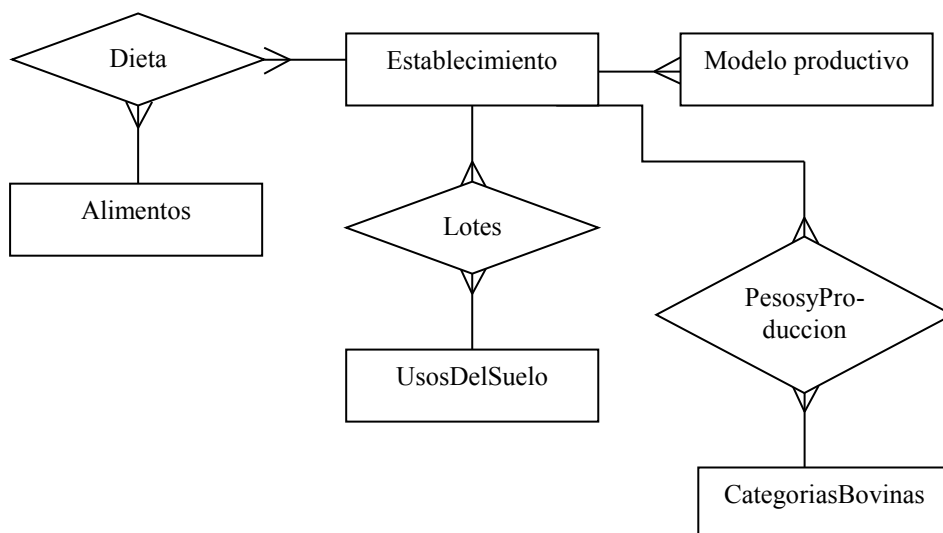


Fig.2. Diagrama Entidad-Relación del modelo de datos para EGEEI a nivel predial.

Tabla 1. Detalle de la tabla *Establecimiento*

Atributo	Tipo	Descripción
IdEstablecimiento	Entero	Identificador único del establecimiento agropecuario
Nombre	Texto	Nombre del establecimiento agropecuario
Región	Texto	Puede contener los valores: Semiárida, Pampeana, NOA, NEA, Patagonia,
Sistema Productivo	Texto	Puede contener los valores: Ciclo Completo, Invernada, Cría, Recría
HectáreasTotales	Decimal	Cantidad de superficie total del establecimiento expresadas en hectáreas
Duración Ciclo	Decimal	Cantidad de tiempo que dura el ciclo productivo expresado en meses
TotalLotes	Entero	Cantidad de lotes en los que está dividido el establecimiento
CantidadCorrales	Entero	Cantidad de corrales con los que cuenta el establecimiento

Tabla 2. Detalle de la tabla *ModeloProductivo*

Atributo	Tipo	Descripción
IdEstablecimiento	Entero	Identificador único del establecimiento agropecuario
Fecha	Fecha	Fecha a la cual corresponde la información de este registro
Carga	Entero	Indica la cantidad de cabezas totales en el establecimiento
PorcentajePreñez	Decimal	Indica el porcentaje de preñez para ese ciclo productivo
PorcentajeDestete	Decimal	Indica el porcentaje de destete para ese ciclo productivo
GestiónRodeo	Texto	Puede contener los valores:

Digestibilidad	Decimal	Digestibilidad promedio de la dieta expresada en porcentaje
Proteína	Decimal	Proteína promedio de la dieta expresada en porcentaje

Tabla 3. Detalle de la tabla *Dieta*

Atributo	Tipo	Descripción
IdEstablecimiento	Entero	Identificador único del establecimiento agropecuario
Fecha	Fecha	Fecha a la cual corresponde la información de este registro
IdAlimento	Entero	Identificador único del alimento utilizado
Porcentaje	Decimal	Porcentaje que ese alimento ocupa en la dieta del rodeo

Tabla 4. Detalle de la tabla *Lotes*

Atributo	Tipo	Descripción
IdEstablecimiento	Entero	Identificador único del establecimiento agropecuario
IdLote	Entero	Identificador único de los lotes
Fecha	Fecha	Fecha a la cual corresponde la información de este registro
Hectáreas	Decimal	Cantidad de superficie del lote expresadas en hectáreas
IdUso	Entero	Identificador que indica la ocupación o uso del suelo de ese lote

Tabla 5. Detalle de la tabla *CategoriasBovinas*

Atributo	Tipo	Descripción
IdCategoriaBovina	Entero	Identificador único de la categoría bovina Puede contener los valores: Toros, Vaca Lactando con servicio, Vaquillona Seca/Vaquillona Gestando, Vaquillona en 1er Servicio,
Nombre	Texto	Vaquillona Recría, Novillitos, Novillos y Terneros destetados

