

M^a Isabel Nieto

Gestión de los sistemas
ganaderos extensivos bovinos
basados en pastos naturales de
San Luis (Argentina) y su
incidencia en la emisión de gases
de efecto invernadero

Departamento
Ciencias Agrarias y del Medio Natural

Director/es
Barrantes Díaz, Olivia
Reine Viñales, Ramón

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>

© Universidad de Zaragoza
Servicio de Publicaciones

ISSN 2254-7606



Tesis Doctoral

**GESTIÓN DE LOS SISTEMAS GANADEROS
EXTENSIVOS BOVINOS BASADOS EN PASTOS
NATURALES DE SAN LUIS (ARGENTINA) Y SU
INCIDENCIA EN LA EMISIÓN DE GASES DE
EFECTO INVERNADERO**

Autor

M^a Isabel Nieto

Director/es

Barrantes Díaz, Olivia
Reine Viñales, Ramón

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Ciencias Agrarias y del Medio Natural

2018



Universidad Zaragoza

TESIS DOCTORAL

Gestión de los sistemas ganaderos extensivos bovinos basados en pastos naturales de San Luis (Argentina) y su incidencia en la emisión de gases de efecto invernadero



María Isabel NIETO

Mayo, 2018



Universidad Zaragoza

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL MEDIO NATURAL

TESIS DOCTORAL



Gestión de los sistemas ganaderos extensivos bovinos basados en pastos naturales de San Luis (Argentina) y su incidencia en la emisión de gases de efecto invernadero

Presentada por:
María Isabel Nieto

Dirigida por:

Olivia Barrantes Díaz
Ramón Reiné Viñales

Mayo, 2018

CERTIFICADO DE LOS DIRECTORES DE TESIS

D^a Olivia Barrantes Díaz, Doctora en Biología, Profesora Contratada Doctora del Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural de la Universidad de Zaragoza, y D. Ramón Reiné Viñales, Doctor Ingeniero Agrónomo, Profesor Titular del Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural de la Universidad de Zaragoza,

CERTIFICAN

Que el trabajo de tesis doctoral titulado “**Gestión de los sistemas ganaderos extensivos bovinos basados en pastos naturales de San Luis (Argentina) y su incidencia en la emisión de gases de efecto invernadero**” ha sido realizado bajo nuestra dirección por D^a María Isabel Nieto, y consideran que cumple los requisitos establecidos para su presentación y defensa ante el tribunal correspondiente.

Zaragoza, a 23 de mayo de 2018

Fdo: Dra. Olivia Barrantes Díaz

Fdo: Dr. Ramón Reiné Viñales

AGRADECIMIENTOS

Finalizar esta etapa, nada más importante que demostrar mi gratitud a todos los que ayudaron en este importante y enriquecedor camino que recorrí. La presente Tesis Doctoral fue realizada gracias al apoyo y aporte de numerosas personas e instituciones. Agradezco:

A mis directores de tesis, Dra. Olivia Barrantes y Dr. Ramón Reiné por su predisposición para dirigir la investigación a pesar de sus múltiples responsabilidades. Muchas gracias por sus críticas constructivas, correcciones y las sugerencias que han contribuido a la concreción de esta tesis.

Al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) que han permitido finalizar esta etapa de mi profesión, con todos los aportes necesarios para la realización de la tesis doctoral. Agradezco también ser parte de esta institución tan prestigiosa para mi país.

A la Dra. Liliana Privitello, de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de San Luis, por su constante aporte de conocimientos, orientación y apoyo durante todo el proceso de la elaboración de la tesis. Agradezco la dedicación de su valioso tiempo para brindarme sabios aportes y sugerencias producto de su gran experiencia y conocimientos acumulados. Gracias Lili por todo lo que me diste, no sólo me enseñaste lo técnico sino lo que verdaderamente debe ser una persona, un ser humano con mucha sabiduría, “sembrar sin pedir nada a cambio”.

A los productores del sur del Departamento Capital que me aportaron valiosa información de sus establecimientos agropecuarios. Gracias a sus aportes de información se pudo realizar esta tesis.

A Javier Genoves, Adriana Bengolea, Belén Bravo, Marcelo Scibilia, Marcelo Rabaglio, Ricardo Sager, Karina Frigerio, Jorge Leporati, que en distintas etapas del desarrollo de la tesis, de una u otra manera me han aportado para su realización.

A mis amigos Julia Perea y Luis Ahumada que, desde que nos conocimos, siempre he sentido apoyo permanente inclusive incondicional en momentos difíciles de mi vida. Gracias por estar siempre pendiente y por tenerme paciencia por mis eternas charlas siempre relacionadas a mi tesis.

A Sonia Alvarez Ocampo, Rodrigo Ahumada y Juliana del Valle Varela (Nita) de la Experimental Catamarca que me han dedicado su tiempo todas las veces que lo he solicitado.

Al Ing. Carlos Frasinelli de la EEA San Luis por sus constantes aportes durante todo el proceso de la elaboración de la tesis. Gracias por dedicar tu tiempo a responder a todas mis preguntas, cuestionamientos y dudas.

A la bibliotecaria Martha López de la EEA San Luis, que con su ágil habilidad y gran experiencia, me entregaba casi de manera inmediata material bibliográfico que me resultaba imposible conseguir. Gracias también por estar siempre y en todo momento acompañándome y alentándome en este proceso.

A Victoria y Esteban de Garrapinillos, Zaragoza (España) por su hospitalidad durante mi estancia en Zaragoza. Gracias por estar siempre al lado mío acompañándome y alentándome a finalizar ésta etapa de mi vida.

Al Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza por haberme recibido y permitido realizar esta formación.

Finalmente y más importante agradecimiento a mi hermosa familia (A mis hijos Romina, Federico y mi esposo José Luis) por su apoyo incondicional para mi constante superación como profesional.

RESUMEN

La producción animal es una fuente importante de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial, contribuyendo en un 14,5% a las emisiones de GEI globales. Debido al aumento de la población y a una mejora en su nivel de vida, existe una creciente demanda de productos de origen animal en el mundo, de manera que el sector va a tener que contribuir de una manera importante a la mitigación de las emisiones. El bovino de carne es, dentro de la producción animal, el sector con mayores contribuciones a los GEI. El metano es el principal gas de efecto invernadero emitido en esos sistemas, no solamente contribuyendo al calentamiento global, sino también constituyendo una pérdida de energía con un efecto negativo en la producción de esos sistemas.

Argentina es un productor de carne bovina de importancia mundial. Más del 70% del vacuno de carne se produce en el país fundamentalmente en sistemas de pastoreo extensivo. Alrededor de un 8% de la producción tiene lugar en la región central de Argentina, bajo clima semiárido, donde los sistemas de cría basados en pastos nativos constituyen un importante sector económico. Los sistemas pastorales sobre pastos naturales son el uso de la tierra más extendido en el mundo y proporcionan un medio de vida para muchas poblaciones vulnerables, además de proveer servicios ecosistémicos importantes. Esas comunidades vegetales naturales están sufriendo degradación y pérdidas de biodiversidad, especialmente en climas áridos y semiáridos.

Existen multitud de trabajos de investigación acerca de posibles estrategias de reducción de la intensidad de las emisiones de GEI en diversos sistemas de producción de rumiantes. No obstante, la mayor parte de ellos están basados en modelizaciones, de manera que las estimaciones basadas en datos reales son limitadas. Por tanto, son necesarias valoraciones de prácticas de mitigación más realistas en estos sistemas.

La emisión de GEI de un producto puede expresarse como kg de CO₂equivalente (eq) por kg de producto, o bien como kg de CO₂eq por unidad de superficie de tierra, dependiendo del punto de vista utilizado (consumidores frente a productores), perspectiva del producto frente a inventarios de emisiones, escala global frente a escala local de la valoración, e incluso contexto político. Algunos estudios han mostrado que la utilización de distintas unidades funcionales (unidad de producto frente a unidad de superficie) puede llevar a resultados contradictorios, ilustrando conflictos potenciales a la hora de valorar las emisiones y su mitigación.

Nuestro estudio analiza explotaciones comerciales representativas de los sistemas extensivos de vacuno de carne basados en pastos nativos del sur del Departamento Capital, Provincia de San Luis, típicos de la región central semiárida de Argentina. El objetivo es valorar las emisiones de GEI de las explotaciones basándonos en datos reales, en lugar de en modelizaciones o datos experimentales; e identificar las relaciones entre las emisiones de GEI y las prácticas de manejo existentes en la región, que favorezcan la reducción de las emisiones. Los objetivos específicos del trabajo son: (i) caracterizar las explotaciones ganaderas del área de estudio en función de los aspectos estructurales, productivos y técnicos de la región, (ii) estimar y analizar las emisiones de metano y óxido nitroso de las explotaciones encuestadas, expresándolas utilizando diversas unidades funcionales como: $\text{kgCO}_2\text{eq/kg}$ vendido y $\text{kgCO}_2\text{eq/ha}$, (iii) identificar los efectos de los distintos componentes de gestión-manejo sobre las emisiones de GEI, y (iv) identificar y analizar alternativas tecnológicas disponibles y estratégicas para reducir las emisiones en los sistemas estudiados.

Se mantuvieron entrevistas con ganaderos de una muestra representativa del área de estudio. Mediante las encuestas, se recogió información detallada del tamaño y la estructura de las explotaciones, manejo del ganado, infraestructuras, producción, así como algunas características socio-económicas. La estimación de las emisiones de GEI se basaron en los protocolos del "Tier 2" del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006). Con la finalidad de identificar grupos homogéneos de explotaciones que difieren en sus emisiones y en otras características, se seleccionaron variables descriptivas entre el conjunto de todos los tipos de factores analizados. Las variables se sometieron a un Análisis de Componentes Principales (ACP). Los factores principales fueron utilizados en un Análisis Clúster (AC) jerárquico. A fin de validar los resultados del AC y los grupos obtenidos, se utilizó el test de Kruskal-Wallis. Para identificar las diferencias de cada variable entre los grupos, se empleó el test *post-hoc* de Dunn-Bonferroni. Las relaciones entre las características de las explotaciones y sus prácticas de manejo, y la intensidad de las emisiones, se investigaron mediante Modelos Lineales Generalizados.

Las emisiones fueron menores en las explotaciones con un control y cuidados del ganado mejores, con pastoreo rotacional, que recibieron asesoramiento técnico, con sistema de cría+recrea, y que tuvieron una mayor productividad animal y una mayor productividad de la tierra. Las emisiones por unidad de superficie fueron menores en las explotaciones con menor carga ganadera, menor productividad de la tierra, menor número de potreros, y menor superficie dedicada a pastos implantados y/o cultivos forrajeros. Los resultados sugieren que la adopción de prácticas realistas y relativamente fáciles de aplicar, representa un potencial considerable de mitigación de la emisión de GEI. La mitigación de las emisiones

de GEI por unidad de producto debería basarse en la mejora del manejo del ganado, más que en la intensificación mediante la maximización de las cargas ganaderas, que podrían incrementar las emisiones por unidad de superficie de la tierra y conducir a pérdidas potenciales de la provisión de servicios ecosistémicos. Dado que las emisiones por unidad de producto y por unidad de superficie difieren en las implicaciones de la valoración de los impactos ambientales de la producción de alimentos (p.e., impactos globales frente a locales), los dos tipos de expresión de intensidad de emisiones se deberían tener en cuenta y conciliar tanto como sea posible.

Para identificar vías de aumento de la sostenibilidad y de la eficiencia de los sistemas bovinos pastorales del semiárido argentino, los estudios futuros deberían tener un enfoque integral y holístico, en el que el pilar ecológico de la sostenibilidad se evalúe incluyendo todos los impactos negativos y el suministro de servicios ecosistémicos por parte de esos agroecosistemas, como la preservación de la biodiversidad y el secuestro de carbono.

Palabras-clave: mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero, sistemas extensivos de pastoreo, pastos nativos semiáridos, pastoreo continuo/rotacional, manejo y cuidados del ganado, manejo reproductivo del ganado, asesoramiento técnico, carga ganadera, unidad funcional.

SUMMARY

Livestock production is an important source of greenhouse gas (GHG) emissions worldwide. The livestock sector contributes 14.5% of global GHG emissions. Since human population is expected to increase, together with improvement of standard of living, there is an increasing demand for livestock products. The livestock sector will have to be a major contributor in the mitigation of GHG emissions. Within the sector, beef production contributes to the majority of emissions. Methane is the main GHG emitted by those systems, which implies not only a contribution to the global warming, but also a loss of energy with negative consequences on system production.

Argentina is a major world beef producer: is the sixth largest beef producer in the world and the ninth largest beef exporter. In Argentina, >70% of the beef is produced in pasture-based grazing systems, mostly in extensive conditions. Eight percent of beef production is in the semi-arid Central Region, where cow-calf livestock systems fed on rangelands are an important economic sector in the region. Rangelands are the world's most common land type, provide the livelihoods for many vulnerable communities and provide relevant ecosystem services. They are experiencing high degradation and losses in biodiversity, especially in arid and semi-arid grasslands.

Many studies have assessed mitigation strategies for reducing emissions intensity in terms of GHG emissions in several ruminant livestock farming systems, which have been reviewed extensively. Most GHG studies, however, have been based on model systems that are based on average production parameters or on typical systems identified in consultation with specialists; however, estimates based on actual livestock systems are limited and, therefore, assessments of practical mitigation options on real farms are needed.

The GHG emissions of a product can be expressed as kg of CO₂e per kg of product, or it can be expressed as kg of CO₂e per unit of area (ha) of the production system, depending on the standpoint of view (of the consumer vs. the producer), product perspective vs. an IPCC inventory target, importance of global vs. local environmental issues assessed, and policy context. Some studies have shown that the use of different functional units (FU, kg of product vs. land area) can produce contradictory results in assessing GHG emissions, illustrating the potential conflict or trade-off between carbon efficiencies per unit of product and per unit of land. Nevertheless, several studies suggest that the two targets, mitigation of the emissions per unit of product and per unit of land area, can be reconciled.

Our study assessed real commercial operations that were representative of the extensive beef systems that are based on natural rangelands in the south of Departamento Capital, San Luis Province, which are typical of the semi-arid Central Region of Argentina. The objective was to assess the beef farms emissions based on real farm data, rather than on modeled or experimental data, and to identify the relationships between GHG emissions and current farm management practices and characteristics, in order to determine realistic and relatively easy-to-adopt farming practices that will favor low GHG emissions. Specifically, we (i) characterized the livestock farms in terms of structure, production and technical applications, (ii) estimated on-farm livestock emissions intensity based on several functional units, including: product-based (kg CO_{2e} per total live weight (LW) sold) and area-based (kg CO_{2e} per total land area used), (iii) identified the effects of farm attributes and management practices on GEI emissions, and (iv) identified and analyzed available technologies that would reduce GHG emissions in the farms of the area of study.

A survey of representative farms recorded detailed information on farm management and characteristics. The survey collected detailed information about the size and structure of the farm, livestock management, infrastructures, productivity, as well as some socio-economic characteristics of the farmer. Assessments of GHG emissions were based on the Intergovernmental Panel on Climate Change Tier 2 protocols (IPCC, 2006). In order to identify homogeneous groups of farms that differed in emissions and characteristics, eleven descriptive variables were selected from among all types of factors studied and subjected to Principal Component Analysis (PCA). We subjected the main factors of the PCA to a hierarchical Cluster Analysis (CA). To validate the results of the CA and the groups obtained, we used the Kruskal-Wallis test. To identify which groups differ for each variable, we used Dunn-Bonferroni post-hoc test. The relationships between farm management and characteristics and emission intensity were investigated using Generalized Linear Models (GLM).

Emissions per product sold were low on farms that had improved livestock care management, had rotational grazing, received technical advice, and had high animal and land productivities. Emissions per hectare of farmland were low on farms that had low stocking rates, low number of grazing paddocks, little or no land dedicated to improved pastures and annual forage crops, and low land productivity. The results suggest that the implementation of realistic, relatively easy-to-adopt farming management practices has considerable potential for mitigating GHG emissions. The mitigation of GHG emissions per unit of product should be based on the improvement of livestock care and reproductive management, rather than on land intensification through the maximization of stocking rates and land productivity, which might increase GHG emissions per unit of land area and lead to potential losses of rangeland ecosystem services provisioning. Given that GHG emissions per product and per hectare of farmland differ in their implications for the assessment of environmental impacts of food production (e.g., global vs. local

scales), both measures should be taken into account and reconciled as much as possible.

To identify ways to increase the sustainability and efficiency of the management of beef livestock systems in the Argentinean semi-arid rangelands, future studies should use an integrated, holistic approach in which all negative environmental impacts and the provisioning of ecosystem services, e.g., diversity preservation and carbon sequestration, should be assessed.

Keywords: greenhouse gas emissions mitigation, extensive beef grazing systems, semi-arid rangelands, rotational/continuous grazing, livestock care management, reproductive management, technical advice, stocking rate, functional units.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	IX
SUMMARY	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XXIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XXVII
ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS	XXIX
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1.1. Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la producción animal.....	1
1.1.2. Los sistemas extensivos y las emisiones de GEI.....	3
1.1.3. El metano y los factores que afectan a su producción	5
1.1.4. Las emisiones de GEI y la ganadería bovina en Argentina	6
1.1.5. Las emisiones de GEI y la ganadería bovina en la Provincia de San Luis.....	9
1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS	10
1.2.1. Hipótesis de trabajo	10
1.2.2. Objetivo general	10
1.2.3. Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES	15
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	15
2.1.1. Localización geográfica.....	15
2.1.2. Climatología	16
2.1.3. Geomorfología y suelos	18
2.1.4. Vegetación y pastizales	20
2.1.5. Recursos hídricos	28
2.2. GANADERÍA BOVINA Y CARACTERÍSTICAS REGIONALES DE PRODUCCIÓN Y MANEJO.....	29
2.2.1. Ganadería bovina en Argentina.....	29
2.2.2. Ganadería bovina en San Luis y del sur del Departamento Capital.	31

2.2.3.	Características de producción y manejo en el área de estudio.....	34
2.2.3.1.	Razas	34
2.2.3.2.	Categorías de animales	34
2.2.3.3.	Los sistemas de producción.....	35
2.2.4.	Indicadores productivos	37
2.2.4.1.	Sistema reproductivo.....	37
2.2.4.2.	Sistema de pastoreo: continuo y rotativo.....	37
2.2.4.3.	Equivalencias ganaderas	38
2.2.4.4.	Condición corporal como herramienta de manejo del rodeo	38
CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS GANADEROS		
DEL SUR DE SAN LUIS, ARGENTINA		
		43
3.1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	43
3.2.	MATERIALES Y MÉTODOS	45
3.2.1.	Selección de las explotaciones.....	45
3.2.1.1.	Información previa	45
3.2.1.2.	Información de campo: Encuesta.....	45
3.2.2.	Análisis de la información y Análisis estadístico.....	47
3.2.2.1.	Caracterización preliminar de productores del área sur del Departamento Capital	47
3.2.2.2.	Caracterización de los productores seleccionados.....	48
3.2.2.1.	Indicadores obtenidos según características de producción y manejo de las explotaciones	49
3.3.	RESULTADOS	51
3.3.1.	Caracterización y tipificación preliminar del sur del Departamento Capital	51
3.3.2.	Caracterización de los productores seleccionados	60
3.3.2.1.	Datos socioeconómicos.....	61
3.3.2.2.	Uso de la tierra	62
3.3.2.3.	Sistemas de producción ganaderos	63
3.3.2.4.	Infraestructura de las explotaciones	66
3.3.2.5.	Sistema de pastoreo y manejo del ganado	67
3.3.2.6.	Sistema reproductivo del ganado.....	68
3.3.2.7.	Productividad del sistema y productos vendidos.....	69
3.3.2.8.	Actitud de los productores frente a posibles cambios en sus explotaciones	70

3.3.2.9. La sequía en la región según datos de los productores.	71
3.3.3. Tipificación de los productores seleccionados	71
3.3.3.1. Análisis y selección de indicadores	71
3.3.3.2. Análisis de Componentes Principales	76
3.3.3.3. Tipificación de las explotaciones.....	77
3.4. DISCUSION	82
3.5. CONCLUSIONES.....	86
CAPÍTULO 4. LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS SISTEMAS BOVINOS EXTENSIVOS DEL SUR DE SAN LUIS	89
4.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	89
4.2. MATERIALES Y MÉTODOS	91
4.2.1. Cálculo de las emisiones	91
4.2.2. Límites del sistema y unidad funcional.....	92
4.2.3. Coeficientes y ecuaciones para las estimaciones de emisiones de GEI	94
4.2.4. Comparación de metodologías de cálculo (PCG1 y PCG2).....	95
4.2.5. Caracterización de las emisiones y comparaciones entre los tipos de productores	96
4.3. RESULTADOS	96
4.3.1. Comparación de emisiones de GEI según potencial de calentamiento global	96
4.3.2. Caracterización de las emisiones de gases de efecto invernadero en las explotaciones	98
4.3.3. Las emisiones según los grupos de explotaciones	102
4.3.4. Los sistemas ganaderos y las emisiones de GEI.....	103
4.4. DISCUSIÓN	104
4.5. CONCLUSIONES.....	106
CAPÍTULO 5. LOS SISTEMAS EXTENSIVOS Y LOS EFECTOS DE LA GESTIÓN - MANEJO GANADERO SOBRE LAS EMISIONES DE GEI	111
5.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	111
5.2. MATERIALES Y MÉTODOS	118
5.2.1. Variables utilizadas	118
5.2.2. Análisis estadísticos	120
5.3. RESULTADOS	123

5.3.1. Emisiones de GEI según manejo/gestión ganadero en los sistemas extensivos	123
5.3.2. Los efectos de la manejo/gestión de los sistemas extensivos bovinos y su incidencia en las emisiones de GEI	125
5.4. DISCUSIÓN	130
5.5. CONCLUSIONES.....	136
CAPÍTULO 6. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE LOS GEI Y MEJORA EN LA PRODUCCIÓN EN SISTEMAS GANADEROS BOVINOS EXTENSIVOS	141
6.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	141
6.2. MATERIALES Y MÉTODOS	144
6.2.1. Tecnologías disponibles	144
6.2.2. Escenarios actuales de explotaciones del sur de San Luis	144
6.2.3. Alternativas de mejoras en la producción de sistemas ganaderos bovinos	145
6.2.3.1. Propuestas tecnológicas para explotaciones del sur de San Luis	147
6.2.4. Estimación de emisiones	149
6.2.5. Análisis estadístico	149
6.3. RESULTADOS	150
6.3.1. Tecnologías disponibles de adopción para mitigar emisiones	150
6.3.2. Propuestas de cambios tecnológicos para productores	156
6.3.2.1. Escenarios actuales y propuestos por casos	156
6.3.3. Emisiones de GEI de los casos estudiados.....	163
6.4. DISCUSIÓN	164
6.5. CONCLUSIONES.....	167
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES. IMPLICACIONES. LINEAS FUTURAS	171
CONCLUSIONES	171
IMPLICACIONES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO	176
LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	181
ANEXOS.....	197
Anexo 1	197
Encuesta para explotaciones del sur del Departamento Capital. San Luis ..	197

Anexo 2	201
Fotografías del área de estudio.....	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Fuentes de emisiones de GEI del sector ganadero (Gt CO ₂ eq) según datos de Gerber <i>et al.</i> (2013b).....	2
Tabla 1.2 Estimaciones globales de emisiones de GEI por tipo de Ganado (Gt CO ₂ eq) según datos de Gerber <i>et al.</i> (2013b).	2
Tabla 1.3 Fuentes de emisiones de GEI del sector ganadero vacuno de carne (Gt CO ₂ eq) según datos de Gerber <i>et al.</i> (2013b).	3
Tabla 1.4 Emisiones de GEI de Argentina por sector y tipo de gas según datos de Gobierno Argentino (2015).	8
Tabla 2.1 Temperaturas de San Luis. Período 1981-1990. Fuente: Peña Zubiarte y d´Hiriart (2006).	17
Tabla 2.2 Precipitaciones de San Luis. Período 1970-2004. Fuente: Peña Zubiarte y d´Hiriart (2006).	17
Tabla 2.3 Características ambientales del sur del Departamento Capital de la provincial de San Luis para período 1960-1999 según mapas de Echeverría y Giulietti (2008) y Echeverría y Bertón (2008).	17
Tabla 2.4 Precipitación mensual de Beazley Período 1972-1990 según Peña Zubiarte y d´Hiriart (2006).	17
Tabla 2.5 Unidades cartográficas del sur del departamento Capital según datos de Peña Zubiarte <i>et al.</i> (1998).....	19
Tabla 2.6. Características del suelo según unidades cartográficas del sur del Departamento Capital según datos de Peña Zubiarte <i>et al.</i> (1998).	20
Tabla 2.7 Capacidad de uso e índice productivo según unidades cartográficas del sur del Departamento Capital según datos de Peña Zubiarte <i>et al.</i> (1998).	20
Tabla 2.8 Vegetación típica de la Unidad: Bosque bajo de algarrobo y arbustal de jarilla y chañar según datos de Anderson <i>et al.</i> (1970). Referencia: P: perenne. V: estival. I: invernal.....	23
Tabla 2.9 Vegetación típica de la Unidad: Áreas medanosas con pastos e isletas de chañar según datos de Anderson <i>et al.</i> (1970). Referencia: P: perenne; V: estival; I: invernal.....	24
Tabla 2.10 Características de la vegetación de las unidades cartográficas del sur del Departamento Capital según datos de Peña Zubiarte <i>et al.</i> (1998).	25
Tabla 2.11 Características y listado de especies por unidad cartográfica en área de estudio según datos de Peña Zubiarte <i>et al.</i> (1998).....	26
Tabla 2.12 Datos de digestibilidad y proteína bruta de especies que se encuentran en el área de estudio según datos de Aguilera (2003).	28
Tabla 2.13 Indicadores productivos promedios según región de la República Argentina según datos de Rearte (2007).	30
Tabla 2.14 Existencias bovinas en Argentina por categoría a marzo 2015 y 2016 según datos de SENASA (2015; 2017).....	31
Tabla 2.15 Existencias bovinas de San Luis a marzo 2015 según datos de SENASA (2015).	31

Tabla 2.16 Stock bovino de la Provincia de San Luis y Departamento Capital para 2013 según datos de Riedel y Frasinelli (2013).	33
Tabla 2.17 Unidades productivas de bovinos en la Provincia de San Luis y en el Departamento Capital por estratos de productores según número de cabezas, según datos de Riedel y Frasinelli (2013).	33
Tabla 2.18 Número y porcentaje de unidades productivas en el Departamento Capital según datos de Riedel y Frasinelli (2013).	33
Tabla 2.19 Promedios de indicadores de eficiencia física en la provincia de San Luis según datos de Veneciano (1998).	33
Tabla 2.20 Valores equivalentes vacas (EV) para la región. Fuente: Cocimano <i>et al.</i> (1983).	38
Tabla 2.21 Escalas para análisis de condición corporal. Fuente: Frasinelli <i>et al.</i> (2004a).	39
Tabla 3.1 Resumen de la información recabada a través de encuesta a los ganaderos. En las preguntas de respuesta numérica se especifican las unidades.	46
Tabla 3.2 Variables utilizadas en el ACP para el estudio preliminar con 67 explotaciones.	47
Tabla 3.3 Variables utilizadas para la tipificación de los productores.	48
Tabla 3.4 Indicadores obtenidos a partir de las encuestas realizadas a los productores (n=30).	49
Tabla 3.5 Porcentaje de explotaciones y la ganadería (número de cabezas) del área de estudio (n=67).	52
Tabla 3.6 Rangos de valores de superficies por grupos de 67 explotaciones del sur del Departamento Capital, San Luis.	56
Tabla 3.7 Rangos de valores de ganadería bovina por grupos de 67 explotaciones del sur del Departamento Capital, San Luis.	56
Tabla 3.8 Matriz de componente rotado. Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.	57
Tabla 3.9 Valores medios de superficie y cantidad de ganado bovino según grupos generados en el Análisis Cluster (n=67).	59
Tabla 3.10 Encuestas realizadas según la superficie de las explotaciones.	60
Tabla 3.11 Encuestas realizadas según tipificación de las explotaciones.	60
Tabla 3.12 Resumen de las características generales de las explotaciones encuestadas en el área de estudio. Unidad, valores medios, mínimos y máximos (n= 30 explotaciones).	61
Tabla 3.13 Valores promedio, mínimos y máximos por categoría de animales en las 30 explotaciones seleccionadas.	66
Tabla 3.14 Valores promedios de distintas categorías vendidas con sus máximos y mínimos en las 30 explotaciones encuestadas.	70
Tabla 3.15 Opiniones de productores sobre la sequía en sus establecimientos agropecuarios según el año.	71
Tabla 3.16 Correlaciones Spearman de variables independientes de las explotaciones del sur de San Luis.	73
Tabla 3.17 Variables seleccionadas para posteriores análisis.	75

Tabla 3.18 Matriz de componente rotado. Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser (n=30).	76
Tabla 3.19 Valores medios para las variables estudiadas en los grupos conformados (n=30).	78
Tabla 3.20 Frecuencia (porcentaje de explotaciones) en variables discretas en los grupos conformados (n=30).	79
Tabla 3.21 Resumen de las características medias de cada grupo. Basado en las Tablas 3.20 y 3.21.	80
Tabla 4.1 Correlación de variables independientes y dependientes con coeficientes de correlación Spearman.	93
Tabla 4.2 Expresiones utilizadas de las emisiones en los sistemas ganaderos bovinos.	94
Tabla 4.3 Estadístico descriptivo de variables con Potencial de Calentamiento Global 1 y 2. n=30.	97
Tabla 4.4 Variables utilizadas para la comparación de emisiones de GEI según el PCG1 y PCG2.	97
Tabla 4.5 Prueba T de muestras relacionadas.	97
Tabla 4.6 Valores medios, mínimos y máximos de emisiones de CH ₄ y N ₂ O por categorías de las explotaciones del sur de San Luis (kg CO ₂ eq).	100
Tabla 4.7 Valores medios, mínimos y máximo de los parámetros utilizados para las estimaciones de emisiones de los sistemas extensivos según categoría.	101
Tabla 4.8 Prueba de normalidad por categoría de animales.	101
Tabla 4.9 ANOVA de un factor, emisiones por categorías animales.	102
Tabla 4.10 Valores medios de emisiones por grupo de explotaciones (kg CO ₂ eq) y sus valores de significación según el test ANOVA. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en el test de separación de medias de Tukey.	102
Tabla 4.11 Valores medios de emisiones por grupos de explotaciones (kg CO ₂ eq) y sus valores de significación de la prueba de Kruskal-Wallis. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en el test de separación de medias de Dunn-Bonferroni.	103
Tabla 4.12 valores medios, mínimos, máximos, desviación standard para las emisiones de GEI (n=30).	103
Tabla 5.1 Revisión bibliográfica de diversas formas de expresar las emisiones de gases emitidas por la ganadería y valores de emisiones obtenidas por distintos autores.	114
Tabla 5.2 Listado y codificación de variables explicativas según tipo de variable.	119
Tabla 5.3 Efectos individuales del manejo de las explotaciones y sus características en las emisiones de GEI.	124
Tabla 5.4 Modelos lineales generalizados para la respuesta de la intensidad de emisión (kg CO ₂ eq por kg vendidos y como kg CO ₂ eq por ha) de las explotaciones ganadera bovinas según sus características y el manejo.	127

Tabla 5.5 Ecuaciones conformadas a través de los modelos obtenidos por intensidad de emisiones expresadas por kg CO ₂ eq por kg peso vivo vendido y por kg CO ₂ eq por ha.	128
Tabla 5.6 Medias marginales de los modelos de emission de GEI expresados en kg CO ₂ eq por kg de peso vivo vendido y por hectárea.	129
Tabla 6.1 Principales características actuales de los casos analizados.	145
Tabla 6.2 Tenologías de mejoras aplicadas en las propuestas e impactos en los sistemas de producción.	147
Tabla 6.3 Síntesis de algunos estudios realizados relacionadas a la mitigación de gases de efecto invernadero.	151
Tabla 6.4 Resultados de indicadores de productividad de distintos sistemas ganaderos bovinos en San Luis. Elaborado en función de datos de A: Frasinelli (2014); B: Frasinelli <i>et al.</i> (2014a); C: Frasinelli <i>et al.</i> (2014b). D: Frasinelli <i>et al.</i> (2014c). E: Frasinelli <i>et al.</i> (2014d).....	155
Tabla 6.5 Estrategias de manejo en sistemas de cría bovina. Elaborado en función de datos de A: Frasinelli (2014); B: Frasinelli <i>et al.</i> (2014a); C: Frasinelli <i>et al.</i> , (2014b). D: Frasinelli <i>et al.</i> (2014 c); E: Frasinelli <i>et al.</i> (2014d).	155
Tabla 6.6 Principales características de los sistemas de producción actual (SPA) y de los sistemas de producción mejorados propuestas 1 (SPM1) y 2 (SPM2) en los casos de estudio 1 al 6.	162
Tabla 6.7 ANOVA para comparación de emisiones de SPA, SPM1 y SPM2 y Prueba post hoc: comparaciones múltiples HSD Tukey (n=6).....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Emisiones de GEI de Argentina por Sector para el año 2012 (kg CO ₂ eq) según datos de Gobierno Argentino (2015).	7
Figura 1.2 Emisiones de GEI de Argentina por Sector para el año 2014 según datos de Gobierno Argentino (2017).	8
Figura 1.3 Emisiones de GEI de Argentina para el año 2014 según distribución por actividad según datos de Gobierno Argentino (2017).	9
Figura 2.1 Ubicación del área de estudio.	16
Figura 2.2 Precipitación media mensual para la localidad de Beazley. Elaboración según datos de Peña Zubiate y d'Hiriart (2006).	18
Figura 2.3 Características de la vegetación del Dominio Chaqueño, Provincia del espinal. Fuente: Cabrera (1976)	21
Figura 2.4 Formaciones vegetales en la provincia de San Luis. Fuente: Anderson <i>et al.</i> (1970).	22
Figura 2.5 Características de San Luis según región. Fuente: Riedel y Frasinelli (2013).	32
Figura 2.6 Plataforma Argentina de la producción de carne bovina. Fuente: Pordomingo (2015).	36
Figura 2.7 Grado de condición corporal. Fuente: Frasinelli <i>et al.</i> (2004a).	39
Figura 3.1 Formación de grupos según la superficie de las explotaciones (n=67).	52
Figura 3.2 Número de animales bovinos totales y superficie dedicada a la ganadería por explotación (n=67).	53
Figura 3.3 Tipo de sistemas de producción y número de animales de la ganadería bovina (n=67).	53
Figura 3.4 Tipos de sistemas de explotaciones según grupos. Se ha empleado el número total de animales que pertenecen a cada Sistema en cada grupo (n=67).	55
Figura 3.5 Recursos disponibles en las explotaciones para la alimentación del ganado (n= 67).	55
Figura 3.6 Porcentaje de superficie de recursos forrajeros destinada a la ganadería bovina (n=67).	56
Figura 3.7 Conglomerado de 67 explotaciones del sur del Departamento Capital, San Luis. Resultado del Análisis Cluster	58
Figura 3.8 Porcentaje de explotaciones según su superficie (n=30).	62
Figura 3.9 Alimentación del ganado bovino en porcentaje en las 30 explotaciones seleccionadas.	63
Figura 3.10 Porcentaje de explotaciones según sistema de producción ganadero (n=30).	64
Figura 3.11 Porcentaje de explotaciones según número de cabezas de ganado bovino (n=30).	65

Figura 3.12 Número de animales promedios según categorías en las 30 explotaciones seleccionadas.	65
Figura 3.13 Aspectos sanitarios y de manejo del ganado bovino que aplican las explotaciones (n=30). En porcentaje.	68
Figura 3.14 Porcentaje de animales vendidos en las explotaciones encuestadas según categorías (n=30).	69
Figura 3.15 Conglomerado de 30 explotaciones seleccionadas en el sur del Departamento Capital, San Luis.	77
Figura 4.1 Promedios de emisiones de CH ₄ y N ₂ O por animal según categoría de animales de las 30 explotaciones (kg CO ₂ eq) y sus desviaciones estándares (novillo n=8, ternero n=28, torito n=3, toro n=25, vaca n=27, vaquillona n=16).	99
Figura 4.2 Emisiones totales por animal y por categoría de las 30 explotaciones (kg CO ₂ eq) y sus desviaciones estándares (novillo n=8, ternero n=28, torito n=3, toro n=25, vaca n=27, vaquillona n=16).	100

ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ACP	Análisis de Componentes Principales
ACV	Análisis de ciclo de vida
AIC	Criterio de Información de Akaike
AICc	Criterio de Información de Akaike para las muestras finitas
AT0	Sin Asistencia técnica
CA	Carga Animal
CA0	Carga animal baja
CC	Condición corporal
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CUSS	Cambio del uso del suelo y agricultura
CUT	Cría último termero
D ²	Proporción de la devianza explicada
DE	Digestibilidad del alimento. Energía digerible expresada como Porcentaje de energía bruta
Dmodelo	Modelo de interés
Do	Modelo nulo (valor de la devianza del modelo nulo, con sólo el intercepto)
EB	Energía bruta
EEA	Estación Experimental Agropecuaria
EV	Equivalente vaca
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FE	Factor de emisión
GEI	Gases de efecto invernadero
Gg CO ₂ eq	Gigagramos de dióxido de carbono equivalente
Gt CO ₂ eq	Gigatonelada de dióxido de carbono equivalente
I	Invernal
IERAL	Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana de Fundación Mediterránea
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
IPCC	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
MA0	Manejo Animal pobre
MLG	Modelos lineales generalizados
N ₂ O	Óxido nitroso
NEa	Energía neta para actividad
NEg	Energía neta para crecimiento
NEI	Energía neta para lactancia
NEm	Energía neta para mantenimiento
NEp	Energía neta para preñez
NEx	Tasas de excreción anual de nitrógeno
NRC	Consejo Nacional de Investigación
OMM	Organización Meteorológica Mundial
P	Perenne
P/ha0	Potreros por hectárea bajo

PA0	Producción animal baja (kg vendido/EV)
PCG	Potencial de calentamiento global
PEA	Plan estratégico agroalimentario
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente
PS0	Producción del sistema baja (kg vendido/ha)
PV	Peso Vivo
PWC	Argentina Research y Knowledge Center
R1	Vaquillonas de reposición de entre 6 y 15 meses de edad, se denominan también vaquillonas chicas
R2	Vaquillonas de reposición de entre 15 y 27 meses de edad, se denominan también vaquillonas grandes.
REG	Relación entre la energía disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida
REM	Relación entre la energía disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida
SENASA	Servicio Nacional de Sanidad y Calidad de Agroalimentaria
SP0	Sistema de pastoreo continuo
SPA	Sistema de producción actual
SPM	Sistema de producción mejorado
t CO ₂ eq	Tonelada de dóxido de carbono equivalente
TI	Tasa de incidencia
TM0	Tasa de mortalidad bajo
TS0	Tipo de sistema cría
UN	Naciones unidas
UP	Unidad productiva
US0	Uso del suelo bajo
UTA	Unidades de Trabajo al Año
V	estival
YM	Factor de conversión de metano, expresado como fracción de la digestibilidad de la energía bruta del alimento que se transforma en CH ₄



CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1.1. Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la producción animal

Existe el gran desafío mundial de garantizar la disponibilidad alimentaria a toda la población a través de una mayor producción agro-ganadera y resolver al mismo tiempo otros retos, como los efectos de esa producción sobre el cambio climático y su creciente presión sobre los ecosistemas y los recursos naturales. En este aspecto, el sector ganadero adquiere gran relevancia, sobre todo si se tiene en cuenta que, a nivel mundial, es la base de los medios de subsistencia y la disponibilidad alimentaria de casi mil millones de personas, y representa el 40% de la producción agraria (FAO, 2009b). Por otro lado, la FAO (2009a) sugiere que la producción de alimentos y piensos tendrá que aumentar un 70% en el futuro para satisfacer las necesidades calóricas y nutricionales asociadas con el aumento esperado de la población. Además, plantea como retos el uso más eficiente de los recursos naturales, y la adaptación de los sistemas de producción al cambio climático.

Para el ser humano, los rumiantes son importantes debido a que ellos pueden obtener la alimentación a partir de forrajes y de los subproductos y co-productos agrícolas e industriales que el hombre no puede consumir o utilizar en forma directa (Huss, 1993). Los rumiantes no solamente transforman el material fibroso, sino que, cuando los sistemas basados en pastos están bien gestionados, pueden aumentar la productividad de los sistemas y la biodiversidad (Riedel, 2007; Steinfeld y Gerber, 2010). No obstante, los rumiantes producen Gases de Efecto Invernadero (GEI) en cantidades importantes que pueden contribuir al cambio climático, por lo que resulta relevante mejorar el conocimiento de las variables que inciden en la magnitud en la que se producen estos gases. Los conocimientos producidos en este sentido, podrán ser tenidos en cuenta a la hora de definir las prácticas de manejo ganadero. Se pueden producir compensaciones (*tradeoffs*) entre impactos ambientales locales y globales, el cambio climático es un problema global mientras que los problemas del suelo, de pesticidas, calidad del agua y la pérdida de biodiversidad de los pastos naturales son problemas locales, y por lo tanto deben ser evaluados y tratados por quienes toman las decisiones localmente (Picasso *et al.*, 2014).

Según el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (por sus siglas en inglés, IPCC) (IPCC, 2013), la temperatura global de la superficie de la tierra ha aumentado unos 0,85°C desde finales del siglo XIX (1880-2012).

Las emisiones totales de GEI antropogénicas han aumentado más rápidamente entre 2000 y 2010 que en las décadas anteriores. De 2000 a 2010 las emisiones de GEI aumentaron en promedio 1 Gt CO₂ eq por año (2,2%) en comparación con 0,4 Gt CO₂ eq por año (1,3%) en todo el periodo de 1970 a 2000 (IPCC, 2014b).

Steinfeld *et al.* (2006) atribuyen al sector ganadero una alta participación en la problemática ambiental global en general, y en la emisión de GEI y en el cambio climático en particular. Establecen que este sector es el responsable del 18% de las emisiones de GEI, emitiendo el 9% del total del CO₂ y el 37% de las emisiones de gas metano (CH₄) provenientes de la fermentación entérica y del estiércol. Asimismo, participa con el 65% de las emisiones globales de óxido nitroso (N₂O).

Según Gerber *et al.* (2013b), a nivel global, las emisiones de GEI originadas por la producción ganadera representan el 14,5% de las emisiones totales, de las cuales el 39% corresponde a la fermentación entérica (Tabla 1.1). A su vez, dentro del sector ganadero, el ganado vacuno representan el 65% (4,6 Gt de CO₂ eq) de las emisiones provenientes del sector agropecuario (Tabla 1.2). Específicamente, la carne de ganado vacuno contribuye con el 41% de las emisiones totales del sector, mientras que la leche de vaca lo hace con el 20%. Las principales fuentes de emisiones del sector ganadero vacuno se detallan en Tabla 1.3. Por otra parte, para Opio *et al.* (2013) la producción de carne contribuyó con alrededor del 29% de la emisión de GEI del sector de rumiantes en 2010, de los cuales el 79% corresponde al sector ganadero bovino y el resto a búfalos y pequeños rumiantes. Además, afirman que en América Latina y el Caribe, casi un tercio de las emisiones procedentes de la producción de carne se relacionan con la expansión de los pastos en las zonas boscosas.

Tabla 1.1 Fuentes de emisiones de GEI del sector ganadero (Gt CO₂ eq) según datos de Gerber *et al.* (2013b).

Fuente	Emisiones de GEI (%)
Elaboración de piensos	45
Fermentación entérica	39
Estiércol	10
Transporte	6

Tabla 1.2 Estimaciones globales de emisiones de GEI por tipo de Ganado (Gt CO₂ eq) según datos de Gerber *et al.* (2013b).

Tipo de ganado	Emisiones de GEI (%)
Vacuno	65
Porcino	9
Búfalo	8
Aves	8
Pequeños ruminantes	6
Otros tipos de ganado	4

Tabla 1.3 Fuentes de emisiones de GEI del sector ganadero vacuno de carne (Gt CO₂ eq) según datos de Gerber *et al.* (2013b).

Ganado bovino de carne	Emisiones de GEI (%)
Fermentación entérica	42,6
Cambio de uso tierra, expansión de pastizales, CO ₂	14,8
Estiércol aplicado y depositado, N ₂ O	18,1
Piensos, CO ₂	10,0
Manejo de estiércol (N ₂ O, CO ₂)	5,0
Otros	9,5

Cuando las emisiones son expresadas por unidad de proteínas producidas, la carne de vacuno es el producto con la mayor intensidad de emisiones, un promedio de 300 kg de CO₂ eq por kg de proteína producida, seguida de la carne y leche de pequeños rumiantes con promedios de 165 kg y 112 kg de CO₂ eq por kg de proteína producida respectivamente (Gerber *et al.*, 2013b).

En los sistemas de producción de carne de vacuno, tres factores principales determinan el impacto ambiental: el tipo de sistema, la eficiencia en la producción y la composición de la alimentación (Nemecek *et al.*, 2013).

En los sistemas de rumiantes, existe una fuerte relación entre productividad y la intensidad de emisiones: hasta un nivel relativamente alto de productividad, la intensidad de emisiones disminuye a medida que la productividad aumenta (Opio *et al.*, 2013). Debido a este efecto, la intensificación de la producción animal ha sido entendida en algunos ámbitos como mitigadora de la emisión de GEI (Steinfeld y Gerber, 2010). La intensidad de las emisiones en la producción de vacuno de carne en sistemas de pastoreo es elevada. Además, en los países de América Latina y el Caribe, a la baja digestibilidad de los forrajes se unen las emisiones provenientes del cambio de uso del suelo relacionado con la expansión de los pastizales. En estos sistemas la introducción de mejoras en la calidad del forraje, la sanidad animal y el manejo del ganado podría hacer que las emisiones se redujeran entre un 19% y un 30% con respecto a las emisiones de referencia (Gerber *et al.*, 2013b).

1.1.2. Los sistemas extensivos y las emisiones de GEI

La ganadería extensiva es el conjunto de sistemas de producción ganadera que aprovechan eficientemente los recursos del territorio con las especies y razas adecuadas, compatibilizando la producción con la sostenibilidad y generando servicios ambientales y sociales. Contempla aspectos clave como la utilización de razas autóctonas, la movilidad del ganado, el bienestar animal o el manejo ajustado a la disponibilidad espacial y temporal de los recursos disponibles en cada zona. La ganadería extensiva es esencial para el territorio y la sociedad, ya que no solo genera productos de calidad, sino también configura el paisaje, ayuda a controlar los incendios forestales, regula los ciclos del agua y la calidad del suelo, ayuda a

potenciar la biodiversidad y a conservar el patrimonio cultural y la identidad territorial (Ruiz *et al.*, 2017).

En un mismo entorno físico o con condiciones biofísicas similares pueden coexistir una gran diversidad de tipos de explotación, tanto en cuanto a sus aspectos estructurales, económicos y sociales, por el aprovechamiento del espacio y de los recursos naturales, como en cuanto al manejo técnico de la explotación. Esta diversidad en el uso y aprovechamiento de los recursos tiene como resultado una gran variabilidad en los resultados de producción, en los resultados económicos y, por ende, en los impactos medioambientales (negativos y/o positivos) sobre los recursos naturales. Por otro lado, la intensidad de las emisiones de GEI por parte de la ganadería bovina puede variar entre explotaciones, debido a las condiciones agroecológicas, a las prácticas de manejo en la explotación y a las formas de gestión que tiene cada una de ellas. De hecho, la intensidad de la emisión por unidad de producto animal puede variar considerablemente incluso en sistemas de producción similares; estas diferencias pueden deberse a las prácticas de explotación y a la gestión de las cadenas de suministro (Gerber *et al.*, 2013b).

A pesar de que, desde algunos ámbitos se defiende la ganadería intensiva como mitigadora de la emisión de GEI, Neely *et al.* (2009) sostienen que el ganado y los sistemas de pastoreos extensivos cumplen un rol importante en la mitigación del cambio climático y, sobre todo, en el apoyo a la adaptación y la reducción de la vulnerabilidad a los cambios como por ejemplo los desastres naturales debido al cambio climático. Por otra parte, Dumont *et al.* (2013) sostienen que el ganado en pastoreo, si se gestiona adecuadamente, puede desempeñar un papel positivo para la conservación de la biodiversidad en los pastos europeos y, de manera más general, para los servicios de los ecosistemas proporcionados por estos sistemas de cría a base de pastizales.

Los pastos son el tipo de tierra más común en el mundo (50-70% de la superficie terrestre) y su uso es pastoral (Morris, 2011) y proporcionan los medios de subsistencia para muchas comunidades humanas vulnerables (Herrero *et al.*, 2013). Del ganado que existe en el mundo, el 82% están sobre sistemas de pastoreo extensivos (Rearte y Pordomingo, 2014).

Las explotaciones ganaderas en sistemas extensivos son sistemas complejos con diferentes componentes que interactúan entre ellos (suelo, agua, plantas, animales, variables climáticas), los enfoques con que se implemente la reducción de las emisiones de GEI dependerán de las condiciones locales y de los enfoques individuales específicos de los productores para evaluar medidas de mitigación apropiadas.

En los sistemas extensivos las características ambientales determinan las distintas posibilidades de producción y condicionan los planteamientos de cada explotación. Sería posible reducir en un 30% las emisiones de GEI si los productores de un determinado sistema de producción, región y clima adoptaran las tecnologías y prácticas utilizadas actualmente por solo el 10% de los productores (Gerber *et al.*, 2013b).

Se requiere de fundamentos fehacientes basados en resultados científicos que determinen las interacciones entre el manejo de la explotación, las variables ambientales y la emisión de GEI, que permitan observar y analizar las posibilidades de gestionar el territorio de manera sustentable. Así, resulta fundamental conocer las distintas tecnologías que aplica el productor en sus explotaciones, los factores que intervienen en la toma de decisiones y su relación con las emisiones de GEI. Ello permitirá analizar las distintas alternativas de adaptación disponibles y las posibilidades operativas de adaptación frente a los diferentes escenarios que se puedan presentar.

Crosson *et al.* (2011) han realizado una revisión de varios estudios acerca de la emisión de GEI en distintos sistemas de producción de carne de diversas partes del mundo con interesantes resultados, entre otros que las mejoras en la productividad de los animales y la fertilidad pueden reducir las emisiones de GEI/kg de producto.

Para los climatólogos, los gases CH₄, el N₂O y el dióxido de carbono (CO₂), son gases liberados a la atmósfera, mientras que, para los productores ganaderos, las emisiones de estos gases son pérdidas de energía, nutrientes y materia orgánica del suelo. Y ello se atribuye a la falta de eficiencia en el uso de los insumos y recursos (Opio *et al.*, 2013). Así, parte de la energía ingerida como alimento se pierde en forma de CH₄ en lugar de ser asimilada por el animal y utilizada para la producción. Por lo que desperdiciar parte de la energía en forma de CH₄ y otros GEI, no solamente tiene implicancias en cuanto al cambio climático, sino que también es negativo para la producción (Opio *et al.*, 2013).

1.1.3. El metano y los factores que afectan a su producción

Los rumiantes, fermentan en su rumen material vegetal produciendo acetato, propionato, butirato, CO₂ y CH₄. Mientras los ácidos grasos volátiles son absorbidos y metabolizados, el gas CH₄, de efecto invernadero, es emitido por los animales a la atmósfera fundamentalmente por eructación y respiración (McAllister *et al.*, 1996).

El CH₄ es un producto final de la fermentación de hidratos de carbono en el rumen (McAllister *et al.*, 1996; Moss *et al.*, 2000). Se produce por las bacterias metanogénicas como un producto final metabólico (McAllister *et al.*, 1996). Este producto, en términos de energía, constituye una pérdida y en términos ambientales, contribuye al calentamiento global, como ya hemos comentado. Esta pérdida representa una pérdida energética entre el 2 y el 12% de la energía bruta consumida (Johnson y Johnson, 1995). La producción de CH₄ implica, así, una reducción en la eficacia de la alimentación.

La producción de CH₄ en el ganado está influenciada por varios factores, además del número, edad y tamaño de los animales: la productividad de los animales, el

nivel del consumo, la composición de la dieta, la digestibilidad y la calidad de forraje, el tipo de carbohidratos en la dieta, el procesamiento del alimento, la suplementación de lípidos a la dieta y alteraciones en la microflora del rumen, la tasa de crecimiento, el nivel de producción y la temperatura ambiente (Johnson y Johnson, 1995; Mieres *et al.*, 2003; Scholtz *et al.*, 2012; Broucek, 2014).

Existen diferentes herramientas para disminuir la emisión de CH₄ por fermentación entérica en los sistemas de pastoreo. Algunas están asociadas a la calidad del forraje y, a su vez, la calidad del forraje depende de la especie botánica, la variedad, su grado de madurez y del manejo que se le haga a la pastura. Por otra parte, está asociada al tipo y tamaño del animal.

La calidad del forraje afecta la actividad de los microbios del rumen y la producción de CH₄ en el rumen. La especie forrajera, el procesamiento del forraje, la proporción en la dieta y el grano también influyen en la producción de CH₄ en los rumiantes (Shibata y Terada, 2010).

Otros factores que influyen en la cantidad de CH₄ emitido son el nivel de consumo del alimento (Shibata y Terada, 2010) y la suplementación con grasa (Grainger y Beauchemin, 2011) el tiempo de retención (o “tasa de pasaje”) y la temperatura del ambiente (McAllister *et al.*, 1996).

No obstante, estudios realizados por Tamburini *et al.* (2010) afirman que las características de la dieta tienen menos influencias sobre la emisión de CH₄ que la cantidad de alimento consumido.

1.1.4. Las emisiones de GEI y la ganadería bovina en Argentina

En función de las características de la producción ganadera bovina y los distintos grados de intensificación aplicados en Argentina, la ganadería bovina producirá más o menos emisiones (Pordomingo, 2002). Según Berra y Finster (2002) para el año 1997, en Argentina, las actividades agropecuarias, fueron responsables del 41% de las emisiones, el porcentaje más alto después del sector energético.

En la Segunda Comunicación Nacional para el Cambio Climático (Gobierno Argentino, 2007) se analizaron y compararon todos los sectores emisores GEI a nivel del país para el año 2000 (excluyendo el sector de cambio en el uso del suelo y silvicultura). El sector agro-ganadero produjo un 44% de los GEI. Si se observan específicamente las emisiones de CH₄, el sector agro-ganadero produce el 70% de este gas y el 97% de N₂O. Ahora bien, si se analiza dentro del sector ganadero, la ganadería bovina emite únicamente el 28% de las emisiones. A su vez, si se analizan las emisiones de CH₄ por fermentación entérica observando distintos tipos de ganado, el 95% corresponde a la ganadería bovina, siguiéndole el ovino con un 2%. Las emisiones de CH₄ por gestión de estiércol suponen el 85% en el caso del bovino, seguida de porcino con el 4%. Acerca de la emisión de N₂O directo de los suelos por el ganado en pastoreo, la ganadería bovina emite el 82% y las emisiones

indirectas de N₂O de los suelos por el estiércol del ganado suponen el 80% del total (Gobierno Argentino, 2007).

A su vez, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD Argentina, 2016) afirma que, en Argentina, dentro de las especies ganaderas, la bovina aporta el 94% del CH₄ del sector ganadero nacional y sostiene que el país cuenta con una gran cantidad de cabezas bajo un sistema global de baja eficiencia, logrando una relativamente baja cantidad de carne producida en relación con las cabezas faenadas, lo que conlleva una baja producción de carne por cantidad de GEI emitida.

Por otra parte, el Gobierno Argentino (2015) a través de la tercera comunicación nacional a la convención marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático, ha realizado el inventario de los GEI de Argentina para el año 2012. Al respecto, incluye el sector del cambio del uso del suelo y agricultura (CUSS) y las emisiones por sector se pueden observar en la Figura 1.1. Del total de las emisiones del país, el 63,7% corresponde al CO₂, el 19% CH₄ y 17,1% a N₂O.

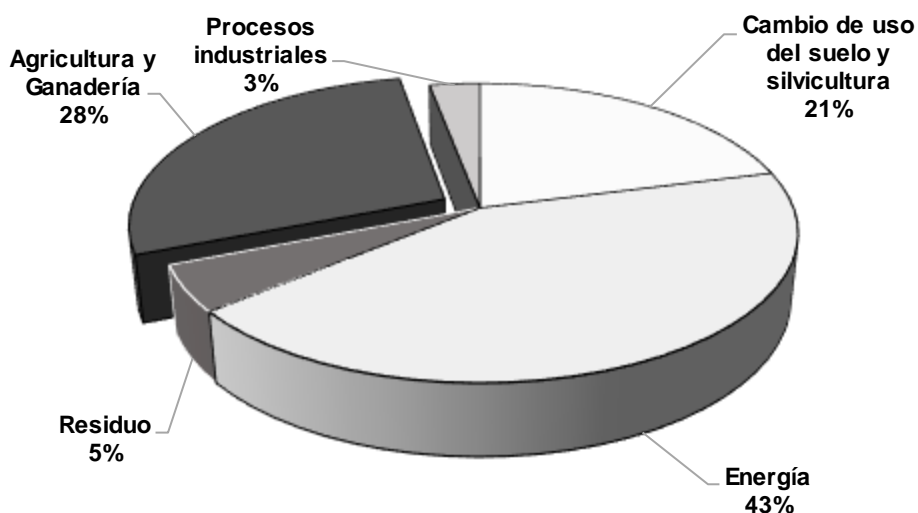


Figura 1.1 Emisiones de GEI de Argentina por Sector para el año 2012 (kg CO₂ eq) según datos de Gobierno Argentino (2015).

Las emisiones teniendo en cuenta las fuentes y el tipo de gas, es en el sector energético donde el mayor porcentaje corresponde al CO₂, mientras que a la agricultura y ganadería corresponden los porcentajes más altos tanto el CH₄ como de N₂O (Tabla 1.4).

Tabla 1.4 Emisiones de GEI de Argentina por sector y tipo de gas según datos de Gobierno Argentino (2015).

Fuente	CO ₂ (%)	CH ₄ (%)	N ₂ O (%)
Energía	63,42	9,84	2,49
Procesos industriales	5,38	0,06	0,20
Agricultura y Ganadería	--	60,29	95,23
CUSS*	31,17	5,81	0,66
Residuos	0,02	24,00	1,43

* Cambio del Uso del Suelo y Agricultura

Según los inventarios más recientes, para el año 2014 (Gobierno Argentino, 2017) las estimaciones de emisiones variaron según sector (Figura 1.2) respecto para los datos del 2012. Analizando estos datos, más específicamente por actividades (Figura 1.3) se observa que la ganadería, aporta el 15% de las emisiones. Las estimaciones por cabeza de ganado bovino arrojan un valor promedio de 1,37 t CO₂ eq/cabeza para el año 2014.

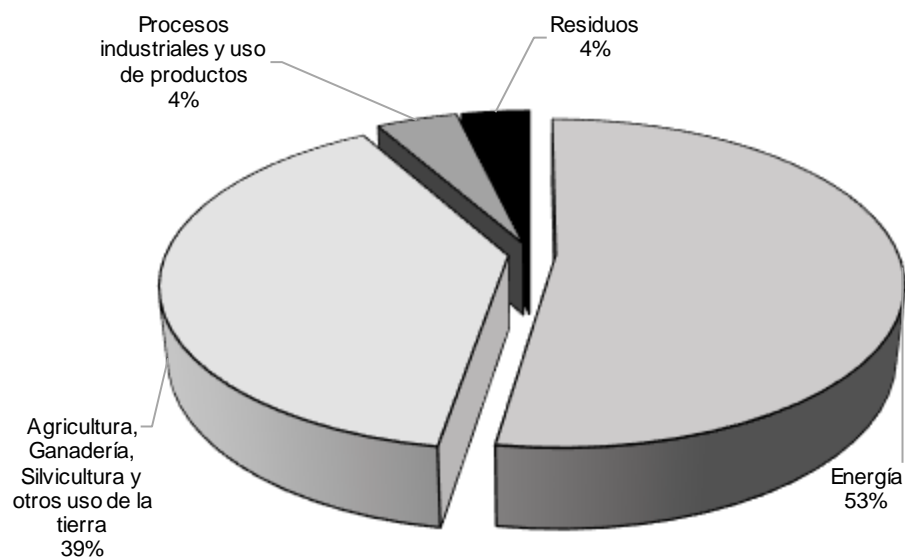


Figura 1.2 Emisiones de GEI de Argentina por Sector para el año 2014 según datos de Gobierno Argentino (2017).