Tabla 6. Detalle de la tabla *PesosyProduccion*

Atributo	Tipo	Descripción
IdEstablecimiento	Entero	Identificador único del establecimiento agropecuario
Fecha	Fecha	Fecha a la cual corresponde la información de este registro
IdCategoriaBovina	Entero	Identificador único de la categoría bovina
Cabezas	Entero	Total de cabezas de esa categoría bovina
PesoAlDestete	Decimal	Peso al destete de esa categoría expresado en kilogramos/cabeza
PesoFinal	Decimal	Peso final de esa categoría expresado en kilogramos/cabeza
BW	Decimal	Peso corporal vivo en Pie (Promedio) expresado en kilogramos/cabeza
WG	Decimal	Aumento Diario expresado en kilogramos/día
Leche	Decimal	Produccion Diaria de Leche expresado en kilogramos/día
Grasa	Decimal	Contenido Graso de la Leche expresado en % en peso

Tabla 7. Detalle de la tabla *UsosDelSuelo*

Atributo	Tipo	Descripción
IdUso	Entero	Identificador único de una ocupación o uso del suelo.
Uso	Texto	Puede contener los valores: Maíz, Sorgo, Llorón, Trébol, Rastrojo, Avena, Centeno, Instalaciones y Corrales, Inundado.
Categoría	Texto	Puede contener los valores: Campo Natural, Pastura, Monte, Verdeo Verano, Verdeo Invierno, otros usos

Tabla 8. Detalle de la tabla *Alimentos*

Atributo	Tipo	Descripción
IdAlimento	Entero	Identificador único del alimento Puede contener los valores: Campo Natural, Campo Natural Mejorado, Pastura Trébol, Verdeos de Invierno (Avena/Cebada/Rye Grass), Verdeos de Verano (Sorgo/Maíz/Soja), Granos, Subproductos, Silaje Maíz, Silaje Sorgo, Silaje Otros, Heno Buena Calidad,
Nombre	Texto	Heno Baja Calidad, Rastrojos
Categoría	Texto	Puede contener los valores: Concentrado, Forraje, Pastura

La planilla adaptada de [9] contiene tres hojas: la primera donde se ingresan los datos y otras dos de resultados. En una hoja se muestran los cálculos a nivel de categoría bovina y en la otra a nivel de hectáreas (figuras 3 a 6).

Inventario de emisiones GEI en sistemas ganaderos



Definición Modelo Productivo

A. Identificación Modelo				Distribución	Hectareas
Var.	Descripción	Unidad	Valor		
Establecimiento	San José (Quehué-LP)			Campo Natural	180
R	Región	Texto	Semiárida	Pastizal (Ilorón)	290
S	Sistema productivo	Texto	Ciclo completo	Pastura (trebol)	190
Ha.	Hectareas totales del sistema Product	Has	1158	Monte	53
Duración del ciclo	Duración hasta el peso de faena	Meses	20	Verdeo Verano	300
				Verdeo Invierno	140
				Instalaciones y corrales	5
					1158 TOTAL HAS.

B. Definición del modelo			
Var.	Descripción	Unidad	Valor
Cab	Carga Actual	Cab.	739
% Preñez	Preñez	%	0.92
% Destete	Destete	%	0.88
Peso al destete	Peso terneros HyM al destete	Kgs. / Cabeza	100
Peso final corral 1	Peso terneros HyM	Kgs. / Cabeza	145
Peso final pastoreo	Peso Novillito	Kgs. / Cabeza	270
Peso final corral 2	Peso Novillo	Kgs. / Cabeza	410

Fig.3. Pantalla de la planilla de datos para definir el sistema productivo.

Inventario de emisiones GEI en sistemas ganaderos



Estimación de emisiones del Ganado Bovino (CH₄/N₂O) x Categoría

Parametro	Descripción	Formula	Unidad	Toros	Vaca Lactando c/Scio	Vaq Seca/Gestando	Vaquillona en 1°Scio	Vaquillona Recria	Novillitos	Novillos	Terneros destetados
BW	Peso corporal vivo	Completar	Kgs / Cabeza	600	380	400	330	250	260	410	100
WG	Aumento Diario	Completar	Kgs/Dia	-	-	-	-	0.50	0.3	1.20	0.80
MW	Peso corporal vivo y maduro de una hembra adulta en condición corporal moderada.	Dato	Kgs / Cabeza	400	400	400	400	400	400	400	400
DE	Digestibilidad Producción Diaria de	Cuadro 10.2	%	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	75.00	75.00
Leche	Contenido Graso de la	Dato	Kgs / dia	-	6.00	-	-	-	-	-	-
Grasa	Gestión del Rodeo	Dato	% en peso	-	3.00	-	-	-	-	-	-
Gestion	Coefficiente para calculo Energia Neta	Cuadro 10.4	Mj/dia	0.370	0.386	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322	0.322

Fig.4. Pantalla de la planilla de datos con las estimaciones a nivel de categoría bovina.