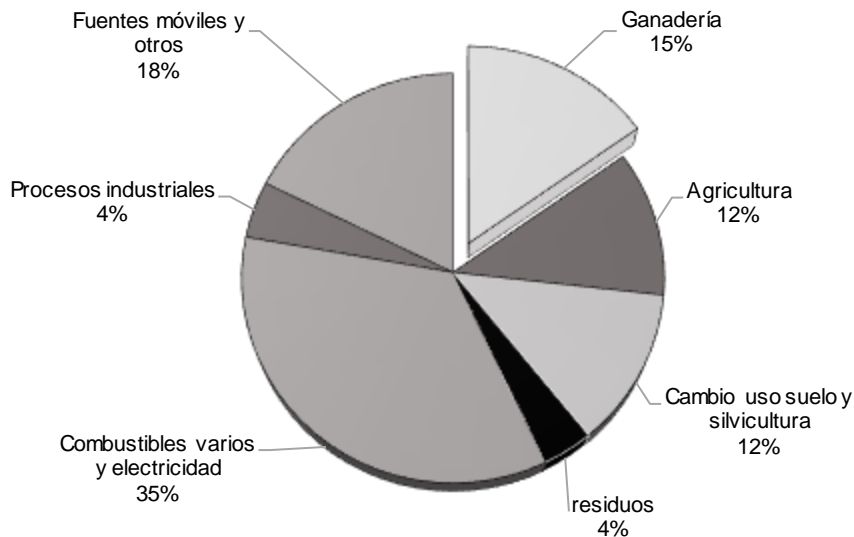


Figura 1.3 Emisiones de GEI de Argentina para el año 2014 según distribución por actividad según datos de Gobierno Argentino (2017).

Estudios reportados por Von Bernard *et al.* (2007), en que realizan estimaciones de CH₄ en distintos sistemas ganaderos en Argentina, afirman que la emisión de CH₄ por peso vivo producido y por animal aumenta a medida que se utiliza un sistema de producción más extensivo, pero las emisiones se reducen cuando las emisiones se estimaron por hectáreas ganaderas utilizadas (cálculos de emisiones por hectárea, en lugar de carne producida).

Castillo Marín *et al.* (2009) realizaron una prospectiva de las emisiones de GEI para Argentina para el 2030 que arrojó como resultado un incremento en las emisiones en el sector energético, mientras que para el sector agropecuario se estimó una gran disminución (en 1990 este sector emitía el 45% de las emisiones globales, mientras que la estimación para el 2030 fue del 24%). Sostienen que esta disminución de las emisiones es debido, en gran parte, a que se prevé un estancamiento de la actividad ganadera y a las limitaciones de disponibilidad de superficie con potencialidad agraria en el futuro.

1.1.5. Las emisiones de GEI y la ganadería bovina en la Provincia de San Luis

La emisión de CH₄ entérico proveniente de los sistemas de producción de carne de la provincia de San Luis para el año 2009 fue de 2128,82 Gg CO₂ eq (Gigagramos de dióxido de carbono equivalente), con un costo social de 13,04 kg CO₂ eq/kg carne, que se está agravando con la tendencia de los últimos años con el aumento del stock ganadero (Guzmán y Sager, 2013).

Por otra parte, Nieto *et al.* (2014b) realizaron estimaciones de GEI simulando un sistema ganadero bovino típico de la provincia de San Luis. En él se estimaron emisiones de CH₄ y N₂O en sistemas de cría, recría y terminación o engorde. Las emisiones promedio obtenidas para todo el sistema fueron de 1500 kg CO₂ eq por animal al año. De este total, el 76% correspondió a las emisiones de CH₄ y el 24% a las emisiones de N₂O. En los sistemas de cría y recría, la mayor parte de las emisiones de gases también correspondieron a CH₄, pero en la etapa de terminación fue mayor la emisión de N₂O que la de CH₄.

En la actualidad, si bien, se vienen realizando trabajos de estimaciones de GEI en las explotaciones ganaderas de la Provincia, aún no se han realizado trabajos de investigación específicos en explotaciones reales integrando no solamente todas las categorías del ganado bovino y los distintos sistemas ganaderos, sino también las distintas características de gestión-manejo que realiza el productor dentro de las explotaciones.

1.2. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS

1.2.1. Hipótesis de trabajo

Hipótesis: a iguales condiciones agroecológicas, la aplicación de distintas **estrategias de gestión-manejo e intensidad de manejo** en las explotaciones ganaderas bovinas en sistemas extensivos produce emisiones de gases de efecto invernadero diferentes.

1.2.2. Objetivo general

Valorar el **efecto que los cambios tecnológicos (gestión-manejo) provocan en la emisión de GEI** en explotaciones ganaderas extensivas de carne bovina en ambiente semiárido con el fin de compatibilizar aspectos productivos y medioambientales.

1.2.3. Objetivos específicos

- Caracterizar y tipificar las **explotaciones ganaderas bovinas extensivas** del sur del Departamento Capital de la provincia de San Luis en sus aspectos estructurales, productivos y de manejo.
- Estimar y analizar las **emisiones de metano y óxido nitroso** de las explotaciones encuestadas de la región sur del Departamento Capital de la provincia de San Luis.
- Identificar los **efectos que tienen los distintos componentes de gestión-manejo sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)** en los sistemas extensivos ganaderos bovinos del sur de San Luis.
- Analizar **alternativas tecnológicas disponibles y estratégicas para reducir las emisiones** en los sistemas extensivos bovinos estudiados.



CAPÍTULO 2

MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS GENERALES

En este capítulo se ubica el área de estudio y se describen sus principales características, haciendo énfasis en las características de la vegetación natural, alimento fundamental para el ganado bovino y la base de producción de estos sistemas. Además, se explican las principales características de los sistemas productivos ganaderos bovinos en el país, en la región.

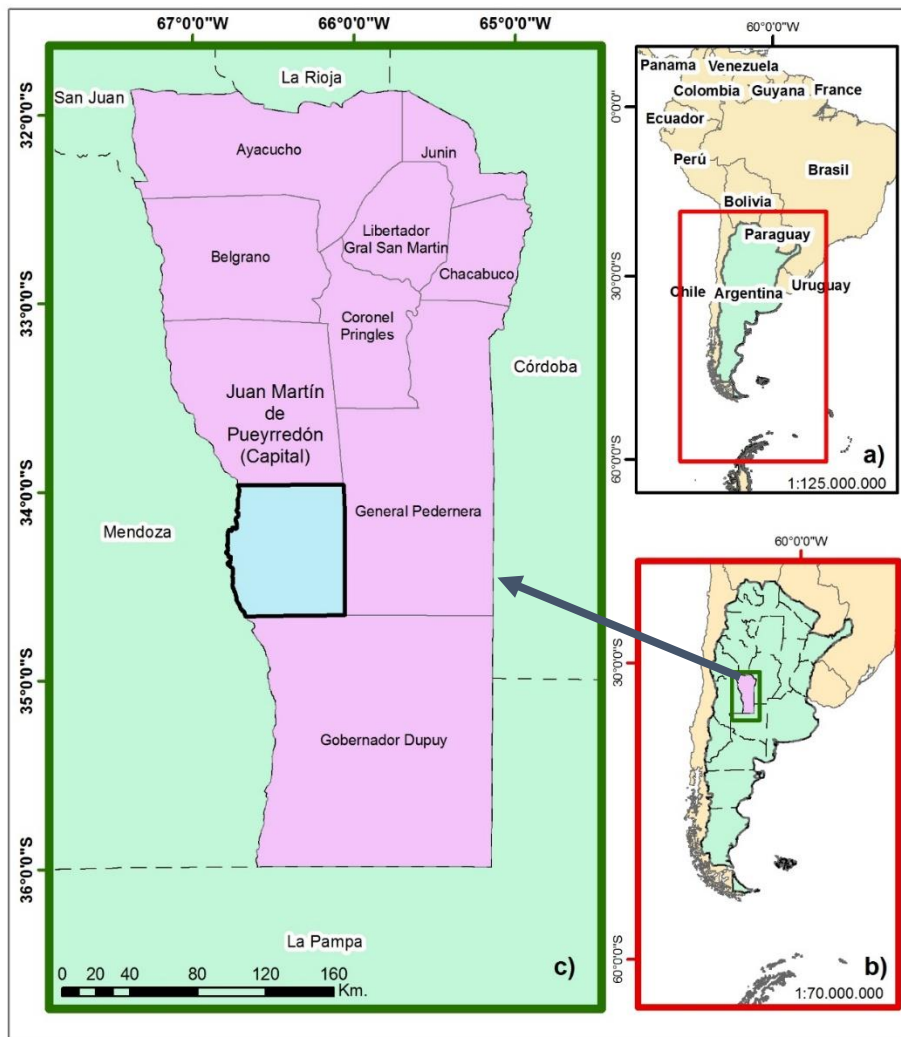
2.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1. Localización geográfica

La República Argentina se encuentra ubicada en América del Sur y tiene una superficie de 3.761.274 km² (2.791.810 km² corresponden al Continente Americano y 969.464 km² al Continente Antártico). Está dividida en provincias, de las cuales San Luis se encuentra ubicada en el centro del país (Figura 2.1).

La provincia de San Luis ocupa una superficie de 76.748 km². Se extiende de norte a sur en una longitud de 464 km y de este a oeste una extensión de 225 km. Limita al norte con las provincias de San Juan, La Rioja y Córdoba, al este con las provincias de Córdoba y La Pampa, al sur con La Pampa y al oeste con Mendoza y San Juan. Esta provincia está dividida en nueve departamentos (división administrativa, catastral y estadística): Capital, Ayacucho, Junín, San Martín, Belgrano, Chacabuco, Pringles, Pedernera y Gobernador Dupuy (Figura 2.1). El Departamento Capital desde 2010 cambió su nombre a Juan Martín de Pueyrredón, pero para este estudio será llamado Capital.

Según datos del Censo Agropecuario de 2002 que dispone el Instituto de Economía del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) la región sur del Departamento Capital de San Luis ocupa una superficie aproximada de 420.000 ha, en las que se localizan un total de 67 explotaciones (Figura 2.1).



Referencias

Área de estudio límite interprovincial
 Provincia de San Luis Límites internacionales

Figura 2.1 Ubicación del área de estudio.

2.1.2. Climatología

Argentina, debido a su extenso territorio y su gran variedad de relieves (llanuras, mesetas, serranías, cordillera), posee una gran diversidad climática (desde subtropicales húmedos hasta polares), de tipos de suelos y de tipo de vegetación natural que lo cubren de acuerdo a las condiciones ambientales.

Las características climáticas de la provincia de San Luis son propias de una región templada semiárida. San Luis presenta ambientes áridos, semiáridos y subhúmedos secos, caracterizados por un balance hídrico negativo la mayor parte del año (Collado, 2012). Por su ubicación geográfica su clima se clasifica como

continental, aunque no uniforme debido a las serranías. En general es templado, poco húmedo en el este y semiseco a seco en el oeste. Las precipitaciones oscilan entre 300 mm/año en el extremo oeste hasta algo de más de 650 mm/año en el límite este. Más del 70% de las precipitaciones se concentran en los meses de verano, es decir diciembre a marzo (Privitello y Gabutti, 2004).

Peña Zubiarte y d'Hiriart (2006) describen datos climáticos para la provincia de San Luis (Tabla 2.1, Tabla 2.2), así como Echeverría y Giulietti (2006) y Echeverría y Bertón (2006) refieren algunas variables ambientales para el área de estudio, es decir el sur del Departamento Capital (Tabla 2.3).

Tabla 2.1 Temperaturas de San Luis. Período 1981-1990. Fuente: Peña Zubiarte y d'Hiriart (2006).

Temperaturas	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Media (°C)	24,4	23,4	20,3	16,6	12,9	9,6	9,2	11,9	14,0	18,8	21,6	23,9	17,2
Máxima media	31,2	30,3	27,2	23,6	20,0	16,9	16,7	19,5	21,3	24,1	28,5	30,8	24,3
Mínima media	17,7	17,1	14,6	11,1	7,3	3,8	3,4	5,8	7,6	12,3	15,0	17,0	11,1

Tabla 2.2 Precipitaciones de San Luis. Período 1970-2004. Fuente: Peña Zubiarte y d'Hiriart (2006).

Precipitaciones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Promedio (mm)	120,8	90,8	83,0	51,9	16,4	7,4	5,8	9,4	26,8	36,4	73,9	104	627
Máxima	212	215	199	148	62	38	19	55	121	143,3	163	228	956
Mínima	44	28	10	4,9	0	0	0	0	0	0	4,3	18	267

Tabla 2.3 Características ambientales del sur del Departamento Capital de la provincial de San Luis para período 1960-1999 según mapas de Echeverría y Giulietti (2008) y Echeverría y Bertón (2008).

	Área de estudio: valores mínimos y máximos
Precipitación media anual mm	350-500
Temperatura media del mes de enero °C	20,5-25,5
Temperatura media del mes de julio °C	7,5-9,5
Temperatura máxima media del mes de enero °C	27,5-33,5
Temperatura mínima del mes de julio °C	0,5-2,5

Específicamente, en Beazley, localidad ubicada en el área de estudio, Peña Zubiarte y d'Hiriart (2006) presentan datos promedios, máximos y mínimos de precipitaciones. Como puede observarse en Tabla 2.4 tiene un promedio al año de 482,3 mm con sumas de 732 y 225 de máximo y mínimo. Asimismo, se puede observar en Figura 2.2 que las precipitaciones más elevadas ocurren en la época de verano.

Tabla 2.4 Precipitación mensual de Beazley Período 1972-1990 según Peña Zubiarte y d'Hiriart (2006).

Precipitaciones	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Promedio (mm)	84	90	76	34	9	7	15	10	17	20	56	92	482
Suma máxima	246	227	180	74	43	31	162	62	49	52	140	155	732
Suma mínima	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	10	24	225

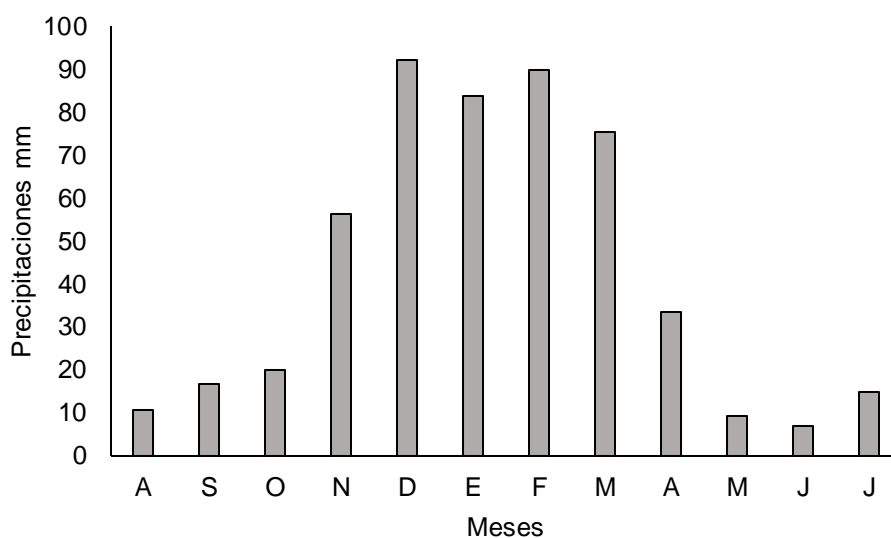


Figura 2.2 Precipitación media mensual para la localidad de Beazley. Elaboración según datos de Peña Zubiate y d’Hiriart (2006).

2.1.3. Geomorfología y suelos

En la provincia de San Luis, observando el paisaje, la mitad norte presenta relieves importantes, mientras que la mitad austral se caracteriza por llanuras bajas y pampas medanosas (véase en el epígrafe 2.1.4 la definición de zonas medanosas).

Según estudios de Yrigoyen (1981) en la región sur de la provincia se encuentra la más extendida unidad geomórfica de la provincia, denominada “Planicie Medanosa” que ocupa más de 34000 km² de superficie, es decir el 45% del territorio provincial. En ella se diferencian dos subunidades la “zona medanosa austral” que comprende el principal complejo de médanos de la provincia y “zonas medanosas aisladas”.

Hay diversos estudios de suelo (Peña Zubiate y d’Hiriart, 1992; 2006) caracterizando los aspectos ambientales de la provincia. Por otra parte, Peña Zubiate *et al.* (1998) divide a la provincia en 24 unidades cartográficas que resumen las características del suelo, vegetación, limitaciones de uso, prácticas culturales y fisonomía paisajística en los distintos ambientes.

Las características de los suelos del área de estudio se encuentran descritas en las cartas de suelos de la República Argentina, hojas San Luis y Varela (Peña Zubiate y d’Hiriart, 1992; 2006). Sin embargo, para este trabajo se tomarán como referencia los estudios realizados por Peña Zubiate *et al.* (1998) ya que integran las características ambientales naturales, el recurso suelo y la vegetación. En el área de estudio, sur del Departamento Capital, según datos de Peña Zubiate *et al.* (1998), se diferencian cuatro unidades cartográficas de suelo y vegetación (Tabla 2.5).

Tabla 2.5 Unidades cartográficas del sur del departamento Capital según datos de Peña Zubiate *et al.* (1998).

Denominación de unidad cartográfica	% (dato estimado)
Dorsal distal con cobertura arenosa	55,86
Dorsal ondulado con cobertura loessica	23,41
Llanura medanosa central	16,89
Planicie y terrazas del sistema aluvial de los ríos Salado-Desaguadero y Lagunas de Guanacache	3,85

Dorsal distal con cobertura arenosa: relieve relativamente alto y ligeramente ondulado. Suelos con escaso desarrollo genético, drenaje excesivo con permeabilidad rápida y escurrimiento lento. Se clasifican de acuerdo con Soil Taxonomy (USDA) dentro del orden de los Entisoles, como Torriortentes típicos (Tabla 2.6). Las limitaciones climáticas y edáficas son muy severas debido a su baja capacidad de retención de humedad, escasa materia orgánica, y gran susceptibilidad a la erosión eólica. Estos suelos se destinan al pastoreo en forma muy limitada sobre campos naturales y de baja productividad (Tabla 2.7) (Peña Zubiate *et al.*, 1998).

Dorsal ondulado con cobertura loessica: comprende el cerro Varela y su sector de piedemonte, cubierto de sedimentos loésicos. Los suelos con poco desarrollo genético, moderadamente drenados, de escurrimiento medio a rápido y erosión hídrica moderada. En su mayoría son Torriortentes típicos calcáreos (Tabla 2.6). Para su uso, las condiciones climáticas y edáficas son muy severas ya que tienen escasa materia orgánica, susceptibilidad a la erosión hídrica, además tiene limitaciones conexas como el sobrepastoreo. Son típicos para pastoreo sobre campos naturales y con regular productividad (Tabla 2.7) (Peña Zubiate *et al.*, 1998).

Llanura medanosa central: es una planicie medanosa generalizada, de relieve muy pronunciado constituido por cordones medanosos. Los suelos son débilmente desarrollados, presentan textura arenosa. Son excesivamente drenados, de permeabilidad muy rápida, baja capacidad de retención de la humedad, poca materia orgánica. Se clasifican también dentro de los Entisoles como Torripsamente típico pronunciado (Tabla 2.6). Son suelos con vocación pastoral y de baja productividad (Tabla 2.7) (Peña Zubiate *et al.*, 1998).

Planicie y terrazas del sistema aluvial de los ríos Salado-Desaguadero y Lagunas de Guanacache: Los ríos Desaguadero y Salado llevan poca agua, hasta en el extremo de permanecer secos en el período invernal. En período estival, los ríos que mantienen el sistema llevan grandes volúmenes de agua ocasionando crecidas excepcionales. Los suelos son muy salinos. El tramo del río Salado con permeabilidad moderada a rápida y muy salinos. Estos suelos se clasifican en el orden de los Alfisoles como Salortides y tienen importantes limitaciones climáticas y edáficas para su utilización: son suelos con altos niveles salinos, drenaje impedido y peligro de inundaciones aunque aptos para el pastoreo sobre vegetación natural.

Tabla 2.6. Características del suelo según unidades cartográficas del sur del Departamento Capital según datos de Peña Zubiate *et al.* (1998).

Gran unidad fisiográfica	Pequeña unidad fisiográfica	Suelos dominantes
III Planicie eólica	11. Llanura medanosa central	Torripsamente típico pronunciado
	14. Dorsal distal con cobertura arenosa	Torriortentes típicos
	15. Dorsal ondulado con cobertura loessica	Torriortente típico calcáreo
VI: Depresiones salinas	24. Planicie y terrazas del sistema aluvial de los ríos Salado-Desaguadero y Lagunas de Guanacache	Complejo: Torrifluventes salinizados. Salortides

Tabla 2.7 Capacidad de uso e índice productivo según unidades cartográficas del sur del Departamento Capital según datos de Peña Zubiate *et al.* (1998).

Pequeña unidad fisiográfica	Capacidad de uso	Índice de Productividad (IP)
11. Llanura medanosa central	VII: tierras con vocación pastoril (no arable)	20: suelos de baja productividad
14. Dorsal distal con cobertura arenosa		24: suelos de baja productividad
15. Dorsal ondulado con cobertura loessica		28: suelos de regular productividad
24. Planicie y terrazas del sistema aluvial de los ríos Salado-Desaguadero y Lagunas de Guanacache		10: suelos de muy baja productividad

Teniendo en cuenta la capacidad de uso de la tierra, Peña Zubiate *et al.* (2003) clasifican los suelos como Clase VII, es decir, suelos con muy graves limitaciones que los hacen inadecuados para los cultivos (tierras con vocación pastoral, no arables). Además, según su aptitud y uso actual lo denominan G3b (G3: ganadería entre 10-30 ha/UGM; b: bovino) y con un índice de productividad baja a regular.

2.1.4. Vegetación y pastizales

Desde el punto de vista fitogeográfico, Argentina se encuentra ubicado en la Región Neotropical, con ocho (8) Dominios y diecisiete (17) Provincias fitogeográficas (Cabrera, 1976).

Las condiciones agroecológicas de San Luis definen los sistemas productivos en el territorio; así, el clima y el suelo marcan el uso potencial sostenido de los pastos naturales (Molinero y Giulietti, 2003). Teniendo en cuenta las regiones fitogeográficas, el área de estudio se encuentra en el Dominio Chaqueño, Provincia del Espinal (Figura 2.3), Distrito del Algarrobo (Cabrera, 1976).

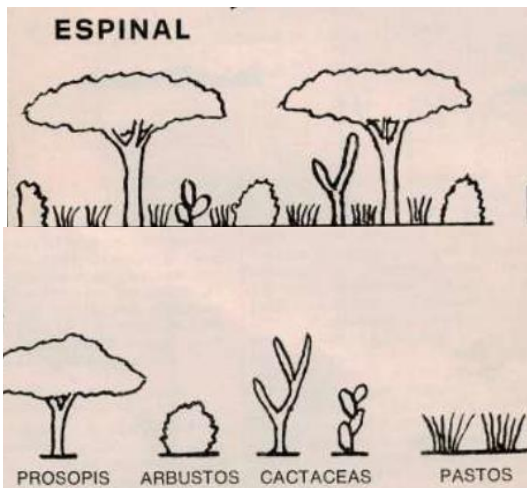


Figura 2.3 Características de la vegetación del Dominio Chaqueño, Provincia del espinal. Fuente: Cabrera (1976)

Hay diversos estudios de vegetación de la provincia (Aguilera, 2003; Anderson *et al.*, 1970) caracterizando los aspectos ambientales de la provincia. Anderson *et al.* (1970) teniendo en cuenta los aspectos florísticos y/o fisonómico describe y denomina cada unidad fitogeográfica. Así, la vegetación del sur del departamento Capital corresponde a dos ambientes o unidades: (I) bosque bajo de algarrobo (*Prosopis flexuosa*), arbustal de jarilla (*Larrea divaricata*) y chañar (*Geoffroea decorticans*) y como (II) Áreas Medanosas con pastos e isletas de chañar (*Geoffroea decorticans*) (Figura 2.4).

Unidad I: bosque bajo de algarrobo (*Prosopis flexuosa*), arbustal de jarilla (*Larrea divaricata*) y chañar (*Geoffroea decorticans*): fisionómicamente es una mezcla de bosque bajo y arbustal, en donde a veces domina el bosque y otras veces el arbustal. Está compuesto de gramíneas perennes y anuales con ciclo de crecimiento estival (meses de verano). Entre las gramíneas presentes típicas de esta unidad se destacan: saetilla negra (*Aristida mendocina*), saetilla grande (*Aristida subulata*), flechilla negra (*Piptochaetium napostaense*), pasto plateado (*Digitaria californica*), etc. (Anderson *et al.*, 1970). En Tabla 2.8 se detallan de esta unidad las especies encontradas, su nombre científico y común, la duración (longitud de vida de la planta: anuales: cumplen su ciclo de vida en un año o menos; perennes: más de dos años de duración), ciclo (periodo activo de crecimiento de una especie), abundancia (es una apreciación detallada del número de individuos por especie: escala 1: muy escaso; 2: escaso; 3: infrecuente; 4: frecuente; 5: abundante) y preferencia animal (es la selección que hace el animal de los individuos de las especies de una comunidad).

Unidad II: Áreas Medanosas con pastos e isletas de chañar (*Geoffroea decorticans*): se describen como una estepa gramínea, ondulada con isletas de chañar (*Geoffroea decorticans*), caldenes aislados (*Prosopis caldenia*) y alpataco (*Prosopis alpataco*). Entre las gramíneas características de la zona se pueden mencionar: flechilla de invierno (*Nassella tenuis*), flechilla negra (*Piptochaetium napostaense*), poa (*Poa ligularis*), unquillo (*Poa lanuginosa*) (Tabla 2.9).

Cabe destacar que, los nombres científicos de la vegetación fueron actualizados y entre otros, se utilizó la información de Rosa *et al.* (2005).

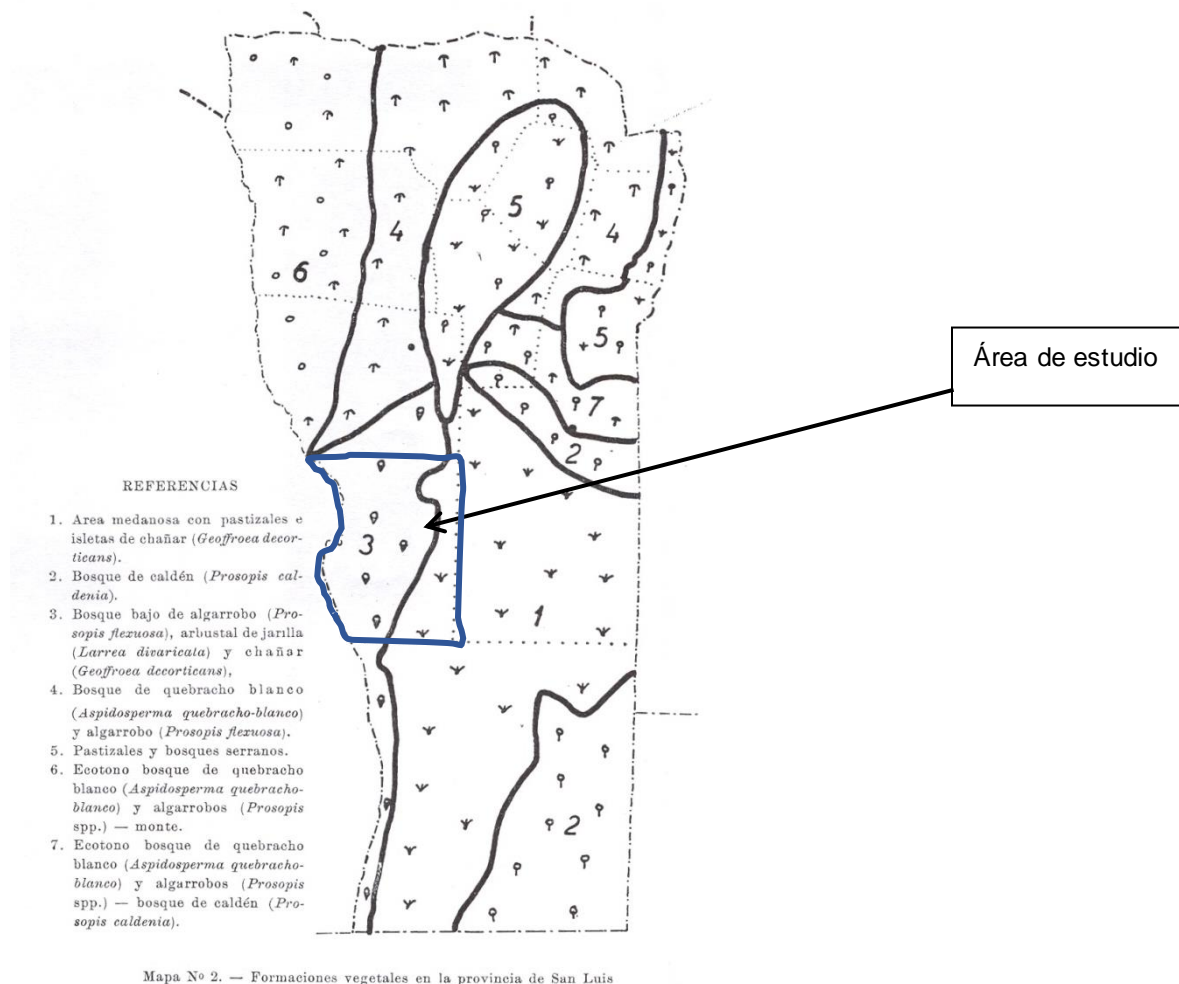


Figura 2.4 Formaciones vegetales en la provincia de San Luis. Fuente: Anderson *et al.* (1970).

Tabla 2.8 Vegetación típica de la Unidad: Bosque bajo de algarrobo y arbustal de jarilla y chañar según datos de Anderson *et al.* (1970). Referencia: P: perenne. V: estival. I: invernal.

Especies	Nombre común	Duración	Ciclo	Abundancia	Preferencia animal
Leñosas					
<i>Acantholippia seriphioides</i> (A. Gray) Moldenke	Tomillo	P	V	2	
<i>Aloysia gratissima</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc.	Cedrón de monte	P	V	2	
<i>Capparis atamisquea</i> Kuntze	Atamisque	P	V	3	
<i>Caesalpinia gilliesii</i> (Wall. ex Hook.) D. Dietr.	Lagaña de perro	P	V	1	
<i>Senna aphylla</i> (Cav.) H.S. Irwin & Barneby	Pichanilla	P	V	4	
<i>Cerdium praecox</i> (Ruiz & Pav. ex Hook.) Harms	Brea	P	V	1	
<i>Condalia microphylla</i> Cav.	Piquillín	P	V	4	
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	P	V	3	
<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek	Sombra de toro	P	V	2	
<i>Larrea divaricata</i> Cav.	Jarilla	P	V	4	
<i>Lipia turbinata</i> Griseb.	Poleo	P	V	1	
<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero <i>chilense</i>	Piquillín de víbora	P	V	2	
<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero <i>minutifolium</i> (Miers) F.A. Barkley	Piquillín de víbora	P	V	3	
<i>Maytenus spinosa</i> (Griseb.) Lourteig & O'Donell	Abre boca	P	V	2	
<i>Prosopidastrum globosum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Manca caballo	P	V	3	
<i>Prosopis caldenia</i> Burkart	Caldén	P	V	1	
<i>Prosopis flexuosa</i> DC.	Algarrobo negro	P	V	4	
<i>Schinus fasciculatus</i> (Griseb.) I.M. Johnst.	Molle	P	V	3	
<i>Senecio subulatus</i> D. Don ex Hook. & Arn.	Romerillo	P	V	1	
<i>Junellia seriphioides</i> (Gillies & Hook. ex Hook.) Moldenke	Tomillo macho	P	V	1	
<i>Ximena americana</i> L.	Albaricoque	P	V	1	
Gramíneas					
<i>Aristida mendocina</i> Phil.	Flechilla crespada	P	V	3	mediana
<i>Aristida subulata</i> Henrard	Pasto crespado	P	V	1	mediana
<i>Bothriochloa springfieldii</i> (Gould) Parodi	Penacho blanco	P	V	1	alta
<i>Cottea pappophoroides</i> Kunth	Pasto liebre	P	V	1	mediana
<i>Chloris ciliata</i> Sw.	Pasto borla	P	V	1	alta
<i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard	Pasto plateado	P	V	3	mediana
<i>Disakisperma dubium</i> (Kunth) P.M. Peterson & N.W. Snow	Pasto indio	P	V	1	alta
<i>Muhlenbergia torreyi</i> (Kunth) Hitchc. ex Bush	Pasto rueda	P	V	1	mediana
<i>Pappophorum pappiferum</i> (Lam.) Kuntze	Cortadera chica	P	V	2	mediana
<i>Pappophorum mucronulatum</i>		P	V	1	mediana

Especies	Nombre común	Duración	Ciclo	Abundancia	Preferencia animal
<i>Piptochaetium napostense</i> (Speg.) Hack.	Flechilla negra	P	I	3	mediana
<i>Setaria lachnea</i> (Nees) Kunth	Cola de zorro	P	V	2	mediana
<i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.	Cola de zorro	P	V	3	alta
<i>Sporobolus pyramidatus</i> (Lam.) Hitchc.	Pasto del niño	P	V	1	mediana
<i>Sporobolus cryptandrus</i> (Torr.) A. Gray	Esporobolo	P	V	1	alta
<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	Paja de las vizcacheras	P	I	4	baja
<i>Nassella tenuis</i> (Phil.) Barkworth	Flechilla de invierno	P	I	1	alta
<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth	Paja blanca	P	I	3	regular
<i>Trichloris crinita</i> (Lag.) Parodi	Pasto de hoja	P	V	3	alta

Tabla 2.9 Vegetación típica de la Unidad: Áreas medanosas con pastos e isletas de chañar según datos de Anderson *et al.* (1970). Referencia: P: perenne; V: estival; I: invernal.

Especies	Nombre común	Duración	Ciclo	Abundancia	Preferencia animal
Leñosas					
<i>Acantholippia seriphioides</i> (A. Gray) Moldenke	Tomillo	P	V	1	
<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Chañar	P	V	4	
<i>Prosopis alpataco</i> Phil.	Alpataco	P	V	4	
<i>Prosopis caldenia</i> Burkart	Caldén	P	V	2	
<i>Prosopis flexuosa</i> DC.	Algarrobo negro	P	V	1	
Gramíneas					
<i>Aristida adscensionis</i> L.	Pasto perro	A	V	4	baja
<i>Aristida mendocina</i> Phil.	Flechilla crespá	P	V	4	mediana
<i>Aristida spagazzinii</i> Arechav.	Espartillo	P	V	1	mediana
<i>Aristida subulata</i> Henrard	Pasto cresco	P	V	2	mediana
<i>Bothriochloa springfieldii</i> (Gould) Parodi	Penacho blanco	P	V	4	alta
<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.	Pasto fuerte	P	V	1	alta
<i>Bromus catharticus</i> var. <i>rupestris</i> (Speg.) Planchuelo & P.M. Peterson	Cebadilla	A	I	5	regular
<i>Cenchrus incertus</i> M.A. Curtis	Roseta	A	V	5	alta
<i>Cynodon incompletus</i> var. <i>hirsutus</i> (Stent) de Wet & J.R. Harlan	Gramon	P	V	3	alta
<i>Eustachys retusa</i> (Lag.) Kunth	Pata de gallo	P	V	4	alta
<i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard	Pasto plateado	P	V	3	mediana

Especies	Nombre común	Duración	Ciclo	Abundancia	Preferencia animal
<i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze	Paja amarga	P	V	4	baja
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	Pasto ilusión	P	V	3	alta
<i>Panicum urvilleanum</i> Kunth	Tupe	P	V	5	baja
<i>Pappophorum pappiferum</i> (Lam.) Kuntze	Cortadera chica	P	V	4	regular
<i>Piptochaetium napostaense</i> (Speg.) Hack.	Flechilla negra	P	I	4	mediana
<i>Poa lanuginosa</i> Poir.	Pasto hilo	P	I	4	alta
<i>Poa ligularis</i> Nees ex Steud.	Unquillo	P	I	3	alta
<i>Schizachyrium condensatum</i> (Kunth) Nees	Pasto escoba	P	V	3	mediana
<i>Setaria lachnea</i> (Nees) Kunth	Cola de zorro	P	V	1	mediana
<i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.	Cola de zorro	P	V	2	alta
<i>Sorghastrum pellitum</i> (Hack.) Parodi	Pasto de vaca	P	V	3	alta
<i>Sporobolus cryptandrus</i> (Torr.) A. Gray	Esporobolo	P	V	5	mediana
<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav.	Paja de las vízcacheras	P	I	2	baja
<i>Nassella tenuis</i> (Phil.) Barkworth	Flechilla de invierno	P	I	4	alta
<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth	Paja blanca	P	I	3	baja
<i>Trichloris crinita</i> (Lag.) Parodi	Pato de hoja	P	V	1	mediana
<i>Vulpia australis</i> (Nees ex Steud.) C.H. Blom	Pasto sedilla	P	V	1	regular

Cabe destacar también que Peña Zubiarte *et al.* (1998) describen la vegetación y la denominación de la unidad en función de las características del suelo (Tabla 2.10). Las principales especies según sean leñosas, gramíneas u otras especies se detallan en la Tabla 2.11. En la penúltima fila de la tabla se especifican, según el área en que se encuentren, las especies clave a la hora del manejo de los pastos.

Tabla 2.10 Características de la vegetación de las unidades cartográficas del sur del Departamento Capital según datos de Peña Zubiarte *et al.* (1998).

Pequeña unidad fisiográfica	Vegetación
11. Llanura medanosa central	Pastizales, pajonales, olivillares
14. Dorsal distal con cobertura arenosa	Algarrobal abierto con jarillal
15. Dorsal ondulado con cobertura loessica	Algarrobal cerrado con jarillal

Tabla 2.11 Características y listado de especies por unidad cartográfica en área de estudio según datos de Peña Zubiarte *et al.* (1998).

Llanura medanosa central	Dorsal distal con cobertura arenosa	Dorsal ondulado con cobertura loessica
Fisonomía representativa		
Pajonales de <i>Elionurus muticus</i> con isletas de chañar. Pajonales de <i>E. muticus</i> con romerillales de <i>Senecio subulatus</i> . Olivillares (<i>Hyalis argentea</i>) con pastizales mixtos Chañarales en isletas Pastizales de <i>Sorghastrum pellitum</i> y <i>E. muticus</i> .	Jarillares abiertos con <i>Condalia microphylla</i> , emergentes de <i>Prosopis flexuosa</i> y pastizales mixtos densos. Bosques abiertos de <i>Prosopis flexuosa</i> con jarillales y pastizales o pajonales de <i>Jarava ichu</i> .	Bosques medianos abiertos de <i>Prosopis flexuosa</i> con jarillales (<i>Larrea divaricata</i>), <i>Condalia microphylla</i> y pajonales de <i>Jarava ichu</i> alternando con manchones de pastizales. Jarillales altos cerrados con emergentes de <i>Prosopis flexuosa</i> , <i>Bulnesia retama</i> y pajonales o pastizales.
Leñosas		
<i>Prosopis alpataco</i> <i>Senecio subulatus</i>	<i>Acontholippia seriphioides</i> <i>Aloysia gratissima</i> <i>Cassia aphylla</i> <i>Ephedra triandra</i> <i>Eupatorium patens</i> <i>Geoffroea decorticans</i> <i>Lycium chilense</i> <i>Prosopis alpataco</i> <i>Schinus fasciculatus</i>	<i>Acontholippia seriphioides</i> <i>Aloysia gratissima</i> <i>Cassia aphylla</i> <i>Celtis tala</i> <i>Ephedra triandra</i> <i>Geoffroea decorticans</i> <i>Lycium chilense</i> <i>Maytenus spinosa</i> <i>Schinus fasciculatus</i>
Gramíneas		
<i>Aristida mendocina</i> <i>Bothriochloa springfieldii</i> <i>Cenchrus incertus</i> <i>Eustachys retusa</i> <i>Panicum urvilleanum</i> <i>Piptochaetium napostaense</i> <i>Poa lanuginosa</i> <i>Poa ligularis</i> <i>Schizachyrium condensatum</i> <i>Sporobolus cryptandrus</i> <i>Jarava ichu</i> <i>Nassella tenuis</i> <i>Nassella tenuissima</i>	<i>Aristida mendocina</i> <i>Aristida mendocina</i> <i>Aristida subulata</i> <i>Stapfochloa ciliata</i> <i>Digitaria californica</i> <i>Muhlenbergia torreyi</i> <i>Pappophorum caespitosum</i> <i>Piptochaetium napostaense</i> <i>Setaria leucopila</i> <i>Trichloris crinita</i>	<i>Chloris ciliata</i> <i>Stapfochloa ciliata</i> <i>Digitaria californica</i> <i>Neobouteloua lophostachya</i> <i>Pappophorum caespitosum</i> <i>Setaria lachnea</i> <i>Setaria leucopila</i> <i>Sporobolus cryptandrus</i> <i>Nassella tenuissima</i> <i>Trichloris crinita</i>
otras		
<i>Baccharis artemisioides</i> <i>Baccharis crispa</i> <i>Baccharis ulicina</i> <i>Conyza bonariensis</i> <i>Cyperus cayenensis</i> <i>Pseudognaphalium leucocephalum</i> <i>Plantago patagónica</i> <i>Acmella decumbens</i> <i>Thelesperma megapotamica</i>	<i>Baccharis gilliesii</i> <i>Baccharis melanopotamica</i> <i>Clematis montevidensis</i> <i>Junellia hookeriana</i> <i>Sphaeralcea crispa</i>	<i>Baccharis gilliesii</i> <i>Baccharis melanopotamica</i> <i>Junellia hookeriana</i> <i>Grindelia pulchella</i>
Especies clave		
<i>Bothriochloa springfieldii</i> <i>Piptochaetium napostaense</i> <i>Poa ligularis</i> <i>Sorghastrum pellitum</i>	<i>Digitaria californica</i> <i>Pappophorum caespitosum</i>	<i>Digitaria californica</i> <i>Pappophorum caespitosum</i> <i>Setaria leucopila</i> <i>Trichloris crinita</i>
Principales actividades		
Cría y recria bovina	Cría bovina y tala de <i>Prosopis flexuosa</i>	Cría bovina y caprina

Los pastos naturales, en Argentina, se encuentran ubicados en las zonas áridas del centro oeste y son el recurso más importante para la ganadería bovina (Molinero y Giulietti, 2003). Específicamente, en San Luis, el pastizal natural es el recurso forrajero más importante en la provincia ya que, por su aptitud de la tierra y clima, el 85% de su superficie deben ser manejados como recurso forrajero (Anderson *et al.*, 1970). Sin embargo, se están intensificando los procesos degradativos debido a la alta presión que actualmente existe sobre los recursos naturales debido a diversos factores: expansión de la agricultura a zonas marginales (DeMaría *et al.*, 2008), aumento de la carga animal sobre los pastos naturales, tala de los bosques, quema indiscriminada, etc.

La vegetación es dinámica, capaz de recuperar su productividad cuando se la maneja para utilizar el pasto y a la vez mejorarlo si está degradado o para utilizar y mantener el recurso pasto en donde ya tenga máxima productividad. La productividad medida en materia seca, puede variar en más de un 300% de un año para otro sólo en función de la precipitación (Anderson, 1980).

El uso inadecuado de los pastos naturales, ya sea por sobrepastoreo o descansos inadecuados, provoca cambios en la composición florística como resultado del reemplazo de especies deseables por indeseables, pero no necesariamente produce cambio de valores de diversidad de especies (Gabutti, 2008).

De acuerdo al potencial productivo de los pastizales de la provincia, Aguilera (2003) las clasificó por regiones, y el área de estudio corresponde a la denominada “Los bosques semiáridos del noroeste de San Luis” y una pequeña proporción a la denominada “Los pastizales psimófilos del centro-sur de San Luis”.

Se vienen realizando distintos estudios de los pastos naturales permitiendo la identificación de especies y esto permitió el estudio y diseño de pautas de manejo en las explotaciones permitiendo así, en donde existían niveles de degradación moderada, la posibilidad de recuperar o detener los procesos de deterioro (Frasinelli y Veneciano, 2014). Sin embargo, en aquellos lugares en donde hay o hubo situaciones de degradación extrema, sin posibilidades de reversión, se aplicaron otras tecnologías en las que se reemplazó el pasto por cultivos forrajeros que se adapten a esas situaciones y obtener así producción para el alimento del ganado. Así, Frasinelli y Veneciano (2014) afirman que la implantación de pasto salinas (*Cenchrus ciliaris*) o pasto llorón (*Eragrostis curvula*) en proporciones de 10 y 30% respectivamente pueden generar aumentos superiores al 300% en la productividad de carne respecto de los valores medios zonales.

Cabe resaltar también, que se realizaron algunos estudios sobre la proteína bruta y la digestibilidad de especies que se encuentran en el área de estudio y fue estudiado por Aguilera (2003) (Tabla 2.12).

Tabla 2.12 Datos de digestibilidad y proteína bruta de especies que se encuentran en el área de estudio según datos de Aguilera (2003).

Gramíneas	Proteína Bruta	Digestibilidad in vitro
<i>Aristida mendocina</i> Phil.	5,8	33,3
<i>Bothriochloa springfieldii</i> (Gould) Parodi	5,6	37,2
<i>Bromus catharticus</i> var. <i>rupestris</i> (Speg.) Planchuelo & P.M. Peterson	13,0	63,1
<i>Cenchrus incertus</i> M.A. Curtis	10,9	50,0
<i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard	6,4	41,9
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	6,3	41,4
<i>Panicum urvilleanum</i> Kunth	7,0	46,9
<i>Piptochaetium napostense</i> (Speg.) Hack.	7,8	42,6
<i>Poa lanuginosa</i> Poir	7,0	50,6
<i>Poa ligularis</i> Nees ex Steud.	7,8	47,3
<i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.	8,9	46,2
<i>Nassella tenuis</i> (Phil.) Barkworth	9,0	46,7
<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth	6,3	35,0

2.1.5. Recursos hídricos

Las características y disponibilidad de los recursos hídricos en el sur del Departamento Capital según Peña Zubiarte *et al.* (1998) son:

Llanura medanosa central: el agua freática generalmente es salina y se encuentra entre los 10 a 15 m de profundidad.

Dorsal distal con cobertura arenosa: tienen escasez de aguas superficiales y las subterráneas son muy profundas.

Dorsal ondulado con cobertura loessica: Tienen escasez de agua superficial y agua subterránea profunda, de caudal escaso y de mala calidad.

Río Salado, Desaguadero y Lagunas de Guanacache: Las aguas son de mala calidad para las haciendas por el exceso de sales, salvo en época de crecidas donde disminuye la concentración de sales.

En algunas regiones de la provincia como el área de este estudio se realizó una extensión (red) de provisión de agua para uso ganadero ya que es una zona con deficiencias de acceso al agua (Veneciano, 1998).

La disponibilidad de agua por lo tanto es un factor limitante para el desarrollo de la ganadería extensiva. Así en el área de estudio el agua que consume la ganadería bovina puede provenir de diversas fuentes. Puede tratarse de represas artificiales (captura de agua de lluvia), de acueductos, perforaciones, canales y embalses, aguas superficiales provenientes de arroyos y lagunas naturales.

Las explotaciones pueden disponer de una o varias de esas fuentes de agua y pueden estar distribuidas en todo el campo, conformando así la infraestructura del establecimiento con sus subdivisiones y/o potreros.

Es importante tener en cuenta, además de la cantidad, la calidad del agua de bebida de los animales. Así, para el área de estudio, Sager (2005) encuentra valores que van desde 2000 a 10000 mg/litro de sales totales de agua de bebida. Los valores de referencia del mismo autor son: deficiente para el consumo de bovinos de carne: hasta 2000 mg/litro; calidad apropiada: 2001 a 4000 mg/litro; por encima de esos valores son exceso de sales. Por lo tanto, aquellas explotaciones que tienen agua con valores fuera de los datos normales tienen problemas para el suministro de su ganado.

Por otro lado, Sager (2006) realiza estudios de sulfatos presentes en el agua de bebida ya que pueden ser perjudiciales para el ganado (deficiencias minerales o intoxicaciones). En el área de estudio se han encontrado valores que van desde 1000 hasta 4000 mg/litro de sulfatos. Así, el autor sugiere que, en el rodeo de cría, con niveles de 1000 mg/litro, sería necesaria suministrar una dosis anual de Cu a la vaca.

2.2. GANADERÍA BOVINA Y CARACTERÍSTICAS REGIONALES DE PRODUCCIÓN Y MANEJO.

2.2.1. Ganadería bovina en Argentina

La ganadería en Argentina es uno de las principales actividades económicas del país. Se dedica a la producción de distintas especies para la obtención de carne y sus derivados. Dentro de las especies, el primer lugar está ocupado por el ganado vacuno. Se produce además caprino, ovino, porcino.

Argentina ocupa el segundo lugar en el Mercosur de producción de carne bovina, es el segundo consumidor de carne por habitante de la región (América del Sur), y cuenta con un fuerte mercado interno que consume el 90% de lo que produce. El excedente es exportado a otros mercados (Ponti, 2011).

Según la Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas (Gobierno Argentino, 2015) los argentinos están entre los mayores consumidores de carne de vacuno a nivel mundial, con un consumo medio en la última década de 64 kg/habitante/año, aunque para el año 2011 el consumo cayó a mínimos históricos (54,9

kg/habitante/año). Sin embargo, para la década del año 1990 hubo promedios de 81 kg/habitante/año (Otaño, 2002).

Como lo sostiene el Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana de Fundación Mediterránea (IERAL, 2011) el eslabón de la cadena de la carne bovina en Argentina se inicia con un gran número de establecimientos ganaderos distribuidos en todo el territorio produciendo ganado a través de la aplicación de diversos sistemas productivos con características tecnológicas y organizativas particulares.

El ganado bovino se distribuye en todo el país. Rearte (2007), teniendo en cuenta las zonas agroecológicas, divide al país en 5 grandes regiones ganaderas (Región Pampeana, Región Noreste, Región del Noroeste, Región Semiárida y Región Patagónica). Los principales indicadores productivos como la producción por hectárea y el porcentaje de destete se detallan en la Tabla 2.13. San Luis, corresponde a la denominada Región Semiárida. La Región Semiárida tiene, en promedio, una productividad desde 5-15 kg/ha/año en el noroeste árido a 30-40 kg/ha/año en el este. Esta región tiene además una tasa de destete promedio del 58% (Rearte, 2007).

Tabla 2.13 Indicadores productivos promedios según región de la República Argentina según datos de Rearte (2007).

Producción de carne en:	Productividad (kg/ha/año)	Destete (%)
Región Pampeana	En cría: 150. En Invernada: 200-500	70%
Región Noreste	Oeste: 3-5. Corrientes 30-50	53%
Región del Noroeste	5-15	57%
Región Semiárida	Oeste:5-15 Este: 30-40	58%
Región Patagónica	Valle de Río Negro: 30-50. Precordillera: 60-80	63%

De acuerdo a las características del ambiente, es diferente el potencial productivo de los pastos y su calidad y por lo tanto la producción de carne puede basarse en pastoreo directo (pastos naturales) o pastos cultivados o se puede suministrar alimentos procesados o concentrados. Así, dependiendo del tipo de alimento que disponga pueden ser los sistemas productivos (cría, recría, terminación) (véase una descripción de los sistemas productivos en el epígrafe 2.2.3.3).

En Argentina, según datos del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad de Agroalimentaria (SENASA, 2015; 2017), el stock del ganado bovino para el año 2015 fue de 51.429.848 cabezas (Tabla 2.14) y con un stock mayor para el año 2016, mostrándose un mayor incremento en las categorías relacionadas a los sistemas de cría, mientras que se observa una disminución en las categorías de recría como novillos y novillitos. En San Luis, datos a marzo 2015, y según SENASA (2015) el stock está diferenciado según número de cabeza de animales (Tabla 2.15).

Tabla 2.14 Existencias bovinas en Argentina por categoría a marzo 2015 y 2016 según datos de SENASA (2015; 2017).

Categorías	Marzo 2015	Marzo 2016
Vacas	22.381.768	22.945.852
Vaquillonas	7.424.662	7.545.259
Novillos	2.983.523	2.823.732
Novillitos	4.050.333	3.952.320
Terberos	6.513.359	6.876.606
Terteras	6.845.001	7.230.931
Toros	1.056.167	1.065.162
Toritos	162.654	184.947
Bueyes	12.381	11.969
Total	51.429.848	52.636.778

Tabla 2.15 Existencias bovinas de San Luis a marzo 2015 según datos de SENASA (2015).

Cabezas	Establecimientos %	Cantidad de UP %	Bovinos %
Hasta 500	89,00	88,00	33,00
Entre 5001-5000	10,00	11,00	52,00
Más de 5001	0,47	1,09	14,00

UP: unidad productiva

2.2.2. Ganadería bovina en San Luis y del sur del Departamento Capital.

La provincia de San Luis presenta, en su territorio, gran diversidad de paisajes y ecosistemas, que obligan a una variedad de actividades productivas y la aplicación de tecnologías de acuerdo a prácticas culturales y/o en función de su alcance empresarial. La producción ganadera bovina se distribuye en toda la superficie de la provincia de San Luis, que forma parte de la Región Central de Argentina, como se ha comentado, constituyendo un importante medio de vida y valioso aporte económico para una gran parte de la población. Así, hay un total de 10.706 unidades productivas asociadas a una población de 40.000 personas si se considera a una familia tipo de cuatro integrantes (Riedel y Frasinelli, 2013) siendo esta actividad de alta relevancia a nivel social en la provincia.

La alimentación del ganado depende del planteamiento productivo programado y de la ubicación geográfica dentro de la provincia. Puede estar basada en pastos naturales, praderas implantadas y/o alimentos provenientes de productos agrícolas. Así, en San Luis la superficie con establecimientos que tienen actividad ganadera representa el 93% del territorio provincial y es indicativa de la repercusión económica y social que para la provincia tiene la ganadería bovina (Frasinelli *et al.*, 2004b).

En San Luis, para los sistemas ganaderos bovinos, se aplican distintas alternativas de producción dependiendo de la región dentro de la provincia (características ambientales), complejidad de manejo, dedicación y capacidad empresarial. Así, Frasinelli *et al.* (2004b) describen distintas alternativas del sistema cría y Frasinelli *et al.* (2003) describen los sistemas de cría, recría y engorde o terminación.

Frasinelli *et al.* (2003) realizan una caracterización de la ganadería de San Luis, conformando cuatro grandes regiones ganaderas (Región I: cría e internada en zona mixta; Región II: cría en pastizales; Región III: cría en monte y Región IV: ganadería en zona serrana). El área de estudio corresponde fundamentalmente a la denominada Región II. Está situada al suroeste de la provincia, comprende un tercio del territorio provincial y se destaca por una mayor concentración predial, con una receptividad promedio de 7,1 ha/cabeza/año y la más baja proporción de engorde. Prevalen en esta región los planteamientos ganaderos de cría basados exclusivamente en pastos naturales o combinados con pasto llorón (*Eragrostis curvula*) y alguna proporción de cultivos monofitos. Riedel y Frasinelli (2013) también caracterizan ésta provincia (Figura 2.5) y con descripciones similares, predominan los sistemas de cría y muy poca proporción de recría y con base forrajera de pastos naturales y pastos cultivados como el pasto llorón (*Eragrostis curvula*) y digitaria (*Digitaria eriantha*).

Por otra parte, Riedel y Frasinelli (2013) teniendo en cuenta la homogeneidad edafoclimática y de la vegetación, y teniendo en cuenta las características de los sistemas bovinos, han dividido a la provincia de San Luis en tres regiones, de las cuales la región suroeste, que comprende el departamento Capital, incluye el área de estudio de esta investigación (Figura 2.5).

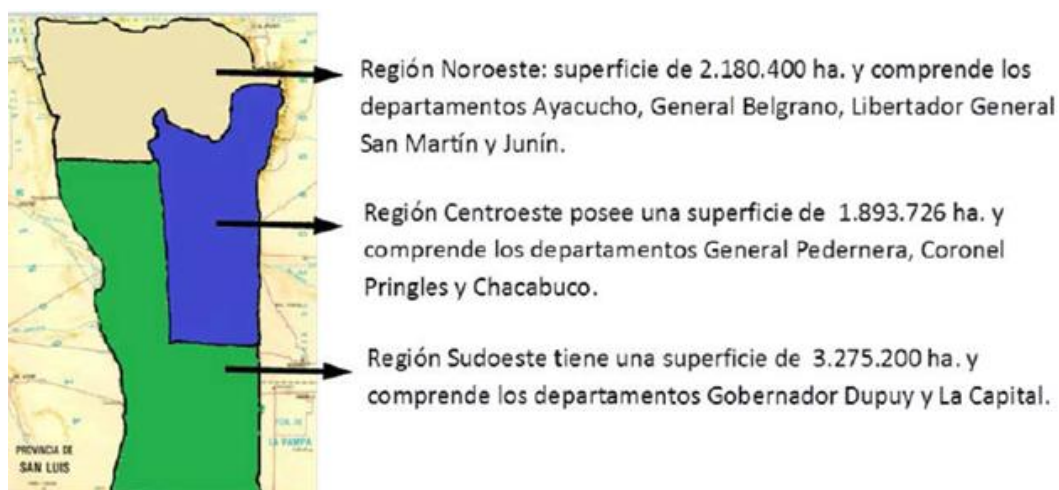


Figura 2.5 Características de San Luis según región. Fuente: Riedel y Frasinelli (2013).

El stock bovino del Departamento Capital es el 10% de la provincia (Tabla 2.16). Este stock pertenece al 9% de las unidades productivas (Tabla 2.17). Como puede

observarse en la Tabla 2.18, la mayor parte de las explotaciones tienen menos de 500 cabezas bovinas.

Tabla 2.16 Stock bovino de la Provincia de San Luis y Departamento Capital para 2013 según datos de Riedel y Frasinelli (2013).

	Vaca	Vaquillona	Novillo	Novillito	Ternero	Ternera	Toro	Total Bovino
San Luis	691450	218191	111660	88319	163287	172126	38411	1483444
Depto Capital	78826	16027	6856	7787	15951	16915	4451	146813
Porcentaje %	11	7	6	9	10	10	12	10

Véanse la definición de cada categoría en el apartado 2.2.3.2

Tabla 2.17 Unidades productivas de bovinos en la Provincia de San Luis y en el Departamento Capital por estratos de productores según número de cabezas, según datos de Riedel y Frasinelli (2013).

	Cabezas					Total
	<100	101-500	501-1000	1001-5000	>5000	
San Luis	5853	3579	660	487	127	10706
Depto Capital	406	382	110	56	0	954
Porcentaje %	7	11	17	11	0	9

Tabla 2.18 Número y porcentaje de unidades productivas en el Departamento Capital según datos de Riedel y Frasinelli (2013).

	Cabezas					Total
	<100	101-500	501-1000	1001-5000	>5000	
Depto Capital	406	382	110	56	0	954
Porcentaje (%)	43	40	12	6	0	100

Los principales indicadores productivos de la ganadería de San Luis, son el destete y la productividad de carne. El destete para Bonatti *et al.* (1986) es del 51%, índice muy bajo debido a problemas sanitarios y de manejo (problemas nutricionales debido a falta de adecuación de los requerimientos nutricionales de los animales a la oferta forrajera estacional). Por otro lado, para Veneciano (1998) el destete tiene valores promedios a 63,8 % (en el oeste 59,5% y el este 67%). La producción de carne presenta unos valores medios de 15,6 kg/ha/año (7,7 kg al oeste, 30,6 kg al este) (Veneciano, 1998) Tabla 2.19. Nuestro estudio se encuentra ubicado en la Región Occidental.

Tabla 2.19 Promedios de indicadores de eficiencia física en la provincia de San Luis según datos de Veneciano (1998).

Región	kg carne/ha/año	Destete (%)	Cabezas/ha	ha/EV/año
San Luis	15,6	63,8	0,194	6,1
Región Oriental	30,6 (16 - 85,2)	67,0	0,344	3,4
Región Occidental	7,7 (3,2 - 17,1)	59,5	0,115	10,2

2.2.3. Características de producción y manejo en el área de estudio

En este apartado se presentan descripciones fundamentales y/o conceptos sobre algunos componentes de las explotaciones típicas ganaderas de los rodeos bovinos en Argentina y en el área de estudio.

2.2.3.1. Razas

Según Rearte (2007) las razas más comunes de producción de carne en la Región Semiárida, es decir en el área de nuestro estudio, son las británicas, especialmente Aberdeen Angus y sus cruzas con ganado criollo.

2.2.3.2. Categorías de animales

Las categorías del ganado bovino están en función de distintas características: sexo, edad, ganancia de peso y etapa reproductiva. El Gobierno Argentino (2007) define categorías y subcategorías del ganado bovino de la siguiente manera:

Categoría terneros: Comprende los animales desde el nacimiento hasta el año de vida. Se configuran subcategorías, que representan a los terneros en sus distintos sistemas productivos: 1) Terneros macho y hembra no destetados, 2) Ternero macho, en invernada corta, con destino a faena (sacrificio del animal) como novillito, 3) Ternero macho, en invernada larga, con destino a faena como novillo, 4) Ternero macho, con destino a reposición de toros, 5) Ternera hembra, en engorde a corral, con destino a faena como “ternera bolita”, 6) Ternera hembra, invernada corta, con destino a faena como vaquillona, 7) Ternera hembra, en invernada larga, con destino a reposición de vacas.

Categorías de 1 a 2 años: Entre el primero y segundo año de vida, los terneros cambian de categoría, pasando, los machos a novillitos (castrados) o toritos y las hembras a vaquillonas. Las diferentes subcategorías definidas son: 1) Novillito en invernada corta, 2) Novillito en invernada larga, 3) Vaquillona en invernada corta, 4) Vaquillona de reposición, 5) Torito.

Categorías mayores de 2 años: Pasado el segundo año de vida, los machos pueden destinarse a la faena como novillo liviano (420 kg) o como novillo pesado (550 kg), los toritos pasan a la categoría de toros para reposición, las hembras que no fueron faenadas pasan a ser la reposición de vacas. En este grupo, se incluyen las siguientes subcategorías: 1) Novillo en invernada larga, 2) Toro, 3) Vaquillona gestante para reposición, 4) Vaquillona vacía para reposición, 5) Vaca en lactancia y vacía, 6) Vaca en lactancia y gestante, 7) Vaca seca y gestante, 8) Vaca seca y vacía.

2.2.3.3. Los sistemas de producción

A continuación, se detallan algunos conceptos de los sistemas de producción que se realizan en la región según Rearte y Pordomingo (2014), Veneciano y Frasinelli (2014). También se explican las características del sistema de producción de carne, los sistemas de cría, recría y engorde/terminación. Además, se hace una comparación de parámetros productivos de explotaciones con niveles medios y desarrolladas.

Sistema de cría. El proceso se inicia con el servicio y finaliza con el destete de las crías (terneros). Se producen y venden terneros al destete y vacas/toros viejos que salen del sistema. Generalmente, la edad y peso promedio de los terneros recién destetados es de 6 meses y 150 kg de peso vivo. Las terneras tienen menor peso a igual edad (entre 5 – 10 % menos de peso). Dentro de este sistema, parte del proceso tiene que ser la recría para reposición. Solo se recrían las vaquillonas de reposición. Después del destete, se eligen las mejores vaquillonas para reponer las vacas muertas, viejas y vacías del rodeo de cría. Se las denomina vaquillonas de reposición, generalmente es el 20 % del rodeo de vacas. Es decir, si se tiene un rodeo de 100 vacas de cría se seleccionan 20 vaquillonas de reposición. Las vaquillonas de reposición de entre 6 y 15 meses de edad se denominan también chicas o R1. Esta categoría puede incorporarse al rodeo de cría cuando alcance los 15 meses de edad y 280-300 kg de peso vivo. Al finalizar el servicio de 3 meses deben terminar con un peso vivo de 360 kg. Esta situación se logra con alimento de alta calidad durante todo el año. Las vaquillonas de reposición de entre 15 y 27 meses de edad se denominan también grandes o R2. Esta categoría se incorpora al rodeo de cría cuando alcance los 27 meses de edad y 340-360 kg de peso vivo. Al finalizar el servicio de 3 meses deben terminar con un peso vivo de 380-400 kg. Esta situación es adecuada para ambientes áridos con forraje de calidad baja-media. Las vacas rechazadas representan el 20 % del rodeo que después del diagnóstico de preñez se venden. En algunos sistemas las vacas descartadas que están preñadas se dejan hasta parir el último ternero y se venden (se denominan vaca CUT, cría el último ternero).

Un ejemplo de rodeo de cría que tiene 100 vacas de cría estará compuesto por: 100 vacas de cría + 20 vaquillonas chicas (6-15 meses de edad) + 20 vaquillonas grandes (15 a 27 meses de edad) + 5 toros (5 % del rodeo de vacas).

Sistema de recría. Este proceso se inicia después del destete. El que sólo realiza recría, no produce los terneros, sino que los compra y les agrega peso hasta la venta para engorde. Por ejemplo, desde 150 kg hasta 280-300 kg de peso vivo. Las vaquillonas rechazadas para reposición y los novillos (chicos) se venden y salen del sistema. A los machos castrados se los denomina novillos y a los no castrados toros. A las hembras se las denomina vaquillonas.

Sistemas de cría y recría. También denominado de ciclo completo. En este caso, se producen terneros y no solo se recrían las vaquillonas de reposición sino también las vaquillonas rechazadas y los novillos hasta un peso vivo de 200 kg y 280 kg respectivamente. Cuando alcanzan este peso se venden a sistemas de engorde.

Este, es un sistema aconsejable para zonas áridas para disminuir el impacto de sequías prolongadas. Cuando esto ocurre se venden las categorías más livianas para descargar el sistema, manteniendo así las vacas adultas y los toros.

Otra clasificación de sistema de producción lo describe Tkachuk y Dossi (2014):

Cabaña: establecimientos dedicados a la producción de reproductores.

Cría: es la que sustenta las otras actividades. Su objetivo principal es lograr destetar un ternero por vaca por año.

Engorde o invernada: actividad a base pastoral y su finalidad es lograr el desarrollo adecuado de distintas categorías bovinas llevándolas a condiciones de faena. Los sistemas de engorde o invernada pueden ser: a) extensivo: exclusivamente a base pastoril, b) semiextensivo: planteos pastoriles con un grado bajo de suplementación, c) semintensivo: sistema con un alto grado de suplementación. La invernada o engorde también pueden ser llamadas invernada a campo con o sin suplementos.

Feedlot: engordar animales en confinamiento, con alimentación balanceada (piensos compuestos), bajo estricto control sanitario y nutricional. El objetivo es obtener ganancia de peso en el menor tiempo y al menor costo.

Por otra parte, y como se muestra en la Figura 2.6, Pordomingo (2015) sintetiza diversos sistemas productivos de carne bovina en nuestro país.

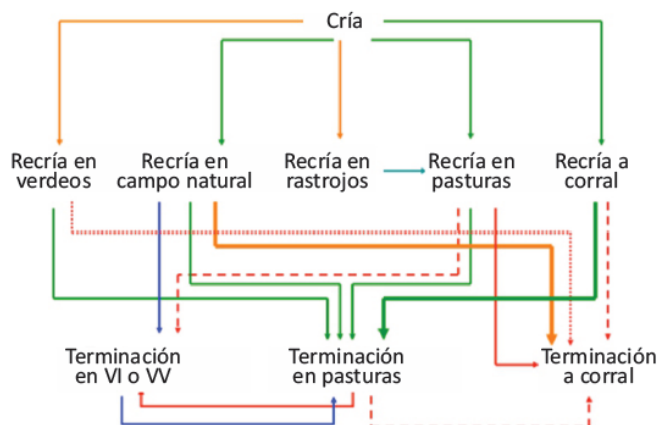


Figura 2.6 Plataforma Argentina de la producción de carne bovina. Fuente: Pordomingo (2015).

2.2.4. Indicadores productivos

2.2.4.1. Sistema reproductivo

Sistema continuo: En este servicio las vacas permanecen con los toros durante todo el año por lo que el apareamiento se produce a lo largo del año o gran parte de él. El estacionamiento se produce en forma natural en los meses de primavera a otoño cuando el forraje es de mayor calidad.

Sistema estacionado: Se permite el apareamiento en determinada época del año. En los meses restantes las vacas permanecen separados de los toros. Este servicio permite optimizar el aprovechamiento del forraje ya que se hace coincidir los requerimientos del rodeo con la oferta forrajera.

2.2.4.2. Sistema de pastoreo: continuo y rotativo

Estos sistemas extensivos tienen maneras diferentes de administrar la alimentación del ganado, unos con el sistema típicamente llamado “continuo” y el otro sistema denominado “rotativo”.

Sistema de pastoreo continuo: el ganado permanece constantemente en el predio y por lo general es una explotación que no tiene subdivisiones. Generalmente tienen escasa producción de pastos, baja capacidad de carga. En la época de lluvias (noviembre a marzo) o durante la época de sequía (abril a octubre) son sobrepastoreada produciendo un deterioro de la cobertura forrajera. Como característica de este sistema es que, por lo general, no se realiza ninguna inversión, todo el ganado (categorías) permanece junto, no hay descanso para la reproducción de los pastos produciendo el deterioro de los mismos.

Sistema de pastoreo rotativo: es decir la explotación tiene, por lo general, varias subdivisiones o potreros en sus establecimientos, en los cuales van moviendo o trasladando el ganado en función de la disponibilidad de pasto y con el fin de utilizar más eficientemente toda la pastura. Este sistema permite la máxima utilización de los pastos cuando están en crecimiento y los cuales tienen mayor valor nutricional. Como característica de este sistema es que, se realizan más inversiones, el animal come mayor cantidad de alimento y selecciona menos, el pasto tiene descansos para su recuperación.

Según la aplicación del tipo de pastoreo será las características de los pastos. Así, el uso inadecuado de los pastos naturales, ya sea por sobrepastoreo o descansos inadecuados, puede provocar cambios en la composición florística como resultado

del reemplazo de especies deseables por indeseables para el ganado bovino (Gabutti, 2008).

2.2.4.3. Equivalencias ganaderas

Para conocer la carga animal, o carga ganadera de los establecimientos o explotaciones, se ha utilizado la unidad equivalentes vaca (EV) (o unidades vacas) según las equivalencias ganaderas propuestas por Cocimano *et al.* (1983) (Tabla 2.20). Según ese autor, para su cálculo se tienen en cuenta los requerimientos nutricionales de los animales en pastoreo según el peso, el nivel de producción y la eficiencia de utilización del alimento para cada proceso productivo. La unidad vaca o equivalente vaca (EV) es el promedio anual de los requerimientos energéticos de una vaca de 400 kg de peso que gesta y cría un ternero hasta el destete a los 6 meses de edad con 160 kg de peso, incluido el forraje consumido por el ternero. Según características de cada establecimiento se ha utilizado un valor EV de acuerdo a los valores propuestos por Cocimano *et al.* (1983).

Tabla 2.20 Valores equivalentes vacas (EV) para la region. Fuente: Cocimano *et al.* (1983).

Categoría	Peso promedio (kg)	Valor EV
Vaca de cría	400	1
Ternero destetado	110-200	0,58 y 0,72
Vaquillona	200-390	0,64 y 0,85
Novillo	220-300	0,69 y 0,86
Torito	300-390	0,9
Toro	500-900	0,9 y 1,25
Caballo/burro	400-700	1,2
Oveja	50	0,16
Cabra	50	0,16

2.2.4.4. Condición corporal como herramienta de manejo del rodeo

Condición corporal (CC) es una evaluación subjetiva de la cantidad de energía almacenada en forma de grasa y músculo que una vaca posee en un momento dado. Los cambios en la misma constituyen una guía práctica del peso corporal para establecer el estado nutricional de la vaca y planear las estrategias de manejo a seguir con el fin de minimizar los desórdenes reproductivos (Frasinelli *et al.*, 2004a).

Para su análisis se realiza en base a la observación y uso de una escala (Tabla 2.21) y observando cuatro áreas del cuerpo del animal (región del lomo, de la inserción de la cola, del flanco, de la cadera) (Figura 2.7).

Tabla 2.21 Escalas para análisis de condición corporal. Fuente: Frasinelli *et al.* (2004a).

Escala con grados 1 a 5	Escala con grados 1 a 9
1	1
1,5	2
2	3
2,5	4
3	5
3,5	6
4	7
4,5	8
5	9

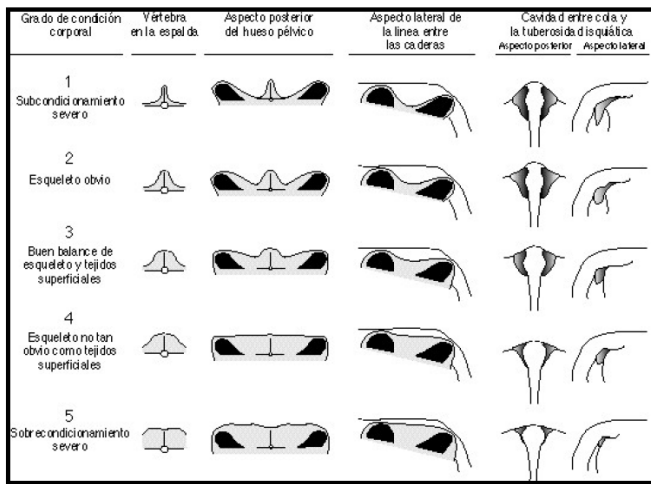


Figura 2.7 Grado de condición corporal. Fuente: Frasinelli *et al.* (2004a).

La CC es útil no sólo para evaluar el rodeo y ajustar el manejo, sino también para hacer seguimiento de lotes e individuos y las decisiones de descarte y selección de animales. Esta técnica se lo puede aplicar en distintos momentos claves como por ejemplo a comienzo de la parición, al inicio del servicio o cuando se realiza el diagnóstico de la preñez (Frasinelli *et al.*, 2004a).



CAPÍTULO 3

CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS GANADEROS DEL SUR DE SAN LUIS, ARGENTINA

CAPÍTULO 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS GANADEROS DEL SUR DE SAN LUIS, ARGENTINA

3.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El extenso territorio argentino muestra una gran heterogeneidad interna, con varios gradientes que permiten una gran diversidad productiva y socioeconómica. Esa heterogeneidad permite la diversificación en la producción tanto por el tipo de recursos de que dispone como por el tipo de utilización que se le puede dar.

La ganadería en Argentina es una de las principales actividades económicas del país y, como se explicara en el capítulo 2, se distribuye en todo el territorio. Específicamente, la carne bovina en sus distintos procesos como la producción, la industrialización y la comercialización, son consideradas importantes para la economía ya que es una actividad con tradición y con reconocimiento mundial por su calidad de la carne (Picardi *et al.*, 2011; PWC, 2012).

En los establecimientos agropecuarios, según el Plan Estratégico Agroalimentario de la Nación (PEA, 2010-2030), al productor rural se caracteriza por su espíritu innovador, su vocación por la inversión, la ocupación del territorio, su proyección a los países de la región y el desarrollo de la tecnología nacional. En una misma región, pueden coexistir distintos sistemas de producción, entre otros, sistemas netamente pastorales, otros con suplementación estratégica, sistemas de pastoreo y engorde a corral de terminación combinada, feedlot temporario de categorías en crecimiento, feedlot de terneros en campos de cría, etc. (Pordomingo, 2002). Esa diversidad de los sistemas de producción y sus productos hace que en el país haya competitividad (Pordomingo, 2002).

Los índices reproductivos y productivos no han cambiado en los últimos 30 años, aunque si hubo cambios en los sistemas de producción debido a la combinación de la presión agrícola y el retiro del negocio de exportación (Pordomingo, 2015). Para Canosa *et al.* (2013) la eficiencia reproductiva del rodeo nacional está muy distante a los valores posibles a alcanzar.

Para Pordomingo (2015) los componentes estratégicos a tener en cuenta para la producción de carne son la producción de forraje, disponibilidad de tierras con aptitud para pasturas introducidas y la disponibilidad de agua (calidad y cantidad).

Por lo tanto el estudio de los pastos naturales con enfoque utilitario a las explotaciones permite diseñar pautas de manejo de los mismos para detener su deterioro, para recuperar áreas ya degradadas, o para optimizar su aprovechamiento. En el caso en que los pastos estén en estado de degradación

extrema y sin posibilidades de reversión, es necesario la aplicación de otras tecnologías, en este caso se sugiere la implantación de gramíneas megatérmicas perennes (Frasinelli y Veneciano, 2014).

Con respecto a la producción de forraje implantado, Pordomingo (2014) considera que la implantación de gramíneas megatérmicas (especies forrajeras adaptadas a temperaturas extremas y sequía) cumple varios roles, es un recurso central para los sistemas ganaderos bovinos de cría, en el diseño de estrategias de mitigación de áreas deterioradas y en la construcción de modelos ganaderos con las particularidades de la región. Frasinelli y Veneciano (2014) también lo consideran una alternativa importante para el mejoramiento tanto de la receptividad como de la eficiencia productiva y la sostenibilidad física de los planteos ganaderos. Otra de las funciones que la caracterizan es que, complementa el descanso que deben tener las especies del pasto natural y esto permite la fructificación y diseminación como así también el descanso de todas las especies, produce un impacto en la carga animal (menos carga) y por lo tanto en la producción de carne (mayor producción de carne) (Bonatti *et al.*, 1986).

En San Luis, las especies que se pueden implantar en la región son *Eragrostis curvula* (pasto llorón), *Cenchrus ciliaris* (pasto salinas), *Digitaria eriantha* (digitaria), *Panicum voloratum vs. verde* (mijo perenne). Estas especies se caracterizan por ser perennes, con crecimiento estival, capacidad para producir en suelos con escasa fertilidad, resistencia a condiciones de sequía y sobrevivencia a temperaturas invernales extremas (Frasinelli y Veneciano, 2014).

En cuanto a la producción, como se ha detallado en el Capítulo 2, el oeste de San Luis tiene una productividad secundaria baja, de 7,7 kg carne/ha/año proveniente de la cría como actividad preponderante y en pastos naturales y con superficies muy reducidas de pasto llorón (Veneciano, 1998).

En cuanto al manejo de la ganadería, Frasinelli *et al.* (2004b) explican y detallan propuestas de mejora teniendo en cuenta las características según región de la provincia, estructura, manejo, indicadores económicos y de sostenibilidad física de sistemas de cría bovina y sus distintas alternativas de disponibilidad de pastos naturales y/o implantados, suplementación, etc. Frasinelli (2016) indica 28 planteos de cría con base pastoral detallando los componentes alimenticios, los momentos de uso a lo largo del año, posibilidades y limitaciones. Además, para un rodeo de cría, Rossanigo (2016) sugiere y propone la aplicación de un calendario sanitario básico.

En definitiva los nuevos escenarios en sus distintos niveles, regional, nacional o internacional, para la comercialización de la carne, requieren distintos tipos de controles o conocimientos, como la calidad de la carne, conocimiento de los procesos de producción, los aspectos sanitarios y fundamentalmente el conocimiento de quienes y cómo lo producen y sus cuidados medioambientales.

Por ello, este capítulo tiene por objetivo:

- Caracterizar, **de manera general**, las explotaciones ganaderas del área de estudio en función de **aspectos estructurales** y de **dimensión** a través de datos de los **censos agropecuarios** disponibles.
- Caracterizar y tipificar las **explotaciones ganaderas del área de estudio** en función de los aspectos estructurales, productivos y técnicos de la región sur del Departamento Capital de la provincia de San Luis, Argentina resultante de las **encuestas realizadas** a los ganaderos.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. Selección de las explotaciones

3.2.1.1. Información previa

Previo a la selección de las explotaciones para el estudio se realizó un análisis preliminar y caracterización general de un área de la provincia de San Luis. Para ello se consultaron varios trabajos preliminares realizados en la zona, entre los que destaca el de Frasinelli y Veneciano (2014). También se obtuvieron datos de las 67 explotaciones inscritas en el Censo Agropecuario de 2002 que dispone el Instituto de Economía del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Los datos recopilados fueron relacionados, principalmente con el número de cabezas de ganado, superficie, disponibilidad forrajera y dedicación.

Finalmente se seleccionaron 30 de las 67 explotaciones de ganado bovino presentes en el área de estudio, lo que representa una muestra representativa del 45%. A lo largo de 2014 se contactó con los propietarios de estas explotaciones para la realización de las encuestas.

3.2.1.2. Información de campo: Encuesta

La información para este trabajo fue obtenida mediante una encuesta realizada a productores del área de estudio (Anexo 1). Previo a la realización de las encuestas se la validó con productores para poder realizar los ajustes necesarios de la misma. La encuesta fue realizada a 30 productores (n=30). En la Tabla 3.1 se muestra un resumen de la información recabada mediante la encuesta realizada a los ganaderos.

La realización de la encuesta fue a través de distintas modalidades. Algunas se realizaron en reuniones de productores, otras se realizaron a través de visitas a los establecimientos agropecuarios y se realizó a quienes se encontraban en el lugar. Otra modalidad, debido a las dificultades para encontrarlos en sus establecimientos, fue a través de correos electrónicos y a través de diálogos telefónicos para completar las encuestas. Las encuestas constaban de 25 preguntas organizadas en 6 grupos (Tabla 3.1): preguntas socioeconómicas, preguntas sobre las dimensiones de la explotación y sus infraestructuras, preguntas sobre las dimensiones del ganado, preguntas relacionadas con la alimentación del ganado, preguntas sobre el sistema de producción animal y un último grupo de preguntas sobre el manejo técnico de la explotación.

Tabla 3.1 Resumen de la información recabada a través de encuesta a los ganaderos. En las preguntas de respuesta numérica se especifican las unidades.

Indicadores	Descripción
Socioeconómicas	Edad del productor (años), nivel educativo, Asistencia técnica, Unidades de Trabajo Año (UTA) contratada, actitud frente a cambios en la explotación
Dimensión de la explotación Infraestructura	Superficie total (ha), Superficie media (ha), superficie de pastos naturales (ha), superficie de pastos implantados (ha), superficie de cultivos (ha), valores medios de Equivalente Vaca (EV), Tipos de sistema de cría, Apotreramientos, (ha/potrero), Reservas de agua (ha/Reservas de agua, animales/Reservas de agua), Tipos de reservas de agua
Dimensión del ganado	Tamaño medio de la explotación (cabezas/explotación), categorías animales.
Alimentación del ganado	% Pasto natural, % Pasto implantado, % Cultivos, Adquisición de alimentos para el ganado fuera explotación
Producción del sistema	Peso medio/animal por explotación, Promedio Terneros destetados, % destete, kg vendidos/animal, kg vendidos/ha, kg vendidos en sistema/promedio, producción en el sistema (kg/ha/año) Carga animal (cabezas por ha y ha/EV/año), Total EV bovino, Promedio kg/animales vendidos, kg vendidos/EV/año/sistema, Relación vientres/total animales,
Manejo técnico de la explotación	Sistema de pastoreo, Manejo animal, Sistema reproductivo, % muertes al año, Registro de datos de manejo, tipo de aguadas.

En base a las variables descritas en la Tabla 3.1 se realizó una caracterización general de las explotaciones, calculando los valores medios, máximos y mínimos de los distintos parámetros cuantitativos obtenidos en las encuestas. Las variables cualitativas se codificaron para los posteriores tratamientos estadísticos.

3.2.2. Análisis de la información y Análisis estadístico

3.2.2.1. Caracterización preliminar de productores del área sur del Departamento Capital

En esta primera etapa se realizó una caracterización preliminar y general de las explotaciones del sur del Departamento Capital. Se realizó una caracterización general de las 67 explotaciones censadas a partir de estadísticos descriptivos. Posteriormente, según tamaño (superficie y número de cabezas), se clasificaron en cinco grupos (<1000 ha, de 1001-2000, de 2001-5000, de 5001 a10000 y >10000 ha) y según su sistema de producción (cría, recría y terminación).

Para la tipificación de las explotaciones se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) y un conglomerado con el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2008) para identificar los distintos grupos a encuestar. El tipo de ACP fue análisis factorial con rotación Varimax de la matriz de componentes con el fin de obtener los componentes principales para interpretarlos. Se aplicó una prueba de esfericidad de Bartlett y una medida de suficiencia de muestreo de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para probar la validez del muestreo.

Con los factores obtenidos del ACP (aquellos con valores >1) fueron utilizados para el análisis cluster. Para ello se aplicó un análisis jerárquico de conglomerados basado en el método de Ward y la distancia euclídea cuadrada.

Para dicho análisis se consideraron las variables que figuran en la Tabla 3.2, relacionadas con la superficie de recursos forrajeros y la ganadera, la cantidad de animales de cría, propiedad del ganado y la carga animal (CA) bovina (expresada como la relación entre superficie total de la explotación y número total de ganado bovino), para 67 casos o explotaciones del área de estudio.

Tabla 3.2 Variables utilizadas en el ACP para el estudio preliminar con 67 explotaciones.

Variables
Superficie de cultivos forrajeros (ha)
Superficie de Bosque y monte natural (ha)
Superficie de Pastizales (ha)
Superficie dedicada a la ganadería (ha)
Bovinos propios (cabezas)
Bovinos de terceros (cabezas)
Dedicación a la Cría (cabezas)
Carga animal bovina (ha/animal)

3.2.2.2. Caracterización de los productores seleccionados.

En primer lugar, con la información obtenida a través de las encuestas realizadas, se elaboró una descripción general de las explotaciones del área de estudio. Seguidamente se realizó un listado de todas las variables obtenidas de acuerdo al tipo de variables socioeconómicas, dimensión de las explotaciones, origen del ganado, carga ganadera, producción del sistema, eficiencia de producción, alimentación del ganado, manejo técnico de la explotación y aguadas y su distribución.

Con todas las variables obtenidas en la encuesta, y con el objeto de reducir su número para posteriores análisis se realizó una matriz de correlaciones bivariadas Spearman entre las variables numéricas independientes.

También se realizó una tipología de las explotaciones. Para la tipificación de las explotaciones se seleccionaron las variables que mejor describían las explotaciones en todos sus ámbitos (socioeconómico, dimensión de la explotación, producción, alimentación del ganado, manejo técnico) tanto cualitativas como cuantitativas (Tabla 3.3) y se realizó con ellas un Análisis de Componentes Principales (ACP) y posteriormente un Análisis Clúster. El procedimiento para el análisis estadístico multivariante por el método ACP y del análisis cluster fue el mismo detallado en el apartado de caracterización preliminar, pero en esta ocasión se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS Advanced Statistics software versión 22 (IBM, 2011).

Posteriormente, para comprobar los resultados de la tipificación, se eligieron 12 variables cuantitativas, que no habían sido incluidas en el análisis ACP-cluster (Tabla 3.3) y se calcularon sus medias para los grupos diferenciados en dicho análisis. Las diferencias entre estas medias se analizaron mediante una prueba de "ANOVA no paramétrica" (Kruskal Wallis). Cuando dicha prueba era significativa, se realizó el test de separación de medias mediante la Prueba de Dunn-Bonferroni.

Tabla 3.3 Variables utilizadas para la tipificación de los productores.

Variable	Tipo de variable
Datos socioeconómicos	
Nivel educativo*	Ordinal
Edad del productor	Escala
UTA contratada*	Escala
Uso de la tierra	
Tuperficie total*	Escala
% pastos nativos*	Escala
% pastos implantados*	Escala
% de cultivos	Escala

Variable	Tipo de variable
Bovino de carne	
Total EV bovino*	Escala
ha/EV/año	Escala
% novillos	Escala
Relación vientres/total animales	Escala
% muertes	Escala
Infraestructura de pastoreo	
Ha por reservas de agua	Escala
Animales por reservas de agua	Escala
Ha por potreros*	Escala
Manejo	
Asistencia técnica*	Ordinal
Manejo del animal*	Ordinal
Compra alimentos para el ganado*	Nominal
Producción	
Peso medio animal por explotación	Escala
% de destete	Escala
Promedio kg/animales vendidos	Escala
Kg vendidos/EV/año/sistema	Escala
Kg vendidos/ha*	Escala

* Variables utilizadas para el análisis factorial

3.2.2.1. Indicadores obtenidos según características de producción y manejo de las explotaciones

En la Tabla 3.4 se detallan las variables que se obtuvieron con las encuestas realizadas organizadas por tipo de variables y sus características (métrica o cualitativa, tipo de variables, codificación). Estas variables serán utilizadas en los análisis posteriores presentados en esta memoria doctoral.

Tabla 3.4 Indicadores obtenidos a partir de las encuestas realizadas a los productores (n=30).

Indicadores	Métrica o cualitativa	Tipo de variable	Codificación
Socioeconómicos			
Edad del productor	Métrica	Escala	
Nivel de estudio	Cualitativa	Ordinal	1 ninguno 2 primario / secundario 3 estudios superiores
Integrantes de la familia	Métrica	Escala	
Única actividad que realiza el productor	Cualitativa	Nominal	1 no 2 sí
Asistencia técnica	Cualitativa	Ordinal	1 ninguno 2 veterinario ó agrónomo 3 veterinario y agrónomo
UTA contratada	Métrica	Escala	
Actitud frente a cambios en su explotación	Cualitativa	Nominal	1 no 2 sí
Dimensión de la explotación (superficie)			

Indicadores	Métrica o cualitativa	Tipo de variable	Codificación
Sistema de producción	Cualitativa	Nominal	1 ganadero 2 mixto
Cantidad de potreros	Métrica	Escala	
Superficie total	Métrica	Escala	
% Superficie propia	Métrica	Escala	
Hectárea por potrero	Métrica	Escala	
Tipo de sistema	Cualitativa	Nominal	1 cría 2 recria 3 cría y recria
Origen del ganado			
Ganado propio o comprado	Cualitativa	Nominal	1 propio 2 comprado 3 propio y comprado
Dimensión de la explotación (ganado)			
% Vacas de cría	Métrica	Escala	
% Vaquillonas	Métrica	Escala	
% Terneros destetados	Métrica	Escala	
% Terneros lactantes	Métrica	Escala	
% Toritos	Métrica	Escala	
% Toros	Métrica	Escala	
% Novillos	Métrica	Escala	
% Vaca vieja (vaca CUT o de descarte)	Métrica	Escala	
% de vacas/vaquillonas	Métrica	Escala	
% de toros/toritos	Métrica	Escala	
Total animales bovinos	Métrica	Escala	
Especie animal	Cualitativa	Nominal	1 solo bovinos 2 bovino y caballos 3 bovino, caballos y otros
Peso medio por animal por explotación	Métrica	Escala	
Carga ganadera			
Total equivalentes vaca bovino	Métrica	Escala	
ha por EV al año	Métrica	Escala	
Equivalente vaca por hectárea al año	Métrica	Escala	
Producción del sistema			
% terneros destetados vendidos	Métrica	Escala	
% novillos/vaquillona vendidos	Métrica	Escala	
% animales mayores vendidos	Métrica	Escala	
Ventas (kg/ha)	Métrica	Escala	
Animales vendidos	Métrica	Escala	
Venta en kg por total del sistema	Métrica	Escala	
Eficiencia de producción			
Kg por animales vendidos	Métrica	Escala	
Relación vientres/total animales	Métrica	Escala	
Porcentaje de destete	Métrica	Escala	
Kg vendidos/EV	Métrica	Escala	
Kg vendidos/ha	Métrica	Escala	
Kg por ha vendidos/EV	Métrica	Escala	
Alimentación del ganado			
Pasto natural (%)	Métrica	Escala	
Pasto implantado (%)	Métrica	Escala	
Cultivos implantados (%)	Métrica	Escala	

Indicadores	Métrica o cualitativa	Tipo de variable	Codificación
Adquiere alimentos fuera explotación	Cualitativa	Nominal	1 no 2 sí
Manejo técnico de la explotación			
Sistema de pastoreo	Cualitativa	nominal	1 continuo 2 rotativo
Sistema reproductivo	Cualitativa	Ordinal	1 servicio continuo 2 servicio estacionado 3 servicio estacionado e inseminación artificial
Manejo de la explotación o control del ganado	Cualitativa	Ordinal	1 ninguno 2 boqueo 3 boqueo y condición corporal/tacto 4 boqueo, condición corporal y tacto
Muerte animales al año	Métrica	Escala	
Sanidad	Cualitativa	Ordinal	1 ninguno 2 un control 3 dos controles 4 tres controles
Edad al primer entore	Métrica	Escala	
Vida útil de la vaca	Métrica	Escala	
Registra datos	Cualitativa	Nominal	1 no 2 sí
Aguada y distribución			
Cantidad de represas	Métrica	Escala	
Cantidad de tanques	Métrica	Escala	
Cantidad de bebederos	Métrica	Escala	
Perforaciones	Métrica	Escala	
Acueductos	Métrica	Escala	
Red de agua	Cualitativa	Nominal	1 no 2 sí
Cantidad de pozo	Métrica	Escala	
Pasa el río/arroyo	Cualitativa	Nominal	1 no 2 sí
Perforaciones y pozos	Métrica	Escala	
ha/Reservas	Métrica	Escala	
animales/Reservas	Métrica	Escala	
Reservas/potrero	Métrica	Escala	
ha/Bebederos	Métrica	Escala	
Animales/Bebederos	Métrica	Escala	

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Caracterización y tipificación preliminar del sur del Departamento Capital

En la región sur del Departamento Capital se localizan un total de 67 explotaciones y ocupan una superficie aproximada de 416.000 ha (4.160 km²), es decir el 32% de la superficie del Departamento. En cuanto a la dedicación, estas explotaciones son

de ganado bovino, aunque un porcentaje además se dedica a la ganadería menor como cabras (24%) y ovejas (12%) (Tabla 3.5).

Tabla 3.5 Porcentaje de explotaciones y la ganadería (número de cabezas) del área de estudio (n=67).

Ganado	Porcentaje de explotaciones	Cabezas de animales
Bovinos	100	50937
Equinos y otros	93	948
Caprinos	24	1460
Ovinos	12	313

En la región analizada, se observa que existen explotaciones que se podrían clasificar en: pequeñas, medianas y/o intermedias y grandes. Las dimensiones son muy variadas y oscilan entre 70 y 45.000 ha. En la Figura 3.1 se observa la clasificación de las explotaciones según su superficie en cinco grupos. El grupo 3 (2001-5000 ha) es el que tiene mayor porcentaje de explotaciones (33%) mientras que el grupo 2 (1001-2000 ha) es el que tiene menor porcentaje (12%).

En la Figura 3.2, se representa el número de animales y la superficie de las explotaciones en cada uno de estos cinco grupos. El grupo 5 es el más grande, ya que tiene mayor superficie (61% del total de la superficie del área de estudio) y mayor cantidad de animales (60% del total de bovinos del área de estudio) mientras que el grupo 1 es el que menos superficie posee (2%) y tiene el 4% del total del ganado bovino.

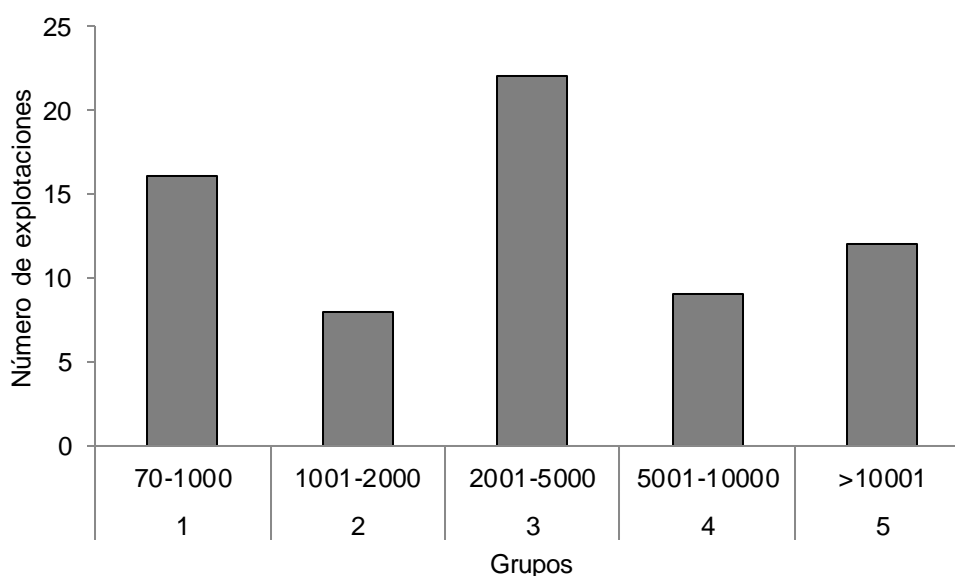


Figura 3.1 Formación de grupos según la superficie de las explotaciones (n=67).

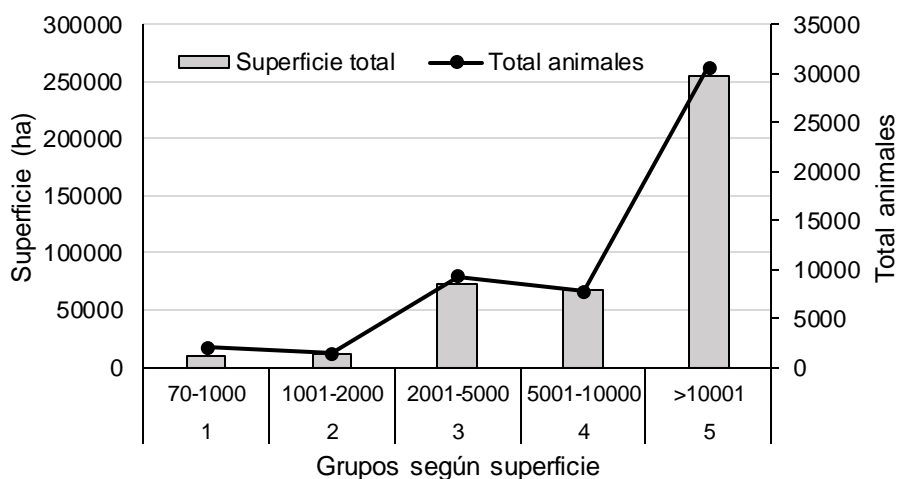


Figura 3.2 Número de animales bovinos totales y superficie dedicada a la ganadería por explotación (n=67).

Globalmente en la región seleccionada, la actividad ganadera bovina está representada en un 83% por animales de cría, 12% de recría y 5% de terminación (1% terminación a campo con suplemento y 4% terminación a campo sin suplemento) (Figura 3.3).

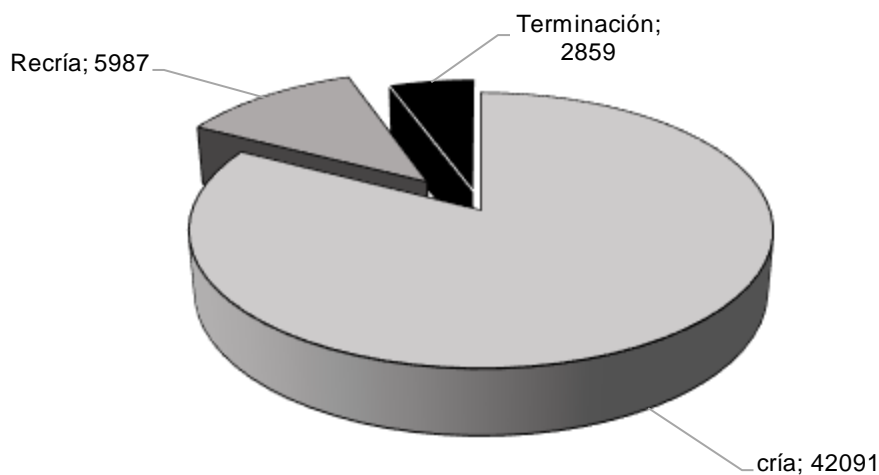


Figura 3.3 Tipo de sistemas de producción y número de animales de la ganadería bovina (n=67).

Analizando los sistemas de producción según los 5 grupos de explotaciones (Figura 3.4) se puede observar que todos los grupos se dedican principalmente a la cría,

aunque en menor porcentaje se dedican a la recría y terminación. Cabe destacar que estos tres sistemas pueden ser aplicados de manera indistinta a cada grupo de explotaciones. Así, en el grupo 1 solo una explotación realiza terminación, el 82% cría y el 13% recría. Ninguna explotación del grupo 2 realiza terminación, el 98% realizan cría y 2% recría. En el grupo 3, el 73% de las explotaciones realiza cría, el 11% recría y 17% hace terminación. El grupo 4 y 5 tienen comportamientos similares.

Sobre el recurso que disponen para la alimentación del ganado, el 74% de la superficie total de las explotaciones corresponde a bosques y montes naturales, el 23 % a pastos naturales, 3% corresponde a superficie implantada (forrajeras anuales y perennes) (Figura 3.5). Discriminando por grupo (Figura 3.6), la superficie ocupada por cada recurso forrajero es la siguiente:

- Grupo 1 (superficie total 9.490 ha): 80% de la superficie es de bosques y monte naturales, el 15% de pastizales y el 5% de cultivos forrajeros.
- Grupo 2 (superficie total 11.265 ha): aproximadamente el 100% es de bosques y monte natural, sólo el 0,2% es superficie de cultivos forrajeros.
- Grupo 3 (superficie total 72.718 ha): el 84% de la superficie es de bosque y monte natural, 14% de pastizales y 2% de cultivos forrajeros.
- Grupo 4 (superficie total 67.705 ha): 95% es de bosque y monte natural, el 4% de pastizales y el 0,6% de cultivos forrajeros.
- Grupo 5 (superficie total 254.514 ha): 65% es de bosque y monte natural, el 31% de pastizales y el 4% de cultivos forrajeros.

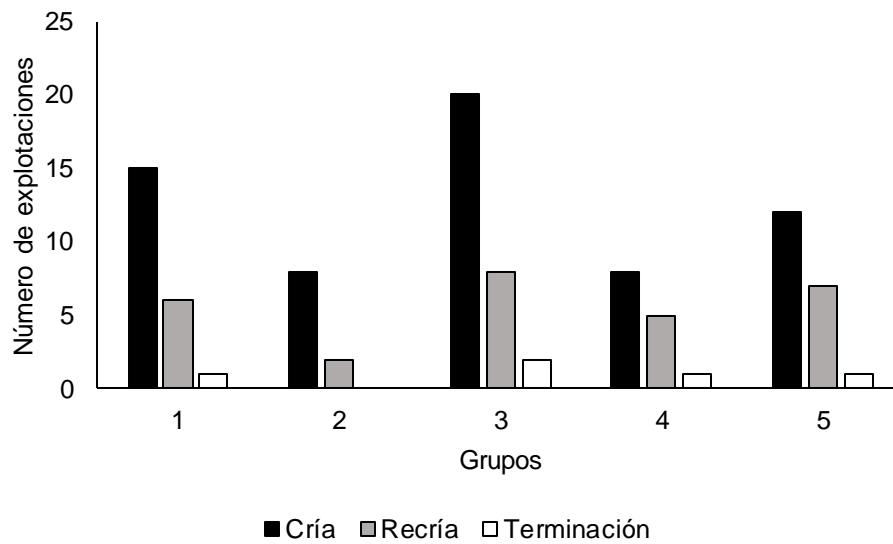


Figura 3.4 Tipos de sistemas de explotaciones según grupos. Se ha empleado el número total de animales que pertenecen a cada Sistema en cada grupo (n=67).

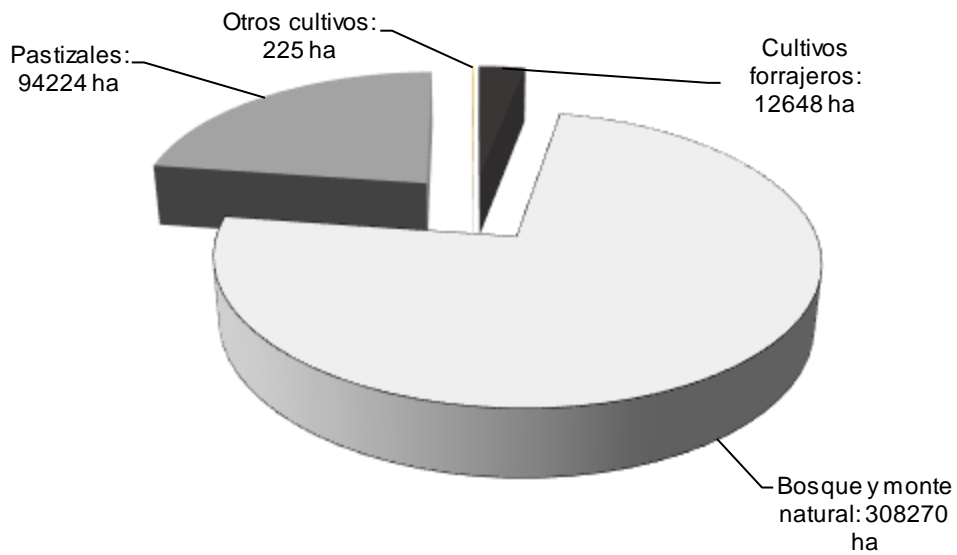


Figura 3.5 Recursos disponibles en las explotaciones para la alimentación del ganado (n= 67).

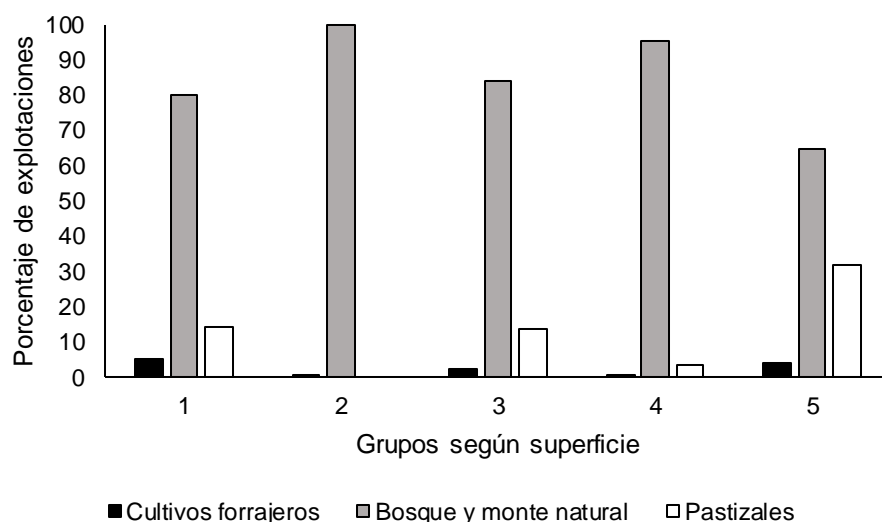


Figura 3.6 Porcentaje de superficie de recursos forrajeros destinada a la ganadería bovina (n=67).

Al analizar los rangos de valores y superficies de las explotaciones de esta región, se observa que hay explotaciones que no disponen de bosque y monte natural y tampoco disponen de forrajeras para la ganadería. Además se observa que los valores de carga animal (CA: ha/animal) son muy variados dentro de los grupos ya que están entre 2 y 22 ha/animal (Tabla 3.6 y Tabla 3.7).

Tabla 3.6 Rangos de valores de superficies por grupos de 67 explotaciones del sur del Departamento Capital, San Luis.

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Superficie (ha)	70-1000	1001-2000	2001-5000	5001-10000	>10001
Cultivos Forrajeros (ha)	0-450	0-20	0-1000	0-405	0-3800
Bosque y monte natural (ha)	0-997	1057-1700	0-4997	2413-9997	0-23994
Pastizales (ha)	0-999	0	0-3610	0-2400	0-41400

Tabla 3.7 Rangos de valores de ganadería bovina por grupos de 67 explotaciones del sur del Departamento Capital, San Luis.

	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V
Cantidad animales (n°)	21-362	78-266	173-900	389-1614	500-6150
Cría (n°)	0-260	78-266	0-589	0-1334	200-5150
Recría (n°)	0-120	0-20	0-465	0-280	0-1700
Terminación (n°)	0-110	0	0-900	0-730	0-494
Carga animal media (ha/animal)	7	9	9	10	11
Rango Carga animal (ha/animal)	2-19	5-14	4-15	5-21	2-22

Los resultados de la tipificación de las explotaciones a través del ACP señalaron que con los tres primeros componentes es posible explicar el 87% de la variación total. El primer factor explicó el 55% de la varianza total, e indicaría que, a mayor

dedicación a la cría, mayor superficie dedicada a la ganadería y con forrajeras cultivadas y mayor cantidad de ganado bovino propio. El segundo factor explica el 18% de la varianza, a mayor CA mayor superficie de bosques y monte natural y menor superficie de pastizales, cultivos forrajeros y cantidad de ganado propio. El tercer factor explica el 14% de la varianza total, indica que a mayor cantidad de bovinos de terceros (menos propios) hay una mayor superficie de pastos herbáceos naturales y menor superficie de bosque y monte natural (Tabla 3.8). El ACP tuvo una correlación cofenética = 0,99

Tabla 3.8 Matriz de componente rotado. Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

Variables	Factores		
	F1	F2	F3
Superficie de cultivos Forrajeros (ha)	0,82	-0,30	0,04
Superficie de Bosque y monte natural (ha)	0,56	0,68	-0,36
Superficie de Pastizales (ha)	0,78	-0,30	0,47
Superficie dedicada a la ganadería (ha)	0,95	0,24	0,08
Bovinos propios (cabezas)	0,80	-0,18	-0,53
Bovinos de terceros (cabezas)	0,63	0,17	0,60
Dedicación a la Cría (cabezas)	0,94	-0,10	-0,24
Carga animal bovina (CA: ha/animal)	1,4E-03	0,83	0,19
Valores	4,40	1,46	1,08
Varianza (%)	55,00	18,00	14,00

A partir de las coordenadas de las explotaciones en los tres primeros factores obtenidos mediante el ACP, se ha realizado un análisis de conglomerados, obteniéndose 6 grupos (correlación cofenética 0,68) (Figura 3.7). Se observa en la Tabla 3.9 que los grupos V y VI presentan mayor porcentaje de explotaciones, mientras que el grupo I estuvo constituido por solo una explotación.

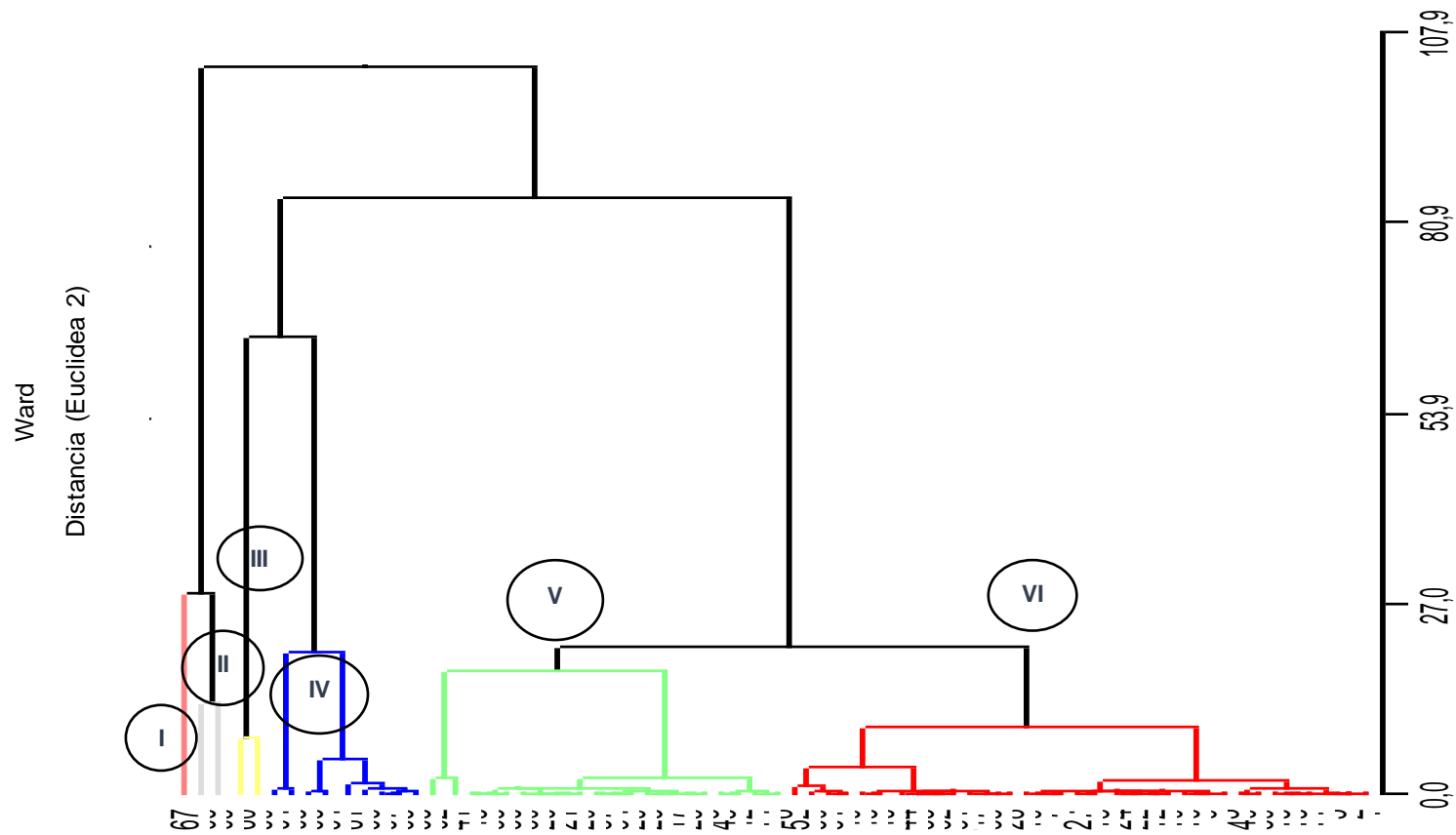


Figura 3.7 Conglomerado de 67 explotaciones del sur del Departamento Capital, San Luis. Resultado del Análisis Cluster

A continuación se caracterizan los grupos, determinados en el Análisis Cluster (Tabla 3.9):

Grupo I: Explotaciones de gran dimensión, sin bosques y monte natural: Representado, únicamente, por la más grande explotación ganadera (45.200ha dedicada a la ganadería). Es el único establecimiento que no tiene bosques y montes espontáneos, los pastizales ocupan la mayor superficie. La CA es de 8 ha/animal.

Grupo II: Explotaciones con producción ganadera propia y cría: Conformado por el 3% de las explotaciones. Son explotaciones que se dedican solamente a la actividad cría bovina de producción propia. No disponen de pastizales. Presenta baja CA, varía entre 2 y 6 ha/animal.

Grupo III: Explotaciones con diversidad en la alimentación, ganadería propia y terceros y cría: Conformado por el 3% de las explotaciones. Todas ellas, disponen de pastizales y monte natural. La CA varía entre 8 y 10ha/animal.

Grupo IV: Explotaciones menos eficientes: Conformado por el 13% de las explotaciones. Disponen sólo de monte natural para la alimentación de la ganadería bovina. Se dedican únicamente a la cría. No solamente tienen ganado propio sino de terceros. Presenta la más alta CA, varía entre 10 y 22 ha/animal.

Grupo V: Explotaciones no especializadas (heterogéneas): Conformado por el 30% de las explotaciones, con variados recursos forrajeros (pastizales, forrajeras y monte natural). Además, cuentan con ganado bovino propio y de terceros. El 90% de las explotaciones se dedican a la cría. La CA varía entre 4 - 19 ha/animal.

Grupo VI: Explotaciones mayoritarias: Conformado por el 49% de las explotaciones. Casi la totalidad de las explotaciones se dedican a la cría (94%). Los recursos forrajeros para el ganado se distribuyen en: forrajeras (30%), monte natural (91%) y pastos herbáceos naturales (15%). La CA varía entre 2 y 10ha/animal.

Tabla 3.9 Valores medios de superficie y cantidad de ganado bovino según grupos generados en el Análisis Cluster (n=67).

	Grupo I n=1	Grupo II n=2	Grupo III n=2	Grupo IV n=9	Grupo V n=20	Grupo VI n=33
Forrajeras (ha)	3800	1500	1600	0	160	48
Bosque y monte natural (ha)	0	13024	20595	13859	2060	2221
Pastizales (ha)	41400	0	11000	0	1100	330
Superficie ganadera (ha)	45200	14022	33200	13862	3320	2606
Bovinos propios (n° de animales)	4015	4360	1483	678	148	380
Bovinos terceros (n° de animales)	1492	0	2233	285	223	31
Cría (n° de animales)	5013	3860	2866	803	287	331
CA (ha/animal)	8	2-6	8-10	10-12	8-19	2-10

3.3.2. Caracterización de los productores seleccionados

Con la información previa analizada y detallada en el apartado anterior, se decidió realizar encuestas con aproximadamente el 50% de las explotaciones, teniendo en cuenta los grupos conformados o según la superficie de las explotaciones (5 grupos) (Tabla 3.10) y según los resultados de la tipificación (6 grupos) (Figura 3.7 y Tabla 3.9). Como se puede observar, las 30 explotaciones seleccionadas para realizar en ellas las encuestas son representativas de la variabilidad observada en las 67 analizadas (Tabla 3.10, Tabla 3.11).

Tabla 3.10 Encuestas realizadas según la superficie de las explotaciones.

Grupo	Superficie (ha)	Explotaciones	50% de explotaciones	Encuestas realizadas
1	70-1000	16	8	10
2	1001-2000	8	4	4
3	2001-5000	22	11	11
4	5001-10000	9	4	2
5	> 10001	12	6	3
Total		67	33	30

Tabla 3.11 Encuestas realizadas según tipificación de las explotaciones.

Cluster	N° de explotaciones grupos según análisis previo	50% de explotaciones	Encuestas realizadas
1	1	0	0
2	2	1	11
3	2	1	3
4	9	4	4
5	20	10	2
6	33	16	10
Total	67	32	30

Las 30 explotaciones que se ubican en el sur del Departamento Capital tiene una superficie total de 107954 ha con un total de 13288 cabezas de ganado bovino, con un promedio general de 8,12 ha por cabeza y en la que están incluidas todas las categorías bovinas. El 87% de los encuestados son propietarios de las explotaciones, tres de ellos están como sociedad o cooperativa. El 13% restante alquilan los establecimientos. Cabe destacar que uno de los propietarios alquila una porción de su establecimiento a otro productor. En la Tabla 3.12 se detallan las principales características de las explotaciones.

Tabla 3.12 Resumen de las características generales de las explotaciones encuestadas en el área de estudio. Unidad, valores medios, mínimos y máximos (n= 30 explotaciones).

Variable	Unidad	Medio	Desviación estandar	Mínimo	Máximo
Datos socioeconómicos					
Edad	años	56	11,3	34	75
Mano de obra contratada	UTA ^a /EV*10 ⁻³	0,7	0,8	0	2,5
Uso de la tierra					
Superficie media	ha	3598	4706	67	23400
Superficie de pastos nativos	%	95	14	33	100
Superficie de pastos implantado	%	4	13	0	67
Superficie de cultivos	%	2	6	0	29
Bovino de carne					
Equivalente Vaca ^b	EV	337	399	17	1856
Tasa de mortalidad	%	6,7	11,1	0,6	50,0
Carga animal	EV/ha	0,13	0,09	0,02	0,46
Infraestructuras de pastoreo					
Reservorios de agua por ha	ha.10 ⁻³	2,8	3,2	0,3	14,9
Reservorios de agua por EV	EV.10 ⁻³	25	21	4	89
Potreros por superficie	ha. 10 ⁻³	3,7	4,5	0,6	19,6
Producción					
Peso vivo promedio	kg	283	50	195	399
Tasa de destete ^c	%	65	17	26	95
Producción del sistema	kg vendido/ha	18,3	20,4	1,1	93,8
Producción por animal	kg vendido/EV	138	91	53	337

^aUTA Unidad de trabajo año

^bEquivalente vaca (EV) fue calculado teniendo en cuenta los valores promedios de Cocimano et al. (1983).