Inventario de emisiones GEI en sistemas ganaderos



Estimación de emisiones por hectárea

Parametro	Descripción	Unidad	Toros	Vaca Lactando c/Scio	Vaq Seca/Gestando	Vaquillona en 1°Scio	Vaquillona Recria	Novillos	Novillitos	Terneros Destetados	Total
Q _{HA}	Cantidad de animales	Cabezas/Ha	0.012953368	0	0	0	0	0	0	0	1
EF _{CH4E}	Emisión de CH4 por Fermentación Entérica	Kg CH4/Ha AÑO	0.013027105	0.288	0.040	0.029	0.074	0.02	0.03242475	0.01	0.51
EF _{CH4P}	Emisión de CH4 por estiércol en Pasturas	Kg CH4/Ha AÑO	0.027113683	1	0	0	0	0	-	-	1
EF _{N2O PPP}	Emisiones Directas de N2O de suelos gestionados	Kg N2O/ Ha AÑO	1.95651E-05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00
EF _{N2O (ATD)}	N2O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados	Kg N2O/ Ha AÑO	3.91302E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00
EF _{N2O (I)}	Emisiones de N2O por lixiviación/escurrimiento de N de suelos gestionados	Kg N2O/ Ha AÑO	4.40215E-08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00

Fig.5. Pantalla de la planilla de datos con las estimaciones a nivel de hectáreas.

Inventario de emisiones GEI en sistemas ganaderos

Resumen Emisiones



Parametro	Descripción	Unidad	Toros	Vaca Lactando c/Scio	Vaq Seca/Gestando	Vaquillona en 1 ^o Scio	Vaquillona Recría	Novillos	Novillitos	Terneros Destetados	Total	%
EF _{CH4FE}	Emisión de CH ₄ por Fermentación Entérica	KgsCO ₂ eq/Ha Año	0.27	6	1	1	2	0	1	0	11	33%
EF _{CH4EP}	Emisión de CH ₄ por estiércol en Pasturas	KgsCO ₂ eq/Ha Año	0.57	12.57	1.73	1.27	3.25	0.91	-	-	20.30	64%
EF _{N2O PRP}	Emisiones Directas de N ₂ O de suelos gestionados	KgsCO ₂ eq/Ha Año	0.01	0	0	0	0	0	-	-	1	3%
EF _{N2O (ATD)}	N ₂ O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados	KgsCO ₂ eq/Ha Año	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0%
EF _{N2O (L)}	Emisiones de N ₂ O por lixiviación/escurremiento de N de suelos gestionados en regiones donde se producen estos	KgsCO ₂ eq/Ha Año	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0%
	Total x Hectarea	KgsCO₂eq/Ha Año	0.85	18.74	2.78	2.02	5.06	1.52	0.68	0.22	31.88	100%

Fig.6. Pantalla de la planilla de datos con el resumen de las emisiones.

Consideraciones Finales

Se logró registrar la información necesaria para la estimación de EGEI de un establecimiento agropecuario en la provincia de La Pampa. Este proceso de relevamiento de los datos, requiere tener los registros productivos anuales de los establecimientos ordenados, cuestión a tener en cuenta al momento de evaluar los sistemas.

Aunque el modelo de datos final es sencillo, se debe tener en cuenta que los atributos y posiblemente los valores detallados de las tablas bases (tablas 7 y 8) se deben completar y ampliar para tener en cuenta otros sistemas ganaderos (ej: feedlot) y otras regiones. También se debe analizar si las constantes de las ecuaciones se deben almacenar en el modelo de datos o ser parte de la programación del sistema de información asociado.

A partir del análisis de los resultados de la estimación de EGEI, en la Fig. 6 se observa que las emisiones de metano por fermentación entérica son inferiores para aquellas categorías animales que se producen en sistemas de alimentación más eficientes; por ej.: vacas con alimentación de forrajes de baja calidad vs. novillos en terminación a corral, la cual incluye el suministro de concentrados. Este hecho se explica porque la producción de metano por fermentación entérica en los rumiantes es inversamente proporcional a la digestibilidad de la dieta ([13]; [14]). El incremento de concentrados en la dieta disminuye en gran medida la metanogénesis por unidad de alimento ingerido ([15]; [16]).

Para lograr reducir las emisiones en la etapa de cría, una de las alternativas más sencillas y económicas es optimizar los índices de eficiencia del sistema. Por ejemplo: adelantando la edad al primer parto de las vaquillonas (realizando una selección por peso al destete primero y luego por desarrollo, considerando las ganancias de peso preparto (ej. 260kg) pre y postparto), mejorar los índices reproductivos (preñez, pari-

ción y destete) y mantener altos valores de eficiencia productiva (mayor vida útil del vientre de la vaca, un ternero al año, mejoras en el peso del ternero al nacer), entre otros. En la etapa de recría es recomendable mejorar la digestibilidad de los alimentos a campo, esto puede realizarse disminuyendo la fibra y mediante la incorporación de suplementación estratégica, o incorporación de antibióticos y probióticos (monesina y levaduras).