^cn=27 (las explotaciones 1, 9 y 17 no hacen destete).

3.3.2.1. Datos socioeconómicos

Los productores, tienen una edad promedio de 56 años (mínimo 34 y máximo 75 años). El 41% son mayores de 61 años, el 41% están entre los 46 y 60 años y el 19% son menores de 45 años.

El 7% de los productores encuestados no tienen ningún tipo de estudio, el 34% tienen estudios primarios y de los cuales algunos tienen primario incompleto, el 27 % secundario, el 24% estudios universitarios y el 7% estudios terciarios (estudios de nivel intermedio, ejemplo técnico).

En los establecimientos agropecuarios los productores afirman que viven en el campo varios integrantes de la familia, desde vivir uno solo (11%) a 8 integrantes (4%), así el que más se destaca es el de 4 integrantes (30%), el de 2 y 5 integrantes con el 19% respectivamente.

El 67% de los productores afirman que su única actividad laboral es la que realizan en sus establecimientos, mientras que el 33% realizan alguna otra actividad fuera de su explotación. Cabe resaltar que, de los que tienen otras actividades, el 40% tienen otras explotaciones en otras áreas y/o provincias y el 30% son jubilados.

En cuanto a la mano de obra contratada expresada en (UTA/EV) presentó una media de 0,7 (UTA/EV.10⁻³), pero con una elevada desviación, esta variabilidad es debida a que existen desde explotaciones que no tienen ningún empleado hasta algunas con un máximo de tres empleados contratados. Así, el 50% de las

explotaciones tienen empleados en sus campos. Solo un productor tiene tres empleados, aunque uno de ellos es temporal. Cinco productores tienen 2 empleados permanente y el resto un empleado y en algunas ocasiones algún temporal. Un solo productor tiene un empleado, pero temporal. Por lo general no especificaron la función que cumplen los empleados, aunque algunos indican que son peón general, encargado u operador.

Por otra parte, es importante destacar que se averiguó si los establecimientos tenían algún tipo de asesoramiento técnico sobre sus explotaciones. Al respecto, el 43% de los productores afirman contar con veterinarios, y el 27% sostienen que disponen de un ingeniero agrónomo para consultas técnicas. Por último, cabe destacar que el 47% de los establecimientos cuentan con un contador para los aspectos contables y administrativos.

3.3.2.2. Uso de la tierra

El tamaño medio de la superficie de las explotaciones es de 3598 ha y con una gran variabilidad desde establecimientos de 67 ha a 23400 ha. Así, el mayor porcentaje tienen menos de 1000 ha con un 33%, siguiéndole con un 17% los productores que tienen entre 3001 y 4000 ha (Figura 3.8).

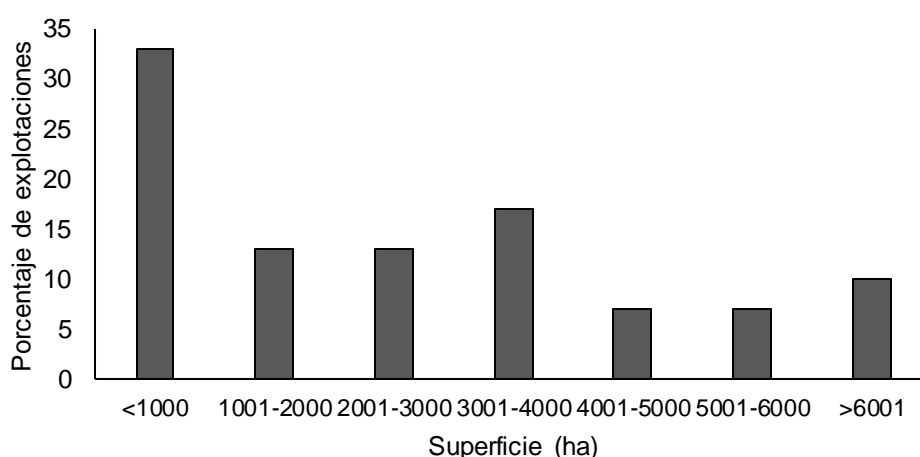


Figura 3.8 Porcentaje de explotaciones según su superficie (n=30).

En las explotaciones analizadas en promedio, el 95 % de la superficie corresponde a pastos nativos, el 4 % a pasturas implantadas y apenas el 2 % a cultivos (Tabla 3.12). Para la alimentación del ganado bovino, la totalidad de los establecimientos disponen de pastos naturales, además el 20 % tienen pasturas implantadas y el 10 % algún tipo de cultivo. Las pasturas implantadas hacen referencia a la implantación de el pasto llorón (*Eragrostis curvula*), digitaria (*Digitaria eriantha*) y panicum (*Panicum coloratum cv. verde*) y los cultivos forrajeros se realizan en alguna época del año como maíz (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum sp.*), centeno con

melilotus y avena. Es importante destacar también la especificación y distribución de la alimentación del ganado en estos establecimientos agropecuarios, en la que el 80% es solamente a base de pasto natural (Figura 3.9).

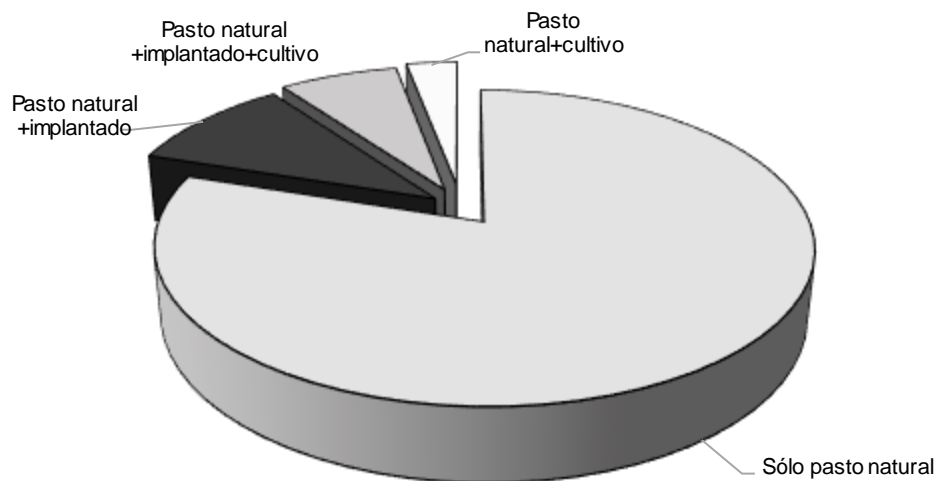


Figura 3.9 Alimentación del ganado bovino en porcentaje en las 30 explotaciones seleccionadas.

Por otro lado, es importante resaltar que el 50% de los establecimientos adquieren o compran alimento en alguna época del año para alimentar al ganado. Por lo general, compran alfalfa (*Medicago sativa*), maíz (*Zea mays*), suplementos minerales, suplementos proteicos, algún balanceado (piensos compuestos). En cuanto a la cantidad es muy variable ya que depende de la necesidad que tengan y de la o las categorías de ganado bovino que tienen que alimentar. Aunque algunos productores especifican que por lo general es en la época de sequía y generalmente es en invierno o a principios de primavera. Por lo tanto, a veces tienen que suministrarles a todas las categorías, mientras que en otros casos es a los terneros o a los toros o “*al que le haga falta*” como especifica un productor o “*los mantengo para que estén vivos en invierno,*” sostiene otro productor.

El 27% de las explotaciones aplican suplementación mineral, algunos responden que, a todos los animales, o a quien lo necesite o a los toros.

3.3.2.3. Sistemas de producción ganaderos

La totalidad de las explotaciones del área de estudio poseen ganadería bovina. Es de destacar que el 90% de los productores tienen ganado de su propia producción, mientras que el 7% es capitalización (recibe ganado a pastaje) y sólo el 3% compran animales. También se puede destacar que los productores que tienen

animales propios también realizan compras de ganado bovino (13%) en ferias y/o cabañas como toros, terneros y vaquillonas.

En cuanto al sistema que utilizan es fundamentalmente el de cría como puede observarse en la Figura 3.10. En cuanto a la raza del ganado bovino, en su mayoría afirman tener razas de Hereford y Aberdeen Angus, aunque también tienen cruza y los denominados criollos (ganado bovino criollo argentino). También hay un productor que tiene la raza Holando Argentino.

El tamaño medio de ganado bovino que tienen las explotaciones del área estudiada es de 466 cabezas, aunque varían desde 20 a 2141 cabezas. En cuanto a los que realizan cría el tamaño medio de vacas de cría es de 203 animales y también muy variables dependiendo de las explotaciones.

Si se tiene en cuenta la equivalencia vaca (EV), el área de análisis tiene un total de 10443 EV, con un promedio medio de 337 EV por explotación, aunque varían entre 17 y 1856. Así, la carga animal promedio es de 0,13 EV/ha y también con una variación de 0,02 a 0,46 EV/ha.

En cuanto a la tasa de mortalidad, si bien tienen un promedio de 6,7%, es muy variable entre explotaciones (Tabla 3.12). Así, el 47% de las explotaciones tienen menos de 2% de muertes, el 23% entre el 3 y el 5%. Cabe destacar que un 10% de las explotaciones tienen más del 15% de muertes en sus rebaños.

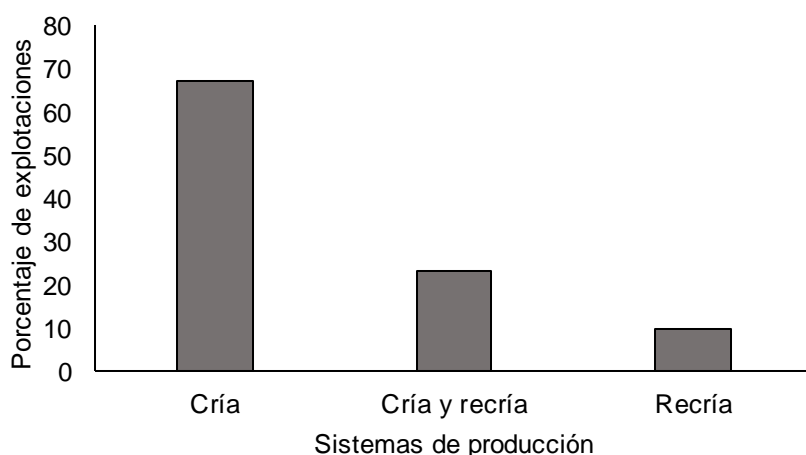


Figura 3.10 Porcentaje de explotaciones según sistema de producción ganadero (n=30).

El 37% de las explotaciones tienen menos de 100 cabezas de ganado bovino, mientras que el 30% tienen entre 401 y 700 animales. Sólo el 13% de los encuestados tienen más de 701 cabezas (Figura 3.11).

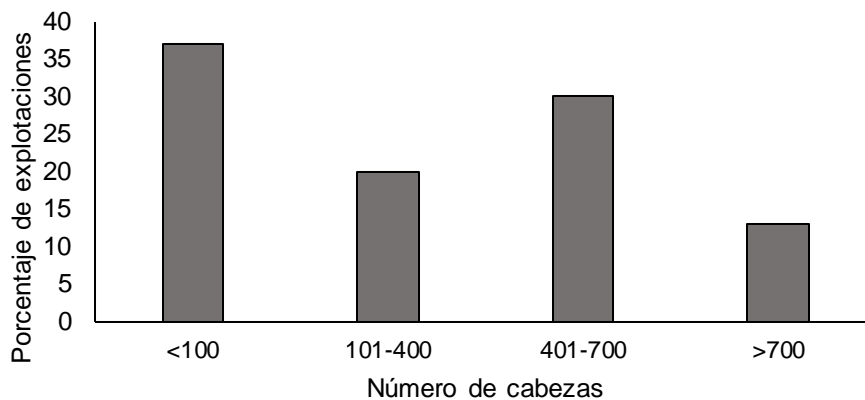


Figura 3.11 Porcentaje de explotaciones según número de cabezas de ganado bovino (n=30).

Los productores tienen un total de 13.288 cabezas distribuidos en distintas categorías. Así, el 43% son vacas de cría, el 32% terneros, 14% novillos, 9% de vaquillonas, 2% de toros (Figura 3.12). Cabe destacar también, que el 13% de los productores además del ganado propio tiene animales de otros productores sin especificar la cantidad por lo que no están contabilizados en este estudio.

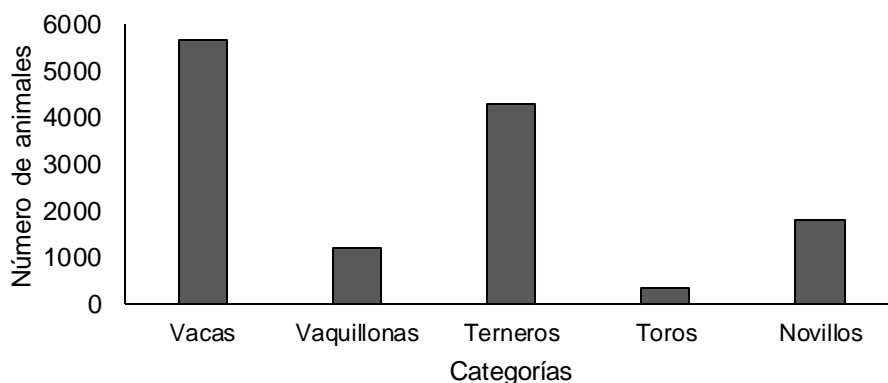


Figura 3.12 Número de animales promedio según categorías en las 30 explotaciones seleccionadas.

El peso medio del ganado es muy variable no solamente entre categorías sino dentro de ellas y eso depende del tipo de animal que tiene el productor y de las características de la alimentación de que disponen (Tabla 3.13).

Tabla 3.13 Valores promedio, mínimos y máximos por categoría de animales en las 30 explotaciones seleccionadas.

Categoría de animales	Número			Peso (kg)		
	promedio	mínimo	máximo	promedio	mínimo	máximo
Vacas de cría	203	12	1000	378	250	480
Vacas viejas	22	0	57	346	250	450
Vaquillonas	75	0	400	258	180	390
Terneros lactantes	130	0	250	70	40	80
Terneros destetados	130	6	729	103	100	230
Toritos	8	0	12	347	300	390
Toros	12	0	62	557	350	850
Novillos	226	0	500	248	200	300

Además de ganado bovino, los productores poseen otros animales como caballos (el 93% de los productores), burros (30%), ovejas (20%) y cabras (13%). En cuanto a la cantidad de animales, los productores llegan a tener hasta 25 caballos por explotación, hasta 5 burros, entre 10 y 200 ovejas y entre 30 y 50 cabras.

3.3.2.4. Infraestructura de las explotaciones

Un alto porcentaje de los establecimientos tienen los accesos en buen estado. El 97% de los establecimientos tienen cerramiento perimetral en buen estado. En cuanto al cerramiento de los potreros, un alto porcentaje dicen estar en buen estado, aunque el 13% no están en muy buen estado.

En cuanto a las instalaciones para un mejor manejo del ganado, la mayoría afirma disponer de ellas y están en buen estado. Así, disponen de corrales, mangas, cargadores, algunos de ellos los tienen distribuidos en distintos potreros para un mejor manejo del ganado. Sólo un 27% disponen de balanzas para observar el peso de su ganado. También un 50% dispone de galpones.

Los campos, dependiendo de la superficie de que dispongan y de las características del productor, están subdivididos en potreros para mayor aprovechamiento de los pastos. Así, el 20% tienen un solo potrero, el 37% entre 2 y 5, el 27% entre 6 y 10 y el 17% más de 11 potreros. En la Tabla 3.12 pueden observarse el número medio de potreros en estas explotaciones por unidad de superficie.

Respecto a la disponibilidad de agua para el ganado, se puede analizar como reservorios por ha y por EV, sus valores promedios son muy variables (Tabla 3.12), dependiendo de los distintos tipos de reservorios de que dispongan. Así, gran parte de los productores disponen de una red de acueductos para la distribución del agua para la ganadería (77% de las explotaciones). Para ello, los productores tienen distribuidos en su campo tanques y bebederos. La cantidad de bebederos distribuidos es muy variable de acuerdo al tamaño de la explotación (van desde 1 a 15). Además, el 73% tienen represas, 37% perforaciones, 23% pozos y el 10%

pasa algún río o arroyo por su establecimiento. Si bien los productores afirman tener perforaciones, algunos también admiten que el agua no es apta para el ganado y que sólo la utilizan cuando no disponen de otra agua. Las represas y los pozos son de utilidad muy limitada, ya que depende de la capacidad que tengan los mismos y de las precipitaciones que hayan ocurrido ese año y por lo tanto pueden tener disponibilidad de los mismos todo el año o parte de él.

Los establecimientos disponen de 2 o tres de los recursos para el abastecimiento de agua. La cantidad de estos recursos distribuidos en sus establecimientos, dependen de la superficie y cantidad de potreros que poseen. En el caso de bebederos, por ejemplo, hay establecimientos que tienen hasta 15, represas hasta 7, tanques hasta 7, etc.

3.3.2.5. Sistema de pastoreo y manejo del ganado

Aquellos productores que disponen de un solo potrero (23%) aplican el sistema de pastoreo continuo, ya que no pueden realizar descansos de los pastos para su regeneración y por lo tanto, su ganado está todo el año en la misma superficie y lugar. Por otra parte, el 77% de los establecimientos aplican el sistema de pastoreo rotativo y el descanso de los pastos dependen de la cantidad de potreros que tenga ese establecimiento. El sistema de rotación depende del año, es decir de las precipitaciones que hayan ocurrido y por lo tanto de la cantidad, características o estado del pasto de que dispongan en cada potrero. Debido al pastoreo continuo no pueden realizar reservas de pastos, mientras que los que hacen pastoreo rotativo afirman tener reservas.

En cuanto a manejo del ganado respecto a su sanidad y control, un importante porcentaje aplican alguna técnica como puede observarse en la Figura 3.13. Así, se puede observar que el 63% realizan control de parásitos, el 48% aplica la condición corporal para conocer el estado del animal. A la hora de seleccionar los animales, el 67% de los productores realizan boqueo para conocer su estado (estado de la dentadura) y disponer si continúa o no en el sistema. Esta actividad por lo general la realizan al finalizar el verano, entre marzo y junio. Otra actividad que realizan en la misma época es el tacto o palpación rectal (para determinación de la preñez), en este caso lo realiza el 40% de los productores.

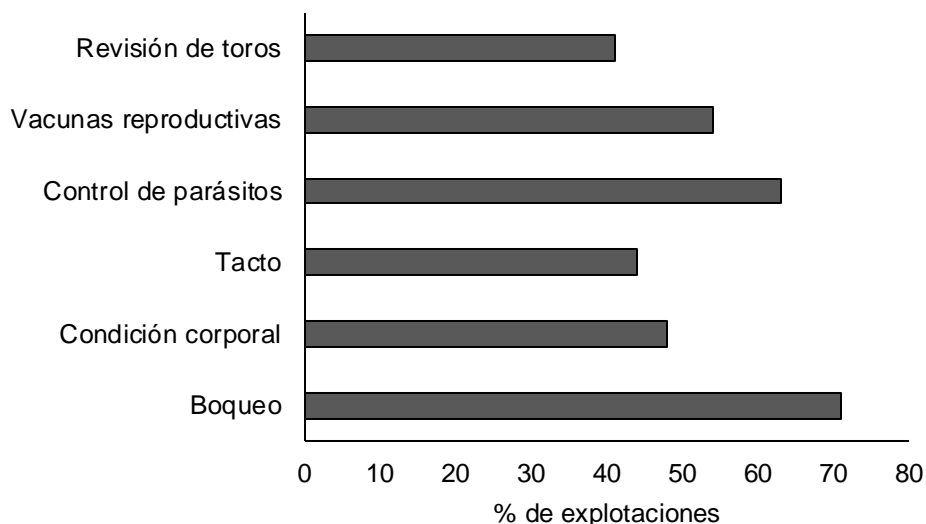


Figura 3.13 Aspectos sanitarios y de manejo del ganado bovino que aplican las explotaciones (n=30). En porcentaje.

Otro de los aspectos importantes a tener en cuenta a la hora del manejo del ganado es el registro de los datos de las explotaciones. Estos registros de datos son un instrumento en donde se dispone de datos físicos, económicos-financieros, climáticos, etc. La disposición de estos datos permite controlar y evaluar la gestión de su establecimiento y le suministra información que le ayuda a tomar decisiones. Por ello, los datos arrojados por este estudio, denotan una baja predisposición a registrar los datos de su empresa (47%). De los que registran datos, la totalidad tienen registro de vacunación, un alto porcentaje registran las lluvias (93%), también registran los partos (64%), los gastos (71%) y los movimientos del ganado (79%).

3.3.2.6. Sistema reproductivo del ganado

El 56% de los productores tienen el sistema estacionado y el 44% sistema continuo. Dos productores, además de tener servicio estacionado, aplican inseminación artificial. Por lo general, el servicio estacionado lo realizan entre diciembre y marzo.

La edad al primer entore, por lo general lo realizan a los 2 años (según el 56% de los productores), aunque algunos sostienen que lo realizan o un poco antes de los dos años (19%) o un poco después (19%). En cuanto al peso al primer entore, la respuesta de los productores es muy variable, de los que dicen realizarlo a los 2 años, el peso varía entre 180 y 370 kg, de los de menos de dos años entre 180 y 340 kg y de los de más de dos años entre 250 y 350 kg. Los meses de más partos ocurren entre septiembre y noviembre, aunque algunos ocurren hasta diciembre y enero.

En cuanto a la consulta sobre el porcentaje de vacas preñadas, sus respuestas también son muy variadas, van desde un 30% hasta el 100%. Y en cuanto a vacas

paridas, también hay una gran variedad de porcentajes, establecimientos que dicen tener un 13% y otros un 97% de parición.

En cuanto a la vida útil de la vaca, las edades son variables, ya que algunos las descartan a los 5 años mientras que otros lo hacen a los 13 años. Así, el 48% sostienen que la tienen entre 6 y 8 años, el 41% entre 9 y 10 años y el 11% entre 11 a 13 años. Esta información es importante, ya que influirá datos sobre los porcentajes de pariciones, el boqueo, alimentación, etc.

3.3.2.7. Productividad del sistema y productos vendidos

En la Tabla 3.12 se describen los valores promedio de producción por sistema y por animal relacionada a los kg vendidos. La tasa de destete tiene un promedio del 65 %, aunque sus valores mínimos y máximos son muy variables dependiendo de la explotación. En cuanto a la producción de los establecimientos tienen un promedio de 18,3 y 138 kg vendidos por ha y por EV respectivamente, aunque sus valores mínimos y máximos son de nuevo muy variables.

En cuanto a la venta, es de destacar que solo 2 productores afirman no vender ningún animal, uno comenta que es para consumo propio y el otro productor comenta que *“hace bastante tiempo no pude vender nada porque los animales están muy flacos”*.

De lo que sale del sistema o venden animales, el 45 % son terneros destetados, el 41% novillos, el 13 % vacas que pueden ser vacas cut (vaca que cría el último ternero), vacas de descartes, el 0,55 % vaquillonas y el 0,32% toros (Figura 3.14). En cuanto a la cantidad de animales por explotación que venden y sus pesos son muy variables y pueden observarse en la Tabla 3.14. Se venden entre 5 y 1652 animales en total en el sistema. Con respecto a la venta de vacas y su edad varía entre 4 a 12 años.

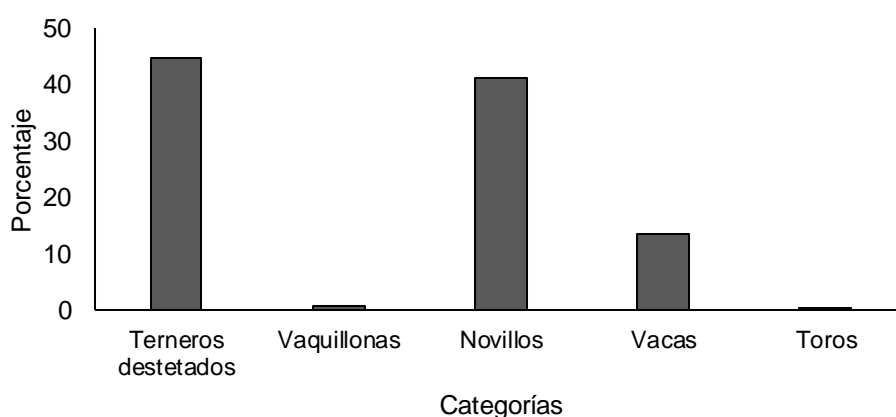


Figura 3.14 Porcentaje de animales vendidos en las explotaciones encuestadas según categorías (n=30).

Tabla 3.14 Valores promedios de distintas categorías vendidas con sus máximos y mínimos en las 30 explotaciones encuestadas.

Categorías de animales	Unidad			Peso (kg)		
	promedio	mínimo	máximo	promedio	mínimo	máximo
Ternero destetado	116	2	400	165	100	330
Novillo	498	30	1000	342	220	480
Vaquillona	40	40		260	260	
Vaca vieja	36	2	150	345	200	475
Toro	1	1	23	616	400	850

Es importante resaltar que, de lo que se produce en el sistema, algunos no se venden, sino que el mismo dueño los traslada a otros establecimientos de otra región de la provincia o del país para continuar con el procedimiento o bien a feed-lot u hotelería. De los que realizan la venta, algunos venden a particulares, otros a frigoríficos o lo llevan a las denominadas ferias.

3.3.2.8. Actitud de los productores frente a posibles cambios en sus explotaciones

Como una manera de conocer los objetivos de los productores, se introdujo averiguar si tenían intenciones de realizar algunos cambios en sus explotaciones. Al respecto, el 57% de los productores tienen actitud positiva respecto a realizar algún cambio en sus establecimientos. En cuanto a las actividades que realizarían, la mayoría están relacionadas con las infraestructuras como construir más aguadas, instalar alambres perimetrales, o alambrados para subdividir los campos a través de potreros. También introducir pasturas implantadas, pero realizando un desmonte selectivo. Otros productores indican intenciones de aumentar el rodeo. Mientras que otros indican intenciones relacionado con tener mejores condiciones en sus lugares para una mejor calidad de vida, como por ejemplo poner luz eléctrica.

Cabe destacar que, de los que no están dispuestos a realizar cambios en las explotaciones, una de las razones es que no es el único dueño (es sucesión) y por lo tanto no puede tomar decisiones *“porque es una sucesión y no se que quieren hacer los demás. Seguir como está. Son 8 los herederos. Somos tres los que estamos luchándola aquí, los demás no están”*. Otras de las razones es que dicen ser mayores para hacer cambios *“estoy conforme con lo que tengo, por mi edad, si fuera más joven quizás si”*.

3.3.2.9. La sequía en la región según datos de los productores.

Dado que el estudio de las emisiones de gases en los sistemas extensivos está relacionado con el cambio climático, en la encuesta se dispuso de un apartado para conocer y saber si tenían algún recuerdo sobre épocas de sequías y cuáles fueron sus comportamientos frente a ello o lo que les sucedió en sus establecimientos. Al respecto el 93% de los productores afirman recordar alguna época de sequía ocurrida en sus establecimientos. Entre otros comentarios se pueden mencionar como reacción a la sequía, la venta de animales, la compra de comida, problemas con el % de preñez, mortandad de animales, quema de sus campos (incendios), muerte de animales por falta de comida y agua, trasladar la hacienda. Se destacan algunas respuestas en la Tabla 3.15.

Tabla 3.15 Opiniones de productores sobre la sequía en sus establecimientos agropecuarios según el año.

Año de sequía	Lo que sucedió en época de sequía
2013	<ul style="list-style-type: none">- Nada de pasto y los animales se mantienen con lo que hay- Nos quedamos sin pasto, se murieron animales- Temperaturas muy altas, estrés y se secó el Panicum y parte de la Digitaria y el Llorón- No llovió nunca, llovió recién en febrero de 2014 y se quemó todo por la sequía- Tenemos que encerrar los animales y darles de comer para mantenerlos hasta que llueva- Llovió 40 mm durante todo el año
2009-2010-2011	<ul style="list-style-type: none">- disminución del pasto natural y salimos a comprar comida para la hacienda
2009-2011	<ul style="list-style-type: none">- Mortandad de vacas, tuve que comprar alimento y cayó el porcentaje de preñez- Tenía rodeo de cría y vendí todo y empecé con recría- Se murieron treinta y pico de vacas de sed y flacos
2003-2006-2007	<ul style="list-style-type: none">- Pérdida de 800 ha de llorón. Reducción de la preñez a 50%

3.3.3. Tipificación de los productores seleccionados

3.3.3.1. Análisis y selección de indicadores

Tal y como se comentó en el capítulo de Materiales y Métodos (3.2), antes de la realización de la tipificación se realizó un análisis de correlación de las variables numéricas independientes. Para ello se tomó en cuenta un total de 35 variables numéricas de distinto tipo, socioeconómicas, dimensión de la explotación, dimensión del ganado, carga ganadera, producción del sistema, eficiencia de la

producción, alimentación del ganado y manejo del ganado en la explotación. En Tabla 3.16 se muestran los pesos de las variables correlacionadas significativas y altamente significativas.

La variable UTA contratada tiene correlación significativa con variables relacionadas con la dimensión de la explotación como superficie total, cantidad de potreros, ha por potreros, con la dimensión del ganado como total bovinos, variables relacionadas con el sistema de producción como los animales vendidos, aunque de manera inversa al % de animales mayores vendidos. También tiene correlación con una variable de eficiencia de producción como el % de destete y kg vendidos por EV por sistema. Tiene una correlación inversa al % de muerte de animales al año. Además, tiene correlación con variables relacionadas a reservas de agua en la explotación.

En cuanto a la dimensión del ganado de la explotación, se puede destacar que la variable % de vacas está altamente correlacionado con la edad del productor e inversamente con el % de novillos.

Sobre las variables de producción del sistema, el % de novillos y vaquillonas vendidas está altamente correlacionado y de manera inversa con el % de terneros vendidos, es decir está relacionando con el tipo de sistema que tiene el productor por la salida del sistema (cría o recría). Así también la venta de kg por sistema, % de destete, esta altamente relacionada con la mano de obra (UTA), las dimensiones del establecimiento (superficie, potreros), tipo de animales.

En cuanto a la variable de eficiencia de producción del sistema, se observa para la variable relación vientres respecto al de total animales una alta correlación y de manera inversa con las variables que corresponden a recría.

Sobre el recurso que utilizan para la alimentación del ganado bovino, se observa una correlación con el sistema de producción, cría o recría, así el pasto natural está correlacionado de manera inversa con las variables relacionadas a la recría, mientras que el pasto implantado está correlacionado directamente con la recría.

En cuanto al manejo de la explotación, específicamente sobre el sistema de cría, el % de muertes de animales al año está altamente correlacionada y de manera negativa con el personal contratado, la superficie del establecimiento, número de potreros, cantidad de animales, ventas.

En relación a las aguadas que disponen distribuidas en sus establecimientos para el ganado, la cantidad de las mismas están relacionadas con la superficie de los campos, las subdivisiones que tengan (potreros) y la cantidad de animales.

Tabla 3.16 Correlaciones Spearman de variables independientes de las explotaciones del sur de San Luis.

Variabes	Variabes correlacionadas
Dimensión de la explotación	
Nº potreros	UTA contratada (0,680**); edad (-0,408*)
Superficie total	número de potreros (0,821**); UTA contratada (0,803**)
ha por potrero	superficie total (0,682**); UTA contratada (0,525**)
Dimensión del ganado	
% terneros lactación	% terneros destetados (-0,448*)
% novillos	número de potreros (0,422*)
% vacas	% novillos (-0,631**); edad (0,562**); número de potreros (-0,478**)
% toros	% novillos (-0,453*); % de vacas (0,404*); número de potreros (-0,393*); Superficie total (-0,372*)
Total bovinos	superficie total (0,876**); número de potreros (0,833**); UTA contratada (0,718**) % toros (-0,556**); ha por potrero (0,477**); % novillos (0,439*), % vacas (-0,398*)
Total EV bovino	total bovinos (0,983**); superficie total (0,855**); número de potreros (0,842**); UTA contratada (0,728**); % toros (-0,552**); ha por potrero (0,444*); % novillos (0,418*); % vacas (-0,401*)
Carga ganadera	
ha/EV/año	ha/potrero (0,661**); superficie total (0,459*)
EV/ha/año	ha/EV/año (-0,1000**); ha por potrero (-0,661**); superficie total (-0,459*)
Producción del sistema	
% terneros vendidos	% de terneros destetados (0,653**)
% nov/vaq vendidos	% de novillos (0,667**); % terneros vendidos (-0,650**); vacas (-0,494**); % terneros destetados (-0,474**); nº de potreros (0,410*); % % toros (-0,410*); total bovinos (0,412*); total EV bovinos (0,396*)
% Animales mayores vendido	% toros (0,616**); % vacas (0,581**); % de novillos (-562**); Total EV bovino (-489**); total bovinos (-0,474**); nº potreros (-0,430*); superficie total (-0,399*); UTA contratada (-0,380*)
Animales vendidos	UTA contratada (0,692**); nº potreros (0,863**); superficie total (0,806**); % novillos (0,573**); % vacas (-0,570**); % toros (-0,608**); total bovinos (0,931**); total EV bovinos (0,938**); % nov/vaq vendidos (0,601**); % animales mayores vendidos (-0,672**); venta kg/ha (0,574**); edad (-0,436*)
venta kg por sistema	UTA contratada (0,694**); nº potreros (0,848**); superficie total (0,801**); edad (-0,423*); ha/potrero (0,378*); % novillos (0,590**); % vacas (-0,575**); % toros (-0,632**), total bovinos (0,930**); total EV bovinos (0,934**); % nov/vaq vendidos (0,608**); % animal mayor vendidos (-0,685**), venta kg/ha (0,574); animales vendidos (0,993**)
promedio kg/animal vendidos	edad (-0,409*); nº potreros (0,437*); % novillos (0,599**); % vacas (-0,490**); % toros (-0,383*); total bovinos (0,482**); total EV bovinos (0,510**); % terneros vendidos (-0,421*); % nov/vaq vendidos (0,476**); ventas kg/ha (0,394*); animales vendidos (0,536**); ventas kg/sistema (0,575**)
Eficiencia de la producción	
relación vientres/total animales	% terneros en lactación (0,461*); % novillos (-0,604**); % vacas (0,461*); % toros (0,418*); % animales mayor vendidos (0,495**); promedio kg/animales vendidos (-0,559**)
% destete	UTA contratada (0,488**); nº potreros (0,405*); superficie total (0,470**); total bovinos (0,409*); total EV bovinos (0,397*)
kg vendido/EV/por sistema	UTA contratada (0,433*); nº potreros (0,651**); superficie total (0,502**); % novillos (0,643**); % vacas (-0,675**); % toros (-0,586**); total bovinos (0,629**); total EV bovinos (0,611**); % nov/vaq vendidos (0,662**); % animal mayor vendido (-0,831**); venta kg/ha (0,675**); animales vendidos

VARIABLES	VARIABLES CORRELACIONADAS
kg vendidos/ha	(0,821**); venta kg por sistema (0,822**); promedio kg animales vendidos (0,373*) % novillos (0,540**); % vacas (-0,565**); % toros (-0,510**); total bovinos (0,439*); total EV bovinos (0,444*); ha/EV/año (-0,697**); EV/ha/año (0,697**); nov/vaq vendidos (0,567**); % animal mayor vendido (-0,599**); venta kg/ha (0,998**); animales vendidos (0,576**); venta kg x sistema (0,575**); promedio kg/animal (0,384*); kg vendidos/EV/sistema (0,681**)
kg/ha vendido/EV	UTA contratada (-0,672**); nº potreros (-0,638**); superficie total (-0,876**); ha/potrero (-0,726**); total bovinos (-0,695**); ha/EV/año (-0,582**); EV/ha/año (0,582**); animales vendidos (-0,534**); ventas kg x sistema (-0,529**); % destete (-0,562**)
Alimentación del ganado	
% Pasto Natural	nº potreros (-0,422*); % novillos(-0,473**); % vacas (0,504**); total EV bovinos (-0,407*); ha/EV/año (0,436*); EV/ha/año (-0,436*); % nov/vaq vendidos (-0,361*); % animal mayor vendido (0,456*); venta kg/ha (-0,563**); animales vendidos (-0,439*); venta kg/sist (-0,542*); promedio kg/animales (-0,363*); kg vendidos/EV/sist (-0,424*); kg vendidos/ha (-0,564**)
% Pasto Implantado	nº potreros (0,480**); % novillos(0,550**); % vacas (-0,492**); % toros (-0,493**); total bovinos (0,467**); total EV bovino (0,519); ha/EV/año (-0,370*); EV/ha/año (0,370*); % nov/vaq vendidos (0,427*); % animal mayor vendido (-0,488**); venta kg/ha (0,581**); promedio kg/animales (-0,499**); vendidos/EV/sist (0,518**); kg vendidos/ha (0,583**); % pasto natural (-0,899**)
% Cultivos	% pasto natural (-0,638**); % pasto implantado (0,386*); % nov/vaq vendidos (0,386*)
Manejo del ganado de la explotación	
% muertes al año	UTA contratada (-0,502**); Nº potreros (-0,544**); superficie total (-0,660**); % toros (0,632**); total bovinos (-0,675**); Total EV bovinos (-0,695**); % animal mayor vendido (0,430*); animales vendidos (-0,677**); venta kg/sistema (-0,678**); kg vendidos/EV/sistema (-0,435*); kg/ha vendidos/EV (0,526**)
edad primer entore en meses	ha/potrero (0,406*); kg vendidos/EV/sistema (-0,402*)
vida útil vaca años	nº potreros (-0,544**); % terneros en lactación (-0,507**)
ha/Reservas de agua	UTA contratada (0,648**); nº potreros (0,565**); superficie total (0,781**); ha/potrero (0,681**); % toros (-0,425*); total bovinos (0,692**); total EV bovinos (0,714**); ha/EV/año (0,430*); EV/ha/año (-0,430*); % animal mayor vendido (-0,383*); animales vendidos (0,611**); venta kg por sistema (0,609**); % destete (0,477**); kg/ha vendido/EV (-0,763**); % muertes año (-0,585**)
animales/Reservas de agua	UTA contratada (0,623**); nº potreros (0,624**); superficie total (0,642**); % toros (-0,582**); total bovinos (0,839**); total EV bovinos (0,872**); % animales mayor vendido (-0,466**); ventas kg/ha (0,524**); animales vendidos (0,789**); venta kg por sistema (0,782**); promedio kg/animal vendido (0,427*); % destete (0,375*); kg vendido/EV/sistema (0,499**); kg vendidos/ha (0,524**); kg/ha vendidos/EV (-0,506**); % pasto natural (-0,429*); % pasto implantado (0,511**); % muertes/año (-0,618**); ha/reserva (0,751**)
Reservas/potrero	peso medio/animal/explotación (-0,417*); % cultivos (-0,373*)

* = P < 0,10, * = P < 0,05, ** = P < 0,01, *** = P < 0,001.

En función del análisis realizado, se seleccionó un conjunto de variables cuantitativas y se definieron las variables para los posteriores estudios y análisis.

Estas variables, además de las variables cualitativas utilizadas, se detallan en la Tabla 3.17.

Tabla 3.17 Variables seleccionadas para posteriores análisis.

Tipo de variable
socioeconómicas
Edad del productor UTA contratada
Tipo de sistema
Sistema de producción Tipo de sistema
Dimensión de la explotación
Superficie total
Dimensión del ganado
% Vacas % Terneros destetados Peso medio por animal por explotación
Carga ganadera
Total equivalentes vaca bovino Equivalente vaca por hectárea al año
Producción del sistema
Porcentaje de terneros destetados vendidos Venta en kg por total del sistema
Eficiencia de producción
Relación vientres/total animales Porcentaje de destete kg vendidos por ha
Alimentación del ganado
Pasto implantado en % Cultivos implantados en % Adquiere alimentos fuera explotación
Manejo técnico de la explotación
Sistema de pastoreo control del ganado Muerte animales al año Sanidad Edad al primer entore Vida útil de la vaca Registra datos hectárea por reservas de agua Animales por reservas de agua Reservas por potrero

3.3.3.2. Análisis de Componentes Principales

Se seleccionaron 4 componentes o factores. Los cuatro factores explican el 83,09% de la varianza. Las descripciones e interpretaciones de los cuatro factores (Tabla 3.18) se detallan a continuación:

El primer factor: “Tamaño de la explotación” tiene un % total de varianza explicada del 36,12%. Indicó que los incrementos en la superficie total de las explotaciones se relacionaron con un mayor EV bovino, mayor superficie por potreros y mayor mano de obra contratada. En menor medida, más asistencia técnica y mejor manejo del ganado.

El segundo factor: “Tipo de pastura” explicando el 23,05% de la varianza. Indicó que a mayor peso vivo comercializado por ha está inversamente relacionado con la proporción de la superficie dedicada a pastos nativos y directamente relacionada con la pastura implantada.

El tercer factor: “Manejo técnico” con 13,48% de la varianza. Indicó que el nivel más alto de educación está positivamente relacionado con las explotaciones de mejor manejo ganadero, mayor asesoramiento técnico y mayor mano de obra (UTA contratada).

El cuarto factor: “Insumos para la alimentación del ganado” el 10,43% de la varianza. Indicó que el peso vivo comercializado por unidad de superficie está positivamente relacionado con la compra de alimentos fuera de la explotación.

Tabla 3.18 Matriz de componente rotado. Método de extracción: análisis de componentes principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser (n=30).

	Factores			
	F1	F2	F3	F4
Nivel educativo	-,048	-,014	,898	-,025
Asistencia técnica	,449	,119	,686	,184
Mano de obra (UTA/EV)	,694	,122	,537	-,237
Superficie total	,925	-,014	,151	,064
Superficie por potrero	,774	-,264	,043	-,310
Total EV bovino	,823	,315	,181	,341
kg vend/ha	,060	,717	-,049	,516
% Pasto Natural	,000	-,967	-,008	,001
% Pasto Implantado	-,013	,906	-,001	-,233
Alimentos externos ganado	-,033	-,094	,118	,887
Manejo del ganado	,447	-,177	,722	,190
Valores	3,97	2,54	1,48	1,15
Varianza (%)	36,12	23,05	13,48	10,43

Rotación: Varimax normalizado. Kaise-Meyer-Olkin = 0.595. Bartlett $X^2 = 226$ (p<0.000)

3.3.3.3. Tipificación de las explotaciones

Se conformaron 5 grupos de explotaciones según el conglomerado observado en la Figura 3.15 de las explotaciones del área de estudio.

Las principales características de los grupos conformados se pueden observar en la Tabla 3.19, Tabla 3.20, Tabla 3.21.

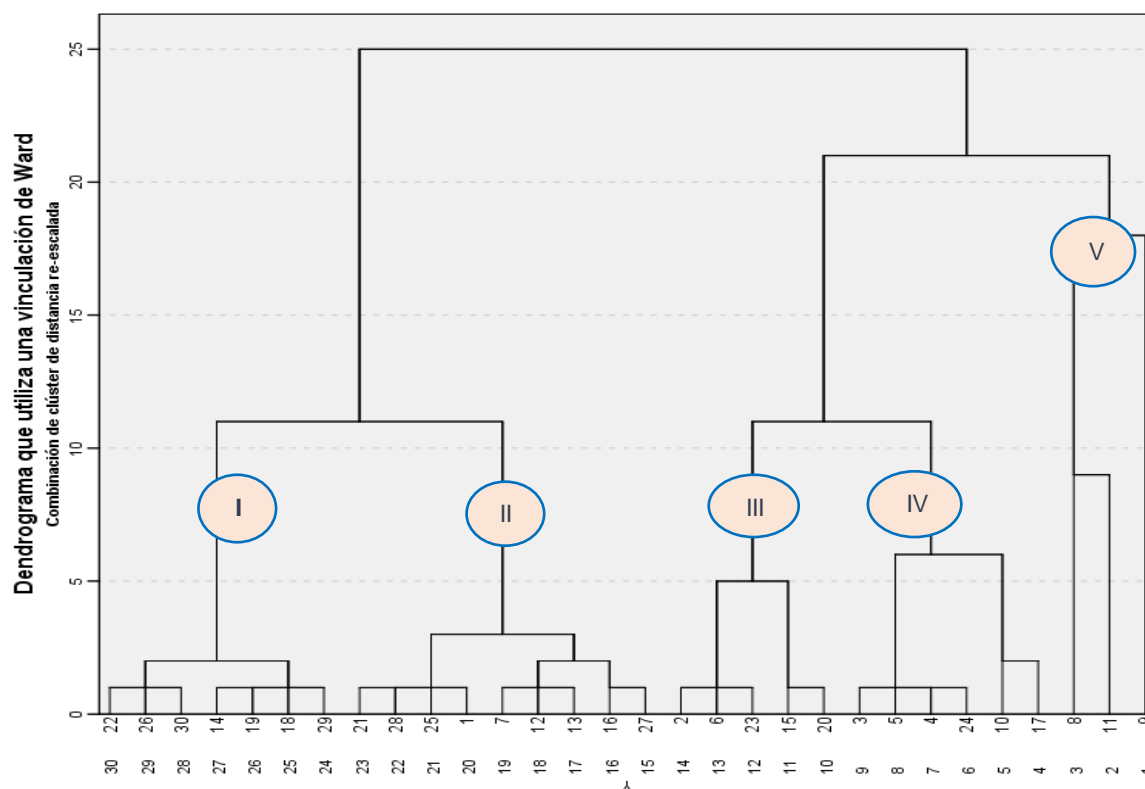


Figura 3.15 Conglomerado de 30 explotaciones seleccionadas en el sur del Departamento Capital, San Luis.

En la Tabla 3.19 figuran los resultados obtenidos al comparar las medias de los cinco grupos obtenidos mediante la clasificación del cluster. Puede observarse como los únicos parámetros que no mostraron diferencias significativas al compararlos en los cinco grupos fueron la edad del productor, la tasa de mortalidad del ganado de la explotación, el número de potreros/ha y el peso vivo medio del ganado. En la Tabla 3.20 se presentan los cluster con valores medios teniendo en cuenta las variables discretas. En ella se utilizan variables que no fueron aplicadas en el cluster pero permiten un mejor análisis de los sistemas de producción en cada cluster conformado. Mientras que, en la Tabla 3.21 es un análisis más completo en donde se interrelacionan la Tabla 3.19 y de Tabla 3.20. En ella se visualiza la heterogeneidad de los sistemas dentro de una misma región, desde distintos puntos de vista, desde lo socioeconómico, la infraestructura, el tipo de sistema, la producción, la eficiencia, el manejo de los sistemas. Por ejemplo, el Grupo 1 se puede identificar y visualizar por ser explotaciones que aplican poco manejo en sus sistemas productivos mientras que los demás grupos tienen de una u otra manera

algún tipo de mejora y manejo en sus sistemas y varían desde un nivel bajo a intermedio a valores de sistemas con mayor aplicación de tecnologías.

Tabla 3.19 Valores medios para las variables estudiadas en los grupos conformados (n=30).

Variables	I n=7	II n=9	III n=5	IV n=6	V n=3	Sig.^a
Datos socio económicos						
+Edad	61	58	48	49	55	ns
UTA/EV por 10 ⁻³	1,0 ^a	0,2 ^a	4,6 ^b	2,9 ^{ab}	1,3 ^{ab}	***
Uso de la tierra						
Total superficie (ha)	1077 ^a	1673 ^a	7010 ^b	3284 ^{ab}	10200 ^{ab}	**
Superficie pastos nativos (% total sup)	100 ^b	98 ^b	100 ^b	94 ^{ab}	64 ^a	**
Superficie pastos introducidos (% sup)	0 ^b	0 ^b	0 ^b	6 ^{ab}	26 ^a	***
+ Superficie cultivos forrajeros (% sup)	0 ^b	2 ^{ab}	0 ^b	0 ^b	10 ^a	*
Bovino de carne						
Total EV bovino	51,6 ^a	194,4 ^{ab}	482,1 ^b	328,0 ^{ab}	1207,0 ^b	***
+Tasa de mortalidad (%)	11,9	10,0	2,3	2,2	2,2	ns
+Carga EV/ha	0,07 ^a	0,19 ^b	0,08 ^{ab}	0,10 ^{ab}	0,19 ^{ab}	*
Infraestructura de pastoreo						
+Reservas de agua por superficie/ha por 10 ⁻³	3,0 ^{ab}	5,2 ^a	0,9 ^b	1,4 ^{ab}	1,4 ^{ab}	*
+ Reservas de agua por EV por 10 ⁻³	46 ^b	27 ^{ab}	12 ^a	17 ^{ab}	8 ^a	**
Potreros por superficie total /ha por 10 ⁻³	2,6	7,2	1,1	2,4	2,2	ns
Productividad del sistema						
+Peso vivo promedio (kg)	272	284	302	283	271	ns
+Tasa de destete (%)	49 ^a	63 ^{ab}	69 ^{ab}	82 ^b	73 ^{ab}	*
Producción del sistema (kg vendidos/ha)	4.7 ^a	20.3 ^b	11.3 ^{ab}	19.6 ^{ab}	52.9 ^b	***
Producción por animal (kg vendidos/EV)	74 ^a	123 ^{ab}	160 ^{ab}	144 ^{ab}	283 ^b	*

+ Variables que solamente son validadas en el proceso del cluster.

^a Sig. = significativo según test de Kruskal Wallis. ns = no significativo, * = P < 0.05, ** = P < 0.01, *** = P < 0.001. Diferentes letras en la misma fila indica diferencias significativas entre los grupos (Dunn-Bonferroni post-hoc test).

UTA/EV= unidad de trabajo al año por equivalente vaca

Tabla 3.20 Frecuencia (porcentaje de explotaciones) en variables discretas en los grupos conformados (n=30).

Variable	I n=7	II n=9	III n=5	IV n=6	V n=3
Variables Socio económicas					
Nivel de estudio de los productores ²					
Ninguno	0	22	20	0	0
Estudios Primarios o Secundarios	100	78	20	0	100
Estudios Superiores	0	0	60	83	0
Actitud del granjero frente a cambios ^{1,2}					
Positiva	43	56	20	100	33
Negativa	43	44	40	0	67
Tipo de Sistema de producción¹					
Cría	100	78	60	50	0
Recría	0	11	0	17	33
Cría + Recría	0	11	40	33	67
Sistema de pastoreo¹					
Continuo	71	22	0	0	0
Rotativo	22	78	100	100	100
Compra de alimentos					
Si	0	89	0	83	67
No	100	11	100	17	33
Manejo técnico					
Manejo de la ganadería ^{1,3,4}					
Ninguno	43	13	0	0	0
Uno o dos tipos de control	43	25	0	0	0
Tres o más controles	14	62	100	100	100
Manejo reproductivo del ganado ^{1,3}					
Servicio continuo	100	50	20	0	0
Servicio estacionado	0	50	60	100	50
Servicio estacionado + inseminación artificial	0	0	20	0	50
Asistencia técnica					
Ninguno	100	78	0	17	33
Veterinario o Agrónomo	0	22	60	33	67
Veterinario y Agrónomo	0	0	40	50	0
Registra datos ^{1,2}					
Si	29	56	80	67	33
No	57	44	0	17	67

¹ Variables utilizadas para validar el proceso del cluster.

² Otros productores, No sabe/No contesta

³ Tipos de manejo/controles del ganado: condición corporal, edad del animal, tacto/ecografía, control parasitario, vacunas reproductivas, revisión de toros.

⁴ n=27 (los que realizan solo recría no están incluidas)

Tabla 3.21 Resumen de las características medias de cada grupo. Basado en las Tablas 3.20 y 3.21.

Variables	Grupos				
	I	II	III	IV	V
Nivel educativo	■	□	■	■	■
Mano de obra contratada	■	□	■	■	■
Predisposición a cambios innovadores	■	■	■	■	□
Total superficie	□	□	■	■	■
Superficie con pastos nativos	■	■	■	■	□
Superficie con pastos implantados	□	□	□	■	■
Superficie con cultivos forrajeros	□	■	□	□	■
EV	□	■	■	■	■
Carga ganadera (EV/ha)	□	■	■	■	■
Dependencia de compra de alimentos	□	■	□	■	■
Reservorios de agua por superficie total	■	■	□	■	■
Reservorios de agua por EV	■	■	□	■	□
Manejo/control del ganado	□	■	■	■	■
Manejo reproductivo	□	■	■	■	■
Asistencia técnica	□	■	■	■	■
Registra datos	□	■	■	■	■
Tasa de destete	□	■	■	■	■
Producción sistema (kg vendidos/ha)	□	■	■	■	■
Producción por animal (kg vendidos/EV)	□	■	■	■	■
Sistema de pastoreo principal	CON	ROT	SRO	SRO	SRO
Sistema principal	SC	CC	CC	CC	CRC
Manejo reproductivo	TA	TAE	E	E	E

El sombreado de las celdas indica los valores alcanzados por la variable (□ más bajo; ■ bajo; ■ medio; ■ alto; ■ más alto). CON=Continuo, ROT=Rotativo, SRO=Solamente rotativo, SC= Solamente cría, CC= Cría, CRC=Cría + recría, TA=todo el año, TAE=todo el año/estacionado, E=Estacionado.

Grupo I (n=7) Explotaciones ganaderas pequeñas con bajo uso de tecnologías

(baja gestión): Conformado por el 23% de las explotaciones. Se caracterizan por ser los que menor superficie en promedio tienen (1077 ha), menos cantidad de EV bovino (51,6) y son por lo tanto los que menos producto venden por ha (4,7 kg/ha). Son los que disponen de más reservas de agua por animal. Se destacan también porque no tienen pastura implantada ni cultivos en su sistema, es decir el 100% de la alimentación del ganado es a base de pasto natural y no adquieren alimento fuera de su explotación para el alimento del ganado. Tienen los estudios básicos primario/secundario (100% de los productores). No tienen asistencia técnica (100% sin asistencia técnica) y un alto porcentaje (43%) no aplican ningún tipo de manejo mientras que el 43% realiza solamente boqueo a los animales. En cuanto a la edad promedio de los productores son los más mayores (61 años), todos se dedican a la cría bovina, el 71% aplica el sistema de pastoreo continuo, en cuanto al sistema reproductivo todos aplican el sistema continuo. Son los que tienen menor % de destete, los que menos kg venden tanto por unidad de superficie como por EV, los

que mayor porcentaje de muertes de animales tienen al año. Un alto porcentaje (57 % de los productores) no registran datos de las explotaciones que ayuden a la toma de decisiones. Otra característica de destacar es que el 43% de los productores estarían dispuestos a producir cambios para la mejora en sus explotaciones.

Grupo II (n=9) Explotaciones ganaderas pequeñas con uso tecnológico medio (gestión mejorada): Es el grupo más representativo, representa el 30% de la muestra. Tienen una superficie media de 1673 ha. Se caracteriza por ser el grupo que menor UTA contratada tiene. Casi la totalidad de la alimentación para el ganado es en base a pastizal natural (98%), aunque un alto porcentaje (89%) de las explotaciones adquiere alimentación fuera de su sistema para complementar la alimentación. Tienen en promedio 0,19 EV/ha con un promedio de ventas de 20,30 kg/ha. En cuanto al nivel educativo, la mayoría tienen estudios primario/secundario (78%) y el 22% no tiene ningún tipo de estudio. El 78% de las explotaciones no tienen ninguna asistencia técnica, mientras que el 22% recibe asistencia ya sea de veterinario y/o de agrónomo. El 13% de estas explotaciones no realizan ningún tipo de manejo mientras que las demás aplican alguna técnica como boqueo, condición corporal o tacto. Un alto porcentaje de las explotaciones (78%) realizan cría. El 78% de los productores aplican el sistema de pastoreo rotativo. En cuanto al sistema reproductivo, el 50% tiene servicio estacionado. El 56% registran datos para realizar un seguimiento del manejo y también un alto porcentaje están dispuestos a realizar cambios en sus explotaciones (56%).

Grupo III (n=5) Explotaciones ganaderas intermedias con buen uso tecnológico (buena gestión): Representa el 17% de la muestra. Son los productores más jóvenes con estudios superiores, en el 60% de los casos. Se caracterizan por ser el que mayor UTA contratada en promedio tienen (4,6). Tienen una superficie media de 7010 ha. En general, tienen buena gestión, son explotaciones con buen manejo, aplican algún tipo de manejo en sus sistemas, todas tienen asistencia técnica tanto de agrónomos como de veterinarios, ninguno compra alimento para aportar al ganado y todos tienen pastos naturales para el alimento del ganado. El 60% realiza cría y los demás cría y recria, la totalidad aplican un sistema rotativo, un alto porcentaje tienen servicio estacionado (60%), otros además aplican inseminación artificial (20%), y el 20% tiene servicio continuo. Tienen buenos controles sanitarios, registran datos para realizar el seguimiento de sus sistemas (80%). Además, son los que tienen un mayor porcentaje de destete en promedio y los que mayor peso medio de animal tienen. Sólo el 20% de las explotaciones tienen actitud positiva para realizar cambios en la explotación.

Grupo IV (n=6) Explotaciones ganaderas intermedias con muy buen uso tecnológico (muy buena gestión): Representa el 20% de la muestra. En cuanto a la alimentación del ganado, este grupo se caracteriza por tener diversidad en la disponibilidad, es decir un alto porcentaje de pastizales naturales (94% de los

productores), pero, además, un 6% tienen pasto implantado y el 83% de los productores adquieren alimentos fuera de la explotación. Tienen en promedio 3284 ha de superficie predial. Lo que sale del sistema como venta es relativamente bajo en promedio en relación a los otros grupos (19,6 kg vendidos/ha). El 83% tienen estudios superiores. En general, aplican algún tipo de manejo en su explotación. En cuanto al tipo de sistema son heterogéneos, realizan cría (50%), recría (17%) y cría y recría (33%). Son de los productores más jóvenes, con mejores porcentajes de destete, menos porcentaje de animales muertos, la totalidad aplican sistema de pastoreo rotativo. Cabe destacar también, que registran datos (67%) para el seguimiento de sus sistemas y están dispuestos a realizar cambios para mejorar su explotación (100%).

Grupo V (n=3) Explotaciones ganaderas grandes con buen uso tecnológico (muy buena gestión): Representa el 10% de la muestra. Se caracteriza por ser los que mayor superficie en promedio tienen (10.200 ha), los que tienen más EV en su sistema (1207), los que venden más kg por ha (52,9 kg/ha). Son explotaciones que, para la alimentación del ganado tienen, además de pasto natural (64%), un considerable porcentaje de pasto implantado en sus sistemas (26%) y también compran alimento fuera de la explotación (67%). Tienen estudio primarios/secundarios (100%), disponen de asistencia técnica y aplican manejo del ganado como boqueo, condición corporal y tacto. La totalidad de las explotaciones tienen sistema de pastoreo rotativo. El 10 % de este grupo realiza algún tipo de cultivo en su explotación. Se destacan también por tener poca predisposición al cambio, es decir el 67% no está dispuesto a cambiar para una mejor producción.

3.4. DISCUSION

Con el análisis previo del área de estudio se propuso recabar información sobre el 50% de las explotaciones. Sin embargo, se llegó a realizar el 45% de lo propuesto a lo inicial. Las características de los productores seleccionados del área de estudio, en general, responden a las características de los estudios previos/preliminares que se realizaron en este capítulo. Las explotaciones han mostrado una gran variabilidad en su dimensionamiento. En Argentina, la ganadería está distribuida en todas las regiones del país y su presencia se debe a que se adaptan a condiciones agroecológicas muy diversas (Tsakoumagkos *et al.*, 2008).

En Argentina, el ganado bovino se distribuye en todo el país, constituyéndose un importante productor de carne, el sexto productor a nivel mundial (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas, 2014), noveno exportador mundial (Miazzo y Pisani Claro, 2015) y uno de los mayores consumidores de carne a nivel mundial (Gobierno Argentino, 2015). Así, existen explotaciones agropecuarias distribuidas en todo el territorio y aplicando distintos sistemas productivos y con características tecnológicas y de manejo dependiendo de dónde se encuentre ubicada, sus

particularidades ambientales y socioeconómicas. En el sur de San Luis, la actividad ganadera también cumple un importante rol.

Así, en la región del área de estudio la producción ganadera es una de las principales actividades económicas, así lo destacan distintos autores (Picardi *et al.*, 2011; Ponti, 2011; PWC, 2012; Riedel y Frasinelli, 2013). Estos sistemas ganaderos presentan, en una misma región, características particulares en sus aspectos, entre otros, a diferencias estructurales (Veneciano, 1998; Pordomingo, 2002; Cavanna *et al.*, 2009; Canosa *et al.*, 2013; Frasinelli y Veneciano, 2014; Gutman *et al.*, 2015; Pordomingo, 2015), características tecnológicas y organizativas (IERAL, 2011). Características particulares y heterogéneas como las encontradas en esta investigación, si bien se encuentran en un área ambiental relativamente homogénea.

En el país, la alimentación del ganado es principalmente los pastos nativos. Así, en los pastos naturales se produce el 70% de la carne (Rearte y Pordomingo, 2014), en condiciones extensivas (Barbaro *et al.*, 2008) y principalmente el sistema de cría (Frasinelli y Veneciano, 2014). Características similares a las estudiadas en esta investigación: ganado bovino, en sistemas extensivos con pastos nativos y aplicando fundamentalmente el sistema de cría (67% cría, 23% cría y recría) y en pocos casos la recría (10% sólo recría).

En San Luis, el pasto natural es el recurso forrajero más importante en la provincia ya que, por su aptitud de la tierra y clima, el 85% de su superficie deben ser manejados como recurso forrajero (Peña Zubiarte *et al.*, 1998; Anderson *et al.*, 1970). En nuestro estudio, el 95 % de las explotaciones estudiadas disponen de pastos nativos para la alimentación del ganado.

En Argentina, el 41% de los productores tienen el 52% del stock (< de 100 a 1000 cabezas: medianos), mientras que el 54% de los productores tiene el 8% del stock (< de 100 cabezas: pequeños) y el 5% restante concentran el 40% de las existencias ganaderas (Gutman *et al.*, 2015), es decir una clara clasificación de pequeños medianos y grandes productores y que estos porcentajes son similares a los estudios realizados en este trabajo (explotaciones pequeñas (Grupos I y II con el 53%), explotaciones medianas (Grupos III y IV con el 37%), explotaciones grandes (Grupo V con el 10%). El tamaño de las explotaciones según superficie, son tan dispersos como los estudios realizados por Genovés *et al.* (2003) que varían entre 220 y 11808 ha y con una media de 4208 ha.

Los productores con un máximo de superficie de 1000 ha para la provincia de San Luis son considerados pequeños productores (Scheinkerman de Obschatko *et al.*, 2007), por lo que el porcentaje de los productores encuestados se pueden considerar pequeños productores en cuanto a tierra.

En cuanto a infraestructura, el cerramiento y subdivisiones de los establecimientos, son esenciales para el manejo del ganado. Así, todas las explotaciones aquí analizadas poseen sus campos bien definidos (97% con cerramiento perimetral) y solo un bajo porcentaje tienen no tiene subdivisiones para el manejo del animal (20% tiene 1 solo potreros), a diferencia de otras zonas en la que las producciones

se realizan en grandes superficies de campos comuneros en donde varios productores comparten la misma superficie (Cavanna *et al.*, 2009) con lo que el uso de tecnologías son muy difíciles de aplicar.

Si bien, de acuerdo a las características de las explotaciones aquí planteadas, se diferencian cinco grupos de productores con sus diferentes aplicaciones de metodologías o gestiones de manejo del sistema ganadero, también existen, en sistemas de cría, diferentes planteos y estudios de tecnologías con sus distintos resultados (Frasinelli, 2016; Rossanigo, 2016).

Las explotaciones producen según las tecnologías que apliquen en sus sistemas, estas tecnologías, dependiendo de los grupos de productores, pueden estar basadas y relacionadas al nivel de la utilización de las herramientas tecnológicas disponibles (asistencia técnica, manejo del ganado) y depende de ello la eficiencia de producción del sistema (porcentaje de destete, kg peso vivo vendido). En general, los productores en sus explotaciones producen en función de sus objetivos, sus experiencias y vivencias. Pero también dependen de lo que dispongan, además de sus conocimientos, de la infraestructura disponible y de sus recursos económicos.

El Grupo I se diferencia de los demás grupos por ser las explotaciones que menos aplican tecnologías para su producción (sin asistencia técnica, no compran alimentos, no realizan prácticamente ningún manejo del animal, la mayoría aplica pastoreo continuo, sistema reproductivo continuo, no registran datos) mientras que los demás grupos aplican algunas o todas las tecnologías permitiéndoles así una mayor producción del sistema. Por otra parte, se destaca el Grupo III por ser el que aplica todas las tecnologías de manejo analizadas (manejo animal, pastoreo rotativo, sistema reproductivo estacionado) aunque, si bien los datos de venta son bajos, se observa que este grupo tiene uno de los más alto niveles de venta por EV; también es el que tiene mejor porcentaje de destete. En cambio, el grupo II tiene un nivel de aplicación de tecnologías medio, un porcentaje bajo de destete, con una carga alta en comparación con los demás grupos y con una buena producción. El grupo V, además de ser grandes productores, en sus dimensiones (superficie, EV) y producción (kg peso vivo vendido) tienen diversidad en la alimentación para el ganado, es decir, pasto natural, implantado, cultivos y compran alimentos fuera de la explotación. Es importante destacar aquí, la importancia de que en las áreas degradadas podrían ser recuperadas o detener el proceso de deterioro a través de la aplicación de tecnologías como la implantación de gramíneas megatérmicas perennes (Frasinelli y Veneciano, 2014; Pordomingo, 2014), permitiendo así mejorar el sistema a través de descansos de especies del pasto natural para su recuperación, a una mayor producción logrando así una eficiencia productiva, y por lo tanto facilitando la sostenibilidad del sistema. Esto podría ser analizado y ver las posibilidades de aplicación fundamentalmente en los Grupos I y Grupo II.

En cuanto a las diferencias de medias, se observa una clara diferencia entre el Grupo V y el Grupo I, tanto en la carga animal (ha/EV/año) como en la producción del sistema (venta), el tipo de animal (novillos) y cultivos. Así, los grandes

productores (Grupo V) tienen menos carga, más kg de carne vendida por unidad de superficie y por animal, disponen de cultivos para la alimentación del ganado, es decir se evidencia el tipo de producción que realizan (recría) mientras que los pequeños productores (Grupo I) sus dimensiones y producciones (cría) se distancian de los grandes productores en todos los aspectos.

Dada las características del lugar y de las dimensiones de las explotaciones es muy importante tener en cuenta la cantidad y distribución de las reservas de aguas en los establecimientos. Así, se destacan con diferencias significativas el grupo que tiene menos superficie por reservas (Grupo II) con respecto al que tiene grandes superficies por reserva de agua (Grupo III). Mientras que, si es analizada animales por reservas de agua, tiene diferencias significativas el Grupo I con menos cantidad de animales por reservas respecto de los Grupos III y IV que tienen un número considerable de animales por reservas. Conocer esta información de las explotaciones es importante, ya que da una idea de los movimientos que deben realizar los animales en la búsqueda de alimento y agua, aunque también se debe tener en cuenta su calidad y cantidad, como sostienen Pordomingo (2015), Sager (2005) y Peña Zubiarte *et al.* (1998).

En estos sistemas, la tasa de destete tienen un 65% en promedio (valores mínimos y máximos de 26 – 95%). Este promedio (valores más bajos), para varios autores, los índices reproductivos y productivos no han cambiado en los últimos 30 años, aunque sí hubo cambios en los sistemas de producción debido a la combinación de la presión agrícola y el retiro del negocio de exportación (Pordomingo, 2015). Para Canosa *et al.* (2013), la eficiencia reproductiva del rodeo nacional está muy distante a los valores posibles a alcanzar.

Los resultados de los grupos aquí analizados, si bien podemos decir que unos son tecnológicamente mejores que otros, sus resultados pueden ser muy mejorables, fundamentalmente mejorando la alimentación del ganado y los índices de destete. Diversos estudios sobre cría bovina, realizados en San Luis, a través de pasturas implantadas, manejo de pastura, % de destete, así lo demuestran (Frasinelli, 2014; Frasinelli *et al.*, 2014a; Frasinelli *et al.*, 2014b; Frasinelli *et al.*, 2014c; Frasinelli *et al.*, 2014d; Frasinelli y Veneciano, 2014). La carga, que es muy diferente dependiendo de la zona del país (Cavanna *et al.*, 2009), por ejemplo, puede ser muy mejorable en todos los grupos, se pueden llegar a obtener valores de 1,50 a 8,2 ha/EV/año. En cuanto a la producción de carne por unidad de superficie, se puede llegar a producir hasta 106 kg/ha al año. Lo mismo podría suceder con el % de destete, se puede llegar a obtener datos de hasta un 93,5% de destete. Si bien estas tecnologías podrían mejorar la producción y la eficiencia de estos sistemas, Pordomingo (2015) afirma que no han cambiado en estos últimos años, mientras que Canosa *et al.* (2013) sostienen que la eficiencia reproductiva del rodeo nacional está muy distante a los valores posibles a alcanzar.

3.5. CONCLUSIONES

- En cuanto a las características generales de las explotaciones, sus dimensiones son muy variables. Un alto porcentaje se dedica a la cría bovina, en su mayoría de su propia producción, con gran variabilidad en el tamaño del rebaño. En cuanto al alimento del ganado, en su mayoría es a pastos nativos, aunque también hay pasturas implantadas y, en menor medida cultivos forrajeros. Sobre el manejo de la explotación, los resultados son muy variables: mientras que algunos no aplican ninguna técnica de manejo, otros tienen diversos niveles de gestión de sus explotaciones. De lo que produce el sistema, en su mayoría el producto final es el ternero destetado.
- Se obtuvieron cuatro componentes/factores, bien diferenciados por la dimensión de la explotación, el tipo de alimentación del ganado, el manejo o gestión del sistema y la introducción o compra de insumos externos como una suplementación estratégica en la alimentación del ganado.
- Se diferenciaron 5 grupos de productores, caracterizados por el tamaño de la explotación, dimensión del ganado, el nivel de uso de la tecnología y la producción del sistema.
- Los resultados de manejo y producción de los grupos son variables y muy mejorables en todas sus dimensiones aunque según varios autores los objetivos son difíciles de conseguir.
- Una de las tecnologías más importantes y factibles de aplicar sería, entre otras, la implantación, en áreas degradadas, de gramíneas megatérmicas perennes y así obtener una mayor producción de pasto y por lo tanto una mayor producción de carne, permitiendo por otra parte un mejor manejo y conservación del pasto natural.



CAPÍTULO 4

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS SISTEMAS BOVINOS EXTENSIVOS DEL SUR DE SAN LUIS

CAPÍTULO 4. LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LOS SISTEMAS BOVINOS EXTENSIVOS DEL SUR DE SAN LUIS

4.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En 1988, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente (PNUMA) crearon el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Sus funciones, entre otras, fueron la de proporcionar asesoramiento científico, técnico y socioeconómico. Para ello, elaboraron informes de evaluación, informes especiales, documentos técnicos, etc., que fueron de referencia y utilizados ampliamente por responsables políticos y científicos (IPCC, 1997; 2006; 2007; 2013; 2014a,b,c). Éstos asesoramientos son, entre otras, una guía para la elaboración de trabajos científicos comparables a nivel internacional.

Las emisiones de GEI son principalmente CH₄, N₂O y CO₂. Estos gases son un subproducto de muchas actividades relacionadas con el agro, la deforestación, la producción energética, el transporte, la industria y los residuos. Si bien, para algunos, los gases como el CH₄, el N₂O y el CO₂ son gases liberados a la atmósfera, para los productores ganaderos son pérdidas de energía, nutrientes y materia orgánica del suelo. Esa pérdida se debe a la falta de eficiencia en el uso de los insumos y recursos (Opio *et al.*, 2013), ya que parte de la energía ingerida como alimento se pierde en forma de CH₄ en lugar de ser asimilada por el animal y utilizada para la producción. Por lo que éstas pérdidas de energía en forma de CH₄ no solamente tiene implicaciones en cuanto al cambio climático, sino que también son negativas para la producción (Opio *et al.*, 2013).

La ganadería, que representa el 40% de la producción agraria (FAO, 2009b), es medio de vida para un amplio sector de la población (Neely *et al.*, 2009). Además, la producción ganadera procede en elevados porcentajes de los sistemas extensivos (Riedel, 2007; Steinfeld y Gerber, 2010; Picardi *et al.*, 2011; PWC, 2012). Estos sistemas, que para algunos autores son emisores de gases de efecto invernadero (Steinfeld *et al.*, 2006; Gerber *et al.*, 2013b; Opio *et al.*, 2013) para otros autores cumplen un rol importante en la mitigación del cambio climático (Neely *et al.*, 2009).

Los sistemas ganaderos bovinos extensivos, como se explicara en el Capítulo 1, pueden ser muy diversos dependiendo del ambiente físico que dispongan, los recursos estructurales, económicos y sociales (Frasinelli *et al.*, 2003; Frasinelli *et al.*, 2004b; Rearte, 2007; IERAL, 2011; Riedel y Frasinelli, 2013). Esa diversidad también puede variar según el manejo que apliquen o dediquen, sistema de cría,

recrea o terminación (Pordomingo, 2002; Frasinelli *et al.*, 2003; Frasinelli *et al.*, 2004b; Rearte y Pordomingo, 2014; Veneciano y Frasinelli, 2014; Pordomingo, 2015). Estas formas de gestión pueden ser todos aplicados en un mismo establecimiento o algunos de ellos. Dependiendo de estas estrategias productivas, serán las categorías de animales que tengan en sus campos, el tipo de manejo que apliquen y los tipos de producciones como salidas del sistema productivo.

Según las características y la gestión que presenten los sistemas ganaderos bovinos extensivos será la intensidad de emisiones de gases de efecto invernadero. Por otra parte, depende también de cómo sean expresadas la intensidad de las emisiones GEI: por kg de animal producido, o bien por hectárea de superficie (Casey y Holden, 2006a; Reisinger y Ledgard, 2013; Becoña *et al.*, 2014). Dependen además del potencial de calentamiento global que se utilice.

Por lo tanto, las distintas interacciones que se produzcan dependen del tipo de sistema de producción, su manejo, su intensificación y la manera de expresar las emisiones, por lo que deben ser analizadas de manera particular para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a cada situación.

Las emisiones de GEI se pueden estimar teniendo en cuenta los protocolos del IPCC (IPCC, 2006). En un orden ascendente de precisión de los resultados, para el sector ganadero, se proponen tres niveles jerárquicos de adopción (Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3). Dependiendo del nivel que se utilice, se aplica un factor de emisión (FE). El FE es un valor representativo que relaciona la cantidad de un contaminante con una actividad asociada a la liberación de ese contaminante. Estos factores facilitan las estimaciones de las emisiones de varias fuentes de contaminación del aire, son en general, valores promedios representativos de acuerdo a la actividad. Para el caso del Nivel 1, son simples de utilizar y se utilizan factores de emisión por defecto. Para el Nivel 2, se requieren datos más específicos como la energía bruta (EB) consumida por el animal y el factor de conversión de CH₄ (Y_m). Es decir, el Nivel 2 integra no sólo las categorías de los animales, sino también los sistemas de producción y la oferta forrajera, evitando el uso de factores por defecto por el Nivel 1. Para el Nivel 3, se utilizan métodos de orden superior, incluidos modelos y sistemas de medición basados en datos de la actividad de alta resolución y en la que se pueden incluir muestreos de campo exhaustivos. Crosson *et al.* (2011) afirman que en términos de evaluación, análisis y desarrollo de políticas de mitigación para reducir las emisiones de GEI, el uso de la metodología del nivel 2 del IPCC en sistemas ganaderos resulta muy útil.

Los gases de efecto invernadero permanecen en la atmósfera y afectan en distintos grados y persisten allí durante periodos de tiempo diferentes. La manera en la que un gas contribuye o afecta al calentamiento global se define como “potencial de calentamiento global” (PCG). El PCG tiene en cuenta varios datos, la radiación infrarroja, la ubicación del espectro de absorción de las longitudes de onda y el tiempo que persiste el gas en la atmósfera. Existe un debate continuo respecto al tipo de PCG a utilizar (Shindell *et al.*, 2009; Herrero *et al.*, 2011).

Para poder hacer comparables los efectos de los diferentes gases las emisiones se expresan como el potencial de calentamiento de un determinado gas en

comparación con el que posee el mismo volumen de CO₂ durante el mismo periodo. Por lo tanto, el PCG del CO₂ es siempre 1.

La unidad de medida que se utiliza para indicar el PCG de los GEI se denomina CO₂ equivalente (CO₂ eq). La emisión de CO₂ eq es una métrica estándar para comparar emisiones de diferentes GEI. Esta unidad fue recomendada por el Grupo Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 1997).

Es importante destacar que las emisiones expresadas en CO₂ eq, constituyen un valor de referencia y una métrica útil para comparar emisiones de GEI diferentes, lo cual no implica una respuesta idéntica al cambio climático (IPCC, 2007).

Existe una gran diversidad de trabajos en que los datos están transformados a CO₂ eq principalmente con dos tipos de PCG. El PCG1 (CH₄= 21 y N₂O= 310) y el PCG2 (CH₄= 25 y N₂O= 298) (Forster *et al.*, 2007). Ambos gases tienen sus potenciales con un horizonte temporal de 100 años. Por otro lado, Goodland y Anhang (2009) sugieren la utilización del PCG de 72 para el CH₄ y con un horizonte temporal de 20 años.

Debido a la existencia de estas dos maneras de obtener el CO₂ eq, es importante saber si hay diferencias en los resultados si se aplica uno de los dos PCG, es decir ¿Hay diferencias de PCG según la aplicación de 1 ó 2? ¿están relacionadas PCG 1 y el PCG 2?

En este capítulo se desarrollaron los siguientes objetivos:

- Estimar emisiones de CH₄ y N₂O de las 30 explotaciones ganaderas del área de estudio.
- Comparar y analizar las metodologías según dos potenciales de calentamiento global diferentes: PCG 1 y PCG 2.
- Caracterizar las emisiones de GEI de las 30 explotaciones ganaderas estudiadas, cuantificando las diferencias entre los tipos de animales y tipos de productores.

4.2. MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1. Cálculo de las emisiones

A partir de la información obtenida en las 30 encuestas detalladas en el capítulo 3 se realizaron estimaciones de GEI en cada una de las explotaciones. Para ello se conformó una planilla de hoja Excel con todas las fórmulas necesarias para su estimación mediante la aplicación de los protocolos del Nivel 2 del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006).

4.2.2. Límites del sistema y unidad funcional

Las emisiones de GEI fueron calculadas considerando las emisiones de CH₄ procedentes de la fermentación entérica y emisiones de N₂O de los suelos gestionados en la situación de los animales en pastoreo, ya que los animales pastan durante todo el año y el estiércol no se gestiona (referente al nitrógeno de la orina y el estiércol depositado en las pasturas por animales de pastoreo), según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2006). Las emisiones de CO₂ relacionada a la infraestructura y de la energía utilizada en los cultivos y las emisiones de GEI no agrícolas no fueron consideradas en éste estudio, y los cultivos y alimentos comprados no fueron relevantes en el área de estudio y en los establecimientos estudiados.

Los resultados de las estimaciones obtenidas fueron expresados en CO₂ equivalente (CO₂ eq) para tener en cuenta el potencial de calentamiento global (PCG) de cada gas y asumiendo un horizonte temporal de 100 años (Forster *et al.*, 2007). Se utilizaron dos tipos de PCG: PCG1 (CH₄= 21 y N₂O= 310) y para el PCG2 (CH₄= 25 y N₂O= 298) (Forster *et al.*, 2007).

Para definir las variables por las que se expresaron las emisiones, se seleccionaron variables dependientes e independientes y se realizó un análisis de correlación con coeficiente de correlación Spearman a un nivel de significancia del 0,01 y del 0,05 (Tabla 4.1).

Con el análisis realizado, las emisiones totales de GEI fueron expresadas como emisiones por animal, ternero, hectárea (ha), Equivalente Vaca (EV), peso animal, kg vendido (Tabla 4.2) y por categoría animal: vaca, vaquillona, ternero, torito, toro y novillo.

Tabla 4.1 Correlación de variables independientes y dependientes con coeficientes de correlación Spearman.

		UTA contratada	Hectáreas por potrero	Tipo sistema	Peso medio animal/ explotación	EV/ha/ año	% destete	kg vendidos /ha	% Pasto Implantado	Sistema de pastoreo	Reserva/ potrero	Manejo	Asistencia técnica	Total EV bovinos
Emisiones animal	Coefficiente de correlación	,262	,022	,247	,784**	,022	,433*	,274	,499**	,442*	-,377*	,286	,343	,437*
	Sig. (bilateral)	,161	,907	,188	,000	,906	,024	,143	,005	,015	,040	,125	,064	,016
Emisiones/terneros	Coefficiente de correlación	-,222	-,025	-,116	,511**	-,049	-,308	-,061	,116	-,271	-,338	-,043	-,152	,074
	Sig. (bilateral)	,256	,899	,555	,005	,806	,118	,757	,557	,164	,079	,827	,439	,709
Emisiones/ha	Coefficiente de correlación	-,170	-,519**	,236	-,046	,900**	,124	,809**	,436*	,059	-,153	-,108	-,008	,168
	Sig. (bilateral)	,369	,003	,210	,811	,000	,537	,000	,016	,756	,419	,571	,967	,375
Emisiones/EV	Coefficiente de correlación	,299	,188	,527**	,273	-,040	,372	,419*	,397*	,296	-,074	,188	,118	,516**
	Sig. (bilateral)	,108	,320	,003	,145	,833	,056	,021	,030	,112	,696	,319	,535	,004
Emisiones sistema/peso animal	Coefficiente de correlación	,073	-,122	,332	-,644**	,323	,263	,372*	,494**	-,005	,141	-,138	,038	,106
	Sig. (bilateral)	,702	,522	,073	,000	,081	,185	,043	,006	,981	,458	,468	,840	,577
Emisiones por kg peso vivo vendido	Coefficiente de correlación	-,380*	-,124	-,551**	,005	-,072	-,304	-,596**	-,407*	-,514**	,008	-,197	-,338	-,441*
	Sig. (bilateral)	,038	,515	,002	,979	,704	,123	,001	,026	,004	,968	,296	,068	,015

(*) = P < 0,10, * = P < 0,05, ** = P < 0,01, *** = P < 0,001

Tabla 4.2 Expresiones utilizadas de las emisiones en los sistemas ganaderos bovinos.

Variables	Descripción
Emisiones por animal (kg CO₂ eq por animal)	Refiere a valores promedio del total de emisiones producidas en el sistema por total de animales en la explotación.
Emisiones/ha (kg CO₂ eq por ha)	Refiere a valores promedio del total de emisiones producidas en el sistema por las hectáreas de que dispone el productor para la producción animal.
Emisiones por ternero (kg CO₂ eq por ternero)	Refiere a valores promedio del total de emisiones producidas en el sistema por total de terneros que produce la explotación.
Emisiones por Equivalente Vaca (EV) (kg CO₂ eq por EV)	Refiere a valores promedio del total de emisiones producidas en el sistema por el total de equivalente vaca que tiene el productor en su campo.
Emisiones por peso vivo animal (kg CO₂ eq por peso vivo animal)	Refiere a valores promedio del total de emisiones producidas en el sistema divididos por el total de pesos de los animales del sistema que tiene cada explotación.
Emisiones por kg vendidos del sistema (kg CO₂ eq por total kg vendido)	Refiere a valores promedio del total de emisiones producidas en el sistema por total de los kg que salen del sistema a la venta (terneros, vacas, toros, novillos).

4.2.3. Coeficientes y ecuaciones para las estimaciones de emisiones de GEI

Se estimaron los gases de CH₄ y N₂O producidas por el ganado bovino en todos los establecimientos encuestados:

En cuanto al CH₄, se estimaron emisiones por fermentación entérica. Para ello, se calculó el CH₄ de fermentación entérica para cada una de las categorías de los distintos sistemas: vacas, vaquillonas de reemplazo, terneros destetados, torito, toros, novillos. Para ésta estimación, se debió realizar previamente otros cálculos como los siguientes parámetros: factor de emisión (FE), energía bruta para vacunos (EB). Para poder calcular la EB se utilizó el sistema nutricional NRC (1996), para lo cual se debió calcular la energía neta para mantenimiento (NE_m), para actividad (NE_a), para crecimiento (NE_g), para lactancia (NE_l), para preñez (NE_p); relación entre la energía disponible en una dieta para mantenimiento y la energía digerible consumida (REM), relación entre la energía disponible en una dieta para crecimiento y la energía digerible consumida (REG). Además, se calculó el factor de conversión en metano (Y_m) expresado como fracción de energía bruta (EB) del alimento que se transforma en CH₄, teniendo en cuenta la ecuación utilizada por Cambra-López *et al.* (2008).

$$Y_m = -0.0038 * DE^2 + 0.351 * DE - 0.8111$$

Donde:

Y_m= Factor de conversión de CH₄, expresado como fracción de la digestibilidad de la energía bruta del alimento que se transforma en CH₄.

DE= energía digerible expresada como porcentaje de energía bruta

Otro dato que se tuvo en cuenta para la estimación fue la digestibilidad del alimento expresada como porcentaje de la ganancia de energía bruta del alimento (DE). El DE fue estimado a partir de trabajos previos sobre la calidad de los pastos de la zona de estudio (Aguilera, 2003), el porcentaje de tierras con cultivos forrajeros y las opiniones de los expertos locales de la EEA INTA San Luis. El DE estimado promedio fue de 58% (rango= 52-60; SD= 1,3).

En cuanto al N₂O, se estimó el “N₂O por suelos gestionados”. Para esta estimación se tuvo en cuenta el N de la orina y el estiércol depositado en las pasturas por animales en pastoreo. También se debieron calcular otros parámetros como la tasas de excreción anual de nitrógeno (N_{ex}), N de la orina y el estiércol depositado por animal de pastoreo.

4.2.4. Comparación de metodologías de cálculo (PCG1 y PCG2)

La comparación de las medias de las emisiones obtenidas en las 30 explotaciones mediante los dos procedimientos de cálculo, PCG1 y PCG2, se realizó mediante la prueba de T de Student.

Previamente se comprobó la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas. La normalidad se testó a través de la prueba Shapiro-Wilk. Las variables que no dieron normalidad se normalizaron utilizando la transformación Logaritmo base 10 (Log 10). La homogeneidad de varianza se testó mediante la prueba de Levene.

En la prueba T se rechazó la hipótesis de igualdad de las medias para P<0,05. El procedimiento se realizó mediante el software IBM SPSS Advanced Statistics software versión 22 (IBM, 2011).

4.2.5. Caracterización de las emisiones y comparaciones entre los tipos de productores

Con las estimaciones realizadas de los GEI y tras la comparación de las dos metodologías de PCG se realizó una caracterización de las emisiones. En primer lugar, se realizó un análisis mediante estadística descriptiva de las distintas variables de emisiones obtenidas según categorías de animales. Se calcularon medias, máximos, mínimos y desviaciones estándar.

Para comparar las emisiones producidas por las distintas categorías de animales se utilizó la prueba ANOVA de un factor. Al ser una prueba paramétrica, como en el apartado anterior, previamente se comprobó la normalidad a través de la prueba Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas mediante el test de Levene. Cuando el Test ANOVA era significativo, las medias se separaron mediante la prueba HSD de Tukey ($p < 0,05$).

Mediante el coeficiente de correlación de Spearman, se compararon los resultados de las emisiones con algunas de las variables cuantitativas representativas de las explotaciones y descritas en el Capítulo 3.

Finalmente, para comparar las emisiones según la tipificación de las explotaciones descrita en el Capítulo 3 (que se clasificaba a estas en cinco grupos), se realizó un test no paramétrico de Kruskal Wallis. Para conocer qué grupos son diferentes para cada variable de emisiones, se utilizó la prueba post-hoc no paramétrica de Dunn-Bonferroni.

Todos estos procedimientos se realizaron utilizando el paquete estadístico IBM SPSS Advanced Statistics software versión 22 (IBM, 2011).

4.3. RESULTADOS

4.3.1. Comparación de emisiones de GEI según potencial de calentamiento global

Las características principales de las variables sobre emisiones de gases de los sistemas productivos con PCG 1 y 2 que se compararon en este apartado se detallan en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Estadístico descriptivo de variables con Potencial de Calentamiento Global 1 y 2. n=30.

Emisiones del sistema por	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Animal PCG1	1001	1822	1365	184,39
Animal PCG2	1148	2100	1564	210,49
Terneros PCG1	2066	7794	4237	1261,38
Terneros PCG2	2374	8947	4864	1449,34
ha PCG1	23	907	228	178,96
ha PCG2	26	1042	261	205,23
EV PCG1	1172	2527	1791	324,15
EV PCG2	1344	2912	2052	371,64
Peso animal PCG1	3,80	7,33	5	,72
Peso animal PCG2	4,34	8,33	6	,81
kg vendidos PCG1	5,50	34,60	17	7,46
kg vendidos PCG2	6,17	39,67	20	8,58

Las variables que fueron utilizadas para este apartado se muestran en la Tabla 4.4 indicando su normalidad o no.

Tabla 4.4 Variables utilizadas para la comparación de emisiones de GEI según el PCG1 y PCG2.

Variables PCG 1 y PCG2	Normalidad sin transformar	Normalidad transformada
Emisiones por animal en el sistema	SI	
Emisiones por ternero en el sistema	NO	SI
Emisiones por hectárea	NO	SI
Emisiones por equivalente vaca	SI	
Emisiones del sistema por peso animal	NO	SI
Emisiones por kg vendido del sistema	SI	

Con la comparación con prueba T Student para muestras relacionadas y como se observa en la Tabla 4.5, hay diferencias significativas entre los valores de PCG2 y PCG1 en todas las variables analizadas. Las medias expresadas por PCG1 tienen menos emisiones que las expresadas por PCG2, por lo que no es lo mismo utilizar los mismos potenciales de calentamiento global. Es decir, a la hora de comparación de emisiones es importante tener en cuenta el PCG que fue utilizado.

Tabla 4.5 Prueba T de muestras relacionadas.

Emisiones del sistema por	t	gl	Sig. (bilateral)
Par 1 Animal PCG2 - PCG1	38,730	29	,000
Par 2 EV PCG2 - PCG1	29,032	29	,000
Par 3 kg vendidos PCG2 - PCG1	12,203	29	,000
Par 4 Ternero PCG2 - PCG1	272,789	27	,000
Par 5 ha PCG2 - PCG1	96,622	29	,000
Par 6 Peso PCG2 - PCG1	98,866	29	,000

4.3.2. Caracterización de las emisiones de gases de efecto invernadero en las explotaciones

Luego del análisis realizado en el apartado anterior, se tomó la decisión que para este trabajo se utilizará de ahora en adelante los resultados obtenidos en el PCG2.

Los sistemas de explotaciones estudiados en el sur de San Luis emiten un total de 22.277.872 kg CO₂ eq en una superficie total de 107.954 ha y con un total de 13.288 animales, correspondiente a 30 explotaciones. Esto arroja en promedio 742.596 kg CO₂ eq por explotación, con mínimos y máximos de 24.720 y 4.255.534 por explotación. También se puede apuntar un promedio por explotación de 1.564 kg CO₂ eq por animal con 1.148 y 2.100 mínimos y máximos por animal y por explotación y de 261 kg CO₂ eq emisiones por ha, 2.052 kg CO₂ eq por EV, 5,7 kg CO₂ eq por peso promedio animal, 19,6 kg CO₂ eq por kg peso vivo vendido. En la Tabla 4.3, de los valores de PCG2, se muestran los valores mínimos, máximos, medias y desviaciones estándar de las emisiones según los parámetros de producción y de explotación más relevantes.

Del total de las emisiones en CO₂ eq el 84% corresponden a las emisiones producidas por el CH₄ por fermentación entérica y el 16 % de N₂O por suelos gestionados.

Las proporciones son similares en casi todas las categorías de animales a excepción de la categoría novillos que tiene una mayor diferencia de proporción entre CH₄ y N₂O: en novillo el 25% de las emisiones de N₂O corresponden a N₂O, mientras que para el resto de las categorías las diferencias están entre 12 y 16% del total (Figura 4.1).

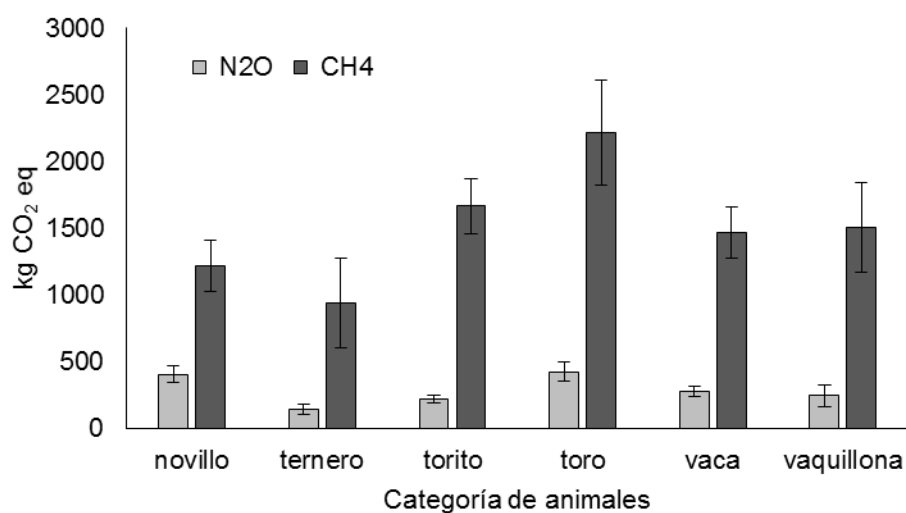


Figura 4.1 Promedios de emisiones de CH₄ y N₂O por animal según categoría de animales de las 30 explotaciones (kg CO₂ eq) y sus desviaciones estándares (novillo n=8, ternero n=28, torito n=3, toro n=25, vaca n=27, vaquillona n=16).

En la Figura 4.2 se muestran los valores promedio de las emisiones por las distintas categorías de animales que contienen las explotaciones. Los valores mínimos y máximos de las emisiones en las explotaciones son muy variables en las distintas categorías de animales (Tabla 4.6). Así, por ejemplo, si bien la media de las emisiones por toros es de 2.682 kg CO₂ eq por animal, tiene mínimos y máximos de 1.892 y 3.407 kg CO₂ eq, mientras que las vacas de cría pueden variar entre 1.283 y 2.092 kg CO₂ eq.

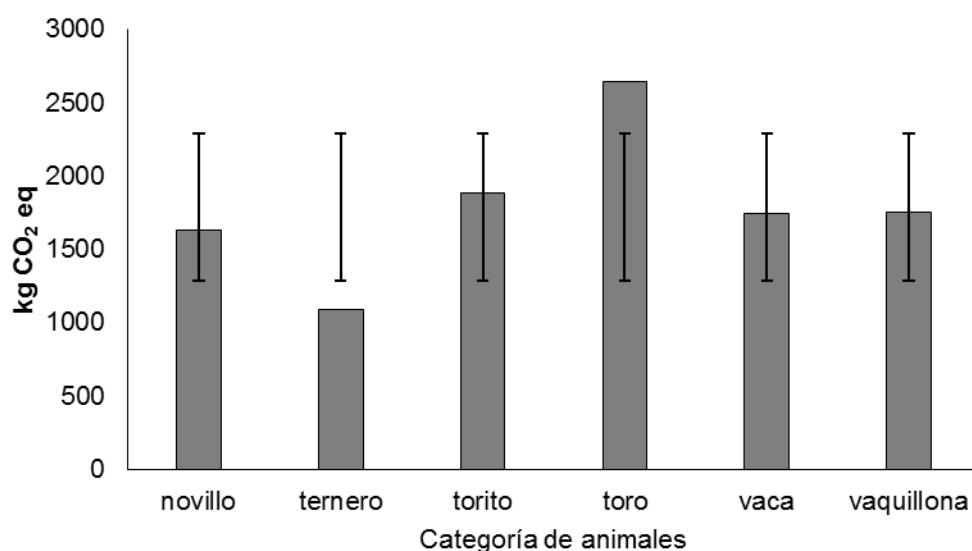


Figura 4.2 Emisiones totales por animal y por categoría de las 30 explotaciones (kg CO₂ eq) y sus desviaciones estándares (novillo n=8, ternero n=28, torito n=3, toro n=25, vaca n=27, vaquillona n=16).

Tabla 4.6 Valores medios, mínimos y máximos de emisiones de CH₄ y N₂O por categorías de las explotaciones del sur de San Luis (kg CO₂ eq).

	Mínimo	Máximo	Media
Vaca			
CH ₄	1076	1755	1466
N ₂ O	207	337	281
Total emisión por vaca	1283	2092	1747
Vaquillona			
CH ₄	994	2248	1507
N ₂ O	170	470	247
Total emisión por vaquillona	1164	2608	1754
Ternero destetado			
CH ₄	581	2014	938
N ₂ O	74	248	145
Total emisión por ternero	656	2251	1083
Torito			
CH ₄	1485	1896	1665
N ₂ O	186	247	219
Total emisión por torito	1671	2143	1885
Toro			
CH ₄	1591	2851	2259
N ₂ O	277	556	424
Total emisión por toro	1892	3407	2682
Novillo			
CH ₄	930	1478	1222
N ₂ O	306	478	408
Total emisión por novillos	1322	1882	1630

Algunos de los parámetros obtenidos para las estimaciones de los GEI fueron: energía bruta (GE), factor de emisión (FE), tasa de excreción anual de nitrógeno (Nex) y factor de conversión de metano (Y_m). Los valores obtenidos medios,

mínimos y máximos de estos parámetros son muy variables y están en función de la categoría animal y del sistema (Tabla 4.7).

En cuanto a la energía digerible expresada como porcentaje de la energía bruta (DE %) el 83% de las explotaciones dispone en promedio del 58%, mientras que un 7% tiene en promedio 60% y el resto un 52%, 53% y 56% respectivamente.

Tabla 4.7 Valores medios, mínimos y máximo de los parámetros utilizados para las estimaciones de emisiones de los sistemas extensivos según categoría.

Categorías	Parámetros											
	FE			Nex			Ym			GE		
	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media	Mínimo	Máximo	Media
Vaca de cría	43,0	70,2	58,8	20,1	32,7	27,4	6,5	7,1	6,7	97,8	159,4	133,5
Vaquillona	39,7	89,9	60,3	16,5	45,6	23,9	6,5	6,9	6,7	90,3	199,3	136,9
Ternero destetado	23,3	80,6	37,7	7,2	24,0	14,3	6,5	7,1	6,7	52,8	183,1	85,2
Ternero lactante	0,0	0,0	0,0	9,6	17,4	13,1	6,7	6,9	6,7	83,4	121,1	101,0
Toritos	59,4	75,8	66,6	18,1	24,0	21,3	6,7	6,9	6,8	134,9	168,1	149,9
Toros	63,6	114,0	90,3	26,9	54,0	41,2	6,5	7,1	6,7	144,6	266,9	205,1
Novillo	37,2	59,1	48,9	29,7	46,4	39,6	6,5	7,1	6,7	84,5	138,3	110,8
Vacas viejas	43,0	66,9	54,8	20,1	31,2	25,6	6,7	6,7	6,7	97,8	151,9	124,5

FE= Factor de emisión (kg CH₄/cabeza/año). Nex= tasa de excreción anual de nitrógeno (kg N/animal/año). Ym= (Fracción de energía bruta que se transforma en CH₄). GE= Energía bruta (MJ/día).

En cuanto al ANOVA de un factor por categorías de animales, se realizó la prueba de normalidad. Como se observa en la Tabla 4.8 sólo la categoría terneros no tiene distribución normal por lo que se transformó para realizar el ANOVA. En cuanto a la homogeneidad de la varianza, la prueba de Levene indicó que se cumple el supuesto.

Tabla 4.8 Prueba de normalidad por categoría de animales.

Categorías	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
vacas	,931	27	,074
vaquillonas	,920	16	,172
terneros	,791	28	,000
torito	,974	3	,690
toros	,958	25	,369
novillos	,901	8	,295

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

El ANOVA de un factor realizado sobre las emisiones por categorías de animales indica que hay diferencias significativas entre las emisiones en las distintas categorías (f= 58,602; P<0,05) (Tabla 4.9).

Tabla 4.9 ANOVA de un factor, emisiones por categorías animales.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	34184383,048	5	6836876,610	58,602	,000
Dentro de grupos	11783364,559	101	116666,976		
Total	45967747,607	106			

Según comparaciones múltiples aplicando HSD Tukey, las categorías terneros y toros tienen diferencias significativas con todas las demás categorías. Así, la categoría toro emite un 35%; 35%; 65%; 30%; 39% por ciento más de emisiones por animal que las categorías vacas, vaquillonas, ternero, torito y novillo respectivamente (valores < 0,05). Mientras que la categoría ternero emite un 25%; 25%; 30%; 60%; 20% menos de emisiones que las categorías vaca, vaquillona, torito, toro y novillo respectivamente (valores < 0,05).

4.3.3. Las emisiones según los grupos de explotaciones

Como se ha visto en el capítulo 3, a partir de las encuestas realizadas se elaboró un cluster obteniéndose 5 grupos de explotaciones.

Analizando las emisiones por estos grupos, los resultados son muy variables. Para las emisiones por EV, peso animal y terneros no hay diferencias significativas entre los distintos grupos de productores. Solamente para los parámetros de emisiones por animal, por kg peso vivo vendido y por ha existieron diferencias. Las explotaciones incluidas en el Grupo I emiten menos por animal y por hectárea pero más por kg vendido. Sin embargo, el grupo V es el que más emite desde el punto de vista de las emisiones por animal y el que menos emisiones por kg peso vivo vendido. Las explotaciones pertenecientes al Grupo II serían las que más emisiones tendrían por superficie (Tabla 4.10; Tabla 4.11).

Tabla 4.10 Valores medios de emisiones por grupo de explotaciones (kg CO₂ eq) y sus valores de significación según el test ANOVA. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en el test de separación de medias de Tukey.

Emisiones por	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	p
Animal	1417,4 ^a	1524,1 ^{ab}	1560,6 ^{ab}	1700,2 ^{ab}	1761,0 ^b	,050
EV	1769,2	2036,7	2091,6	2269,2	2255,0	,123
kg vendido	27,0 ^b	20,1 ^{ab}	15,2 ^{ab}	19,5 ^{ab}	8,0 ^a	,007

Tabla 4.11 Valores medios de emisiones por grupos de explotaciones (kg CO₂ eq) y sus valores de significación de la prueba de Kruskal-Wallis. Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas en el test de separación de medias de Dunn-Bonferroni.

Emisiones por	Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Grupo V	P
ha	121,1 ^a	372,3 ^b	166,5 ^{ab}	266,2 ^{ab}	402,8 ^{ab}	,005
Peso animal	5,4	5,5	5,2	6,0	6,7	,061
Terberos	5323,3	4867,4	4190,8	4199,8	7392,1	,147

4.3.4. Los sistemas ganaderos y las emisiones de GEI

La intensidad de emisiones de GEI promedio fueron de 19,6 kg de CO₂ eq/ kg de peso vivo vendido, pero varió ampliamente (rangos de 6,2 a 39,7) (Tabla 4.12). Las explotaciones de recría produjeron menos emisiones que las de cría y las explotaciones que realizan cría + recría produjeron emisiones con valores intermedios. Cuando se expresó en término de superficie de las explotaciones, la tasa de emisión promedio fue 261 kg CO₂ eq/ha (rango 26 a 1042) y no se encontraron diferencias significativas debido al tipo de sistema de producción.

Tabla 4.12 valores medios, mínimos, máximos, desviación standard para las emisiones de GEI (n=30).

Intensidad de emisiones de GEI	Sistema de producción	Medio ¹	Min	Max	SD	n
kg CO ₂ eq kg/peso vivo vendido	Cría	23,6 ^b	12,4	39,7	7,3	18
	Recría	6,9 ^a	6,2	8,1	1,1	3
	Cría + Recría	15,7 ^{ab}	7,0	22,6	6,3	9
	<i>General</i>	19,6	6,2	39,7	8,6	30
kg CO ₂ eq/ha	Cría	243	26	1042	225	18
	Recría	345	270	409	70	3
	Cría + Recría	269	83	671	200	9
	<i>General</i>	261	26	1042	205	30

¹Diferentes letras en la misma columna indica diferencias significativas entre los grupos de sistema de producción (P=0.002). Análisis de Kruskal-Wallis

4.4. DISCUSIÓN

Las emisiones de GEI de los sistemas bovinos pueden medirse o estimarse de acuerdo a la información que se disponga, y también se pueden expresar teniendo en cuenta fundamentalmente dos aspectos a) el potencial de calentamiento global utilizado b) desde qué punto de vista están expresada (por producción, tipo de sistema, superficie etc.). Esto es importante especificar en las investigaciones ya que además de comprender los sistemas, ayudan a comprender la magnitud del impacto del ganado en los sistemas y su relación con otros sistemas.

Expresar las emisiones como CO₂ eq, es una buena técnica que permite analizar, discutir y comparar resultados de emisiones a distintos niveles, locales, regionales, nacionales e internacionales (IPCC, 2007), pero también es muy importante especificar en cada investigación realizada el potencial de calentamiento global que se ha aplicado en ello (Forster *et al.*, 2007), ya que, como se puede demostrar en este estudio, los resultados demuestran diferencias significativas según se utilice el PCG1 o PCG2, por lo que resulta poco apropiado comparar datos si no existe ésta especificación, ya que los resultados pueden ser muy diferente.

Por otro lado, la intensidad de las emisiones puede ser expresada desde distintos puntos de vista, por animal, por ternero, por superficie, por producción, etc. y sus resultados y análisis pueden ser muy diferentes, pero importantes de tener en cuenta las distintas visiones para poder obtener un análisis completo de los sistemas de producción. Así, estudios reportados por Von Bernard *et al.* (2007), en que realizan estimaciones de GEI en sistemas ganaderos en Argentina, afirman que la emisión por peso vivo producido y por animal aumenta a medida que se utiliza un sistema de producción más extensivo, pero las emisiones se reducen cuando las emisiones se estimaron por hectáreas ganaderas utilizadas.

La intensidad de las emisiones resultaron muy variables en todas las explotaciones encuestadas, lo que refleja la alta diversidad en los sistemas de producción (Modernel *et al.*, 2013; Becoña *et al.*, 2014; Nieto *et al.*, 2014b; Picasso *et al.*, 2014; Sheppard *et al.*, 2015; Alemu *et al.*, 2017) incluidos en las características de los sistemas de una misma región (Frasinelli *et al.*, 2003; Frasinelli *et al.*, 2004b; Rearte, 2007; IERAL, 2011; Riedel y Frasinelli, 2013; Nieto *et al.*, 2014b).

Las emisiones producidas en estos sistemas ganaderos bovinos extensivos son fundamentalmente por CH₄ por fermentación entérica al igual que otros estudios han mostrado (Steinfeld *et al.*, 2006; Gerber *et al.*, 2013b; Nieto *et al.*, 2014b; Ruviano *et al.*, 2015; Rojas-Downing *et al.*, 2017). Si bien, el CH₄ es un producto final de la fermentación de hidratos de carbono en el rumen (McAllister *et al.*, 1996; Moss *et al.*, 2000) y está influenciado por distintos factores (Johnson y Johnson, 1995; Mieres *et al.*, 2003; Shibata y Terada, 2010; Scholtz *et al.*, 2012; Opio *et al.*, 2013; Broucek, 2014), constituye un efecto negativo en la producción por pérdida de energía (Opio *et al.*, 2013), con la aplicación de diversas tecnologías (Tamburini

et al., 2010; Gerber *et al.*, 2013a), es factible disminuir y mitigar las emisiones procedentes de la fermentación entérica (Neely *et al.*, 2009).

La intensidad de las emisiones de GEI varió ampliamente entre las 30 explotaciones encuestadas, lo que refleja la alta diversidad en los sistemas de producción (Sheppard *et al.*, 2015; Alemu *et al.*, 2017). La variabilidad es especialmente alta en los estudios que se han basado en datos reales de encuestas de explotaciones (Becoña *et al.*, 2014; Alemu *et al.*, 2017).

Esa variabilidad depende del tipo de sistema de producción (Nemecek *et al.*, 2013). Así, en los sistemas de cría, sistema en que están presentes todas las categorías de animales (Gobierno Argentino, 2007), las intensidades son muy variables tanto en sus promedios como en los valores máximos y mínimos, emitiendo valores más elevados las categorías más pesadas como los toros y emitiendo menos las categorías menos pesadas como los terneros. La intensidad de las emisiones, en base a kg por peso vivo vendido, los sistemas de cría emitieron más GEI que los sistemas de recría. Se han observado resultados similares en los sistemas de carne vacuno de pastizales en Uruguay (Modernel *et al.*, 2013; Becoña *et al.* 2014; Picasso *et al.* 2014), en Argentina (Nieto *et al.*, 2014), en Canadá (Alemu *et al.*, 2017). Las emisiones de recría fueron similares a los estudios en Uruguay (Modernel *et al.* 2013).

Sobre la base de la superficie de las explotaciones, las emisiones de GEI no hubo diferencias significativas entre los tipos de sistemas. El promedio fue mucho menor que en Canadá, que oscilaron entre 265 a 9.782 (Alemu *et al.*, 2017) y entre 2.334 y 3.037 (Beauchemin *et al.*, 2.010) en sistemas canadienses de producción de carne vacuna, entre 1.490 y 2.827 en sistemas de carne uruguayos (Becoña *et al.*, 2014), entre 7.902 y 10.913 en sistemas lácteos a base de pastura de Nueva Zelanda (Beukes *et al.*, 2010). Las altas cargas en este estudio fueron principalmente responsables de las diferencias en las emisiones entre aquellos estudios de éstos.

Analizando las correlaciones con las emisiones de las distintas expresiones de emisiones con variables relacionadas con el tipo de sistema, infraestructura del sistema, producción, manejo, sus resultados son muy diversos: mientras que algunas variables no tienen ninguna correlación (asistencia técnica, manejo), otras (% de pasto implantado) tienen correlación con varias variables independientes. También es de destacar que, mientras algunas tienen correlación positiva, otras presentan correlaciones negativas.

Teniendo en cuenta la superficie de las explotaciones, las emisiones en este estudio, en promedio fueron mucho menor que otros estudios (Beauchemin *et al.*, 2010; Beukes *et al.*, 2010; Becoña *et al.*, 2014; Alemu *et al.*, 2017). Esas diferencias se debieron fundamentalmente a las diferencias de carga animal en los sistemas. Por lo tanto en superficies con estos sistemas de pastoreo emiten menos emisiones que que en los sistemas de pastura con manejo intensivo (Clark *et al.*, 2005; Schacht y Reece, 2008).

El Grupo I, formado por explotaciones pequeñas, con bajo uso de tecnologías y menos productivas son las que más emiten por kg vendido, y menos por ha y animal. El Grupo II, constituida por explotaciones pequeñas con uso tecnológico intermedio, es decir una gestión mejorada, poseen emisiones intermedias por kg vendido y las emisiones más alta por ha. El Grupo III y el Grupo IV, explotaciones ganaderas intermedias con un muy buen uso tecnológico y buena gestión, tienen emisiones intermedias por animal, por kg vendido, por ha y por EV. El Grupo V, explotaciones grandes y con un bueno uso tecnológico, es el que produce mayores emisiones por animal, pero los valores más bajos por kg vendido. Estos resultados muestran la relación que hay entre la producción y la intensidad de las emisiones. Así, la intensidad de las emisiones disminuye mientras aumenta la productividad (Opio *et al.*, 2013). Pero también la intensidad está en relación a la estrategia de gestión y manejo de los sistemas que los productores apliquen, es decir con la introducción de mejoras tanto en la alimentación como en manejo animal, sanidad etc, se pueden reducir las emisiones (Gerber *et al.*, 2013a,b). Estas técnicas de manejo ayudan a mitigar las emisiones (Steinfeld y Gerber, 2010; Beauchemin *et al.*, 2011; Modernel *et al.*, 2013; Becoña *et al.*, 2014; Picasso *et al.*, 2014; Veysset *et al.*, 2014; Legesse *et al.*, 2016; Alemu *et al.*, 2017).

En definitiva, la intensidad de las emisiones depende de la gestión/manejo que aplique la explotación ganadera bovina extensiva. Es decir, los grupos de explotaciones que tienen mayor uso de tecnología son los sistemas que menos emiten.

4.5. CONCLUSIONES

- Como hay diferencias significativas según el PCG que se aplique, es muy importante que todos los estudios realizados indiquen el que haya sido utilizado.
- En estos sistemas de producción ganadera, el CH₄ representa el 84% de las emisiones totales (en kg de CO₂ eq) mientras que el N₂O representa el 16% del total.
- Las emisiones que muestran diferencias significativas entre grupos de explotaciones se expresan por animal, por ha y por kg vendido en las explotaciones.
- Según las categorías de animales que tienen las explotaciones, la categoría ternero es el que emite menos emisiones y la categoría toro es el que más emite con respecto a las demás categorías.
- La intensidad de las emisiones depende de la gestión/manejo que aplique la explotación ganadera bovina extensiva y de la forma de expresar la intensidad. Por ejemplo, el grupo de explotaciones con bajo uso tecnológico es el que emite más emisiones por kg vendido pero menos por hectárea.

- Es importante tener en cuenta las distintas maneras de expresar la intensidad de las emisiones para tener una visión amplia y completa del sistema.
- Los sistemas que hacen recría emiten menos emisiones que las explotaciones que realizan cría o cría + recría.



CAPÍTULO 5

LOS SISTEMAS EXTENSIVOS Y LOS EFECTOS DE LA GESTIÓN-MANEJO GANADERO SOBRE LAS EMISIONES DE GEI

CAPÍTULO 5. LOS SISTEMAS EXTENSIVOS Y LOS EFECTOS DE LA GESTIÓN - MANEJO GANADERO SOBRE LAS EMISIONES DE GEI

5.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Debido a la gran importancia que tiene el sector ganadero por ser un medio de subsistencia y la disponibilidad alimentaria (FAO, 2009b) y que debe dar respuesta al necesario aumento de la producción de alimentos (FAO, 2009a) es imprescindible conocer el funcionamiento de los sistemas en cuanto a las emisiones producidas por la ganadería para observar y analizar los pasos a seguir para la minimización de los impactos ambientales negativos.

La actividad ganadera, especialmente la producción de carne bovina, tiene impactos importantes sobre el medio ambiente, pero a su vez, el ganado y los sistemas de pastoreo pueden desempeñar un rol importante en la mitigación del cambio climático y sobre todo, a través de acciones para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas (Neely *et al.*, 2009). El ganado, según Steinfeld y Gerber (2010) convierte el material vegetal que no tiene ningún otro uso inmediato en producción de carne para los humanos. El uso de la biomasa vegetal no implica necesariamente un impacto negativo sobre el ambiente, si los aprovechamientos están bien gestionados contribuyen a una mayor productividad de los ecosistemas y a la biodiversidad.

En la actualidad, continuar con la producción de carne a base de rumiantes, implica el uso significativo de recursos y baja eficiencia en el uso de recursos cuando se utiliza alimentación de alto valor; esto se debe a la baja tasa de conversión del alimento en los rumiantes y largos intervalos de reproducción (Steinfeld y Gerber, 2010) lo que conlleva que más de la mitad de las necesidades energéticas de la dieta en los sistemas de producción del ganado son destinadas a mantenimiento (Steinfeld *et al.*, 2006). Así, Eckard *et al.* (2010) sostienen que el sector agrario contribuye a las emisiones, siendo la pérdida de energía por metano y nitrógeno dos de las más importantes ineficiencias que se producen en los sistemas de producción de los rumiantes.

Distintos gobiernos, la comunidad científica, las instituciones y diversas organizaciones reconocen que las tierras áridas, praderas y pastizales necesitan una mayor atención no sólo por su extensión, degradación generalizada y resistencia limitada a la sequía y la desertificación, sino también por su capacidad potencial de secuestrar y almacenar carbono en los suelos (Neely *et al.*, 2009).

Se afirma que, a nivel global, las emisiones totales de GEI antropogénicas, han aumentado más rápidamente en los últimos años que en las décadas anteriores (IPCC, 2014a). Son varios los factores que afectan o determinan el impacto ambiental del incremento de emisiones de GEI (Johnson y Johnson, 1995; McAllister *et al.*, 1996; Mieres *et al.*, 2003; Shibata y Terada, 2010; Tamburini *et al.*, 2010; Grainger y Beauchemin, 2011; Nemecek *et al.*, 2013) y a la vez son varios los factores que afectan la producción de metano (Scholtz *et al.*, 2012; Broucek, 2014) y a ellos se agregan las distintas herramientas y tecnologías que se utilizan en los establecimientos agropecuarios para la producción del sistema.

A la hora de analizar las emisiones que produce la ganadería bovina, en general, los distintos trabajos encontrados en la bibliografía son analizados y expresados de distintas maneras: como análisis de ciclo de vida, huella de carbono, emisiones por kg de proteína, por peso de la canal, por ganancia de peso vivo, por kg de carne, por hectárea, por animal, etc. (Lockyer, 1997; DeRamus *et al.*, 2003; Beauchemin *et al.*, 2010; Sejian *et al.*, 2011; Gerber *et al.*, 2013b; Becoña *et al.*, 2014; Nieto *et al.*, 2014b; Rearte y Pordomingo, 2014; Dick *et al.*, 2015a; Nieto *et al.*, 2015; Ruviaro *et al.*, 2015). En la Tabla 5.1 se muestra una revisión bibliográfica en donde se indican diversas formas de expresar la intensidad de las emisiones y valores de emisiones obtenidas por diversos autores. Además, hay una gran variedad de trabajos en donde se realizan comparaciones de sistemas intensivos, extensivos, mejorados en distintas partes del mundo (Modernel *et al.*, 2013; Becoña *et al.*, 2014; Dick *et al.*, 2015a; Mazzetto *et al.*, 2015; Huerta *et al.*, 2016; Ogino *et al.*, 2016).

La producción de 1 kg de carne vacuno utiliza más tierra y energía y produce un mayor potencial de calentamiento global que un kg de cerdo o pollo. Esta diferencia de impacto ambiental se puede explicar por las diferencias en la eficiencia de la alimentación, las emisiones de metano entre rumiantes y monogástricos y las diferencias en la tasa de reproducción (de Vries y de Boer, 2010) entre otros autores.

Opio *et al.* (2013) afirma que en América Latina y el Caribe, casi un tercio de las emisiones procedentes de la producción de carne se relacionan con la expansión de los pastos en las zonas boscosas. De los 10 principales países exportadores de carne, 5 están localizados en América Latina, y dos de ellos, Argentina y Uruguay, producen sobre pasturas templadas y sobre sistemas de pastoreo (Rearte y Pordomingo, 2014). Comparando las emisiones con la producción ganadera mundial, América Latina tiene el nivel más alto de emisiones (millones de toneladas de CO₂ eq) debido a la importante producción de carne vacuno especializada, seguido de Asia Oriental y Sudoriental. Si se compara por producción de proteínas (millones de toneladas de proteínas) son los países de Asia Oriental y Sudoriental los que más producen, seguido de Europa Occidental (Gerber *et al.*, 2013b).

La gran variedad de climas y de ambientes en el amplio territorio argentino, sin ser los únicos factores a ser considerados, hacen que haya una amplia diversidad de sistemas de producción ganadera. Esa diversidad, depende entre otros factores, de la escala de producción, tipos (razas) de animales, categorías de animales,

disponibilidad y calidad de los recursos forrajeros, aspectos relacionados con el manejo y a la sanidad de los rodeos.

Estas características determinan las distintas posibilidades de producción y condicionan los planteamientos de cada establecimiento agropecuario.