La posibilidad de sistematizar estos datos y automatizar los cálculos es un paso importante para la generación de una herramienta digital tanto para computadoras personales como para dispositivos móviles. Esto permitiría realizar las estimaciones de EGEI a campo y en el momento que el usuario lo requiera, permitiendo contar con una herramienta de toma de decisiones tanto para el productor como para el asesor agropecuario. A su vez, si esta plataforma centraliza la información de diversos productores asegurando su confidencialidad, los datos agregados pueden arrojar indicadores zonales, departamentales y regionales, permitiendo: al productor compararse con su zona, y a las instancias gubernamentales conocer la realidad de su región para definir acciones de mitigación locales.

Referencias

- [1] FAO, “Soluciones ganaderas para el cambio climático,” 2018.
- [2] G. Iglesias, D. H., & Ghezan, “Análisis de la cadena de la carne bovina en Argentina. Estudios socioeconómicos de los sistemas agroalimentarios y agroindustrial,” *sidalc.net*, vol. 5, p. 210, 2010.
- [3] E. F. Viglizzo, F. Frank, J. Bernardos, D. E. Buschiazzo, and S. Cabo, “A rapid method for assessing the environmental performance of commercial farms in the pampas of Argentina,” *Environ. Monit. Assess.*, vol. 117, no. 1–3, pp. 109–134, 2006.
- [4] L. G. Idígoras and L. C. Martínez, *Ciclos De Vidas De Consumo Energético Y Emisiones De Gases Efecto Invernadero Para Los Sectores Lechero , Cerealero , Oleaginoso Y Carne Preocupaciones Y Expectativas De Esos Sectores Con Miras a Su Inserción Internacional ”*. 2011.
- [5] B. J. Macgregor, “Carbon Concerns : How Standards And Labelling Initiatives Carbon Concerns : How Standards And Labelling,” *Agriculture*, no. 3, 2010.
- [6] S. Viglizzo, E. F., Frank, F., & Cabo, “AGROECOINDEX.” Programa Nacional de Gestión Ambiental Agropecuaria-Proyecto de Eco-Certificación.(INTA), Buenos Aires, 2009.
- [7] M. D’Angelcola, M.E.; Frank, F.; Delprino M.R.; Matoff, E.; Constantino, A .; Ricard, F.; Mitidieri, “Agroecoindex Periurbano: Una herramienta para evaluar la gestión ambiental en establecimientos hortícolas.” 2017.
- [8] P. R. Gimenez, G. D. y Marini, “Una herramienta práctica para la evaluación de la Huella de Agua en los sistemas de producción de leche.” in *Libro de Resúmenes de II Reunión Transdisciplinaria en Ciencias Agropecuarias. XVIII Jornadas de divulgación técnico-científicas de la FCV y V Jornadas Latinoamericanas*, 2017, no. ISBN 978-987-46406-2-8, pp. 275–276.
- [9] A. Lozza, “Adaptar las Directrices del IPCC (2006) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero para su uso a nivel de un establecimiento ganadero de La Pampa, Argentina,” Buenos Aires, 2017.

- [10] Soil Survey Staff, *Keys to soil taxonomy*, vol. 12. 2014.
- [11] D. Rearte, “La Producción De Carne En Argentina,” pp. 1–25, 2007.
- [12] B. F. Eduardo Cano, Guillermo Casagrande, Hugo A. Conti, Carlos A. Peña Zubiate, Dárnaso Maldonado Pinedo, Hugo Martinez, Ricardo Hevia, Carlos O. Scoppa and M. A. Montes, *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. Clima, Vegetación, Suelo y Vegetación.*, vol. 2ª Edición. 2004.
- [13] K. A. Beauchemin and S. M. Mcginn, “Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets Methane emissions from feedlot cattle fed barley or corn diets 1,” *J. Anim. Sci.*, vol. 83, pp. 653–661, 2005.
- [14] M. Doreau *et al.*, “Enteric methane production and greenhouse gases balance of diets differing in concentrate in the fattening phase of a beef production system,” *J. Anim. Sci.*, vol. 89, no. 8, pp. 2518–2528, 2011.
- [15] K. A. Johnson, D. E. Johnson, and D. E. Johnson , “Methane emissions from cattle,” *J Anim Sci*, vol. 73, pp. 2483–2492, 1995.
- [16] C. Martin, D. P. Morgavi, and M. Doreau, “Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale,” *animal*, vol. 4, no. 3, pp. 351–365, Mar. 2010.