La intensificación de la producción animal ha sido argumentada en la mitigación de ciertos impactos ambientales, como la emisión de GEI asociada con la producción de alimentos para animales (Steinfeld y Gerber, 2010). Dick *et al.* (2015b) sostienen que las mejoras productivas y la protección del medio ambiente no son contradictorias, siempre que, como indican Berndt y Tomkins (2013), el aumento en la producción se produzca por el incremento en la productividad y no por la expansión de las áreas de pastoreo. Como lo afirma Shibata y Terada (2010) es esencial establecer formas económicamente viables de reducir la producción de metano y al mismo tiempo mejorando la productividad en el ganado; además de realizar un análisis completo del sistema para seleccionar la mejor combinación de enfoques o nuevas tecnologías que puedan aplicarse en condiciones de campo realistas y a largo plazo.

El aumento de la productividad animal parece ser el medio más eficaz de reducir el metano a corto plazo (Moss *et al.*, 2000) o a mayor productividad menores emisiones de GEI y menos consumo de energía (Capper, 2011). Para Rearte y Pordomingo (2014) las regiones y los sistemas de producción con una mayor productividad tienen una menor emisión de metano debido a que los altos rendimientos cambian la distribución de la energía en la alimentación hacia una menor energía para las funciones de mantenimiento y más para la producción.

La intensidad de las emisiones de la carne de vacuno son mayores, entre otros, en países de América Latina, debido en gran parte, a la baja digestibilidad de los forrajes, deficiencias en las prácticas ganaderas y menores pesos al sacrificio. Por lo que la introducción de mejoras en la calidad del forraje, la sanidad animal y el manejo del ganado podría hacer que las emisiones se redujeran entre un 19% y un 30% con respecto a las emisiones de referencia (Gerber *et al.*, 2013b). En los países en desarrollo la intensidad de las emisiones es más elevada, entre los factores, se puede destacar la baja digestibilidad de los alimentos, menores pesos a la venta y mayor edad al momento de las ventas (Berndt y Tomkins, 2013).

Tabla 5.1 Revisión bibliográfica de diversas formas de expresar las emisiones de gases emitidas por la ganadería y valores de emisiones obtenidas por distintos autores.

Emisiones por:	Descripción	Valores: kg CO ₂ eq u otro	Autor
kg total peso vivo vendido por ha	Explotaciones en Canadá. CH ₄ por fermentación entérica y estiércol, N ₂ O de suelo (cultivo, forraje, pasto, sistema) y estiércol, y CO ₂ de la energía de la explotación Uso y producción de insumos agrícolas	kg total peso vivo vendido: 23,9 (rango 16,3 a 37,8) kg CO ₂ eq por ha: 2178 (rango 266 a 9782) kg CO ₂ eq	(Alemu <i>et al.</i> , 2017)
kg of CO ₂ eq/kg de carne producida por ha		Con técnicas de mitigación 36.4 kg of CO ₂ eq/kg de carne producida o 2,25 animales por ha o 4552 kg of CO ₂ eq/ha/año sin técnicas de mitigación 44,7 kg de CO ₂ eq/kg de carne producida o 1,92 animales por ha o 4483 kg de CO ₂ eq/ha/año	(Bogaerts <i>et al.</i> , 2016)
kg de peso vivo de carne vendida o comercializada	ACV. Thailand. Comparación sistema extensivo e intensivo	Emisiones de GEI de fincas EXT e INT fueron 14,0 y 10,6 kg CO ₂ eq/ kg-LW, respectivamente. Las emisiones de CH ₄ fueron las fuentes de GEI más grandes, representando el 77% del total para el sistema EXT y el 65% del total para el sistema INT, seguidas de las emisiones de GEI de la gestión del estiércol en ambos sistemas.	(Ogino <i>et al.</i> , 2016)
kg de peso vivo de carne vendida o comercializada	ACV. Sistema extensivo e intensivo	Extensivo: 14,0 kg CO ₂ eq/kg LW Intensivo: 10,6 kg CO ₂ eq/kg LW	(Ogino <i>et al.</i> , 2016)
CO ₂ eq) por kg de carcasa producida	ACV. Brasil. Tier 2. Producción de ganado en pastura	Según escenario puede variar entre 51,66 a 16,92 kg CO ₂ eq/kg carcasa. rangos 58,3 kg CO ₂ eq/kg CW por pastura degradada (escenario 1) a 29,4 kg CO ₂ eq/kg CW para escenario intensivo	(Cardoso <i>et al.</i> , 2016)
kg CO ₂ eq/kg kg de peso vivo	ACV. Brasil. Sistema extensivo (SE) y mejorado (SM)	Peso vivo base: SE: 22,52 kg CO ₂ eq/kg. SM: 9,16 kg CO ₂ eq/kg Peso carcasa base: SE: 45,05 kg CO ₂ eq/kg. SM: 18,32 kg CO ₂ eq/kg	(Dick <i>et al.</i> , 2015a)
(tCO ₂ eq/Cab) (t CO ₂ eq/t eqRCH)	Argentina	stock de ganado bovino (cabezas): 1,102 (tCO ₂ eq/Cab) Emisiones por unidad equivalente de Res con Hueso faenada: 21,4 (tCO ₂ eq/t eqRCH)	(Fariña <i>et al.</i> , 2015)
CO ₂ eq, kg CO ₂ eq/kg ganancia peso vivo	Brasil Pasto natural mejorado. HC. ACV	20,2 (CH ₄ x 25 y N ₂ O x 298)	(Ruviaro <i>et al.</i> , 2015)
CO ₂ eq, kg CO ₂ eq/kg ganancia peso vivo	Brasil Pasto natural. HC. ACV (CH ₄ x 25 y N ₂ O x 298)	42,6	(Ruviaro <i>et al.</i> , 2015)
Sistema de producción de carne. Cria extensiva con forraje natural y cultivado. Sistema completo	Brasil. ganancia de peso vivo (LWG) ACV centrada en la HC. 25-298	Sistema completo: Rango 18,30- 42,60 kg CO ₂ eq/kg LWG Sistema pasto natural: CO ₂ eq, kg CO ₂ eq/kg live weight gain: promedio 42,6 rangos 39,3- 46,5	(Ruviaro <i>et al.</i> , 2015)
kg/animal/año	Argentina. CO ₂ -eq (CH ₄ 21 N ₂ O 310). cria, recría y terminación. Sistemas extensivos.	1500 kg CO ₂ eq/animal /año Sistema 4,10 kg CO ₂ eq/animal por día	(Nieto <i>et al.</i> , 2014b)
CO ₂ eq por kg de peso vivo y por ha	ACV de la producción primaria. GWP 25 y 298. Sistema de pastoreo de carne cría y terminación	Promedio de 21,9 y 11,3 kg CO ₂ eq kg LW para sistema de cría y terminación, con rangos de 9,7 - 20,3 kg CO ₂ eq kg LW	(Picasso <i>et al.</i> , 2014)
kg de CO ₂ eq por kg de peso canal Promedio por animal	globalmente	46,2 kg peso canal 36 kg CH ₄ CO ₂ eq/por kg peso canal 1968 (CH ₄) kg CO ₂ eq por animal/año	(Rearte y Pordomingo, 2014)
Por ternero destetado	Uruguay. HC	34,6 por tern dest míni 21,8 y máximo 51	(Becoña <i>et al.</i> , 2014)
Por kg de ganancia de peso vivo	Uruguay. HC	20,8 mín 11,4 y máxi de 32,2	(Becoña <i>et al.</i> , 2014)
Por ha	Uruguay. HC	2030, rango 1490 - 2827	(Becoña <i>et al.</i> , 2014)
kgCO ₂ eq/kg leche con contenido normalizado de materia seca y proteína para la leche kgCO ₂ eq/ kg por kg de peso canal para la carne	globalmente	2,8 kg CO ₂ eq por kg leche 46,2 kg CO ₂ eq por kg por kg de peso en canal para la carne	(Gerber <i>et al.</i> , 2013b)

Emisiones por:	Descripción	Valores: kg CO ₂ eq u otro	Autor
kg CO ₂ eq por kg por kg de peso en canal para la carne	Intensidad de emisión de la cadena de suministro de carne vacuno especializada	América del sur: 100 kg CO ₂ eq por kg por kg de peso en canal Mundo: 68 kg CO ₂ eq por kg por kg de peso en canal	(Gerber <i>et al.</i> , 2013b)
CO ₂ eq/ kg de ter dest/sistema CO ₂ eq/ha vacuna	ACV. Fase primaria. 25 y 298 Sistemas de pastoreos cría	promedio de 35 kg CO ₂ -e/kg ternero destetado, rango 22 - 52.	(Becoña <i>et al.</i> , 2013a)
A nivel de explot de Uruguay 1 y 2 New Zealand	kg de ganancia de peso vivo (LWG) y por ha OVERSEER® model. Sistema de recría, completo de vaca intensivo y vaca y ovejas extensivo	1895 a 2226 kg CO ₂ eq/ha/año y 18,4 a 21,0 kg CO ₂ eq/kg PV 20,1-23,2 (kg CO ₂ eq-e/kg)	(Becoña <i>et al.</i> , 2013b)
g/animal/día	Países desarrollados. CH ₄ estimado Ganado bovino	150,7 g/animal/día	(Sejian <i>et al.</i> 2011)
g/animal/día	Países en desarrollo. CH ₄ estimado Ganado bovino	95,9 g/animal/día	(Sejian <i>et al.</i> , 2011)
Sistemas ganaderos de carne y leche en Francia	HC de leche y carne y el secuestro de carbono	HC bruto 14,8 y 16,5 kg de CO ₂ /kg de carne en vivo. Sin secuestro de carbón la huella neta de carbono es entre 7,9 y 11,3 kg CO ₂ / kg de carne en vivo	(Dollé <i>et al.</i> , 2011)
CO ₂ eq por año	Emisiones por ha Emisiones por animal Emisiones por kg de carcasa (kg)	Encuesta nacional: 5,9 por ha. 4,8 por animal. 23,1 por kg beef carcass Novillo moderado: 9 por ha. 4,1 por animal. 19,7 por kg beef carcass Toro moderado: 9,2 por ha. 4,2 por animal. 18,9 por kg beef carcass	(Foley <i>et al.</i> , 2011)
t CO ₂ eq/ha t CO ₂ eq/t product	Australia. Vaca y ternero	vaca: 3,9-5,1 t CO ₂ eq/ha. ternero: 22,4-22,8 t CO ₂ eq peso carcasa	(Browne <i>et al.</i> , 2011)
Por kg peso vivo. Sistema de cría, recría y de engorde. Manejo de pastura.	Sistemas en EEUU. ACV compara uso de energía, huella ecológica, GEI y emisiones eutrofización	Sistema de pastoreo: 19,2 kg CO ₂ eq/kg. CH ₄ Vaca: 2,32, toro: 2,68, vaquillona: 1,17 ton CO ₂ eq engorde: 14,8 kg CO ₂ eq/kg	(Pelletier <i>et al.</i> , 2010)
Sistema de cría y engorde	Sistema con cultivos y pastos nativos ACV	Intensidad GHG, kg CO ₂ eq (kg carne): peso vivo base: 13,04 (kg CO ₂ eq) peso carcasa base: 21,73 (kg CO ₂ eq) intensidad de producción en el sistema a 22 kg CO ₂ eq (kg carcasa)	(Beauchemin <i>et al.</i> , 2010)
Por kg de carne	Canadá. ACV (CH ₄ x 23 y N ₂ O x 298) cría y engorde de terneros	22 por kg carcasa rango 17-37	(Beauchemin <i>et al.</i> , 2010)
Por animal. kg de CO ₂ eq/animal	Argentina. Estimación con IPCC (21 y 310), nivel 1.	Promedio de 1538 kg de CO ₂ eq/animal	(Gobierno Argentino ,2007)
por animal kg CO ₂ eq	ACV. Sistemas de cría y engorde en Japón	Producción de carne entera: 10500 por animal	(Ogino <i>et al.</i> , 2007)
kg CO ₂ eq/ por kg res	Por kg de carne de toda la producción, incluida la cría y el engorde	36,4	(Ogino <i>et al.</i> , 2007)
Liveweso vivo por año (kg CO ₂ kg LW yr)	ACV. A nivel explotación. Irlanda. Producción de carne vacuna	suckler-beef system: 11,26 kg CO ₂ LW yr	(Casey y Holden, 2006b)
kg CO ₂ eq por kg de peso vivo (LW) y por ha (kg CO ₂ eq/ha/año)	ACV. Por unidad de producto y área. Sistema convencional, extensivo y orgánico. promedios	Convencional: 13 kg CO ₂ eq/LW/año. 5346 kg CO ₂ eq/ha/año Extensivo: 12,2 kg CO ₂ eq/LW/año. 4372 kg CO ₂ eq/ha/año Orgánico: 11,1 kg CO ₂ eq/LW/año. 2302 kg CO ₂ eq/ha/año	(Casey y Holden, 2006a)
A nivel animal. g/día	Louisiana. Manejo con pastoreo continuo en forrajés. Sistema de cría. medición con la técnica de SF6	CH ₄ 89 y 180 g/día vaquillonas hembras en crecimiento 165 y 294 g/día vacas maduras	(DeRamus <i>et al.</i> , 2003)
CO ₂ eq, kg producto (Producto es kg de ganancia de peso vivo)	USA. Niveles promedios de sistemas de 9 localidades	ternero: 20,6. novillo: 14,4; ternero de engorde: 15,5	(Phetteplace <i>et al.</i> , 2001)
CO ₂ eq, kg por cabeza	USA. Niveles promedios de sistemas de 9 localidades	ternero: 2788. novillor: 3874; Cow-calf through feedlot: 2944	(Phetteplace <i>et al.</i> , 2001)
En terneros gramo/día por animal. Terneros de 8-10 meses. 150-190 kg	Medición con sistema usado para las ovejas (polytunnel). A nivel animal. Potreros con raigrás perenne.	Terneros: metano 74,5 g día/animal o 8,2 g hora	(Lockyer, 1997)

Para Becoña *et al.* (2014) las explotaciones más intensificadas, con alta carga ganadera y productividad, no reducen las emisiones por kg de ganancia de peso vivo y se incrementan las emisiones por ha. Por su parte, Ogino *et al.* (2016), concluyen que los sistemas intensivos emiten un 25% menos de emisiones que los sistemas extensivos. Aunque, estos mismos autores, asumen que tienen más impacto en el consumo de energía y acidificación comparados con los sistemas extensivos (Ogino *et al.*, 2016). Esto lo reafirman Modernel *et al.* (2013) los cuales sostienen que los sistemas más intensivos, si bien emiten menos emisiones por kg de carne producido, tienen altos impactos sobre otras categorías como el consumo de energía, erosión del suelo y balances de nutrientes, así como mayor riesgo de contaminación de pesticidas en comparación con los sistemas de pastoreo.

Es evidente que la reducción de las emisiones por los sistemas de rumiantes requiere un esfuerzo global, pero muchos de los enfoques promovidos para su reducción no son prácticos para países en desarrollo y en donde los forrajes de baja calidad son típicos (McAllister *et al.*, 1996). Place y Mitloehner (2012) afirman de la importancia de realizar los estudios a nivel regional, la importancia económica y cultural del ganado han de ser considerados en conjunto con su impacto ambiental para evitar efectos no deseados de las estrategias de mitigación ambiental.

Berndt y Tomkins (2013) reconocen la importancia de un mayor conocimiento práctico de los procesos biológicos asociados con la producción de gases en los sistemas de pastoreo extensivo y que ello ayudaría a una gestión más adaptativa y la mitigación de los mismos. Por ejemplo, un factor clave en la explicación de las variaciones de las emisiones es la estructura del ganado, la vaca de cría en este sistema es fundamental para su mantenimiento, por lo que el rendimiento reproductivo es un parámetro clave a tener en cuenta en estos sistemas.

Las explotaciones en los sistemas extensivos bovinos poseen características particulares que dependen de la gran variedad de factores que se desarrollan en ellos. Así, los productores aplican diversas estrategias de manejo-gestión en sus explotaciones en función de los recursos disponibles, sus conocimientos y aspiraciones productivas/empresariales. Se necesitan esfuerzos importantes para reducir las emisiones. Para ello es importante evaluar primero los efectos de los cambios en los sistemas de producción de carne en los impactos ambientales antes de considerar las diversas opciones de mitigación de las emisiones y otros impactos.

Se requiere de fundamentos fehacientes basados en resultados científicos que determinen las interacciones entre el manejo de la ganadería, las variables ambientales y los GEI que permita observar y analizar las posibilidades de gestionar el territorio de manera sostenible. Así, resulta fundamental conocer las distintas tecnologías que aplica el productor, los factores que intervienen en la toma de decisiones y su relación con las emisiones de GEI. Ello permitirá analizar las distintas alternativas de adaptación disponibles y las posibilidades operativas de adaptarse frente a los diferentes escenarios que se presenten.

Place y Mitloehner (2012) plantean la necesidad de realizar un análisis integral del sistema de producción con sus estrategias de mitigación y obtener así productos alimenticios de alta calidad, seguros y respetuosos con el medio ambiente. Por otra parte, Berndt y Tomkins (2013) afirman que, comparando con otros sectores, el sector agropecuario es uno de los que más posibilidades tiene de mitigar las emisiones y con un particular interés en la mejora en la explotación.

Como afirman Miller *et al.* (2013) las estrategias, ya sean nacionales o estatales, para la reducción eficaz de los GEI, pueden ser difíciles de desarrollar sin una estimación apropiada de las emisiones de metano procedentes de cada uno de los sectores.

Como se ha apuntado en el capítulo introductorio, la producción ganadera bovina extensiva en San Luis es una de las prácticas que más se distribuye en toda la provincia, constituyendo un importante medio de vida para una vasta parte de la población (Riedel y Frasinelli, 2013). La alimentación del ganado depende del planteamiento productivo programado y de la ubicación geográfica dentro de la provincia. Puede estar basada en pastos naturales, praderas implantadas y/o alimentos provenientes de productos agrícolas. Así, para los sistemas ganaderos bovinos, se aplican distintas alternativas de producción dependiendo de la región dentro de la provincia (características ambientales), complejidad de manejo, dedicación y capacidad empresarial. Así, Frasinelli *et al.* (2004b) describen distintas alternativas del sistema cría y Frasinelli *et al.* (2003) describen los sistemas de cría, recría y engorde o terminación.

El área situada al oeste tiene una productividad secundaria de 7,7 kg/carne/ha/año proveniente de la cría como actividad preponderante y en pastizales naturales y con superficies muy reducidas de pasto llorón (Veneciano, 1998).

Dada la alta relevancia de la producción ganadera bovina en la provincia de San Luis, ya que constituye un valioso aporte económico (Riedel y Frasinelli, 2013), es necesario conocer la intensidad de las emisiones de la ganadería en estos sistemas y poder discutir y buscar las distintas alternativas de disminución de los impactos negativos ambientalmente a los sistemas productivos de la región.

Comprender cómo la aplicación de tecnologías en el uso de tierras de pastoreo y el ambiente pueden afectar los recursos naturales de la región de la provincia, es importante para el futuro de los productores y de otros agentes implicados que dependen de estos recursos.

Ahora bien, los productores agropecuarios del sur de San Luis, ¿qué estrategias aplican para el manejo de su ganado bovino? Lo que realizan en sus establecimientos, ¿son acorde al sistema que disponen, a la zona, a su capacidad empresarial? ¿Qué relación hay entre manejo-gestión y las emisiones que emite su ganado? ¿Qué ocurriría con las emisiones si se intensificara el manejo? A todas estas cuestiones pretendemos dar respuesta en este trabajo.

Una buena herramienta estadística para analizar estas relaciones entre emisiones y gestión son los Modelos Lineales Generalizados (MLG). Los MLG se difundieron a partir de 1989 con la publicación de McCullagh y Nelder (1989). Las ideas de

funciones de estimación y probabilidad han hecho que sea fácil desarrollar métodos de estimación simples y robustos para una amplia gama de situaciones, incluyendo datos correlacionados y preservando al mismo tiempo la original idea de simplicidad (Jørgensen, 2013). La interrelación entre las variables respuesta y variables explicativas no necesariamente tienen que ser lineal simple (Dobson, 2002).

Los MLG son casos específicos de modelos de regresión que tienen como objeto principal el estudio de la relación entre variables, es decir el análisis del efecto que una o varias variables explicativas o independientes causan en la variable de interés, en este caso la variable dependiente o de respuesta. Tienen como ventaja el hecho de ser una generalización de modelos lineales incluyendo la flexibilidad de la función de regresión, es decir, la relación entre la variable de respuesta y la combinación lineal de las variables explicativas. Esta relación se hace a través de la función de enlace.

El objetivo general de este capítulo es identificar los efectos que tienen los distintos componentes del manejo ganadero o de la gestión de la explotación sobre las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los sistemas extensivos ganaderos bovinos del sur de San Luis, Argentina.

5.2. MATERIALES Y MÉTODOS

5.2.1. Variables utilizadas

Para este capítulo se tuvo en cuenta la información obtenida mediante las 30 encuestas realizadas a los productores y detallada en el capítulo 3. También se utiliza la información y resultados de las estimaciones de emisiones de las 30 explotaciones y detalladas en el capítulo 4.

Se realizó un análisis de correlación utilizando el test no paramétrico de Spearman entre las variables para observar la posible colinealidad. Solamente se utilizaron las variables no correlacionadas ($r < 0.40$, $P > 0.05$).

Las variables explicativas (nominales, ordinales o continuas) seleccionadas se detallan en la Tabla 5.2. Para facilitar los análisis, las variables se codificaron en dos niveles, agrupando en cada uno de ellos el número de explotaciones que aparece reflejado en la citada tabla. Cabe aclarar que para la variable ordinal "manejo ganadero" (0: pobre= nulo a tres tipos de controles; 1: bueno= cuatro a seis tipos de controles), donde los tipos de controles de manejo del ganado fueron condición corporal, edad del animal por control de dentición, ecografía (o palpación rectal), control parasitario, vacunas reproductivas y control o revisión de toros. Es

importante destacar que las variables continuas y ordinales, para su codificación, se tuvo en cuenta los valores de la mediana (< mediana = 0; > mediana = 1).

Tabla 5.2 Listado y codificación de variables explicativas según tipo de variable.

Variables	Tipo de variable	mediana	n	Codificación
Uso de la tierra				
Superficie usada para mejorar la pastura o cultivos forrajeros (% total superficie)	continua	4	24 3	0 muy bajo 1 bajo/moderado
Compra de alimento	nominal		14 13	0 no 1 si
Bovino de carne				
Peso vivo promedio del ganado (kg)	continua	292	14 13	0 bajo 1 moderado
Vacas por total animales (%)	continua	55	14 13	0 bajo 1 moderado
Peso promedio de terneros vendidos (kg)	continua	204	14 13	0 bajo 1 moderado
Tasa de mortalidad (%)	continua	2,6	14 13	0 bajo 1 moderado
Carga animal (EV/ha)	continua	0,10	14 13	0 bajo 1 moderado
Infraestructura de pastoreo				
Reservorio de agua por superficie total por ha por 10 ⁻³	ordinal	16,7*10 ⁻⁴	14 13	0 bajo 1 moderado
Potreros por total superficie/ha por 10 ⁻³	ordinal	16*10 ⁻⁴	14 13	0 bajo 1 moderado
Manejo técnico de la explotación				
Manejo ganadero	ordinal		15 12	0 pobre 1 bueno
Manejo reproductivo del ganado	nominal		12 15	0 continuo 1 estacionado
Asistencia técnica	nominal		15 12	0 no 1 si
Sistema de pastoreo	nominal		7 20	0 continuo 1 rotativo
Tipo de Sistema de producción	nominal		18 9	0 cría 1 cría + recria
Eficiencia reproductiva				
Tasa de destete (%)	continua	66,5	14 13	0 baja 1 moderada
Productividad del sistema				
Producción del Sistema: kg vendido por ha	continua	9,2	14 13	0 baja 1 moderada
Producción por animal: kg vendido/ EV	continua	100	14 13	0 baja 1 moderada

En cuanto a las variables dependientes se utilizaron dos de las tres variables que mostraron mayor relevancia por los resultados obtenidos en el Capítulo 4: las Emisiones/ha (kg CO₂ eq por ha) y las Emisiones por kg vendido del sistema (kg CO₂ eq por kg de peso vivo vendido).

5.2.2. Análisis estadísticos

Para analizar los efectos individuales de cada una de las variables de manejo de las explotaciones sobre la emisión de gases se utilizó el test estadístico no paramétrico de Mann-Whitney. Con él se compararon las emisiones de gases expresadas tanto en kg CO₂ eq por hectárea, como en kg CO₂ eq por total kg vendidos en los dos grupos de explotaciones, incluidas en cada uno de los dos niveles de codificación de las variables explicativas.

Los efectos combinados de las variables de manejo de las explotaciones y las características y la intensidad de las emisiones fueron estudiadas a través de modelos lineales generalizados (MLG).

A continuación se señalan algunas particularidades metodológicas de los MLG realizados:

- *Ajuste a una distribución*: MLG tienen la ventaja y la flexibilidad para poder construir y ajustar un modelo que mejor se ajusta a los datos de que se dispone. Como el componente estocástico de MLG asume una distribución de la familia exponencial, es necesario escoger una distribución de esa familia que mejor se ajuste a los datos. Para este estudio se aplicó la distribución Tweedie, pertenece a la familia exponencial y es un caso especial dentro de los modelos de dispersión exponencial. Si bien esta distribución fue descubierta por Maurice Charles Kenneth Tweedie (1919-1996) estudiados en 1947, Jørgensen y Souza (1994) fueron los que retomaron y aplicaron estos modelos de dispersión. Tweedie permite su uso como una forma de distribución entre Poisson y Gamma. Es adecuada para las variables que puedan representarse mediante mezclas de Poisson y Gamma. Es decir, mezcla o combina las propiedades de distribuciones continuas (toma valores reales no negativos) y discretas (masa de probabilidad positiva en un único valor, 0) (IBM, 2011).

- *Función de enlace*: Es una transformación de la variable dependiente que permite la estimación del modelo. Se destaca del MLG, el protagonismo de ese tercer elemento que relaciona los componentes aleatorio y sistemático, es decir, el valor esperado y el valor predicho por el modelo: se refiere a la función de enlace. En este estudio se aplicó la función de enlace logaritmo.

- *Contraste Omnibus*: El contraste ómnibus es una prueba de chi cuadrado de la razón de verosimilitud del modelo actual frente al modelo nulo, en este caso, de

interceptación. Si es significativo, el modelo actual funciona mejor que el modelo nulo. Compara el modelo ajustado con el modelo de sólo interceptación.

- *Estimaciones de parámetros*: Incluyen los coeficientes de regresión de cada una de las variables, con errores estándar robustos, p-valor y 95% de intervalo de confianza para los coeficientes.

- *Tasa de incidencia*: Razones de tasa de incidencia (TI), es un cociente de razones y se define como la razón de tasa de incidencia y significa que, por ejemplo, si se tiene una TI de 0,5, la variable dependiente cambia 0,5 veces cuando la variable independiente cambia una vez (Agresti, 2002).

- *La Desvianza*: La desvianza tiene significado cuando se compara con otro modelo, pero el valor es la diferencia entre la máxima verosimilitud obtenible y la máxima verosimilitud retenida en el modelo. El Chi cuadrado de Pearson es la clásica medida de asociación lineal conocida. Ambas medidas de asociación tienen una razón entre su valor y sus grados de libertad. Este valor debería aproximarse a 1 para un adecuado ajuste. El MLG más apropiado para unos datos es aquel que nos ofrece una menor desvianza.

- *Criterios de selección del modelo (AIC)*: Para seleccionar el modelo que se ajuste mejor a la realidad se observaron los resultados de Criterio de Información de Akaike (AIC). El AIC es otra medida que indica el ajuste del modelo, la idea es la de imponer una penalización por añadir regresores (variables predictoras) al modelo. Al comparar dos o más modelos, se preferirá el que tenga el menor AIC. El AIC enfatiza la bondad del modelo, un modelo que se ajusta mejor a los datos, es decir proporciona la aproximación más cercana a la realidad o al verdadero modelo. El AIC trata de seleccionar el modelo correcto y puede demostrarse que es un criterio consistente de manera que la probabilidad de seleccionar el modelo correcto tiende a 1 cuando aumente el tamaño muestral (Caballero Díaz, 2011). Cuanto más pequeño es el AIC mejor es el ajuste. Es muy útil para comparar modelos similares con distintos grados de complejidad o modelos iguales (mismas variables) pero con funciones de vínculo distintas.

Se realizaron varios análisis utilizando todas las combinaciones posibles de variables no correlacionadas y se eliminaron las variables explicativas no significativas (variables que no alcanzaron el nivel de significación, $p < 0,05$ según el test de Chi-cuadrado de Wald) hasta que en los modelos finales solo se lograron variables explicativas significativas. Sólo los modelos significativos basados en Contraste Omnibus se incluyeron en el análisis.

Los modelos resultantes se definen como:

$$\ln(EI) = \alpha + \beta_1 \text{ var}_1 + \beta_2 \text{ var}_2 + \dots + \beta_i \text{ var}_i$$

Donde EI= intensidad de emisión, el primer término " α " contiene la interceptación de la regresión y los otros términos contienen variables utilizadas en el modelo. Los coeficientes β muestran los diferentes pesos de las variables estudiadas. Por lo tanto, si el valor de β es mayor a 0, del EI aumenta con el aumento de valor de la

variable y viceversa. Cuando la variable es categórica (como es nuestro caso, con valores 0-1), el modelo toma el valor de referencia ($\beta = 1$) cuando la variable toma el valor "1" e indica el coeficiente β cuando la variable tiene valor "0".

Luego, $EI = e^{\alpha + \beta_1 \text{ var1} + \beta_2 \text{ var2} + \dots + \beta_i \text{ var}_i}$ y $EI = e^{\alpha} \cdot e^{\beta_1 \text{ var1}} \cdot e^{\beta_2 \text{ var2}} \cdot \dots \cdot e^{\beta_i \text{ var}_i}$

La significación estadística de los coeficientes para las variables individuales en los modelos se probó mediante test de Chi-cuadrado de Wald.

Los efectos principales e interacciones fueron testeados al ejecutar el modelo. No se observaron interacciones. Las medias marginales estimadas se calcularon para expresar los efectos principales en cada modelo.

El ajuste del modelo fue utilizando el Criterio de Información de Akaike para las muestras finitas (AICc) para toda la combinación posible de variables no correlacionadas de modelos y la square deviance (D2). AICc se comparó entre los modelos y los modelos con menor AICc fueron seleccionados como mejores modelos dentro de un conjunto de modelos construidos con el mismo conjunto de variables (Burnham y Anderson, 2002).

Las contribuciones relativas de las variables explicativas significativas al modelo se midieron la proporción de la desviación explicada:

Para obtener la proporción de desviación explicada se aplicó la siguiente ecuación:

$$D^2 = \frac{Do - D_{\text{modelo}}}{Do}$$

Donde:

D^2 : proporción de la desviación explicada

Do : Modelo nulo (valor de la desviación del modelo nulo, con sólo el intercepto)

D_{modelo} : modelo de interés (Tsegaye *et al.*, 2010).

La contribución relativa de cada variable explicativa se midió a través del cambio D^2 cuando la variable fue suprimida del modelo, sobre el total de desviación explicada. Hemos expresado este valor como D^2 cambio en la supresión (%DCD) de manera similar a Manning *et al.* (2004).

No fue necesario estandarizar las variables explicativas, ya que todos los valores de las variables ya eran 0 ó 1.

Además, los efectos independientes de cada variable de gestión sobre la intensidad de las emisiones de los GEI se evaluaron mediante el test no paramétrico de correlación Spearman.

Todo el procedimiento de los análisis se realizó mediante el software IBM SPSS Advanced Statistics software versión 22 (IBM, 2011).

5.3. RESULTADOS

5.3.1. Emisiones de GEI según manejo/gestión ganadero en los sistemas extensivos

Para la aplicación de los modelos realizados se han analizado y probado las distintas posibilidades de conformación de los modelos y en este capítulo se muestran los modelos que mejor se ajustaron y que mejor explicaron las relaciones de las emisiones con el uso de distintas tecnologías o gestiones agropecuarias en los sistemas extensivos que aplicaron los productores en el área de estudio.

Al observar las distintas variables de manejo teniendo en cuenta la intensidad de las emisiones, sus resultados son variables dependiendo de cómo sean expresadas las emisiones. Así, seis variables afectaron significativamente la intensidad de las emisiones si son expresadas por kg de peso vivo vendido (Tabla 5.3). Las emisiones fueron significativamente menores bajo controles de manejo ganadero “bueno” vs “pobre”, sistema de pastoreo “rotativo” vs “continuo”, “asistencia técnica” vs “sin asistencia técnica”, sistema de “cría + recria” vs “cría”. Teniendo en cuenta la productividad del sistema de producción, las explotaciones que tienen un nivel moderado en kg vendido por ha o por EV emiten menos emisiones que las que tienen un nivel bajo. Analizando la intensidad de las emisiones expresadas por unidad de superficie, la significancia de las variables fueron diferentes a las expresadas por kg vendido a excepción del sistema de producción por superficie que afectaron a ambas intensidades, aunque si es expresada por kg de peso vivo vendido es el nivel moderado el que emite menos emisiones, mientras que al ser expresadas por superficie es el nivel bajo es quien emite menos. Así, muestran valores significativos y con menos intensidad las explotaciones que no tienen o tienen “muy baja superficie usada para mejorar la pastura” vs “bajo/moderado”; la “tasa de mortalidad baja” vs “moderada”, “carga animal bajo” vs “moderada”; “potreros por superficie bajo” vs “moderada”. El resto de las variables analizadas no resultaron ser significativas.

Tabla 5.3 Efectos individuales del manejo de las explotaciones y sus características en las emisiones de GEI.

Variables	Nivel/Tipo	n	Intensidad de emisiones de GEI			
			kg CO ₂ eq/kg peso vivo vendido		kg CO ₂ eq/ha	
			Media ± SD	Sig ^a	Media ± SD	Sig ^a
Uso de la tierra						
Superficie usada para mejorar la pastura o cultivos forrajeros (% total superficie)	muy bajo	24	21,3 ± 7,8	ns	221 ± 199	**
	bajo/moderado	3	18,3 ± 9,7		503 ± 184	
Compra de alimento	no	14	22,3 ± 9,2	ns	232 ± 263	ns
	si	13	19,5 ± 6,1		273 ± 153	
Bovino de carne						
Peso vivo promedio del ganado (kg)	bajo	14	21,9 ± 7,4	ns	257 ± 251	ns
	moderado	13	19,9 ± 8,5		246 ± 175	
Vacas por total animales (%)	bajo	14	19,8 ± 6,3	ns	237 ± 171	ns
	moderado	13	22,2 ± 9,4		268 ± 258	
Peso promedio de terneros vendidos (kg)	bajo	14	22,0 ± 6,9	ns	258 ± 258	ns
	moderado	13	19,8 ± 8,9		246 ± 164	
Tasa de mortalidad (%)	bajo	14	21,3 ± 8,7	ns	170 ± 75	*
	moderado	13	20,6 ± 7,1		341 ± 277	
Carga animal (EV/ha)	bajo	14	20,8 ± 9,7	ns	145 ± 73	***
	moderado	13	21,1 ± 5,7		367 ± 256	
Infraestructura de pastoreo						
Reservorio de agua por superficie total por ha*10 ⁻³	bajo	14	20,3 ± 8,2	ns	196 ± 114	ns
	moderado	13	21,7 ± 7,7		312 ± 268	
Potreros por total superficie/ha*10 ⁻³	bajo	14	20,1 ± 8,6	ns	157 ± 71	*
	moderado	13	21,9 ± 7,2		354 ± 268	
Manejo técnico de la explotación						
Manejo ganadero	pobre	15	24,2 ± 7,4	*	262 ± 245	ns
	bueno	12	16,9 ± 6,6		239 ± 177	
Manejo reproductivo del ganado	continuo	12	23,7 ± 9,5	ns	227 ± 269	ns
	estacionado	15	18,8 ± 5,6		272 ± 165	
Asistencia técnica	no	15	24,0 ± 7,4	*	254 ± 245	ns
	si	12	17,2 ± 6,9		249 ± 177	
Sistema de pastoreo	continuo	7	27,7 ± 7,7	**	323 ± 350	ns
	rotativo	20	18,6 ± 6,6		227 ± 146	
Tipo de Sistema de producción	cría	18	23,6 ± 7,3	*	243 ± 225	ns
	cría + recría	9	15,7 ± 6,3		269 ± 200	
Eficiencia reproductiva						
Tasa de destete (%)	baja	14	23,7 ± 7,5	(*)	262 ± 252	ns
	moderada	13	18,0 ± 7,3		241 ± 173	
Productividad del sistema						
Producción del Sistema: kg vendido por ha	baja	14	24,3 ± 7,8	*	148 ± 67	***
	moderada	13	17,4 ± 6,4		364 ± 261	
Producción por animal: kg vendido/ EV	baja	14	26,0 ± 6,3	***	262 ± 253	ns
	moderada	13	15,5 ± 5,4		241 ± 172	

^a Sig= Significación según test Mann-Whitney. ns = no significativo, (*) = P < 0,10, * = P < 0,05, ** = P < 0,01, *** = P < 0,001.

SD=desviación estándar

5.3.2. Los efectos de la manejo/gestión de los sistemas extensivos bovinos y su incidencia en las emisiones de GEI

Se tuvieron en cuenta dos variables dependientes, emisiones por kg vendido y emisiones por hectárea para la conformación de modelos lineales generalizados. En total, se elaboraron once modelos con la primera variable citada y ocho modelos con la segunda, todos ellos con valores significativos de intercepto y variables exploratorias ($P < 0,05$) (Tabla 5.4). En la Tabla 5.5 se muestran las ecuaciones conformadas de acuerdo a los modelos obtenidos y en las que están involucradas el intercepto y las variables significativas. El conjunto de variables significativas fueron muy diferentes dependiendo de los modelos si hacen referencia a emisiones por kg de peso vivo vendido respecto a emisiones por ha.

En el mejor modelo de emisiones por kg peso vivo vendido (AICC y D^2) la productividad de los animales y de la tierra fueron variables explicativas significativas (Tabla 5.4). Los coeficientes de regresión parcial indicaron que la productividad animal tuvo más peso para influir en la intensidad de emisión que la productividad de la tierra. El cambio de la productividad animal “baja” a “moderada” redujo la intensidad de la emisión en un 37% (kg de CO_2 eq/ kg peso vivo vendido). Y el cambio de la productividad “baja” a “moderada” de la tierra disminuyó la intensidad de emisión en un 20%. El cálculo de la desviación al cuadrado (D^2) indicó que este modelo explicó el 51,2% de la variación en la variable de respuesta. Otros modelos, que tuvieron peor desempeño (AICC y D^2) influyeron las siguientes variables explicativas: control del manejo del ganado (sistemas con buenos controles de manejo emitieron un 30% menos que aquellos que no lo hicieron), tipo de sistema de producción (cría + recría emiten un 32% menos de emisiones que el sistema de cría), sistema de pastoreo (el sistema rotativo emitió un 28% menos que el sistema continuo), asistencia técnica (sistemas con asesoramiento técnico emitió un 24% menos que los que no lo tienen) (Tabla 5.4 y Tabla 5.6).

Respecto a los modelos relacionadas con los kg CO_2 eq por ha, observando AICC y D^2 , están influenciadas por las variables producción de la tierra (kg vendido por ha) y por potreros por hectárea. Así, los sistemas de producción “bajo” (kg vendido/ha) emiten un 54% menos de emisiones que los sistemas de producción “moderada”; los sistemas que tienen “bajo potreros/ha” emiten un 49% menos emisiones de los sistemas que tienen un nivel “moderado potreros/ha”. Por otra parte, en el modelo 2, además de estar involucrada la variable producción del sistema, tiene influencia en el modelo la tasa de mortalidad. Así, las explotaciones que tienen un nivel “bajo de producción del sistema” emiten un 53% menos de emisiones que los sistemas que tienen un nivel “moderado de producción”; el que tiene una “tasa de mortalidad baja” emiten un 36% menos de emisiones que los sistemas que tienen “tasa de mortalidad moderado” (Tabla 5.4 y Tabla 5.6).

Otros modelos, que tenían AICC y D^2 más bajos, incluían las siguientes variables: tasa de mortalidad (sistemas que tenían una menor tasa de mortalidad emitían un

36% menos que aquellos que tenían una tasa de mortalidad más alta), carga animal (sistemas con carga animal baja emiten un 60% menos de emisiones que los que tienen alta carga animal), y el uso de la tierra (sistemas de menor superficie utilizada para pastos mejorados o cultivos anuales emiten un 50% menos que con mayor superficie para este propósito).

Tabla 5.4 Modelos lineales generalizados para la respuesta de la intensidad de emisión (kg CO₂ eq por kg vendidos y como kg CO₂ eq por ha) de las explotaciones ganadera bovinas según sus características y el manejo.

Intensidad de emisión	Modelo	Manejo animal (MA)	Asistencia técnica (AT)	Sistema pastoreo (SP)	Sistema de producción (TS)	Producción animal (PA) kg vend/EV	Producción de la tierra (PS) kg vend/ha	Uso del suelo (US)	Tasa mortalidad (TM)	Carga (C)	Potrerros/ha (P/ha)	Sig	AICc	D ² (%)
kg CO ₂ eq por total kg peso vivo vendido	1					+0,459***	+0,218*					***	176,67	51,23
	2					+0,515***						***	177,78	43,81
	3	0,360**					+0,332**					**	182,43	39,83
	4				+0,343**		+0,261**					**	184,88	34,22
	5			+0,330**			+0,264*					**	185,23	33,39
	6		+0,282*				+0,287**					**	186,07	31,34
	7				+0,409**							**	186,29	23,45
	8			+0,396**								**	186,69	22,34
	9	+0,362**										*	187,00	21,44
	10						+0,334**					*	187,94	18,74
	11			+0,331*								*	188,20	17,97
kg CO ₂ eq por ha	1						-0,784***				-0,675***	***	334,64	57,39
	2						-0,748***					***	341,82	45,25
	3									0,929*		***	342,02	39,32
	4						-0,903***					***	342,98	37,29
	5										-0,811***	**	346,01	30,45
	6							-0,699**	-0,620*			**	346,83	34,93
	7								-0,698**			*	349,08	22,81
	8								-0,823**			*	351,08	17,45

Se proporcionan los coeficientes de regresión parcial β con su significación estadística del modelo (Sig) basada en el Test Prueba de Omnibus, los criterios de información de Akaike corregidos para las muestras finitas (AICc) y la desviación al cuadrado (D²). Los efectos de interacción entre las variables explicativas no fueron significativas por las que han sido excluidos. El nivel "1" de cada variable categórica se utiliza como referencia y sirve de contraste ($\beta = 0$) para el otro nivel ("0"). Por lo tanto los coeficientes β presentados aquí son para el nivel "0" para cada variable. Sólo se muestran las variables estadísticamente significativas (basadas en la prueba de Chi-cuadrado de Wald). Las celdas vacías indican variables no incluidas en un modelo dado. * = P<0,05, ** = P<0,01, *** = P<0,001. D² calculado como: D²= (Do-Dmodelo), y Dmodelo es la desviación del modelo analizado.

Tabla 5.5 Ecuaciones conformadas a través de los modelos obtenidos por intensidad de emisiones expresadas por kg CO₂ eq por kg peso vivo vendido y por kg CO₂ eq por ha.

Intensidad de emisión	Modelo	Ecuaciones conformadas
kg CO ₂ eq por total kg peso vivo vendido	1	Emisión por kg peso vivo vendido = 14,202 * 1,58PA0 * 1,24 PS0
	2	Emisión por kg peso vivo vendido = 15,533 * 1,67PA0
	3	Emisión por kg peso vivo vendido = 14,024 * 1,43MA0 * 1,39PS0
	4	Emisión por kg peso vivo vendido = 14,198 * 1,118 TS0 * 1,298PS0
	5	Emisión por kg peso vivo vendido = 16,380 * 1,39 SP0 * 1,302 PS0
	6	Emisión por kg peso vivo vendido = 15,093 * 1,332 PS0 * 1,325 AT0
	7	Emisión por kg peso vivo vendido = 15,679 * 1,505TS0
	8	Emisión por kg peso vivo vendido = 18,619 * 1,485SP0
	9	Emisión por kg peso vivo vendido = 16,870 * 1,436 MA0
	10	Emisión por kg peso vivo vendido = 17,385 * 1,397 PS0
	11	Emisión por kg peso vivo vendido = 17,210 * 1,068 AT0
kg CO ₂ eq por ha	1	Emisiones por ha = 462,110 * 0,509P/ha0 * 0,457PS0
	2	Emisiones por ha = 415,329 * 0,642TM0 * 0,474PS0
	3	Emisiones por ha = 367,052 * 395CA0
	4	Emisiones por ha = 364,196 * 0,405PS0
	5	Emisiones por ha = 353,879 * 0,444P/ha0
	6	Emisiones por ha = 592,203 * 0, 538TM0 * 0,497US0
	7	Emisiones por ha = 340,628 * 0,498TM0
	8	Emisiones por ha = 502,530 *0,439US0

PA0: Producción animal baja (kg vendido/EV); PS0: Producción del sistema baja (kg vendido/ha); MA0: Manejo Animal pobre; TS0: Tipo de sistema cría; SP0: sistema de pastoreo continuo; AT0: sin Asistencia técnica; CA0: Carga animal baja; P/ha0: potreros ha bajo; TM0: tasa de mortalidad bajo; US0: Uso del suelo bajo

Tabla 5.6 Medias marginales de los modelos de emision de GEI expresados en kg CO₂ eq por kg de peso vivo vendido y por hectárea.

		kg CO ₂ eq por kg peso vivo vendido										kg CO ₂ eq por ha								
		Modelos ¹										Modelos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	1	2	3	4	5	6	7	8
Producción Animal (kg/EV)	Bajo	25 ^b	26 ^b																	
	Moderado	16 ^a	16 ^a																	
Producción Sistema (kg/ha)	Bajo	22 ^b		23 ^b	22 ^b	25 ^b	23 ^b				24 ^b		151 ^a	158 ^a		148 ^a				
	Moderado	18 ^a		17 ^a	17 ^a	19 ^a	17 ^a				17 ^a		330 ^b	333 ^b		364 ^b				
Manejo Animal	Bajo			24 ^b				24 ^b		24 ^b										
	Moderado			17 ^a				16 ^a		17 ^a										
Tipo Sistema de Producción	Cría				23 ^b															
	Cría+Recría				16 ^a															
Sistema de Pastoreo	Continuo					26 ^b			28 ^b											
	Rotativo					19 ^a			19 ^a											
Asistencia Técnica	Nulo/bajo						23 ^b				24 ^b									
	Moderado						17 ^a				17 ^a									
Potrerros/ha	Bajo												159 ^a			157 ^a				
	Moderado												312 ^b			354 ^b				
Tasa de mortalidad	Bajo													184 ^a			225 ^a	170 ^a		
	Moderado													286 ^b			418 ^b	341 ^b		
Carga Animal	Bajo														145 ^a					
	Moderado														367 ^b					
Uso del suelo	Bajo																216 ^a		221 ^a	
	Moderado																434 ^b		503 ^b	

1 Diferentes letras en la misma columna indican diferencias significativas entre los grupos de sistema de producción (P < 0.05). Las diferencias fueron testeadas mediante el test de Chi cuadrado de Wald.

5.4. DISCUSIÓN

Mientras existen muchas propuestas para mejorar la producción (Frasinelli, 2014; Frasinelli *et al.*, 2014a; Frasinelli *et al.*, 2014b; Frasinelli *et al.*, 2014c; Frasinelli *et al.*, 2014d; Frasinelli y Veneciano, 2014) y a la vez disminuir las emisiones aplicando distintas tecnologías (Nieto *et al.*, 2014b; Vázquez Amábile *et al.*; 2014; Gobierno Argentino, 2015; Gutman, *et al.*, 2015), otros autores como Pordomingo (2015) sostiene que la aplicación de las tecnologías no han cambiado en los últimos años o Canosa *et al.* (2013) sostienen que la eficiencia reproductiva del rodeo nacional está muy distante a los valores posibles a alcanzar o la adopción de tecnología produciría un importante impacto positivo, aunque muy complejo de implementar (Blanco, 2014).

Las explotaciones bajo nuestro estudio, podrían disminuir las emisiones mediante la adopción de prácticas como mejorar la calidad de alimento (Beauchemin *et al.*, 2011; Hristov *et al.*, 2013; Alemu *et al.*, 2017), genética animal (ejemplo, Pickering *et al.* 2015), o aumentando la proporción de recría vs cría en los sistemas. Algunas de estas prácticas de adopción fueron sugeridas y comparadas en éste estudio. Una de las propuestas fue la siembra de pastura megatérmica. Sin embargo, los pastos introducidos pueden aumentar el impacto en los pastizales nativos, la biodiversidad potencial y el hábitat de la vida Silvestre y las pérdidas del paisaje (Modernel *et al.*, 2013; Picasso *et al.*, 2014). Por ello, esa recomendación fue sugerida en áreas completamente degradadas y difíciles de ser recuperadas con pastura nativa. La mitigación al cambio climático no debería estar asociada a la reducción directa de la biodiversidad (Picasso *et al.*, 2014). En varias regiones del mundo, la intensificación de los pastos se ha utilizado para aumentar la productividad, los ingresos y mitigar los GEI, pero ha aumentado la degradación de los pastizales (Herrero *et al.*, 2013).

Los sistemas presentados en este trabajo son similares a los analizados por Ogino *et al.* (2016), se trata de sistemas extensivos y con bajos insumos de materiales y poca mano de obra. Además, aplican y/o utilizan características similares a las expresadas por Frasinelli *et al.* (2004a,b) y Frasinelli *et al.* (2003) relacionadas con la complejidad de manejo, la capacidad empresarial y los distintos tipos de sistemas. La mayoría de las explotaciones analizadas aplican cría y una pequeña proporción son sistemas de sólo recría.

Con los resultados obtenidos en este estudio, es evidente que las emisiones tienen una importante relación con el tipo de sistema de producción y las herramientas tecnológicas que utilizan los productores en sus explotaciones.

Para la conformación de los modelos lineales generalizados para explotaciones en sistemas extensivos bovinos del sur de San Luis se han utilizado como variables independientes las relacionadas con el manejo del ganado, usos tecnológicos y

resultados de producción. Para las variables dependientes sobre las emisiones de los GEI, se utilizaron variables sobre emisiones emitidas de las explotaciones y observadas de dos perspectivas (por hectárea y por kg de peso vivo vendido). Los resultados son variados según la perspectiva con que se las analicen y dependiendo de los factores que hayan arrojado valores significativos en cada modelo.

Como se planteó en la hipótesis de este trabajo, a igual condición agroecológica, la aplicación de distintas estrategias de gestión-manejo en los sistemas de producción, hizo que las emisiones que produjeron las explotaciones fueron diferentes. Estos resultados de emisiones de GEI variaron en función de las características que presentó cada establecimiento agropecuario, los resultados de producción y las distintas tecnologías y herramientas de manejo que aplicaron cada uno de ellos. Gerber *et al.* (2013b) sostienen que, en diferentes condiciones agroecológicas, las prácticas de explotación y formas de gestión de las cadenas de suministro hace que haya diferencias en las emisiones.

Se conformaron un total de 11 y 8 modelos lineales generalizados para las emisiones por kg de peso vivo vendido y por hectárea respectivamente. En los que participaron con valores significativos 10 factores (manejo animal, asistencia técnica, sistema de pastoreo, tipo de sistema de producción, producción animal, kg vendido/EV, kg/ha, uso del suelo, carga animal, tasa de mortalidad y potreros/ha). Algunos factores fueron incluidos en varios modelos como es el caso de producción del sistema (kg de peso vivo vendido/ha). La variación explicada en la variable respuesta fue diferente en los distintos modelos obtenidos, el que mejor modelo explicativo es el modelo 1 de emisiones por ha con el 57,39%, seguido del modelo 1 de emisiones por kg de peso vivo vendido con el 51,23%.

Dentro del sistema ganadero de cría bovina, en este trabajo, para las estimaciones de emisiones de GEI se han utilizado todas las categorías de animales que poseen los establecimientos agropecuarios, a diferencia de otros autores que no consideran todas las categorías. Así, Ogino *et al.* (2007) reportan, en los sistemas de cría, las emisiones por terneros producidos y no consideran el acabado de las vacas para carne. Pellietier *et al.* (2010) incluyen las vacas de desechos y toros de descarte además de los terneros destetados. Ruviano *et al.* (2015) incluyen las vacas, terneros y novillos. Beauchemin *et al.* (2010) incluyen los toros de desecho además de las vacas de descarte y los terneros destetados. Dependiendo de las categorías que se consideran, pueden producirse más o menos emisiones, así, de Vries *et al.* (2015) consideran que la categoría vaca es la contribuyente dominante al impacto ambiental y se lo atribuyen a la baja tasa de reproducción. Por otra parte, depende, además de los factores nutricionales, de la edad y el tamaño del animal (Mieres *et al.*, 2003). Para Foley *et al.*, (2011) las categorías vacas y terneros, desde el punto de vista de las emisiones, son el componente menos eficiente en la cadena de producción de la carne; el bajo rendimiento (reproducción pobre) tiene un impacto importante sobre las emisiones.

Observando los valores medios marginales de los modelos obtenidos se puede destacar que, en el caso de ser analizados desde el punto de vista de kg CO₂ eq

por kg de peso vivo vendido, todas las variables en todos los modelos emiten menos emisiones cuando en la explotación se aplican una tecnología de nivel moderado, tienen sistema de cría + recría, sistema de pastoreo rotativo, mientras que, si los modelos son analizados desde el punto de vista de la superficie, es decir emisiones por kg CO₂ eq por ha, los que aplican un nivel bajo de tecnología son los que emiten menos emisiones, los que realizan sólo cría y aplican con sistema de pastoreo continuo. Así, estudios realizados en Argentina sobre distintos sistemas ganaderos (Von Bernard *et al.*, 2007), afirman que la emisión por peso vivo producido y por animal aumenta a medida que se utiliza un sistema de producción extensivo, pero se redujo la emisión estimada por hectárea ganadera y superficie utilizada. Por otro lado, diversos autores demuestran o plantean estrategias para reducir las emisiones, así como Becoña *et al.* (2014) demuestran que, en un sistema de cría, pasar de un sistema de baja producción (performance) a un pastoreo mejorado en cuanto a manejo del ganado puede reducir la carga y por lo tanto incrementar la disponibilidad del forraje sin incrementar el área de pastura, reduciendo así un 28% en la huella de carbono por kg o un 11% por ha y a la vez incrementando un 36% la tasa de destete. O Beauchemin *et al.* (2011) plantean estrategias en sistemas de cría para reducir individualmente la intensidad total de los gases de la explotación hasta en un 8% y con un máximo de 17% si se combinan estrategias.

Si bien en este análisis, es el sistema de producción de cría la que emite menos emisiones por superficie, Huerta *et al.* (2016) afirman que la etapa de cría es la principal contribuyente de la mayoría de los impactos ambientales analizados, aunque también asume, comparando con sistemas extensivos que estos sistemas tienen un mejor desempeño ambiental que los sistemas intensivos en la mayoría de las categorías estudiadas. Pellieter *et al.* (2010) plantea escenarios para analizar el ciclo de vida y sostiene que, la fase de cría es el mayor contribuyente a la utilización de recursos y las emisiones en la producción de carne de vacuno. Afirma que es el responsable del 63% de los impactos por kg de peso vivo de carne producida.

Como se demuestra en nuestro estudio, la gestión de la alimentación del ganado en sistemas extensivos influye en mayores o menores emisiones generadas. Neely *et al.* (2009) consideran la gestión de los pastizales como la segunda tecnología agrícola disponible más importante para la mitigación del cambio climático. Por otra parte, Gerber *et al.* (2013a) afirman que la mejora en la calidad del forraje, la sanidad animal y el manejo del ganado podría hacer que las emisiones se redujeran entre un 19% y un 30% con respecto a las emisiones de referencia.

En nuestro estudio, el sistema rotativo, tiene un importante porcentaje en la disminución de las emisiones expresadas por kg CO₂ eq por kg de peso vivo vendido (el pastoreo rotativo emite un 28% y 33% menos en los modelos 5 y 8 que el pastoreo continuo). Mazzetto *et al.* (2015) afirman que la mejora en la pastura y el manejo del ganado reduce las emisiones de GEI por kg de carne de 2% a un 57%. También Dick *et al.* (2015a) compara, dos sistemas de producción de carne y afirman que el sistema extensivo emite más emisiones por kg vivo que el sistema mejorado. Por otra parte, DeRamus *et al.* (2003) reportan que la mejor práctica de

manejo en sistemas de pastoreo podría reducir las emisiones de metano entérico en hasta un 22 % en comparación con el pastoreo continuo.

En los sistemas analizados, algunas explotaciones poseen, además de pastos nativos, pasturas implantadas o mejoradas, por lo que tienen la posibilidad de aplicar el sistema rotativo. Ruviaro *et al.* (2015) han realizado estudios de emisiones utilizando varios escenarios, y sus resultados demuestran que si se utiliza pasto natural mejorado el sistema produce menos emisiones. Sin embargo, de Figueiredo *et al.* (2016), al comparar tres sistemas de manejo de pastoreo en Brasil (comparando huella de carbono y balance de GEI), sostienen que, las emisiones totales fueron más elevadas en los sistemas de pastoreo gestionado, seguido de los sistemas integrados (cultivos-ganado-forestal o agro-silvo-pastorales) y por último los pastoreos en zonas degradadas. Por otra parte, estudios realizados por Mieres *et al.* (2003) comparando pasturas nativas y mejoradas, encontraron que el uso de pasturas nativas producía mayores cantidades de metano que una pastura mejorada.

Los pastos nativos, aunque en algunas regiones, debido a su intensificación por diversos procesos degradativos, entre otros, a la alta presión (expansión de la agricultura a zonas marginales, sobrepastoreo por sobrecarga animal, tala de bosques) podrían ser recuperadas con la adopción de distintas tecnologías (ejemplo: diseñar pautas de manejo de los pastos para detener su deterioro o para recuperar áreas ya degradadas o para optimizar su aprovechamiento. En el caso en que los pastos estén en estado de degradación extrema y sin posibilidades de reversión, podría ser necesario la aplicación de otras tecnologías, por ejemplo la implantación de gramíneas megatérmicas perennes (como se comentara anteriormente) y permitiría una mayor producción animal, menos emisiones y una menor presión sobre los pastos nativos. La aplicación de estas tecnologías y como lo sostienen Dick *et al.* (2015a) que para disminuir los impactos ambientales de la producción ganadera, las estrategias deberían centrarse en la mejora productiva, por ejemplo a través de la gestión de los pastos con ingredientes locales.

En los sistemas de pastoreo continuo (en nuestro estudio lo aplica el 23 de las explotaciones), el ganado por lo general, debe consumir forraje de baja calidad y con limitadas oportunidades de seleccionar, es decir forrajes escasos y de baja calidad, estas características hacen que, por lo general, las emisiones sean más elevadas (Ominski y Wittenberg, 2006).

Estudios realizados por Dumont *et al.* (2013) sostienen que el ganado en pastoreo si se gestiona adecuadamente, puede desempeñar un papel positivo para la conservación de la biodiversidad en los pastos europeos y de manera más general, para los servicios de los ecosistemas proporcionados por el sistema de cría de ganado a base de pastizales.

Las explotaciones con asistencia técnica tuvieron menos emisiones por unidad de producto, lo que refleja la importancia de tener asesoramiento técnico en la planificación y alimentación para el pastoreo, el cuidado de salud y la gestión reproductiva y todo lo relacionado al sistema (Moreau *et al.*, 2009; Mugnier *et al.*, 2012).

En el caso de la variable “manejo animal” comparando medias marginales de los modelos 3 y 9 de las emisiones expresadas en kg CO₂ eq por kg de peso vivo vendido, el mejor manejo “mejorado” es el que emite menos emisiones que el que tiene un nivel bajo de manejo animal. Así, las explotaciones con un manejo “moderado” emiten un 30% menos que el nivel bajo en el caso de esos dos modelos. Esto arroja claras evidencias de la importancia que tiene el manejo del ganado en estos tipos de sistemas para emitir menores emisiones de GEI. Diversos autores afirman la importancia y la necesidad tener un buen manejo en las explotaciones agropecuarias para la obtención de menores emisiones de GEI. Así lo explican (Ominski y Wittenberg, 2006; Shibata y Terada, 2010; Gerber *et al.*, 2013a; Becoña *et al.*, 2014). Por otra parte, Berndt y Tomkins (2013) sostienen que, el manejo del ganado, en sistemas extensivos de pastoreo como en el caso de Australia y Brasil, puede incorporar prácticas de mitigación y reportar reducciones en las emisiones de GEI. Por otra parte, Hristov *et al.*, (2014) sostienen que la mejora en la sanidad animal puede aumentar la productividad y reducir la intensidad de las emisiones. Junto con la gestión mejorada relacionada a la reproducción y sanidad animal ayuda a reducir la porción improductiva y las emisiones asociadas y a la vez aumentan la productividad (Gerber *et al.*, 2013b).

Es evidente que respecto a las emisiones en estos sistemas extensivos bovinos tiene mucho que ver la gestión o manejo que se le haga a las explotaciones. Las emisiones más elevadas se explican en gran parte por la baja digestibilidad del alimento del ganado, las deficiencias en las prácticas ganaderas, los menores pesos al sacrificio y la mayor edad al momento del sacrificio (Gerber *et al.*, 2013a). Estudios de Grainger y Beauchemin (2011) demuestran que las opciones sobre la gestión de la dieta y el manejo de la explotación pueden reducir las emisiones de metano sin reducir su producción.

Además de trabajar en la gestión eficaz en programas de alimentación del ganado, hay una variedad de estrategias de manejo que sirven para mejorar la productividad, como el manejo del ganado, la calidad del alimento, el mejoramiento genético, la selección animal o el potencial genético y el manejo reproductivo (Ominski y Wittenberg, 2006; Ogino *et al.*, 2007; Shibata y Terada, 2010; Crosson *et al.*, 2011). Así, Huerta *et al.* (2016) sostienen la importancia de mejorar el rendimiento reproductivo y la calidad de la alimentación en la etapa de cría de los sistemas extensivos para mitigar las emisiones de los gases por fermentación entérica.

Por otra parte, para Becoña *et al.* (2014), la productividad de la carne y la eficiencia reproductiva fueron los principales determinantes de las emisiones de GEI; la mejora en la eficiencia del pastoreo y la eficiencia reproductiva puede aumentar la productividad del animal y reducir las emisiones de GEI por kg de ganancia de peso vivo.

Existen oportunidades para reducir las emisiones de metano por unidad de materia seca consumida cuando las prácticas de manejo de las pasturas aumenten las tasas de paso y el consumo voluntario. Con lo que el aumento en el consumo

conllevaría a la reducción de emisiones de metano por unidad de producto animal (Vargas *et al.*, 2012).

Becoña *et al.* (2014) afirman que hay un gran potencial de reducir las emisiones y por lo tanto la huella de carbono en los sistemas de carne de todo el mundo. En nuestro país, según Rearte y Pordomingo (2014), Argentina tiene un amplio espacio para reducir la intensidad de las emisiones de metano.

Foley *et al.* (2011) en sus investigaciones sostienen que tanto las emisiones directas como totales de los GEI por hectárea aumentaron con la carga animal, aunque el aumento en la carga animal condujo a una reducción de emisiones por kg de carne canal producida.

Numerosos estudios asumen la importancia de la cantidad y calidad de la alimentación para la reducción de las emisiones (Ogino *et al.*, 2007; Beauchemin *et al.*, 2010; Pelletier, *et al.*, 2010) o recomiendan prácticas de manejo que permitan modificaciones de impactos ambientales (Dick *et al.*, 2015b) o estrategias para reducir las emisiones de metano entérico (Sejian *et al.*, 2011).

La manipulación de la dieta de los rumiantes se considera una alternativa para disminuir la producción de metano y además disminuir las pérdidas energéticas en el animal. Esta alternativa puede ser viable donde los sistemas de producción ganadera tienen bajos rendimientos debido a la baja calidad de la dieta. Los sustratos de baja calidad generalmente están relacionados con el bajo consumo debido a su baja tasa de pasaje y por lo tanto no sólo tienen efectos sobre los bajos rendimientos por animal sino que también involucran aspectos relacionados al incremento de las emisiones de metano. Una de las alternativas podría ser la implementación de sistemas estratégicos de suplementación, como por ejemplo la presencia de otros estratos vegetales en el área de pastoreo, tipo sistemas silvopastoriles (Carmona *et al.*, 2005); esto permitiría mejorar las características fermentativas a nivel ruminal, reflejándose en una mayor productividad y por lo tanto una disminución en las emisiones de metano.

Ominski y Wittenberg (2006) plantean estrategias de manejo para reducir las emisiones de metano como la utilización del forraje, aditivos en la alimentación y mejoramiento en la eficiencia de la producción. En cuanto a la utilización de forrajes, estos autores tienen en cuenta la calidad, la especie, el manejo de la pastura y el procesamiento y conservación del forraje.

En nuestro estudio, las explotaciones que recibieron asistencia técnica tuvieron menores emisiones por unidad de producto, lo que reflejó la importancia del asesoramiento técnico en la planificación del manejo del pastoreo, alimentación, cuidado de la sanidad y manejo reproductivo del rebaño, y manejo general del sistema ganadero (Moreau *et al.*, 2009; Mugnier *et al.*, 2012).

La aplicación de tecnologías para la disminución de las emisiones en estos sistemas podrían estar asociadas con aumentos en la productividad, lo que sugiere que se puede obtener un beneficio económico con una reducción simultánea de las emisiones de GEI (Alemu *et al.*, 2017). Las estrategias que mejoran la eficiencia de la producción y reducen las emisiones de GEI son las más atractivas y las más

probables de ser adoptadas por los productores (Alemu et al., 2017). Otros estudios deberían comparar el impacto económico de varias medidas para mitigar las emisiones de GEI y la voluntad de adoptarlas en nuestra área de estudio.

5.5. CONCLUSIONES

- Las emisiones tienen una estrecha relación con el tipo de sistema de producción y las herramientas tecnológicas que utilizan los productores en sus explotaciones.
- Las emisiones por unidad de producto vendido fueron bajas en las explotaciones que han mejorado la gestión de sus sistemas con un buen manejo del ganado, asistencia técnica, aplicación de sistema de pastoreo rotativo, una moderada tasa de destete y una mayor o moderada producción por animal y por superficie.
- Las emisiones por unidad de superficie fueron bajas en los sistemas de explotación que tenían baja carga, bajo número de potreros, poca o ninguna superficie dedicada a pastos mejorados y baja productividad de la tierra (kg vendido/ha).
- Las variables con mayor peso a la hora de explicar las emisiones por unidad de peso vendido fueron, en orden descendente de importancia: productividad animal (kg peso vivo vendido/EV), tres variables de importancia similar (manejo-controles del ganado, tipo de sistema y sistema de pastoreo), productividad de la tierra (kg peso vivo vendido/ha) y asesoramiento técnico.
- Las variables de mayor peso para explicar las emisiones por superficie (kg CO₂ eq por ha) por orden descendente de importancia: producción de la tierra, carga animal y la relacionada a potreros por hectárea.
- El conjunto de variables que influyeron en las emisiones por unidad de superficie difirió de las que afectaron a las emisiones por unidad de producto. La productividad de la tierra afectó los dos tipos de expresiones de emisiones en direcciones opuestas, lo que sugiere una posible compensación entre la mitigación de las emisiones de GEI por unidad de producto y por unidad de tierra. Dado que las emisiones de GEI por producto y por superficie difieren en sus implicaciones para la evaluación de los impactos ambientales de la producción de alimentos (ejemplo, escalas globales vs locales, procesos de intensificación) ambas medidas deben tomarse en cuenta y conciliarse tanto como sea posible.
- Para identificar las formas de aumentar la sostenibilidad y la eficiencia del manejo de los sistemas ganaderos de carne en los pastizales semiáridos

argentinos, los estudios futuros deberían usar un enfoque integral y holístico en el que se incluyan todos los impactos negativos y el suministro de servicios ecosistémicos. Por ejemplo, la preservación de la diversidad y el secuestro del carbono deberían ser evaluados.



CAPÍTULO 6

ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE LOS GEI Y MEJORA EN LA PRODUCCIÓN EN SISTEMAS GANADEROS BOVINOS EXTENSIVOS

CAPÍTULO 6. ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE LOS GEI Y MEJORA EN LA PRODUCCIÓN EN SISTEMAS GANADEROS BOVINOS EXTENSIVOS

6.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El cambio climático y sus consecuencias, quizás sea uno de los desafíos que más se destacan en la actualidad. Las aproximaciones y percepciones al problema desde diversos ámbitos (políticos, institucionales, comerciales, investigación, diversas organizaciones gubernamentales y no gubernamentales etc.) pueden ser muy variadas (Nieto *et al.*, 2014a). En general puede decirse que las posibilidades de adaptarse a los cambios esperados en el clima están fuertemente influidas por la posesión de recursos económicos y tecnológicos (Girardin, 2013).

Existen dos grandes acciones o estrategias para la mitigación de la emisión de los gases de efecto invernadero, una relacionada con implementar y promover actividades que reduzcan las emisiones de los gases, y otra a implementar y promover actividades que capturen el CO₂ del ambiente (sumideros). Aunque es de destacar que, mientras algunos investigadores estudian distintas alternativas para mitigar las emisiones de los GEI emitidos por el ganado, hay otros, que directamente sugieren cambios en la dieta de las personas (Stehfest *et al.* 2009; Smith *et al.*, 2013), es decir eliminar en la alimentación todo lo relacionado al animal (carne y derivados) o bien reemplazar los productos pecuarios por mejores alternativas como los homólogos a la carne y leche (legumbres y granos ricos en proteínas) o directamente carne artificial cultivada en laboratorios a partir de células de ganado (Goodlan y Anhang, 2009).

La búsqueda de estrategias para la mitigación la lleva a cabo no solamente la comunidad científica sino también los formadores de políticas públicas. Así, existen numerosos trabajos de investigación relacionados con la mitigación de gases en sistemas ganaderos bovinos como distintos planes y estrategias de los gobiernos para aplicar en distintas partes del mundo.

Para la agricultura, según IPCC (2014a) las opciones de mitigación están dirigidas a la gestión de tierras agrícolas, gestión de pastizales y a la restauración de los suelos orgánicos.

Como lo afirman Oenema *et al.* (2014) las estrategias de reducción de emisiones parecen técnicamente factibles, pero hay muchas dificultades que sobrellevar; se necesita de grandes inversiones en educación, formación, demostración y desarrollo de tecnologías específicas del lugar para lograr la reducción de emisiones. Además, Sejian *et al.* (2011) sostienen que, cualquier estrategia para

reducir las emisiones debe limitarse a la prioridad del desarrollo, la demanda de productos, la infraestructura, los recursos ganaderos y los recursos locales. Deben equilibrar esas áreas de manera que ningún factor cree una restricción en la mejora continua de la eficiencia productiva y la reducción de emisiones.

Es evidente que la reducción de las emisiones por los rumiantes requiere un esfuerzo global, pero según McAllister *et al.* (1996) muchos de los enfoques promovidos para su reducción no son prácticos para países en desarrollo y en donde los forrajes de baja calidad son típicos. Por otro lado, según Gerber *et al.* (2013b) en una misma región y sistema de producción existen grandes potencialidades de mitigar las emisiones del ganado atenuando las diferencias en cuanto a intensidad de las emisiones entre explotaciones.

Crosson *et al.* (2011) asumen que, en términos de desarrollo y evaluación de las políticas de mitigación para reducir las emisiones en los sistemas ganaderos, los enfoques y análisis a nivel granja o explotación proporcionan información de manera que mediante la utilización de la metodología del IPCC para su análisis, resulta suficiente para desarrollar e implementar estrategias eficaces.

Los países que integran América Latina y el Caribe ofrecen una amplia diversidad de políticas públicas que contribuyen a los procesos de adaptación al cambio climático y de mitigación de las emisiones de los gases (Sánchez y Reyes, 2015). Sin embargo, González *et al.* (2015) sostienen que la mayoría de los países latinoamericanos, a excepción de Argentina y Brasil, no cuentan con políticas, normativas o programas de mitigación y adaptación al cambio climático relacionados con el sector agropecuario. En Argentina, ya se vienen implementando planes y programas relacionadas, de manera directa o indirecta, a mitigar las emisiones en distintos sectores productivos (Gobierno Argentino, 2015). El propósito del Gobierno respecto a mitigación de los gases fue desarrollar políticas, medidas y acciones que contribuyan a limitar el crecimiento de las emisiones sin comprometer el desarrollo sustentable del país (Ludeña *et al.*, 2012).

Gerber *et al.* (2013b) sostienen que el ganado vacuno tiene un importante potencial (65%) para disminuir las emisiones.

Las opciones de mitigación tienen diferentes limitaciones, barreras y necesidades tecnológicas dependiendo del sector y opción considerado. Así, para la ganadería la principal barrera para incorporar mejoras en prácticas y procesos (aumentar la tasa de destete e incrementar el peso medio de faena) son principalmente económicas, debido a la baja-media rentabilidad de la actividad (Gobierno Argentino, 2015).

El beneficio que tendrían los pequeños y medianos productores con las opciones de mitigación propuestas por Gutman *et al.* (2015) es la posibilidad de transformar la forma o modo de producir y aumentar su competitividad logrando así introducir agregado de valor, generación de empleo de calidad, industrialización del campo y desarrollo local.

Si bien, existen diversas tecnologías como estrategias de mitigación, no siempre pueden ser aplicadas. La adopción depende de la escala de producción, la

localización y el tipo de tecnología (Vázquez Amábile *et al.*, 2014). En la adopción de tecnología se deben tener en cuenta, fundamentalmente tres aspectos, el nivel de conocimiento del productor respecto a la tecnología, la actitud que tenga frente a ella y la disponibilidad de recursos (si es necesario) para su aplicación. Existen trabajos en los que se proponen bases metodológicas para que los productores adopten tecnologías exitosamente (Suárez *et al.*, 2012).

La adopción tecnológica se debe abordar en sus dimensiones técnica, económica, ambiental, social y humana. Es decir, se debe incluir la participación activa del productor, el cuidado del ambiente y la mejora continua del sistema.

Según Vázquez Amábile *et al.* (2014) la adopción de tecnologías se incrementa con la escala de las unidades productivas, aunque los autores mencionados también admiten que en las escalas más altas la adopción es escasa. Sin embargo, Canosa *et al.* (2013) sostiene que las tecnologías para alcanzar altos potenciales de producción de carne están disponibles, aunque son usadas por productores de punta.

Hay un potencial significativo para mitigar el cambio climático a través de una mejora en la gestión de las tierras de pastoreo y por lo tanto una oportunidad para mejorar los medios de subsistencia de los pueblos pastoriles y agropecuarios (Neely *et al.*, 2009).

Además de mejorar la producción en el sistema se requieren acciones de conservación del recurso suelo, agua, diversidad, la captación del carbono y la reducción en la emisión de los GEI por unidad de producto animal.

Los sistemas ganaderos bovinos extensivos en el área de estudio como se ha manifestado en el Capítulo 3, tienen características particulares y bien definidas en sus distintos aspectos, socioeconómicos, estructurales, sistema de producción, alimentación del ganado y manejo técnico que aplican en sus explotaciones. A la vez, según las características particulares que presentan éstos sistemas ganaderos, emiten emisiones de GEI como se detalla en el Capítulo 4 y sus diferencias de intensidad de emisiones es muy variable dependiendo fundamentalmente del manejo que apliquen los productores en sus sistemas ganaderos, explicados y detallados en el Capítulo 5. Las explotaciones ganaderas bovinas extensivas que presentan una mejor producción y a la vez aplican herramientas tecnológicas disponibles en la región producen menos emisiones. Por ello en este capítulo, teniendo en cuenta la investigación desarrollada en los capítulos anteriores, se pretende realizar un análisis de la tecnología factible y disponible para la región y proponer estrategias de mejoras en estas explotaciones.

Es importante identificar y cuantificar las emisiones generadas por las explotaciones para así identificar, conocer e implementar nuevas tecnologías o diferentes prácticas ganaderas que puedan mitigar las emisiones y a la vez mejorar la producción.

Por ello, los objetivos de este capítulo fueron:

- Analizar distintas tecnologías existentes en el país posibles de aplicar en las explotaciones ganaderas del área de estudio.
- Plantear dos alternativas tecnológicas mejoradoras de producción para las explotaciones agropecuarias seleccionadas y sus posibles resultados.
- Estimar emisiones de CH₄ y N₂O en los resultados de sus dos propuestas mejoradoras en su producción en las 6 explotaciones seleccionadas.
- Comparar y discutir las emisiones de los sistemas ganaderos en sus sistemas actuales y las propuestas mejoradoras.

6.2. MATERIALES Y MÉTODOS

6.2.1. Tecnologías disponibles

A través de búsqueda bibliográfica se realizó un análisis de las distintas tecnologías disponibles posibles de aplicar en el área de estudio y con posibilidades de implementación de esas tecnologías que mejoren la producción y con posibilidades de disminuir la intensidad de las emisiones. Para ello, en primer lugar, se realizó una investigación de bibliografía a nivel mundial sobre las distintas tecnologías que proponen o demuestran que su aplicación puede mitigar las emisiones. Por último, se realizó una investigación sobre las distintas herramientas tecnológicas a nivel regional, nacional y local y con posibilidades de adopción en el área de estudio. Las herramientas tecnológicas analizadas estuvieron fundamentalmente relacionadas con los procesos de producción y las relacionadas con las tecnologías de insumos.

La disponibilidad de tecnologías son diversas, adopción de tecnologías “blandas” o de procesos (registros productivos, capacitación productiva y empresaria, formas de asociativismo para producción, comercialización, sociales), tecnologías de insumos (pasturas-verdeos, estructura y hacienda).

6.2.2. Escenarios actuales de explotaciones del sur de San Luis

Teniendo en cuenta los sistemas de producción típicos de la región y de los establecimientos agropecuarios encuestados se plantearon dos estrategias de manejo con el propósito de que los sistemas mejoren su producción y a la vez, de reducir las emisiones de GEI.

En total son 6 casos estudiados, de los cuales los casos 1, 2 y 3 corresponden al grupo 2 y los casos 4, 5 y 6 al grupo 1 (Capítulo 3). Entre las principales características generales se pueden destacar que los ganaderos tienen un nivel educativo primario/secundario, en ninguna explotación se recibe asistencia técnica, y ninguna de ellas tiene mano de obra contratada. El sistema de producción que aplican en su mayoría es la cría. La alimentación del ganado es a base únicamente de pasto natural. Son explotaciones variables en sus dimensiones, en su producción y en su manejo (

Tabla 6.1).

Tabla 6.1 Principales características actuales de los casos analizados.

Características	Casos de estudio					
	Grupo 2			Grupo 1		
	1	2	3	4	5	6
Superficie	256	3000	5900	800	400	140
N° potreros	1	6	6	3	1	1
Pastos nativos (%)	100	100	100	100	100	100
Ha/potrero	256	500	983	267	400	140
Peso medio/animal (kg)	258	292	317	345	249	176
Total EV	79,4	348	584,6	22,5	43,4	20,5
Ha/EV/año	3,2	8,6	10,1	35,5	9,2	6,8
% destete	50	56	66,5	53,3	53,3	53,3
kg vendido/ha	12,9	9,2	9,8	4,5	8,4	7,7
% muertes al año	3,2	2,2	1,3	3,8	10	8,3
Compran alimento	si	si	si	no	no	no
Sistema de pastoreo	continuo	rotativo	rotativo	rotativo	continuo	continuo
Servicio reproductivo	estacionado	continuo	estacionado	continuo	continuo	continuo
Manejo animal	boqueo	boqueo	boqueo	boqueo	boqueo	ninguno
Sanidad	2 controles	2 controles	2 controles	ninguno	ninguno	ninguno
Actitud frente al cambio	positiva	negativa	positiva	positiva	negativa	positiva

6.2.3. Alternativas de mejoras en la producción de sistemas ganaderos bovinos

Teniendo en cuenta las características presentadas en cada explotación seleccionada, se plantearon dos alternativas de mejoras en cada explotación para optimizar su producción y, por ende, para ayudar a disminuir la intensidad de las emisiones. Para el planteo de las propuestas metodológicas se tuvo en cuenta la información disponible en el país y en la región que obtienen buenos resultados. Para el análisis y planteamiento de las propuestas de mejora se consideró que el ciclo productivo fue de un año (junio a junio).

En general, teniendo en cuenta el sistema de producción actual (SPA), se propone la aplicación de tecnologías de procesos (intelectual de bajo costo) y de insumos (material). Esta propuesta permitiría obtener nuevos sistemas con mayor eficiencia de producción de manera sustentable. Así, se conformaron los siguientes sistemas: i) Sistema de Producción Mejorado 1 (SPM1) ii) Sistema de Producción Mejorado 2 (SPM2). El primero se plantea una mejora en el sistema de cría de bovinos y en el segundo es además de la mejora en el sistema de cría, se propone realizar recría.

Los planteamientos de mejora se sintetizan en Tabla 6.2 y hacen referencia a las siguientes mejoras:

- Rodeo de cría: el replanteo del plantel a través del reordenamiento de las categorías, adecuando las cargas ganaderas, es decir que la cantidad de animales debe estar de acuerdo a la producción forrajera de cada sistema y que esto permita que las especies claves permanezcan en el sistema.
- Alimentación del ganado: Estos sistemas dependen casi exclusivamente de los pastos naturales, la producción de éstos es estacional con mayor disponibilidad de forraje en los meses de primavera, verano y parte de otoño (septiembre a mayo) y disminuyendo en el invierno. Dependiendo del caso se propone, la subdivisión de la superficie, incorporación de pastura implantada (buffel-grass) o nativas, pastoreo rotativo. Esto permitirá descansos del pasto natural para su recuperación.
- Manejo del animal: atender la sanidad animal a través de un seguimiento de un plan sanitario sugerido para la región. Revisación de toros, realización de tactos (diagnóstico de preñez) y boqueos para tener una mayor precisión del estado del animal.
- Estacionamiento del servicio, es importante que la época de servicio y parición coincidan con la época de mayor producción de forraje. El manejo hace coincidir la época de mayor demanda de alimento de calidad (época de parto) con la oferta.
- Monitoreo del sistema: disponer de una planilla de datos con la mayor cantidad de información del sistema. El sistema requiere monitoreo

permanente de la evolución de las reservas corporales y la disponibilidad de forraje.

- Porcentaje de destete: se plantea un 85% de destete en función de la cantidad de vacas entoradas (vacas de cría más vaquillonas de reposición 2, R2).
- Producción del sistema: se plantea, según el caso, la venta de terneros destetados, vacas rechazadas, venta de novillos.

Tabla 6.2 Tecnologías de mejoras aplicadas en las propuestas e impactos en los sistemas de producción.

Tecnología aplicadas en SPM1 y SPM2	Impacto en el sistema
Ordenar proporcionalmente las categorías del rodeo	Disponibilidad de vaquillonas de reemplazo
Adecuación de la carga animal	Mejora la alimentación animal y el cuidado de las especies forrajeras
Diseño de un sistema adecuado de usos y descanso del pastizal	Mejora la revegetación y vigor de las especies forrajeras
Manejo del rodeo acorde con el crecimiento del pastizal. Estacionamiento de la parición	Mayor equilibrio entre demanda animal y calidad forrajera y así la performance del rodeo
Monitoreo de las reservas corporales del rodeo	Contribuye a decidir cambios en el manejo del rodeo (época de destete, cambio de carga)
Monitoreo de la disponibilidad forrajera	Asegura la adecuada alimentación del rodeo y evita el sobre uso del pastizal
Aplicación del calendario sanitario del rodeo y estado del rodeo (diagnóstico de preñez, revisión de toros etc.)	Mejora la sanidad y performance del rodeo
Implantación de pasturas perennes exóticas en áreas degradadas (ej buffel-grass, pasto llorón, digitaria, nativas)	Simplifica el manejo del pastizal y mejora la carga del sistema
Mantener animales jóvenes en el sistema (ej. recría de novillitos)	Mayor flexibilidad y producción del sistema
Registro de información y análisis de gestión	Contribuye a identificar el estado del sistema

6.2.3.1. Propuestas tecnológicas para explotaciones del sur de San Luis

Aplicación de tecnologías en el SPM1: Se asigna una superficie por Equivalente Vaca (EV) acorde a la producción de forraje regional estimada por Molinero y Giulietti (2003). Una vez asignada la superficie adecuada, se debería aplicar un manejo del pastizal natural que permita realizar usos y descansos apropiados. Se sugiere el diseño de manejo con un rodeo y dos potreros o bien con un rodeo y tres potreros (Aguilera, 2003). Así se podría revertir el proceso de degradación en algunos años. El tiempo de recuperación dependerá del nivel de degradación inicial.

En algunas situaciones es posible aumentar la capacidad de carga del sistema a través de la aplicación de tecnologías de insumos, manteniendo la misma eficiencia reproductiva del rodeo. La implantación de especies forrajeras perennes de gran adaptación en la región, como es el caso de *Cenchrus ciliaris* (buffel-grass) cumple con este objetivo. La implantación se realiza exitosamente utilizando rolos pesados para cortar la vegetación leñosa. En general se siembra en los sitios de mayor degradación y en una proporción entre 13 y 15 % de la superficie total del sistema de producción. En este caso, se utiliza la pastura exótica durante el semestre cálido y el pasto natural descansa todos los años en la época de crecimiento y producción de semilla. De esta manera se simplifica el manejo descrito anteriormente. La implantación requiere capital para la compra de semilla y sobre todo para la implantación. Los productores de menor escala podrían hacerlo a través del asociativismo. Por otro lado, es necesario introducir cambios en la estructura del rodeo. Este debe tener una adecuada proporción de las diferentes categorías que lo componen. En el caso de un sistema de cría, deben permanecer en el sistema las terneras para reemplazar a las vacas viejas. Se propone utilizar 20 % de esta categoría. Además, el primer servicio de debe iniciar cuando tengan 26 meses de edad, por lo que el sistema tendrá vaquillonas de reposición con 2 edades. La vaquillona de reposición entre 6 y 12 meses de edad (R1) y la vaquillona de reposición entre 12 y 26 meses de edad (R2). Los toros deberían tener una proporción del 5 % en relación a la cantidad de vacas. De esta manera en un rodeo de 100 vacas en producción, el rodeo completo, además de las vacas mencionadas, estaría integrado por 20 vaquillonas R1, 20 vaquillonas R2 y 5 toros.

El manejo adecuado del rodeo también debe considerar la óptima época de parición. Por las características de la vegetación en esta región de la provincia de San Luis (especies de crecimiento estival), la época de partos debería coincidir con los meses de noviembre a enero. Para esto, la época de servicio debería estar concentrada en 3 meses, de enero a marzo. A su vez, los terneros deberían retirarse de las madres (destete) con una edad entre 4 y 5 meses. Este manejo depende de las condiciones climáticas. Si las precipitaciones son normales se tenderá a destetar más tarde (5 meses). Contrariamente, si hay sequía, se puede destetar con 2 meses de edad (destete precoz).

Lo importante es asegurar que las vacas puedan mantener reservas corporales para quedar preñadas nuevamente y mantener el ciclo de producción. El monitoreo

de las reservas corporales y la aplicación de un correcto plan sanitario es de gran importancia para alcanzar alta eficiencia de procreo. Es posible obtener 85 % de terneros sobre el total de vacas y vaquillonas que ingresan a servicio. La producción de carne por unidad de superficie está compuesta por los terneros machos, los terneros hembras, excluidas las terneras seleccionadas como reposición (20 %) y las vacas viejas que salen del sistema vacías y preñadas (20%).

Aplicación de tecnología en el SPM2: Como fuera mencionado es un sistema de cría y recría de bovinos. Se mantiene la carga expresada en EV por unidad de superficie y por año, pero cambia la estructura del rodeo. Disminuye la cantidad de vacas en producción respecto al SPM1. La magnitud de la disminución de vacas depende de la magnitud del proceso de recría. Es decir, de la cantidad de terneros y terneras que se incorporan al proceso de recría como también a la longitud del proceso. En este caso, la disminución de vacas permitiría criar todos los terneros machos y hembras durante un período de 270 días. Esta composición del rodeo genera un sistema más flexible. En situaciones de disminución de la producción de forraje por razones climáticas (sequías) se podría descargar el sistema con categorías jóvenes. La magnitud de la descarga dependerá de la magnitud de la sequía. En casos extremos solo las vacas permanecerán en el sistema. En el proceso de recría los novillitos y vaquillonas tienen baja ganancia de peso vivo diaria durante el otoño y el invierno debido a la baja calidad del forraje. En primavera tienen buenas ganancias porque coinciden con el crecimiento de las especies de ciclo estival. El manejo del rodeo de cría y del pastizal es semejante al proceso descrito para el SPM1.

6.2.4. Estimación de emisiones

Se realizaron las estimaciones de los GEI de las explotaciones seleccionadas y de las dos propuestas tecnológicas. Para las estimaciones se tuvo en cuenta la metodología explicada en el Capítulo 4. Los resultados se expresaron en kg CO₂ eq por animal, por ternero, por ha, por EV, por peso del animal y por kg de peso vivo vendido.

6.2.5. Análisis estadístico

Con los resultados obtenidos de las estimaciones de emisiones en sus tres situaciones (SPA, SPM1 y SPM2) de las seis explotaciones seleccionadas, se realizó una comparación de emisiones de GEI de las explotaciones entre su estado actual y las emisiones con los dos sistemas mejorados propuestos. Para la

comparación de las emisiones se realizó un ANOVA, y como prueba pos-hoc se utilizó la HSD Tukey para comparaciones múltiples. Previamente se comprobó la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas. La normalidad se comprobó a través de la prueba Shapiro Wilk. Las variables que no dieron normalidad se normalizaron utilizando la transformación Logaritmo base 10 (Log 10). La homogeneidad se comprobó mediante la prueba de Levene.

El procedimiento se realizó mediante el software IBM SPSS Advanced Statistics software versión 22 (IBM, 2011).

6.3. RESULTADOS

6.3.1. Tecnologías disponibles de adopción para mitigar emisiones

Existen una gran diversidad de estudios relacionados con la mitigación de los GEI de la ganadería a nivel internacional (DeRamus *et al.*, 2003; Mieres *et al.*, 2003; Ominski y Wittenberg, 2006; Neely *et al.*, 2009; Shibata y Terada, 2010; Grainger y Beauchemin, 2011; Hristov *et al.*, 2013; Gerber *et al.*, 2013b; Mosquera Losada *et al.*, 2013; Oenema *et al.*, 2014; Alemu *et al.*, 2017), regional (Baethgen y Martino, 2000; Mieres *et al.*, 2003; Steinfeld *et al.*, 2006; Steinfeld y Gerber, 2010; Becoña *et al.*, 2013b; Picasso *et al.*, 2014; Bogaerts *et al.*, 2016) o nacional (Berra y Finster, 2002; Castillo Marín *et al.*, 2009; Blanco, 2014; Faverin *et al.*, 2014; Nieto *et al.*, 2014c, 2014b; Gutman *et al.*, 2015). La mitigación, a través de la aplicación de tecnologías que permite que el sistema emita menos emisiones de GEI abordan distintos sectores dentro del sistema ganadero. Así, la aplicación de las tecnologías están dirigidas o relacionadas principalmente con la alimentación del ganado, al animal, el manejo del animal y el manejo del sistema.

Las tecnologías para la mitigación de los gases, pueden ser analizadas o aplicadas teniendo en cuenta el tipo de sistema de producción, a nivel sistémico o a pensando de manera puntual de una determinada tecnología. O también puede depender de dónde esté ubicado el establecimiento, es decir la localización (Vázquez Amábile *et al.*, 2014).

Muchos trabajos hacen referencia a la eficiencia o la mejora en la producción (Moss *et al.*, 2000; DeRamus *et al.*, 2003; Ominski y Wittenberg, 2006; Shibata y Terada, 2010; Hristov *et al.*, 2013; Nieto *et al.*, 2014b; Gutman *et al.*, 2015; Alemu *et al.*, 2017) y al mismo tiempo afirman que se logra una disminución de las emisiones.

Hristov *et al.* (2013) afirma que las limitaciones para la aplicación de tecnologías para lograr una disminución de los GEI son principalmente económicas y socioculturales. Así, Shibata y Terada (2010) afirman que es esencial establecer

formas económicamente viables de reducir la producción de metano y al mismo tiempo mejorando la productividad en el ganado; además de realizar un análisis completo del sistema para seleccionar la mejor combinación de enfoques o nuevas tecnologías que puedan aplicarse en condiciones de campo y a largo plazo.

En la Tabla 6.3 se sintetizan algunos estudios sobre la mitigación de GEI relacionados principalmente con la alimentación del ganado, el manejo de los pastos y el pastoreo, el manejo del ganado y con la genética del ganado.

Tabla 6.3 Síntesis de algunos estudios realizados relacionadas a la mitigación de gases de efecto invernadero.

Tipo	Estudios de estrategias para mitigación	Autores
Alimentación	Procesamiento de los alimentos	Oenema <i>et al.</i> (2014)
	Técnica y prácticas disponibles relacionadas con complementos en la alimentación y el manejo del estiércol	Gerber <i>et al.</i> (2013a)
	Mejora en la gestión nutricional, la manipulación de la fermentación ruminal combinando la composición de la alimentación, la adición de inhibidores de metano y defaunación	Shibata y Terada, (2010)
	Eficiencia del uso de la energía del alimento	DeRamus <i>et al.</i> (2003)
	Análisis en la alimentación para el balanceo de raciones. Tener en cuenta la calidad, la especie, el manejo de la pastura y el procesamiento y conservación del forraje	Ominski y Wittenberg (2006)
Manejo de los pastos y pastoreo	Opciones sobre la gestión de la dieta y el manejo de la explotación	Grainger y Beauchemin (2011)
	Pastoreo rotacional	Bogaerts <i>et al.</i> (2016)
	Manejo tradicional (pastoreo continuo, sin rotación) con un manejo intensivo rotacional (fertilización y resiembra)	DeRamus <i>et al.</i> (2003)
	Pasturas nativas y mejoradas	Grainger y Beauchemin (2011); Ominski y Wittenberg (2006); Mieres <i>et al.</i> (2003)
	Manejo del pasto	DeRamus <i>et al.</i> (2003)
	Manejo del pastoreo intensivo	Vargas <i>et al.</i> (2012)
	Prácticas de manejo de pasturas que aumenten las tasas de paso y el consumo voluntario	Carmona <i>et al.</i> (2005)
Suplementación estratégica: presencia de otros estratos vegetales en el área de pastoreo, tipo sistemas silvopastoriles	Carmona <i>et al.</i> (2005)	
Manejo del ganado	Mejoramiento en la pastura y pastoreo rotativo	Bogaerts <i>et al.</i> (2016)
	Mejorar la sanidad animal, reducir la mortalidad	Shibata y Terada (2010)
	Reducir el rebaño, con lo cual aumentaría la disponibilidad del alimento, reducir la edad al sacrificio, mejorar la sanidad animal, reducir la mortalidad	Hristov <i>et al.</i> (2013)

Tipo	Estudios de estrategias para mitigación	Autores
	Pruebas de preñez y suministro de agua de buena calidad	Ominski y Wittenberg (2006)
	Selección animal, el manejo reproductivo, etc	Ominski y Wittenberg (2006) Gerber <i>et al.</i> (2013a)
	Prácticas de manejo de los sistemas	Alemu <i>et al.</i> (2017)
Genética del ganado	Mejorar el potencial genético, mejoramiento genético	Veysset <i>et al.</i> (2014); Shibata y Terada (2010); Ominski y Wittenberg (2006)

Respecto a nuestro país, Argentina, a nivel nacional, los sistemas productivos bovinos y los modos de gestionarlos y sus producciones son muy diversos. Esas diferencias de producción y estando en un mismo sitio, se pueden deber, entre otros, a que los productores no adoptan de una misma manera las tecnologías disponible (Giancola *et al.*, 2013). Es posible aumentar la producción a través de la eficiencia y a la vez lograr que la intensidad de las emisiones por unidad de producto pueda reducirse (Gutman *et al.*, 2015). Esa mejora en la producción y a la vez ambientalmente sustentable se puede lograr con la adopción de tecnologías “blandas” (que incluyen procesos organizativos y de gestión) (Giancola *et al.*, 2013).

Específicamente, la adopción de tecnologías de procesos en sistemas de cría, se considera como la de mayor impacto positivo, aunque también se admite que es muy complejo de implementar (Blanco, 2014). Los sistemas de cría en Argentina tienen grandes niveles de dispersión respecto a la eficiencia, por lo que conviven los niveles de alta con baja adopción de tecnologías y producción (Vázquez Amábile *et al.*, 2014) por lo que los promedios a nivel país en los sistemas son de mediana producción. De manera que en este aspecto, hay un alto potencial de mejorar la producción y por lo tanto disminuir las emisiones.

Para Gonzalez *et al.* (2015), Argentina no dispone de un marco normativo general para la mitigación y adaptación, aunque sí dispone de políticas y normativas para varios sectores responsables de los GEI.

Para Gutman, *et al.* (2015) los planes y programas consistirían en dos aspectos, el protocolo de procesos (registros productivos, capacitación productiva y empresaria, formas de asociativismo para producción, comercialización, sociales) y tecnología de insumos (pasturas-verdeos, estructura y hacienda).

En el país, se propone como estrategia de mitigación “*mejorar las prácticas y procesos ganaderos*” orientados a generar, mediante un diseño de planes y programas públicos a nivel sistémico, un *cambio de mentalidad y una cultura productiva* (Gutman *et al.*, 2015). Vázquez Amábile *et al.* (2014) sintetizan dos indicadores clave para disminuir las emisiones en Argentina, la tasa de destete y el peso medio de faena.

Las medidas de mitigación para Argentina priorizadas como política del país por el Gobierno Argentino (2015) son:

- Inducir incrementos de productividad aumentando la velocidad de producción a través del mejoramiento de pasturas y el mejoramiento integral de los sistemas pastoriles.
- Implementar, a nivel de producción, procedimientos adecuados de sanidad animal.
- Disminuir la relación número de vientres por terneros a través de la mejora del manejo del rodeo, con una alimentación más eficiente y asegurando la preñez.
- Generalizar la trazabilidad del ganado, que permitiría disponer de herramientas adecuadas para crear elementos de promoción de las reducciones de metano, basadas en bonos de emisión por unidad de producto.

Otras acciones estratégicas pueden basarse en la transformación de los sistemas tradicionales de producción bovina en modelos sostenibles basados en la implementación de tecnologías silvopastoriles (Mena Soto, 2015). Por ejemplo, en sistemas ganaderos de Corrientes (noreste del país), como dependen de los pastizales naturales para su alimentación, y debido a cambios en las precipitaciones, los productores debieron cambiar los “modos de hacer” de la ganadería generando una oportunidad para pensar en alternativas o estrategias para revertir la situación que los afectaba (Giancola *et al.*, 2013).

Respecto a los pastos naturales, y en cuanto a la mitigación de los gases, el Gobierno Argentino (2015) promueve la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sustentable de los bosques nativos, así como la evaluación de los servicios ambientales que brindan a la sociedad. Por lo que cada provincia lleva adelante un proceso de ordenamiento territorial de los bosques nativos estableciendo diferentes categorías de conservación. Específicamente, en cuanto a la ganadería, plantean como opción de mitigación, implementar programas de cambio rural para mejorar prácticas y procesos ganaderos.

Es importante también, el conocimiento de la fenología de las especies de la comunidad de pastos, ya que contribuye en la planificación integrada de los sistemas de manejo ganadero y por lo tanto se pueden fijar pautas de manejo en función de las etapas críticas de las plantas forrajeras nativas (Molinero y Giulletti, 2003).

Otro logro importante, es a partir de pasturas mejoradas (Mena Soto, 2015), que conlleva una mayor carga animal y, por lo tanto, una mayor producción y menor emisión de gases.

Según Gutman *et al.* (2015) tuvieron en cuenta el % de destete y el peso medio del animal, plantean dos escenarios de mitigación, uno conservador (aumentar el peso medio de faena y la tasa de destete: 76%) y otro más ambicioso (llegar al 85% de destete) que permitiría, no sólo una mejora en la eficiencia sistémica, sino también una reducción de las emisiones por producto con respecto al escenario tendencial de las emisiones.

Hasta el momento, no hay consenso entre el efecto que puede producir los animales alimentados con gramíneas C₃ y C₄ o con diferentes niveles de aportes con leguminosas sobre la producción de metano entérico, pero sí se han encontrado diferencias entre leguminosas y su efecto sobre la producción de metano asociadas a compuestos secundarios (taninos y saponinas) (Vargas *et al.*, 2012). Si bien, las gramíneas megatérmicas perennes (C₄) cumplen dos funciones principales, aumentar la receptividad de los sistemas ganaderos y permitir un manejo sustentable de los recursos naturales (Avila *et al.*, 2014). Además, es importante tener en cuenta que, para la implementación de, por ejemplo, la siembra de pasturas megatérmicas, es preciso seleccionar y ubicar áreas degradadas y que no presenten las restricciones de los suelos en el área de estudio (Peña Zubiate *et al.*, 1998).

Frasinelli y Veneciano (2014) presentan, a través de diversos estudios, distintas alternativas de sistemas de producción bovina sobre gramíneas megatérmicas en San Luis, que podrían ser importantes alternativas a tenerse en cuenta para su aplicación en el área de estudio (Frasinelli, 2014; Frasinelli *et al.*, 2014a; Frasinelli *et al.*, 2014b; Frasinelli *et al.*, 2014c; Frasinelli *et al.*, 2014d).

Con el sistema de pastoreo y un buen manejo de la vegetación, el pasto podría recuperar su productividad y a la vez ser mejorado si está degradado, logrando una máxima productividad. Si a esas características de los pastos de la región se le suman unas buenas precipitaciones podría tener un altísimo porcentaje (de alrededor de un 300%) de productividad en materia seca (Anderson, 1980).

Feldkamp *et al.* (2014) sugieren, para mejorar los datos de emisiones del ganado, incorporar estudios sobre el factor de emisión (Y_m), definir mejor los escenarios, la modelación dinámica del rodeo y la inclusión de los procesos relacionados fuera de la tranquera, es decir el transporte de la hacienda hasta otros establecimientos y hasta frigoríficos, industrialización y procesamiento; el transporte de la carne a los mercados.

Faverín *et al.* (2014) describen propuestas de mitigación como adición de lípidos, uso de agentes específicos o aditivos dietarios, compuestos halogenados, uso de taninos, aceites esenciales y probióticos.

Nieto *et al.* (2014b) hacen referencia a las distintas estrategias tecnológicas que podrían aplicarse para la disminución de las emisiones como las relacionadas con el manejo de la alimentación, la salud del animal y la genética del animal dependiendo del producto final que pretenda obtener la explotación.

Optimizar el manejo del pastoreo podría mejorar la performance de los sistemas (Pelletier *et al.*, 2010).

A nivel técnico, se asume que para lograr un aumento en la producción de carne por unidad de superficie una de las principales tecnologías disponibles que se tendrían que aplicar es la relacionada con el manejo del pasto natural y el manejo del rodeo (Genovés *et al.*, 2003). Otra de las herramientas tecnológicas disponibles es la aplicación de implantación de pasturas forrajeras como ya se mencionara anteriormente (Frasinelli y Veneciano, 2014). Por otra parte, Blanco *et al.* (2013)

sugieren, para áreas muy degradadas, el rolado y siembra simultánea de especies nativas (combinando por ejemplo *Trichloris crinita* y *Papophorum vaginatum*), como una importante estrategia que permite recuperar la cobertura y productividad del forraje gramíneo y por lo tanto incrementar la carga y mejorar la estabilidad del sistema.

Con el mejoramiento de la calidad de la pastura disminuyen las emisiones de metano Cardoso *et al.* (2016).

Además de la aplicación de tecnologías, para mejorar la parte productiva y emitir menos emisiones es necesario tener en cuenta los diversos estudios de varios autores (Frasinelli, 2014; Frasinelli *et al.*, 2014a; Frasinelli *et al.*, 2014b; Frasinelli *et al.*, 2014c; Frasinelli *et al.*, 2014d). En los trabajos mencionados los autores presentan distintos estudios sobre la cría bovina y distintas alternativas o estrategias sobre sistemas ganaderos bovinos sobre pastos nativos, gramíneas megatérmicas y cuyos resultados principales se sintetizan en la Tabla 6.4 y

Tabla 6.5. Además de la alimentación del ganado éstos autores estudian y comparan resultados sobre distintas características del manejo del animal, el manejo del pastoreo, la ganancia de peso, etc.

Tabla 6.4 Resultados de indicadores de productividad de distintos sistemas ganaderos bovinos en San Luis. Elaborado en función de datos de A: Frasinelli (2014); B: Frasinelli *et al.* (2014a); C: Frasinelli *et al.* (2014b). D: Frasinelli *et al.* (2014c). E: Frasinelli *et al.* (2014d).

Valores promedio de indicadores de productividad	Resultados de estudios				
	A	B	C	D	E
Receptividad (ha/EV/año)	1,50	1,9	2,7	-	8,2
Carga (EV/ha/año)	0,69	-	0,39	-	-
Edad al destete (días)	150	-	144	-	139
Ganancia diaria de peso vivo (g)	904	-	825	-	-
Destete (%)	93,4	91	93	93,5	89
Preñez (%)	92,4	87	90	92	91
Productividad de carne (kg/ha/año)	106	62	54,8	92	18

EV= Equivalente Vaca

Tabla 6.5 Estrategias de manejo en sistemas de cría bovina. Elaborado en función de datos de A: Frasinelli (2014); B: Frasinelli *et al.* (2014a); C: Frasinelli *et al.*, (2014b). D: Frasinelli *et al.* (2014 c); E: Frasinelli *et al.* (2014d).

Estrategias aplicadas	
A	Pastoreo diferido rotativo digitaria. Sin suplemento. Pastura diferida. Animales raza Hereford
B	Pasto llorón como único recurso pastoril. Suplementos con concentrados energéticos (pellet de girasol 33% PB). Animales raza Aberdeen Angus. Incluyó recría de animales de reposición

- C Pasto llorón y digitaria como único recurso forrajero. En periodo estival. Animales raza Hereford y Aberdeen Angus. Recibió suplemento mineral todo el año
- D Pasto llorón y digitaria fertilizados todo el año. Recría de vaquillonas de reposición
- E Cría sobre la base de pasto nativo y pasto salinas.

Pasto llorón: *Eragrostis curvula*. Digitaria: *Digitaria Eriantha*. Girasol: *Helianthus annuus*

6.3.2. Propuestas de cambios tecnológicos para productores

A continuación se analiza la situación actual de seis casos (n=6) como se explicó en el apartado de Materiales y métodos, correspondiente a los Grupo I y Grupo II del cluster elaborado en el Capítulo 3. Además, teniendo en cuenta la bibliografía de estudios realizados en la región se plantearon dos propuestas de mejora de los sistemas productivos de cada caso. Las principales características del sistema actual y los sistemas mejorados propuestos se pueden observar en la Tabla 6.6. y la

Tabla 6.1.

6.3.2.1. Escenarios actuales y propuestos por casos

Caso 1:

Sistema de producción actual (SPA): De acuerdo con las características que presenta la región, la carga actual de este establecimiento es muy alta, en promedio 3ha por EV al año. Tiene demasiadas vacas poco productivas (vacas viejas) y, como afirma el productor, la vida útil de sus vacas es de 10 años. Ello puede explicar los problemas de baja eficiencia del rodeo. Otros problemas de eficiencia pueden ser nutricionales y de manejo. A pesar de tener un solo potrero, realiza servicio reproductivo estacionado y realiza algún tipo de manejo animal. En cuanto a la alimentación animal, utiliza pasto natural aplicando el sistema de pastoreo continuo (sin descanso del recurso natural) y requiere de alimentos fuera de su explotación para suplemento en épocas críticas. La utilización del pastizal natural en forma continua y con alta carga son factores de manejo con alto riesgo de degradación de los recursos naturales (vegetación y suelo).

Sistema de producción mejorado 1 (SPM 1) y 2 (SPM 2): Se propone realizar las siguientes modificaciones en el sistema (Tabla 6.6):

Algunas consideraciones sobre el SPM1:

- Disminución de la carga. El SPA tiene 79,4 EV y el SPM 1 tiene 26 EV. Para ello se plantea modificar y replantear el rodeo de cría.
- Se plantea mejorar el manejo nutricional y sanitario del rodeo. Así se incrementaría considerablemente el índice de procreo del 50% al 85 %. También el peso de las vacas de descarte (viejas y vacías).
- División del campo en dos parcelas semejantes. Esto permitiría manejar el pastizal natural con un rodeo y dos potreros con un año de uso y un año de descanso. La división se puede realizar con alambrado eléctrico para disminuir gastos. La inversión en alambrado y bebederos se podrían financiar con las ventas de animales disponibles de la descarga del sistema. Este manejo permitiría recuperar especies forrajeras valiosas y consecuentemente incrementar la cobertura del suelo, disminuyendo los riesgos de erosión e incrementando la infiltración del agua de lluvia.
- La mayor eficiencia de rodeo y del peso de los animales de descarte genera una producción de carne por unidad de superficie ligeramente superior al SPA, pero con mayor estabilidad y compatible con la conservación de los recursos naturales.
- Por lo tanto con las mejoras consideradas la producción de carne del sistema mejoraría.

Para el SPM2 se mantiene la propuesta del SPM 1 con la diferencia de que se plantea no vender los terneros al destete sino que se queden en el sistema realizando recría y disminuye la cantidad de vacas (en éste caso de 18 a 13). Es decir, los terneros se mantengan en el sistema durante 270 días más luego del destete. Los terneros que al destete tendrían en promedio 150 kg, se mantendrían en el sistema durante 270 días obteniendo un peso promedio de 265 kg. Por ello se modifica el plantel ganadero, y mínimamente la carga del sistema (Tabla 6.6).

Caso 2:

Sistema de producción actual (SPA): En esta explotación la carga no es tan alta. Maneja el rodeo con baja eficiencia de procreo. Tiene divisiones el campo, si bien dice realizar pastoreo rotativo, pareciera que no realiza un manejo adecuado del pasto. En cuanto al sistema reproductivo, tiene un sistema continuo, que puede ser una de las explicaciones por las que el porcentaje de destete es bajo.

Sistema de producción mejorado 1 (SPM 1) y 2 (SPM 2): Algunas consideraciones sobre el SPM 1:

- Disminución de la carga de 348 EV a 301 EV por año. Para ello se modifica el rodeo de cría, descartando principalmente vacas viejas y las vacas que no producen.
- Ordenar el rodeo con las correspondientes proporciones de diferentes categorías de un sistema de cría.
- Mejora el manejo del rodeo (nutrición y sanidad) planteando una estrategia de manejo del ganado y aplicación de un plan sanitario.
- Aplicar servicio reproductivo estacionado.
- Dispone de 6 potreros por lo que podría aplicar un plan de pastoreo rotativo.
- Los pasos anteriores permitirán mejorar el índice de procreo y peso de los animales para la venta.
- Con la aplicación de estas tecnologías el productor podría incrementar la producción por unidad de superficie.

Respecto a la propuesta del SPM2, al igual que en el caso 1, se mantiene lo propuesto para el SPM1 y se propone realizar recría por lo que se modifican los valores de producción que sale del sistema. Por ello se modifica el rodeo, disminuyendo principalmente las vacas y por lo tanto la reposición (R1 y R2). La carga del sistema se mantiene y la producción que sale del sistema hay un cierto incremento respecto al SPM1.

Caso 3:

Sistema de producción actual (SPA): Observando la estructura del establecimiento, tiene 6 potreros, aunque en promedio son potreros de gran superficie para el movimiento de los animales, por lo que no realiza un manejo adecuado del pastizal. La carga es normal según datos de la región. El manejo del rodeo tiene buena eficiencia de procreo. Este caso además de realizar cría realiza recría. Dispone, además de alimentos de fuera de la explotación para el ganado. Al tener el campo subdividido aplica el sistema de pastoreo rotativo, servicio estacionado y esto ayuda a la eficiencia de procreo.

Sistema de producción mejorado 1 (SPM1) y 2 (SPM2): Algunas consideraciones sobre el SPM 1:

- Incrementar la carga de 548,6 EV a 883,5 EV por año.
- Tiene una superficie y potreros que le permitiría realizar implantación de buffel-grass (*Cenchrus ciliaris*) en un 15 % de la superficie (885 ha). Especie exótica de gran adaptación en regiones áridas. Esta tecnología se aplica reemplazando el pastizal natural degradado. Requiere de una inversión

importante. Se utiliza durante 4 meses en verano (diciembre, enero, febrero y marzo) lo que permitiría descansar el pastizal natural todos los años con simplificación del manejo.

- Ordenar el rodeo con las correspondientes proporciones de diferentes categorías de un sistema de cría.
- Mejorar levemente el manejo del rodeo (nutrición y sanidad). La pastura implantada permitiría un mejor manejo del rodeo, una mejor alimentación. Aplicar un manejo y control sanitario.
- La aplicación de estas tecnologías permitiría que la explotación mejore el índice de procreo y peso de los animales para venta y por lo tanto incrementar la producción por unidad de superficie.

Para la propuesta SPM2 se mantienen algunas de las características del SPM1 y se propone además de realizar cría, hacer recria manteniendo los terneros destetados en el sistema. Para ello se propone replantear el rodeo de cría, modificándose el plantel de ganado en el sistema. La producción del sistema se mejora levemente con respecto al planteo SPM1 y tiene buena producción con respecto al actual.

Caso 4:

Sistema de producción actual (SPA): Este establecimiento tiene baja carga y bajo porcentaje de destete. La alimentación del ganado es a base de pasto natural y no compran alimentación fuera de la explotación. Aplican sistema de pastoreo rotativo ya que disponen de 3 potreros. En cuanto al sistema reproductivo aplican el continuo, lo que explica el bajo porcentaje de destete. Realizan algún tipo de manejo del animal.

Sistema de producción mejorado 1 (SPM1) y 2 (SPM2): Algunas consideraciones sobre el SPM:

- Incrementar la carga de 22,5 EV a 66,6 EV por año.
- Ordenar el rodeo para que el establecimiento disponga de todas las categoría de animales.
- Mejorar el manejo del rodeo (nutrición y sanidad).
- Implementar el sistema reproductivo estacionado.
- Mejorar el porcentaje de destete.

Para el SPM2 se mantienen las características propuestas para el SPM1 y se propone que además de realizar cría, se haga recria. Para ello, al igual que en los

otros casos se replantea el plantel de la cría para así mantener la misma carga animal. La producción es levemente mayor que la propuesta SPM1 y supone un incremento importante respecto a la situación actual.

Caso 5:

Sistema de producción actual (SPA): Es un establecimiento con 400 ha en un solo potrero, con alto porcentaje de muertes de animales al año. Con sistema de pastoreo y sistema reproductivo continuo por lo que el porcentaje de destete es muy bajo. La carga es relativamente alta. No compran alimento como estrategia de suplementación para el ganado. Además, no aplican ningún plan sanitario.

Sistema de producción mejorado 1 (SPM1) y 2 (SPM2): Para el SPM1 se propone:

- Modificar la carga de 9,2 a 11,9 ha/EV/año.
- Ordenar el rodeo para disponer de todas las categorías de los animales.
- Analizar la posibilidad de una subdivisión del establecimiento para disponer de dos potreros y poder aplicar sistema de pastoreo rotativo y servicio reproductivo estacionado.
- La disponibilidad de potreros permitiría aplicar un mejor manejo del rodeo y aplicar un plan sanitario.
- La aplicación de éstas mejoras permitiría llegar mejorar el índice de procreo mejorando así el porcentaje de destete.

Para el SPM 2 se plantea realizar recría además de cría. Por ello se sugiere replantear el plantel del rodeo de cría, manteniendo la carga ganadera del sistema.

Caso 6:

Sistema de producción actual (SPA): Establecimiento con poca superficie para el normal desarrollo de esta actividad y que pueda ser su única actividad. Dispone de un solo potrero por lo que el sistema de pastoreo es continuo y el servicio reproductivo continuo por lo que es bajo el porcentaje de destete. No realiza ningún manejo sanitario ni manejo animal. Dispone de pasto natural para la alimentación y no realizan compra de alimentos para el ganado fuera de la explotación.

Sistema de producción mejorado 1 (SPM1) y 2 (SPM2): Modificaciones que se propone a este SPM 1:

- Bajar los EV de 20,5 a 14 EV mediante una selección de categorías que puedan quedar en el sistema.
- Aplicar un plan sanitario a todas las categorías.
- Al bajar los EV y con un plan sanitario el ganado podría tener una mayor disponibilidad de pasto para su alimentación, las posibilidades que las vacas tengas cría aumentan y por lo tanto puede mejorar el porcentaje de destete y disponer más terneros para la venta.

Para el SPM 2 se plantea realizar recría además de cría. Por ello se sugiere replantear el plantel del rodeo de cría, manteniendo la carga ganadera del sistema.

Tabla 6.6 Principales características de los sistemas de producción actual (SPA) y de los sistemas de producción mejorados propuestas 1 (SPM1) y 2 (SPM2) en los casos de estudio 1 al 6.

	Casos de estudio																	
	Caso 1			Caso 2			Caso 3			Caso 4			Caso 5			Caso 6		
	SPA	SPM 1	SPM 2	SPA	SPM 1	SPM 2	SPA	SPM 1	SPM 2	SPA	SPM 1	SPM 2	SPA	SPM 1	SPM 2	SPA	SPM 1	SPM 2
Rodeo (unidad)																		
Vacas	40	18	13	250	225	163	400	670	478	15	50	36	32	24	18	15	10	7
Vacas viejas	15	0	0	30	0	0	35	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaquillonas R1	15	4	3	30	40	32	100	120	95	0	10	7	0	5	3	0	2	2
Vaquillonas R2	0	4	3	0	40	32	0	120	95	0	10	7	0	5	3	0	2	2
Terneros destetados	20	19	14	140	225	166	266	683	488	8	51	36	15	25	18	8	10	7
Toros	3	2	1	15	15	10	27	35	29	1	2	2	3	2	1	1	1	1
Recría para venta																		
Novillos	0	0	7	0	0	84	70	0	244	0	0	18	0	0	9	0	0	4
Vaquillonas	0	0	4	0	0	51	0	0	149	0	0	11	0	0	6	0	0	1
Total animales	93	47	34	465	546	403	898	1628	1185	26	123	88	50	61	43	24	25	19
Superficie (ha)	256	256	256	3000	3000	3000	5900	5900	5900	800	800	800	400	400	400	140	140	140
Alimento (%)																		
Pasto natural	100	100	100	100	100	100	100	85	85	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Pasto implantado	0	0	0	0	0	0	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Equivalentes vaca (EV)	79,4	26,2	25,1	348,0	300,5	301,8	548,6	883,5	884,5	22,5	66,6	65,8	43,4	33,6	32,5	20,5	14,0	14,0
Carga (ha/EV/año)	3,2	9,8	10,2	8,6	10,0	9,9	10,1	6,7	6,7	35,5	12,0	12,2	9,2	11,9	12,3	6,8	9,9	9,9
Destete (%)	50,0	85,0	85,0	56,0	85,0	85,0	66,5	86,0	85,0	53,3	85,0	85,0	53,3	85,0	85,0	53,0	85,0	85,0
Producción (kg/ha/año)	12,9	14,1	14,9	9,2	14,9	16,4	9,8	22,7	24,6	4,5	12,2	13,0	8,4	12,0	12,2	7,7	15,0	15,9

6.3.3. Emisiones de GEI de los casos estudiados

Las emisiones de GEI emitidas en los sistemas actuales y de las propuestas con aplicaciones de mejoras son muy variables. También los valores son variables dependiendo desde qué punto de vista son observados (emisiones por animal, hectárea, ternero, peso animal, EV, kg peso vivo vendido). Los resultados del ANOVA para la comparación de las emisiones del sistema de producción actual y de las propuestas mejoradas (SPA, SPM1 y SPM2) arrojaron diferencias significativas para casi la totalidad de las variables dependientes a excepción de emisiones por unidad de superficie (Tabla 6.7).

En el caso de “emisiones por animal”, las emisiones fueron significativamente superiores ($P < 0.001$) en el sistema mejorado 2 (SPM2) que en el sistema actual (SPA) y el sistema mejorado 1 (SPM1) emitiendo éstos un 21% y un 24,5% menos que el SPM2.

En las “emisiones por ternero”, las emisiones fueron significativamente superiores ($P < 0.001$) en el sistema actual que en los sistemas mejorados SPM1 y el SPM2 emitiendo un 33,2% y un 35,5% menos de emisiones que el SPA.

En las “emisiones por peso animal” las emisiones fueron significativamente superiores ($P < 0.001$) en el SPA y SPM1 que en el sistema mejorado 2 (SPM2) emitiendo éste un 55,2 y un 55,0% menos de emisiones, respectivamente.

En el caso de las “emisiones por EV” las emisiones fueron significativamente superiores en los sistemas SPM1 y SPM2 respecto al sistema actual (SPA) emitiendo éste último un 28% y un 26,6% menos de emisiones respectivamente.

Por último, en el caso de las “emisiones por kg de peso vivo vendido” las emisiones fueron significativamente superiores en el sistema actual (SPA) respecto al sistema mejorado 2 (SPM2) emitiendo éste un 25,2% menos de emisiones.

Tabla 6.7 ANOVA para comparación de emisiones de SPA, SPM1 y SPM2 y Prueba post hoc: comparaciones múltiples HSD Tukey (n=6).

Emisiones por	Valores medios			Sig ¹	Desviación Estandar		
	SPA	SPM1	SPM2		SPA	SPM1	SPM2
Animal	1453 ^a	1387 ^a	1838 ^b	***	2129	43,2	126,8
ha	234	259	248	ns	148	54,0	41,6
Ternero	5066 ^b	3384 ^a	3267 ^a	***	1038	158,1	273,2
Peso animal	5,24 ^b	5,22 ^b	2,35 ^a	***	0,2	0,1	0,2
EV	1808 ^a	2516 ^b	2462 ^b	***	425,5	54,8	171,3
kg peso vivo vendido	21,0 ^b	17,3 ^{ab}	15,7 ^a	*	5,2	0,9	1,5

1= ns = no significativo, * = $P < 0,05$, *** = $P < 0,001$.

6.4. DISCUSIÓN

Una de las estrategias de mitigar las emisiones de GEI en los sistemas agropecuarios es la aplicación de tecnologías que mejoren la producción y a la vez disminuyan las emisiones. Para ello se debe tener en cuenta principalmente las características reales de los sistemas productivos. Pero además, para su posible adopción, tener en cuenta no solamente la dimensión técnica sino también la económica, ambiental y social. Los establecimientos agropecuarios, por sus saberes, factores culturales, prioridades, tienen una manera particular de producir en sus sistemas bovinos.

Existen en distintas partes del mundo, dependiendo de cada situación, diversos estudios sobre sistemas ganaderos bovinos, relacionados con el uso de tecnologías y su relación con las emisiones de GEI y basados en distintos análisis, como datos modelados o experimentales. Aunque es importante que para lograr una producción ganadera eficiente y perdurable en el tiempo, se necesitan realizar evaluaciones de mitigación relacionadas con sistemas reales y propias del lugar de los sistemas productivos (Rojas-Downing *et al.*, 2017).

Para este estudio, se realizaron propuestas de gestión en sistemas productivos bovinos con el objeto de mejorar los sistemas de producción, para lo que se seleccionaron 6 explotaciones que corresponden a los Grupos I y II (Capítulo 3), que se caracterizan por ser explotaciones con bajo o poca aplicación de tecnologías, nula o poca gestión de sus sistemas, relativamente pocas productivas, sistemas similares a gran parte de la región (Frasinelli *et al.*, 2003; Riedel y Frasinelli, 2013; Nieto *et al.*, 2014b). Estas explotaciones, según los análisis realizados en el Capítulo 4, son las que más intensidad de emisión poseen en sus sistemas desde el punto de vista de las emisiones por unidad de producto (emisiones por kg de peso vivo vendido).

Para el análisis de las explotaciones y sus propuestas se tuvo en cuenta, en general, todos los aspectos relacionados con el sistema, desde el sistema completo en sí, su ubicación, su organización y gestión así como lo sugieren distintos trabajos de investigación (Shibata y Terada 2010; Giancola *et al.*, 2013; Oenema *et al.*, 2014; Vázquez Amábile *et al.*, 2014).

Dependiendo de las características que presenta cada explotación seleccionada, las principales aplicaciones de propuestas tecnológicas se tuvieron en cuenta, entre otros, los resultados de estudios en la región relacionados con la alimentación del animal (manejo del forraje, implantación de forrajeras), el manejo del rodeo, carga animal, monitoreo de condición corporal, calendario sanitario, registro de información (Aguilera, 2003; Molinero y Giulietti, 2003; Frasinelli *et al.*, 2004a; Frasinelli, 2014; Frasinelli *et al.*, 2014a; Frasinelli *et al.*, 2014b; Frasinelli *et al.*, 2014c; Frasinelli *et al.*, 2014d; Rossanigo, 2016).

En general, dependiendo de cada caso, en las propuestas de mejoras se modificaron varias variables de producción. Estas modificaciones de mejora en el

sistema hacen que, por ejemplo, aumente el porcentaje de destete y la producción (kg de carne/ha/año) y a la vez disminuye la intensidad de emisiones por unidad de producto. Esta mejora en la producción y disminución de emisiones son coincidente con los estudios realizados por distintos autores (Moss *et al.*, 2000; DeRamus *et al.*, 2003; Ominski y Wittenberg, 2006; Shibata y Terada, 2010; Hristov, *et al.*, 2013; Nieto *et al.*, 2014b; Gutman, *et al.*, 2015).

En relación con la intensidad de las emisiones observadas desde el punto de vista de la superficie de la explotación, no hay diferencias significativas entre el sistema actual y las propuestas sugeridas. Sin embargo, el SPM2 presenta diferencias significativas y menores emisiones que las del sistema actual SPA desde la perspectiva de intensidad de emisiones por ternero, peso animal y por peso vivo vendido. En cambio, el SPM1 presentan diferencias significativas en cuanto a la intensidad de las emisiones con el SPM2 desde la perspectiva de las emisiones por animal y con el SPA desde la perspectiva de emisiones por ternero. La intensidad de las emisiones del sistema actual (SPA) con las propuestas, presentan diferencias significativas y con menos emisiones desde la perspectiva de las emisiones por animal y emisiones por EV.

Según algunos autores (Feldkamp *et al.*, 2014; Gutman *et al.*, 2015) y debido a la diversidad de planteos ganaderos que tiene el país, es más apropiado o proporciona mejor información comparar los GEI por kg de carne producido y no por unidad de superficie.

Para disminuir las emisiones de los GEI, como estrategia de mitigación en los sistemas ganaderos bovinos de carne, recomiendan la eficiencia de la producción mejorada (Beauchemin *et al.*, 2011; Modernel *et al.*, 2013; Becoña *et al.*, 2014; Picasso *et al.*, 2014; Veysset *et al.*, 2014; Legesse *et al.*, 2016; Alemu *et al.*, 2017). Esa eficiencia podría basarse en una mayor eficiencia reproductiva (Legesse *et al.*, 2016), el porcentaje de destete (Beauchemin *et al.*, 2011), genética animal y el manejo de la alimentación (Gerber *et al.*, 2011; Gerber *et al.*, 2013a,b; Veysset *et al.*, 2014), manejo del ganado y el control de sanidad animal (Gerber *et al.*, 2013b).

Entre otras estrategias que se proponen esta la mejora genética, los animales deben ser seleccionados no solo por su alta eficiencia en la transformación de alimentos sino también por su capacidad de adaptarse a entornos y a la alimentación de baja calidad (Berndt y Tomkins, 2013) que son característicos de los pastizales semiáridos del centro de Argentina. Además, para reducir las emisiones por kg producido, los productores pueden aumentar la proporción de recría vs cría; sin embargo, esta estrategia puede transferir los impactos ambientales negativos de la cría a otras áreas, es decir las emisiones de la reserva de reemplazo finalmente adquirida se han producido en otras explotaciones (Young *et al.*, 2016).

También se puede tener en cuenta las tierras de pastoreo que tienen un alto potencial de captura de carbono (Lal, 2004; Follet y Schuman, 2005; Schacht y Reece, 2008), los cuales pueden mitigar parcialmente las emisiones de GEI de los sistemas de producción de ruminantes (Soussana *et al.*, 2010). Los sistemas de

pastoreo extensivo del ganado tendrían una menor intensidad de emisiones de GEI si se incluyera la absorción de carbono del suelo en el inventario de emisiones (Schils *et al.*, 2005; Pelletier *et al.*, 2010; Veysset *et al.*, 2010; Picasso *et al.*, 2014; Zhuang *et al.*, 2017), particularmente para sistemas de pastoreo de bajos insumos (Cottle *et al.*, 2011). Por lo tanto, las decisiones sobre el uso de la tierra deben ser informadas por todos los factores ambientales, los impactos negativos, no solo las emisiones de GEI y los servicios ecosistémicos.

Si bien, las dos propuestas son recomendables para aplicar, la propuesta SPM2 podría ser una propuesta importante de aplicar en la región ya que es un sistema más flexible, es decir, dadas las características climáticas de la región, y dependiendo de la disponibilidad de la alimentación de los sistemas (que depende de las precipitaciones locales) si llega a ocurrir sequía, el productor puede vender parte de su plantel (por ejemplo las categorías más jóvenes y quedarse con las vacas y toros) y mantener en el sistema el ganado elemental para continuar con su producción.

Las estrategias para mitigar la producción de metano deben estar acordes a la sustentabilidad de la producción del alimento. Esta perspectiva es mucho más amplia que el concepto de la huella del carbono, por lo que hay poco reconocimiento del rol de la ganadería en sistemas de pastoreo en el que almacenan carbono, protección de la biodiversidad y la utilización de las tierras que no pueden ser utilizadas para cultivos (Picasso *et al.*, 2014). Las emisiones de los GEI (de suelo y ganado) son compensadas por el C que es secuestrado por los pastos (Mosquera Losada *et al.*, 2013).

Identificar la relación entre la intensidad de las emisiones de GEI, el manejo que aplica el productor y las propuestas mejoradoras en la producción del sistema pueden ayudar a identificar el conjunto de técnicas o tecnologías más apropiadas para la mejora en la producción y al mismo tiempo disminución de las emisiones y, por lo tanto, compatible con la mitigación de las emisiones de GEI.

Mientras que se espera un incremento en la población humana (UN, 2013) y una demanda de productos agropecuarios (Delgado, 2005), el sector ganadero bovino adquiere mayor relevancia desde distintos aspectos: a) su importancia por su producción a nivel mundial (FAO, 2009a), b) cumplen roles importantes como mejorar los sistemas cuando son bien gestionados, mejorar la biodiversidad (Riedel, 2007; Schacht y Reece, 2008; Steinfeld y Gerber, 2010; Dumont *et al.*, 2013), c) es un medio de vida para muchas comunidades humanas (Herrero *et al.*, 2013; Riedel y Frasinelli, 2013), d) por sus propias características, emiten GEI (Steinfeld *et al.*, 2006; Gerber *et al.*, 2013b; Opio *et al.*, 2013; IPCC, 2014b;) en cantidades importantes que pueden afectar el cambio climático, e) podría ser la clave de la mitigación de los gases de efecto invernadero (Neely *et al.* 2009; Rojas-Downing *et al.*, 2017). Es decir, mientras la ganadería cumple un rol importante en todos los niveles (local, regional, nacional, internacional), su producción es afectada por el cambio climático y a la vez la ganadería afecta al cambio climático a través de emisiones de GEI principalmente el CH₄ de fermentación entérica y N₂O por lo

que es uno de los sectores con mayores posibilidades de mitigar las emisiones a nivel global. Por ello, en este trabajo de investigación se analizaron y discutieron los últimos puntos (c,d,e) para conocer las explotaciones y sus estrategias de manejo, la estimación de las emisiones y su relación con el manejo y las posibilidades de mitigar las emisiones de los sistemas extensivos bovinos.

Es importante que estos estudios que se realizan sean a nivel local y regional y que para ello se tenga en cuenta un importante trabajo articulado e intersectorial e interinstitucional en donde se puedan analizar desde todos los puntos de vista posible y que ello se interrelacionen para lograr un trabajo completo. Ello podría asegurar el desarrollo de estrategias que permitan aportar importante información para las políticas a aplicar.

6.5. CONCLUSIONES

- En Argentina, existen tecnologías y programas para la mejora en la ganadería bovina con el propósito de, además de mejorar la producción de los sistemas, disminuir las emisiones de los GEI.
- Las propuestas aplicadas en este estudio estuvieron relacionadas al ajuste de carga animal, reordenamiento del rodeo, manejo del pasto, sanidad animal, división de potreros, todas tecnologías que permite, entre otras, una mejora en la alimentación del rodeo y cuidado del recurso forrajero y una mejor sanidad animal.
- Las tecnologías que se sugiere aplicar en este estudio pueden ser útiles para que toda la región las implemente, ya que son tecnologías fáciles de adoptar y tienen un considerable potencial para la mitigación de los GEI.
- Cambiar la estrategia de producción de los sistemas productivos permite una mayor producción y una disminución de las emisiones en los sistemas.
- Los sistemas propuestos de producción mejoradas que incluye cría + recría (SPM2) resultan benigno en cuanto a la emisión de GEI respecto a los sistemas actuales (SPA), salvo cuando las emisiones se analizan por animal dado que, en la mayoría de los casos esos sistemas tienen mayor número de equivalente vaca (EV).
- Es posible que, a través de la adopción de tecnologías “blandas” o de procesos y tecnologías de insumos, no solamente se puedan disminuir las emisiones que afectan el cambio climático sino también obtener una mejora en la producción y que sean sustentables. Para ello, se deberían tener en cuenta, fundamentalmente tres aspectos, el conocimiento del productor sobre la tecnología, la actitud frente a ella y la disponibilidad de recursos para su aplicación.



CONCLUSIONES. IMPLICACIONES. LINEAS FUTURAS

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES. IMPLICACIONES. LINEAS FUTURAS

CONCLUSIONES

La ganadería bovina de carne del Sur de la Provincia de San Luis, Región Central de Argentina. Las explotaciones analizadas

1. La ganadería de bovino de carne del sur de la Provincia de San Luis, en la Región Central de Argentina es de tipo extensivo y se basa fundamentalmente en pastos nativos típicos de zonas semiáridas, aprovechados exclusivamente en pastoreo. Las dimensiones de las explotaciones son muy variables, tanto en cuanto al tamaño del rebaño como en cuanto a la superficie de pastos. La mayor parte de las explotaciones se dedica a la cría del ganado (*cow-calf systems*), siendo el producto principal el ternero destetado, y una pequeña parte se dedica a la recría (*backgrounding systems*) o bien a la cría+recría. El manejo de las explotaciones es también muy variable: mientras que en algunas apenas se aplican técnicas de manejo del ganado (sistemas de pastoreo, controles sanitarios, manejo reproductivo, gestión de los pastos, etc.) en otras se aplican diversos sistemas de gestión con diferentes grados de adopción. Los indicadores de productividad son: porcentajes de destete del 65% y productividad de la tierra de 18,3 kg/ha·año. Las cargas ganaderas son en promedio, 0,13 EV/ha·año.
2. La muestra de explotaciones seleccionadas, con un 45% del total, es representativa del área de estudio. El análisis de las explotaciones indicó características estructurales, tamaños, sistemas de gestión, adopción de tecnologías, cargas ganaderas e índices productivos muy diversos y similares a los observados para la zona de estudio en general. Se puede concluir que los sistemas ganaderos analizados presentan una gran diversidad, a pesar de estar en un área agroecológica relativamente homogénea. En conjunto, son sistemas muy mejorables en todas sus dimensiones.

Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de las explotaciones. Sistemas de cría, recría, y cría+recría

3. Se estimó una intensidad media de las emisiones de 19,6 kg CO₂eq/kg PV vendido en las explotaciones analizadas. El sistema de cría generó más emisiones que el sistema de recría, mientras que el de cría+recría produjo emisiones intermedias. Cuando fueron expresadas por unidad de superficie, la intensidad media de las emisiones fue de 261 kg CO₂eq/ha, no observándose diferencias significativas entre los sistemas de cría, recría o cría+recría. Los promedios obtenidos en el primer caso (emisiones por unidad de producto) son similares a los resultados obtenidos por otros autores en sistemas de bovino comparables, mientras que los valores de intensidad media por unidad de superficie son muy inferiores a los obtenidos en otros estudios, debido a una menor carga ganadera en los sistemas de nuestra área de estudio; de hecho, las emisiones por unidad de superficie y la carga ganadera estuvieron correlacionadas en nuestro estudio.
4. En ambos casos, emisiones de GEI por unidad de producto y por unidad de superficie, se obtuvieron amplios rangos de variación de los valores obtenidos, resultantes de la elevada heterogeneidad de los sistemas de producción en el área de estudio.
5. El metano, procedente de la fermentación entérica, fue el principal gas emitido en las explotaciones, con un 84% de las emisiones totales (en kg de CO₂ equivalente) en las explotaciones, mientras que solo un 16% del total fue debido al N₂O.

Efectos de la gestión y el manejo sobre la emisión de GEI

6. El nivel de emisiones está condicionado por la gestión y el manejo de la explotación. Las variables que influyeron sobre la intensidad de las emisiones por unidad de producto fueron diferentes de las que tuvieron efectos sobre las emisiones por unidad de producto, con la excepción de la productividad de la tierra, que estuvo correlacionada con ambas intensidades aunque en sentido opuesto.
7. En relación con la intensidad de las emisiones expresadas por unidad de producto (CO₂eq/kgPV vendido), las emisiones fueron menores en las explotaciones con un control y cuidados del ganado mejores, pastoreo rotacional, que recibieron asesoramiento técnico, sistema de cría+recría, que tuvieron una mayor productividad animal (kgPV vendidos/EV) y una

mayor productividad de la tierra (kgPV vendidos/ha). La variable con más peso a la hora de explicar las emisiones fue la productividad animal.

8. Las emisiones por unidad de superficie fueron menores en las explotaciones con menor carga ganadera, menor productividad de la tierra, menor número de potreros, y menor superficie dedicada a pastos implantados y/o cultivos forrajeros. Las variables con más influencia a la hora de determinar las emisiones fueron la carga ganadera y la productividad de la tierra. Los resultados sugieren que una cierta intensificación del uso de la tierra implica mayores emisiones por hectárea.

Intensidad de emisiones por unidad de producto frente a intensidad de emisiones por unidad de superficie (kgCO₂eq/PVvendido vs. kgCO₂eq/ha)

9. La intensidad de las emisiones por unidad de producto y la productividad de la tierra están negativamente correlacionadas pero, al mismo tiempo, la productividad de la tierra está positivamente correlacionada con las emisiones por hectárea, lo que ilustra potenciales conflictos (o *trade-off*) entre la mitigación de la emisión de GEI por unidad de producto vs. emisiones/ha.
10. Dado que las emisiones de GEI por unidad de producto y por unidad de superficie difieren en sus implicaciones para la evaluación de los impactos ambientales de la producción de alimentos (por ejemplo, escalas globales - en el primer caso- respecto a escalas locales -en el segundo-, procesos de intensificación, etc.) ambas aproximaciones deben tomarse en consideración y conciliarse tanto como sea posible. Por otro lado, son puntos de vista complementarios que ayudan a tener una visión más amplia y completa del sistema.

Tipificación de las explotaciones en función de su gestión y de sus emisiones de GEI

11. Se identificaron diversos tipos de explotaciones. Las explotaciones con bajo nivel técnico en las prácticas de manejo (cuidados y control del ganado deficientes, pastoreo y manejo reproductivo de tipo continuo) presentaron niveles bajos de producción (tanto por animal como por hectárea) y altos niveles de emisión de GEI por unidad de producto; sin embargo, al ser

también las más extensivas (bajas cargas ganaderas y nula dependencia de alimentación externa), presentaron bajos niveles de emisión por unidad de superficie.

12. A partir de esa "línea base", algunas explotaciones que intensifican la producción mediante el aumento de la carga ganadera, el incremento de la alimentación externa y la mejora de algunas prácticas de manejo, disminuyen las emisiones por unidad de producto pero incrementan las emisiones por unidad de superficie.
13. Otras explotaciones, en cambio, mantienen las cargas ganaderas en niveles intermedios y mejoran de manera importante sus prácticas de manejo (buen cuidado y control del ganado, pastoreo rotacional y manejo reproductivo estacional) al tiempo que incrementan en promedio la recría, implicando mejoras de producción por animal y por superficie, y obtienen unas emisiones intermedias, tanto por unidad de producto como por unidad de superficie. Finalmente, un pequeño grupo de explotaciones incorpora además una cierta proporción del suelo dedicado a la implantación de pasturas y cultivos forrajeros, disminuyendo aún más las emisiones por unidad de producto.
14. Los resultados sugieren que las explotaciones que aplican unas buenas prácticas de manejo en sus sistemas tienen mejores producciones y menor nivel de emisiones por unidad de producto que las explotaciones con menor nivel de implantación de buenas prácticas de manejo. Cuando la productividad de la tierra se logra mediante esta estrategia (buena productividad animal), las emisiones por hectárea se pueden mantener en niveles intermedios. Sin embargo, si esta productividad/ha se maximiza mediante el uso de cargas ganaderas altas, las emisiones por hectárea aumentan.
15. Los resultados indican por tanto que es posible compatibilizar la mitigación de ambos tipos de intensidad de emisiones, por unidad de producto y de superficie, y apuntan a las cargas ganaderas como un factor clave.

Alternativas tecnológicas para reducir las emisiones en los sistemas bovinos de carne extensivos de zonas semiáridas de San Luis, Argentina

16. Las opciones de cambio más adecuadas a los sistemas analizados incluyen:
 - (i) reordenación de las categorías de edad del rodeo con las proporciones

adecuadas a un sistema de cría, (ii) adecuación de cargas ganaderas a la oferta forrajera de cada sistema, (iii) pastoreo rotacional (con subdivisión en potreros y tiempos de reposo adecuados para la recuperación del pasto), (iv) manejo reproductivo estacionado, (v) incorporación de recría en el sistema, (vi) en casos específicos de degradación del pasto nativo, resiembra de especies nativas y/o gramíneas megatérmicas perennes exóticas (buffel-grass, pasto llorón, digitaria, etc.), (vii) buen manejo animal (plan de seguimiento sanitario del rodeo, diagnóstico de preñez, boqueos, revisión de toros), (viii) monitoreo y registro de la evolución de las reservas corporales y de la disponibilidad del forraje.

17. La aplicación simulada de algunas de esas opciones de cambio en diversos casos de estudio incluyendo las prácticas (i) a (vi) en todos o alguno/s de los casos (“Sistema Productivo Mejorado1”, SPM1) mejoró la producción del sistema por unidad de tierra (kg de peso vivo vendido/ha-año). Cuando se incorporó, además, la recría (SPM2), la mejora de la producción se mantuvo y las emisiones por unidad de producto disminuyeron significativamente respecto a la situación actual sin mejoras (SPA). Las emisiones por unidad de tierra se mantuvieron constantes en SPM1 y SPM2 respecto a SPA. Si bien ambas propuestas (SPM1 y SPM2) son recomendables, la propuesta SPM2 podría ser relevante en la región, ya que implica un sistema más flexible y mejor adaptado a posibles episodios de sequía.
18. Los resultados sugieren que es posible reducir considerablemente la intensidad de las emisiones por unidad de producto mediante la adopción de prácticas y tecnologías de manejo realistas, “blandas” o relativamente fáciles de incorporar, al tiempo que las emisiones por unidad de superficie se mantienen constantes. Además, mediante la implantación de esas prácticas, se pueden obtener mejoras en la producción del sistema. Por tanto, las propuestas tecnológicas planteadas permitieron representar un sistema ganadero extensivo de regiones semiáridas en condiciones adecuadas para su producción. Ahora bien, cada situación particular puede requerir soluciones “personalizadas” o adaptadas.

IMPLICACIONES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las tecnologías sugeridas en este estudio pueden ser útiles para la región, ya que se trata de prácticas realistas de manejo fáciles de adoptar, de relativo bajo coste e insumos. Además de tener un considerable potencial para la mitigación de los GEI a escala global, pueden conllevar aumentos de la producción del sistema. Asimismo, algunas de las prácticas pueden ser extensibles a sistemas semiáridos similares.

Podemos hablar del conjunto de medidas propuestas como estrategias win-win, ya que implican la co-ocurrencia de diversos tipos de beneficios: ambientales, productivos (que a su vez sugieren beneficios económicos incrementados para el productor) e, incluso, mayor bienestar animal derivado de un mejor cuidado de la salud y la alimentación de los animales.

Las estrategias de reducción de emisiones pueden ser a priori técnicamente factibles y fáciles de aplicar. No obstante, pueden existir dificultades de diversa índole para su adopción por los productores y requerir inversiones en educación, formación y demostración. Superar las barreras que dificultan la adopción por los ganaderos es un importante reto a la hora de implantar nuevas tecnologías de manejo del sistema.

Una de las principales barreras es la dificultad económica, debido a la baja-media rentabilidad de la actividad. En ese sentido, las estrategias que mejoran la productividad del sistema son más atractivas para los productores y tienen más oportunidades de ser adoptadas por ellos, son estrategias con un mayor grado de aceptabilidad.

Son múltiples las dimensiones a tener en cuenta de cara a la adopción de las innovaciones por parte de los ganaderos, dimensiones técnica, económica, social y humana: sistema actual de producción y su productividad; aspectos estructurales, acceso a la tierra, acceso al agua, infraestructuras disponibles; aspectos socio-económicos, edad, nivel de formación, nivel de conocimientos, experiencias y vivencias, objetivos, expectativas y prioridades del productor, miembros de la unidad familiar y mano de obra familiar, factores culturales y humanos, actitud frente a los cambios; capacidad técnica, administrativa, comercial; percepción del productor sobre la tecnología; disponibilidad de recursos económicos; herramientas tecnológicas que ya usa en cierta medida el productor u otros productores de la región; implicación activa del productor.

La mitigación de las emisiones de GEI debe ser compatible con la preservación del medio natural y la preservación de los pastos nativos de estas áreas y los servicios ecosistémicos asociados a estos sistemas pastorales. Es decir, la reducción de las emisiones no debe estar asociada a impactos ambientales negativos que disminuyan la biodiversidad y otros servicios.

La implantación de especies exóticas, cultivos comerciales u otros cambios en los usos del suelo en sustitución de los pastos naturales, el uso de cargas ganaderas por encima del nivel de carga del sistema, o los insumos de alimentos externos, pueden tener impactos negativos locales, regionales e incluso globales que pueden ser de importancia y es necesario valorar y evitar, como: invasión de especies exóticas, pérdida de hábitats para fauna silvestre, pérdida de paisajes, erosión del suelo y degradación de sus propiedades, disminución de la cubierta vegetal, emisiones y liberación de CO₂ a la atmósfera, pérdida de capacidad fijadora de CO₂ en el suelo, eutrofización de las aguas y pérdidas en general de biodiversidad. En su caso, se requieren acciones de conservación de los recursos suelo, agua, biodiversidad o captación de carbono.

LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Para identificar las vías de aumento de la sostenibilidad económica, social y ecológica de los sistemas bovinos pastorales del semiárido argentino, los estudios futuros deberían tener un enfoque integral y holístico, en el que el pilar ecológico de la sostenibilidad se evalúe incluyendo todos los impactos potenciales negativos y el suministro de servicios ecosistémicos por parte de esos agroecosistemas.

Aspectos socio-económicos

Analizar la magnitud y el impacto económico de diversas estrategias de mitigación de la emisión de GEI mediante análisis coste-beneficio. Incluir en el estudio el transporte, procesamiento y comercialización de la carne más allá de la explotación.

Valorar el grado de aceptabilidad de las opciones innovadoras por parte de los productores, que permitan generar propuestas tecnológicas adecuadas y factibles. Conocer las capacidades técnicas, administrativas y comerciales de los ganaderos; sus objetivos y expectativas de beneficio; recursos económicos actuales y potenciales; visión y prioridades; conocer y fomentar las formas de asociativismo para la producción y la comercialización de la carne.

Aspectos ecológicos

Las decisiones sobre el uso de la tierra deberían estar informadas de todos los factores ecológicos, tanto los impactos negativos de la actividad (no solo las emisiones de GEI, sino también erosión del suelo, eutrofización de las aguas, etc.) como de los servicios ecosistémicos a la sociedad.

Las investigaciones futuras se deberían centrar en valorar los servicios proporcionados por los sistemas pastorales basado en pastos naturales: biodiversidad de flora y fauna, preservación del paisaje, bienestar animal, reciclaje de nutrientes, secuestro de carbono. Particularmente, estimar e incluir la fijación de carbono de los pastos nativos en los inventarios de emisiones. Análisis de ciclo de vida de sistemas de producción de carne con distintos grados de intensificación.

Pastos y alimentación

Valoración del coste ambiental de la implantación de especies exóticas de pastos. Restauración de pastos naturales degradados mediante la implantación de especies nativas; recuperación de especies forrajeras valiosas; aumento de la cobertura del suelo, disminuyendo el riesgo de erosión y aumentando la infiltración del agua de lluvia.

Estudios de la producción y calidad de los pastos nativos (materia seca por hectárea, materia seca digestible). Planificación integrada teniendo en cuenta la fenología de las especies nativas; pautas de manejo en función de las etapas críticas del ganado. Estudio complementario de variables ambientales (precipitación, temperatura, humedad, vientos) y sus efectos sobre la producción y la calidad.

Estudio de presencia de taninos y otros compuestos fenólicos en los pastos nativos. Potencialidad de disminución de la emisión de metano entérico. Estudio de la proporción de gramíneas C3, C4 y leguminosas sobre la producción de metano.

Implementación de tecnologías silvopastorales: análisis de las posibilidades de suplementación estratégica de alimentos con aprovechamiento de diversos estratos vegetales en el área de pastoreo.

Evaluación de la calidad de la carne en diversos tipos de sistemas y de alimentación: desde sistemas pastorales sobre pastos nativos, sobre pastos

implantados, hasta más intensificados con alimentación externa. Efecto de los aditivos para mejorar la digestibilidad del alimento en la calidad de la carne.

Efectos del Cambio Climático sobre la ganadería

Valoración de diversos escenarios de cambio climático y sus efectos sobre los sistemas ganaderos del semiárido: efectos de sequías y/o inundaciones, que pueden ser muy variables en una misma región; características de los pastos (como por ejemplo, estado de lignificación y digestibilidad); posibles enfermedades o afecciones emergentes a través, por ejemplo, de los efectos sobre las poblaciones de insectos transmisores.

Es importante que los estudios se realicen sean a nivel local y regional, y que para ello se tenga en cuenta un importante trabajo articulado e intersectorial e interinstitucional con un análisis desde diversos puntos de vista interrelacionados para lograr obtener una visión completa. Ello podría asegurar el desarrollo de estrategias que permitan aportar importante información para las políticas a aplicar.

Las medidas a aplicar como respuesta al cambio climático deben estar en línea con las percepciones y conocimientos locales. Por lo que es importante un análisis profundo de los impactos potenciales del cambio climático sobre las prácticas tradicionales, tales como aquellas orientadas a garantizar los medios de subsistencia.

Escalas de trabajo

Abordar programas y planes de trabajo a distintas escalas (local, regional, nacional), distintos escenarios de tiempo (corto, mediano y largo plazo) y desde distintos ámbitos (articulación inter e intrainstitucional) que permitan aportar acciones relacionadas con la mitigación y/o adaptación al cambio climático. Ampliar los estudios a regiones más amplias del país, teniendo en cuenta el procedimiento realizado en esta investigación y con estudios paralelos sobre características ambientales. Hacer estudios comparativos de resultados de emisiones obtenidos en gabinete y/o a campo. Tomar estudios de casos con análisis de la situación actual y modelización de distintos escenarios. Realizar propuestas, aplicarlas y hacer seguimiento en el tiempo, desarrollar explotaciones piloto demostrativas donde los vecinos y demás población puedan visitar e imitar esos sistemas.

Diseminación de resultados

Desarrollar documentación accesible y comprensible sobre la temática de las emisiones de GEI y el cambio climático para la población en general, teniendo en cuenta toda la información existente en ámbitos científicos y académicos.

Contar con herramientas conceptuales que ayuden a comprender la problemática del cambio climático en distintos niveles educativos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agresti A, (2002) *Categorical Data Analysis*. Second edition. pp 710 (Wiley Interscience, A John Wiley & Sons, Inc., Publication).
- Aguilera M (2003) Uso ganadero de los Pastizales Naturales de San Luis. En: *Con las metas claras. La Estación Agropecuaria San Luis. 40 años en favor del desarrollo sustentable*. (Eds MO Aguilera, JL Panigatti) pp. 89-124. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Alemu AW, Amiro BD, Bittman S, MacDonald D, Ominski KH (2017) Greenhouse gas emission of Canadian cow-calf operations: A whole-farm assessment of 295 farms. *Agricultural Systems* **151**, 73-83.
- Anderson DL (1980) La recuperación y mejoramiento de los pastizales naturales. Asociación Argentina de Ecología. *Ecología* **4**, 9-11.
- Anderson DL, De Aguilera JA, Bernardon AE (1970) Las formaciones vegetales de la provincia de San Luis. RIA (INTA). *Biología y Producción vegetal Serie 2*, 153-183.
- Avila R, Barbera P, Blanco L, Burghi V, De Battista J, Frasinelli C, Frigerio K, Gándara L, Goldfarb M, Griffa S, Grunberg K, Leal K, Kunst C, Lacorte S, Lauric A, Martínez Calsina L, Mc Lean G, Nenning F, Otondo J, Petruzzi H, Pizzio R, Pueyo J, Ré A, Ribotta A, Romero L, Stritzler N, Tomas M, Torres Carbonell C, Ugarte C, Veneciano J (2014) *Gramíneas forrajeras para el subtrópico y el semiárido central de la Argentina*. Pp 72 (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Baethgen W, Martino D (2000) *Cambio Climático, Gases de Efecto Invernadero e Implicancias en los Sectores Agropecuario y Forestal del Uruguay* [online]. acceso 10/12/2015. Disponible: http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/cc_gei_agrop_forestal.pdf
- Bárbaro N, Gere J, Gratton R, Rubio R, Williams K (2008) First measurements of methane emitted by grazing cattle of the Argentinean beef system. *New Zealand Journal of Agricultural Research* **51**:2, 209-219.
- Beauchemin KA, Henry Janzen H, Little SM, McAllister TA, McGinn SM (2010) Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada: A case study. *Agricultural Systems* **103**,371-379.
- Beauchemin KA, Janzen HH, Little SM, McAllister TA, McGinn SM (2011) Mitigation of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada - Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Animal Feed Science and Technology* **166-67**, 663-677.
- Becoña G, Astigarraga L, Picasso V (2013a) Análisis de las emisiones de GEI en sistemas criadores del Uruguay. En: *Cambio y variabilidad climática: respuestas interdisciplinarias*. Espacio Interdisciplinario, Universidad de la República, Montevideo. (Eds V Picasso, G Cruz, L Astigarraga, R Terra) Parte 3, Capítulo 8, 115-129 (Mastergraf SRL, Montevideo, Uruguay).
- Becoña G, Astigarraga L, Picasso V (2014) Greenhouse gas emissions of beef cow-calf grazing systems in Uruguay. *Sustainable Agriculture Research* **3**, N°2 89-105.

- Becoña G, Ledgard S, Wedderburn E (2013b) A comparison of greenhouse gas emissions from Uruguayan and New Zealand beef systems. *Agrociencia Uruguay* **17** (1) 120-130.
- Berndt A, Tomkins NW (2013) Measurement and mitigation of methane emissions from beef cattle in tropical grazing systems: a perspective from Australia and Brazil. *Animal* **7**, 363-372.
- Berra G, Finster L (2002) Influencia de la ganadería Argentina. Emisión de gases de efecto invernadero. Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario *IDIA* **21** (2) 212-215.
- Beukes PC, Gregorini P, Romera AJ, Levy G, Waghorn GC (2010) Improving production efficiency as a strategy to mitigate greenhouse gas emissions on pastoral dairy farms in New Zealand. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **136**, 358-365.
- Blanco G (2014) Evaluación de necesidades tecnológicas En: *Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina*. Eje Temático 4: Tecnologías para la adaptación y mitigación del cambio climático. Sección 4.1: Tecnologías. Capítulo 33.
- Blanco L, Namur PR, Ferrando C, Rettore A, Namur P, Ávila R, Molina J, Oriente E (2013) Evolución de la vegetación después del rolado y siembra de pastos nativos en La Rioja. *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam* vol **22** Serie supl 2 17-22.
- Bogaerts M, Cirhigiri L, Robinson I, Rodkin M, Hajjar R, Costa Junior C, Newton P (2016) *Climate change mitigation through intensified pasture management Estimating greenhouse gas emissions on cattle farms in the Brazilian Amazon*. CCAFS Working paper n° 188. (CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark). Disponible online: www.ccafs.cgiar.org
- Bonatti R, Caeiro R, Demmi MA, D'Hiriart A, Garro de Gonzales E, Guerri E, Jackson JE, Kall GF, Marchi A, Molinero GB, Recarey M, Rossanigo CE (1986) *Diagnóstico agropecuario de la provincia de San Luis*. Pp 102. (Publicación interna: EEA San Luis).
- Broucek J (2014) Production of methane emissions from ruminant husbandry: A review. *Journal of Environmental Protection* **5**, 1482-1493.
- Browne NA, Eckard RJ, Behrendt R, Kingwell RS (2011) A comparative analysis of on-farm greenhouse gas emissions from agricultural enterprises in south eastern Australia. *Animal Feed Science and Technology* **166–167**, 641-652.
- Burnham KP, Anderson DR (2002) *Model Selection and Multimodel Inference: A practical information-theoretic approach*. (Second edition) pp 488 (Springer, New York).
- Caballero Díaz, F (2011) *Selección de modelos mediante criterios de información en análisis factorial. Aspectos teóricos y computacionales*. Universidad de Granada.
- Cabrera AL (1976) Regiones Fitogeográficas Argentina. En: *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II, pp 85. Segunda edición. (Editorial ACME SACI, Buenos Aires).
- Cambra-López M, García Rebollar P, Estellés F, Torres A (2008) Estimación de las emisiones de los rumiantes en España: el Factor de Conversión de Metano. *Archivos de Zootecnia* **57** (R), 89-101.

- Canosa FR, Feldkamp C, Urruti J, Morris M, Moscoso MR (2013) *Potencial de la producción ganadera Argentina ante diferentes escenarios*. Fundación producir conservando. Pp 80.
- Capper JL (2011) The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. *Journal of Animal Science* **89**, 4249-4261.
- Cardoso AS, Berndt A, Leytem A, Alves BJR, das NO de Carvalho I, de Barros Soares LH, Urquiaga S, Boddey RM (2016) Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. *Agricultural Systems* **143**, 86-96.
- Carmona CJ, Bolívar MD, Giraldo AL (2005) El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria* **18** (1) 49-63.
- Casey JW, Holden NM (2006a) Greenhouse Gas Emissions from Conventional, Agri-Environmental Scheme, and Organic Irish Suckler-Beef Units. *Journal of Environmental Quality* **35** (1) 231-239.
- Casey JW, Holden NM (2006b) Quantification of GHG emissions from sucker-beef production in Ireland. *Agricultural Systems* **90**, 79-98.
- Castillo Marín N, Blanco G, Gonzalez M, Petrillo D, Di Pietro PL, Yañez F (2009) La situación en Argentina: emisiones y mitigación. En: *El cambio climático en Argentina*. Pp 62-81 (elaborado en el marco de la cooperación técnica de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) hacia la Dirección de Cambio Climático, a través del proyecto de "Fortalecimiento de las Capacidades en Adaptación al Cambio Climático").
- Cavanna JA, Castro CG, Coirini R, Karlin U, Karlin M (2009) Caracterización socio-productiva de ocho comunidades de pequeños productores de las Salinas Grandes, provincia de Catamarca, Argentina. *Multequina* **18**, 15-29.
- Clark H, Pinares-Patiño C, De Klein C (2005) Methane and nitrous oxide emissions from grazed grasslands. En: *Grassland: a global resource* (ed. DA McGilloway), pp. 279-293. (Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands).
- Cocimano M, Lange A, Menvielle E (1983) *Equivalencias ganaderas para vacunos de carne y ovinos (escalas simplificadas)*. Colección estudios y métodos, AA-CREA. 4° edición pp 32. (Editado por Comisión de producción de carne, departamento de estudios de prensa AACREA).
- Collado AD (2012) *Caracterización de las lluvias en áreas de secano de la provincia de San Luis en un contexto productivo y ambiental*. Información Técnica N° 186. pp 38. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Cottle DJ, Nolan JV, Wiedemann SG (2011) Ruminant enteric methane mitigation: a review. *Animal Production Science* **51**, 491-514.
- Crosson P, Shalloo L, O'Brien D, Lanigan GJ, Foley PA, Boland TM, Kenny DA (2011) A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. *Animal Feed Science and Technology* **166-167**, 29-45.
- de Figueiredo EB, Jayasundara S, de Oliveira Bordonal R, Berchielli TT, Reis RA, Wagner-Riddle C, La Scala N Jr. (2016) Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil *Journal of Cleaner Production* **142** (1) 420-431.
- de Vries M, de Boer IJM (2010) Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science* **128**, 1-11.

- de Vries M, van Middelaar CE, de Boer IJM (2015) Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments. *Livestock Science* **178**, 279-288.
- Delgado CL (2005) Rising demand for meat and milk in developing countries / implications for grasslands-based livestock production. En: *Grassland: a global resource* (ed. DA McGilloway), pp. 29–40. (Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands).
- DeMaría MR, Aguado Suárez I, Steinaker FD (2008) Reemplazo y fragmentación de pastizales pampeanos semiáridos en San Luis, Argentina. *Ecología Austral* **18**, 55-70.
- DeRamus HA, Clement TC, Giampola DD, Dickison PC (2003) Methane emissions of beef cattle on forages: Efficiency of grazing management systems. *Journal of Environmental Quality* **32**, 269-277.
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzalez L, Tablada M, Robledo CW (2008) *InfoStat*. Versión 2008. Pp 336 (Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).
- Dick M, Abreu da Silva M, Dewes H (2015a) Life cycle assessment of beef cattle production in two typical grassland systems of southern Brazil. *Journal of Cleaner Production* **96**, 426-434.
- Dick M, Abreu da Silva M, Dewes H (2015b) Mitigation of environmental impacts of beef cattle production in southern Brazil – Evaluation using farm-based life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production* **87**, 58-67.
- Dobson AJ (2002) An Introduction to Generalized Linear Models. En: *Texts in Statistical Science Series (Eds C Chatfield, J Zidek) pp 220* (Chapman & Hall/CRC A CRC Press Company. Boca Raton, London, New York, Washington, DC).
- Dollé JB, Agabriel J, Peyraud JL, Faverdin P, Manneville V, Raison C, Gac A, Le Gall A (2011) *Les gaz à effet de serre en élevage bovin: Évaluation et leviers d'action* 24 (5) 415-432.
- Dumont B, Thórhallsdóttir A, Farruggia A, Norderhaug A (2013) Livestock grazing and biodiversity in semi-natural grasslands. En: *The Role of Grasslands in a Green Future. Threats and Perspectives in Less Favoured Areas*. (Eds A Helgadóttir, A Hopkins) Volume 18, Session 2, 314-326. Grassland Science In Europe (Organising Committee of the 17th Symposium of the European Grassland Federation 2013 and Agricultural University of Iceland (AUI) Hvanneyri Borgarnes Iceland).
- Echeverría JC, Bertón JA (2006) Temperatura del aire. En: *Aptitud forestal de la provincia de San Luis: II Cartografía de variables ambientales*. (Eds JC Echeverría, E Jobbagy, A Collado) pp. 11-13. (Convenio de cooperación técnica entre el INTA EEA San Luis y el Gobierno de la provincial de San Luis, San Luis, Argentina).
- Echeverría JC, Giuliatti J (2006) Precipitación media anual. En: *Aptitud forestal de la provincia de San Luis: II Cartografía de variables ambientales*. (Eds JC Echeverría, E Jobbagy, A Collado) pp. 11-13. (Convenio de cooperación técnica entre el INTA EEA San Luis y el Gobierno de la provincial de San Luis, San Luis, Argentina).
- Eckard RJ, Grainger C, de Klein CAM (2010) Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livestock Science* **130**, 47-56.

- FAO (2009a) *Cómo alimentar al mundo en 2050*. Foro de expertos de alto nivel. Verificado 26/10/2017. Disponible: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/synthesis_papers/C%C3%B3mo_alimentar_al_mundo_en_2050.pdf
- FAO (2009b) *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La ganadería a examen*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Fariña S, Cañada P, Vázquez Amábile G, Feiguín F, Magnasco E, Ortiz de Zárate L, Gaspari F, Rodríguez Vagaría A, Senisterra G, Caratori L (2015) Indicadores de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Volumen 3 – Agricultura, Ganadería y Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura. En: *Tercera comunicación nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Pp 46 (Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), Fundación Torcuato Di Tella (FTDT), Price Waterhouse & Co. Asesores de Empresas SRL (PwC).
- Faverin C, Gratton R, Machado CF (2014) Emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas de producción de carne vacuna de base pastoril. Revisión bibliográfica. *Revista Argentina de Producción Animal (RAPA)* **34**, 33-54.
- Feldkamp C, Torroba F, Vázquez Amábile G, Galbusera S, Cañada P (2014) Sistemas ganaderos y los factores de emisión. En: *Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina*. Eje Temático 2: El Suelo, La Producción Agropecuaria y Las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero GEI. Sección 2.3: Ganadería. Capítulo 17.
- Foley PA, Crosson P, Lovett DK, Boland TM, O'Mara FP, Kenny DA (2011) Whole-farm systems modelling of greenhouse gas emissions from pastoral suckler beef cow production systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **142**, 222-230.
- Follet RF, Schuman GE (2005) Grazing land contribution to carbon sequestration. En: *Grassland: a global resource* (Ed. DA McGilloway), pp. 265–277. (Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands).
- Forster P, Ramaswamy V, Artaxo P, Bernsten T, Betts R, Fahey DW, Haywood J, Lean J, Lowe DC, Myhre G, Nganga J, Prinn R, Raga G, Schulz M, Van Dorland R, (2007) Changes in Atmospheric constituents and in radiative forcing En: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (Eds. S Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, H.L. Miller), chapter 2 pp 234 (Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA).
- Frasinelli CA (2014) Sistema de cría sobre la base de digitaria (*Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha*) como único recurso pastoril. En: *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. (Eds CA Frasinelli, JH Veneciano) 17-21 (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Frasinelli CA (2016) Sistemas de producción bovina con base pastoril. En: *Producción científico-técnica del INTA San Luis*. (Eds J Giulietti, M Funes) Capítulo 2 pp. 31-49. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).

- Frasinelli CA, Casagrande HJ, Veneciano JH (2004a) *La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina*. Información Técnica 168, pp16. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Frasinelli CA, Magallanes C, Riedel JL, Belgrano Rawson A, Veneciano JH, Martini, JP (2014a) Sistema de cría sobre la base de pasto llorón (*Eragrostis curvula* (Schrad.) Nees) como único recurso pastoril. En: *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. (Eds CA Frasinelli, JH Veneciano) pp 22-26. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Frasinelli CA, Molinero HB, Rossanigo CE (2014b) Sistema de cría sobre la base de pastizal y pasto salinas (*Cenchrus ciliaris* L.): Establecimiento “La Pasión” En: *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. (Eds CA Frasinelli, JH Veneciano) pp 47-54. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Frasinelli CA, Panza AA, Veneciano JH (2014c) Sistema de cría sobre la base de pasto llorón y digitaria todo el año: Cría sobre pasto llorón y digitaria sin fertilización en establecimiento “Don Hernán”. En: *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. (Eds CA Frasinelli, JH Veneciano) pp 27-33. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Frasinelli CA, Panza AA, Veneciano JH, Frigerio KL (2014d) Sistema de cría sobre la base de pasto llorón y digitaria todo el año: Sistema de cría sobre la base de pasto llorón y digitaria fertilizados todo el año- establecimiento “Don Hernán”. En: *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. (Eds CA Frasinelli, JH Veneciano) pp 34-40. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Frasinelli CA, Veneciano JH (2014) Introducción. En: *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. (Eds CA Frasinelli, JH Veneciano) 13-14 (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Frasinelli CA, Veneciano JH, Belgrano Rawson A, Frigerio K (2003) Sistemas extensivos de producción bovina: productividad y rentabilidad. En: *Con las metas claras. La Estación Agropecuaria San Luis. 40 años en favor del desarrollo sustentable*. (Eds MO Aguilera, JL Panigatti) 141-157. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Frasinelli CA, Veneciano JH, Diaz J (2004b) *Sistemas de cría bovina en San Luis. Estructura, manejo e indicadores económicos*. Información Técnica. Vol. 166 pp 88. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Gabutti EG (2008) Factores ambientales en el bosque de caldén. En: *El caldenal Puntano. Caracterización ecológica y utilización sustentable*. (Eds EG Gabutti, MJL Privitello, OA Barbosa) pp. 33-42.
- Genovés JM, Belgrano Rawson AJ, Bonatti RE, Guerri E (2003) Condicionantes económicos en la adopción de tecnologías. En: *Con las metas claras. La Estación Agropecuaria San Luis. 40 años en favor del desarrollo sustentable*. (Eds MO Aguilera, JL Panigatti) 195-201. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Gerber P, Vellinga T, Opio C, Steinfeld H (2011) Productivity gains and greenhouse gas emissions intensity in dairy systems. *Livestock Science* **139**, 100–108.
- Gerber PJ, Hristov AN, Henderson B, Makkar H, Oh J, Lee C, Meinen R, Montes F, Ott T, Firkins J, Rotz A, Dell C, Adesogan AT, Yang WZ, Tricarico JM, Kebreab E, Waghorn G, Dijkstra J, Oosting S (2013a) Technical options for the mitigation of direct methane and nitrous oxide emissions from livestock: a review. *Animal* **7**, 220-234.

- Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, Faluccci A, Tempio G (2013b) *Tackling Climate Change through Livestock a Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Giancola SI, Calvo S, Sampedro D, Marastoni A, Ponce V, Di Giano S, Storti MG (2013) *Causas que afectan la adopción de tecnología en la ganadería bovina para carne de la provincia de Corrientes. Enfoque cualitativo*. Serie: Estudios socioeconómicos de la adopción de tecnología N° 2. Pp 60 (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Girardin LO (2013) *Aspectos Socioeconómicos y Políticos del Cambio Climático: de la Convención al Protocolo de Kioto*. pp 316 Tomo I (1990-2000) (Fundación Patagonia tercer milenio, Ciudad autónoma de Buenos Aires).
- Gobierno Argentino (2007) *Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Pp 200 (Fundación Bariloche).
- Gobierno Argentino (2015) Inventario de GEI de la República Argentina- Año 2012. Agricultura, ganadería y cambio de uso del suelo y silvicultura. En: *Tercera comunicación nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 2015*. 3, pp 422.
- Gobierno Argentino (2017) Inventario de emisiones de Gases de Efecto Invernadero. En: *Segundo informe bienal de actualización de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. República Argentina. Capítulo 2, 37-69.
- González R, Sánchez MS, Chirinda N, Arango J, Bolívar DM, Escobar D, Tapasco J, Barahona R (2015) Limitaciones para la implementación de acciones de mitigación de emisiones de gases de efecto de invernadero (GEI) en sistemas ganaderos en Latinoamérica. *Livestock Research for Rural Development* Volume **27**, article 249 from <http://www.lrrd.org/lrrd27/12/gonz27249.html>
- Goodland R, Anhang J (2009) Livestock and Climate Change. What if the key actors in climate change were pigs, chickens and cows? *Worldwatch* November/December 2009, Worldwatch Institute, Washington, DC, USA, pp. 10–19.
- Grainger C, Beauchemin KA (2011) Can enteric methane emissions from ruminants be lowered without lowering their production? *Animal Feed Science and Technology* **166-67**, 308-320.
- Gutman V, Feldkamp C, Cañada P (2015) Estudio de potencial de mitigación. Ganadería bovina de carne. En: *3 Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Volumen 3 – Agricultura, Ganadería y cambio de uso del suelo y silvicultura. Pp 59.
- Guzmán ML, Sager R (2013) Inventario de metano entérico de los sistemas de producción de carne para San Luis en el año 2009. *Revista de Investigaciones Agropecuarias (RIA)* **39** (1) 88-94.
- Herrero M, Gerber P, Vellinga T, Garnett T, Leip A, Opio C, Westhoek HJ, Thornton PK, Olesen J, Hutchings N, Montgomery H, Soussana JF, Steinfeld H, McAllister TA (2011) Livestock and greenhouse gas emissions: The importance of getting the numbers right *Animal Feed Science and Technology* **166-167**, 779-782.

- Herrero M, Havlík P, Valin H, Notenbaert A, Rufino MC, Thornton PK, Blümmel M, Weiss F, Grace D, Obersteiner M (2013) Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110**, 20888-20893.
- Hristov AN, Ott T, Tricarico J, Rotz A, Waghorn G, Adesogan A, Dijkstra J, Montes F, Oh J, Kebreab E, Oosting SJ, Gerber PJ, Henderson B, Makkar HPS, Firkins JL (2014) Special topics-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: III. A review of animal management mitigation options. *Journal of Animal Science* **91**, 5095-5113.
- Hristov AN, Ott T, Tricarico J, Rotz A, Waghorn G, Adesogan A, Dijkstra J, Montes F, Oh J, Kebreab E, Oosting SJ, Gerber PJ, Henderson B, Makkar HPS, Firkins JL (2013) Special topics-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: III. A review of animal management mitigation options. *Journal of Animal Science* **91**, 5095-5113.
- Huerta AR, Guereca LP, Lozano MDR (2016) Environmental impact of beef production in Mexico through life cycle assessment. *Resources Conservation and Recycling* **109**, 44-53.
- Huss DL (1993) *El papel de los animales domésticos en el control de la desertificación*. Serie Zonas áridas y semiáridas, 2: 113. (PNUMA-FAO, Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe).
- IBM (2011) IBM SPSS Advanced Statistics 20.
- IERAL (2011) Una Argentina competitiva, productiva y federal: Cadena de la carne bovina. En: *Documento de trabajo. Año 17*, edición 104. Pp 45. (Instituto de Estudios sobre la Realidad Argentina y Latinoamericana (IERAL) de Fundación Mediterránea).
- IPCC (1997) *Estabilización de los gases atmosféricos de efecto invernadero: implicaciones físicas, biológicas y socioeconómicas*. Documento técnico III del IPCC. (Eds JT Houghton, L Gylvan Meira Filho, DJ Griggs, K Maskell).
- IPCC (2006) *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Volume 4. Agriculture, forestry and land use. IGES. Kanagawa, Japón. Chapter 10. P 10.1-10.87.
- IPCC (2007) *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (Equipo de redacción principal: RK Pachauri, A Reisinger (directores de la publicación). IPCC, Ginebra, Suiza. Pp 104.
- IPCC (2013) *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds TF Stocker, D Qin, GK Plattner, M Tignor, SK Allen, J Boschung, A Nauels, Y Xia, V Bex, PM Midgley). (Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA). Pp 1535.
- IPCC (2014a) *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Eds O Edenhofer, R Pichs-Madruga, Y Sokona, E Farahani, S Kadner, K Seyboth, A Adler, I Baum, S Brunner, P Eickemeier, B Kriemann, J Savolainen, S Schlömer, C von Stechow, T Zwickel, JC Minx). (Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA). Pp 1435

- IPCC (2014b) *Mitigación del cambio climático: Resumen para responsables de políticas*. GT III. Contribución del grupo de trabajo III al Quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Pp 40. (Eds O Edenhofer, R Pichs-Madruga, Y Sokona, E Farahani, S Kadner, K Seyboth, A Adler, I Baum, S Brunner, P Eickemeier, B Kriemann, J Savolainen, S Schlömer, C von Stechow, T Zwickel, JC Minx).
- IPCC (2014c) *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas*. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Field, C.B, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)). Organización Meteorológica Mundial, Ginebra, Suiza. Pp 34.
- Johnson KA, Johnson DE (1995) Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science* **73**, 2483-2492.
- Jørgensen B (2013) Generalized linear models. En: *Encyclopedia of Environmetrics*. (Eds AH El-Shaarawi, WW Piegorisch). 2 Edition. 1152-1159. (Chichester: Wiley).
- Jørgensen B, De Souza MCP (1994) Fitting Tweedie's compound Poisson model to insurance claims data. *Scandinavian Actuarial Journal* **1** 69-93.
- Lal R (2004) Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science* **304**, 1623–1627.
- Legesse G, Beauchemin KA, Ominski KH, McGeough EJ, Kroebe R, MacDonald D, Little SM, McAllister TA (2016) Greenhouse gas emissions of Canadian beef production in 1981 as compared with 2011. *Animal Production Science* **56**, 153-168.
- Lockyer DR (1997) Methane emissions from grazing sheep and calves. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **66**, 11-18.
- Ludeña C, Wilk D, Quiroga R (2012) *Argentina: mitigación y adaptación al cambio climático*. Marco de la preparación de la estrategia 2012-2016 del BID en Argentina. Nota técnica. Pp 36. (Banco Interamericano de Desarrollo (BID). División de cambio climático y sostenibilidad).
- Manning P, Putwain PD, Webb NR (2004) Identifying and modelling the determinants of woody plant invasion of lowland heath. *Journal of Ecology* **92** 868–881.
- Mazzetto AM, Feigl BJ, Schils RLM, Cerri CEP, Cerri CC (2015) Improved pasture and herd management to reduce greenhouse gas emissions from a Brazilian beef production system. *Livestock Science* **175**, 101-112.
- McAllister TA, Cheng KJ, Okine EK, Mathison GW (1996) Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. *Canadian Journal of Animal Science* **76**, 231-243.
- Mccullagh PY, Nelder J (1989) *Generalized linear models*. Monographs on statistics and applied probability 37. (Second Edition). Pp 512. (London New York Chapman and Hall).
- Mena Soto K (2015) *Compendio de experiencias en la mitigación de Gas de efecto invernadero (GEI) para la agricultura y ganadería*. Pp 39. (Proyecto EUROCLIMA-ICA. Por una agricultura sostenible con mayor capacidad para adaptarse y mitigar los efectos del cambio climático).

- Miazzo D, Pisani Claro N (2015) *Carnes Argentinas: Actualidad, propuestas y futuro*. Fundación Agropecuaria para el Desarrollo de Argentina (FADA). Sitio Argentino de Producción Animal. Pp 37.
- Mieres J, Olivera L, Martino D, La Manna A, Fernández E, Palermo R, Gremminger H (2003) Methane emissions from holstein heifers grazing contrasting pastures in Uruguay. Disponible: http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/publicaciones/ambiente/methane_uruguay.pdf
- Miller SM, Wofsy SC, Michalak AM, Kort EA, Andrews AE, Biraud SC, Dlugokencky EJ, Eluszkiewicz J, Fischer ML, Janssens-Maenhout G, Miller BR, Miller JB, Montzka SA, Nehrkorn T, Sweeney C (2013) Anthropogenic emissions of methane in the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences* **110**, 20018-20022.
- Ministerio de Economía y Finanzas Públicas (2014) *Complejo ganadero vacuno*. Serie "Complejos productivos". Secretaría de Política Económica y Planificación del Desarrollo. Gobierno Argentino. Pp 33. Disponible en: https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/Complejo_Ganadero_vacuno.pdf (verificado 29 de Noviembre de 2017).
- Modernel P, Astigarraga L, Picasso V (2013) Global versus local environmental impacts of grazing and confined beef production systems. *Environmental Research Letters* **8** (3), 035052. Pp 10.
- Molinero H, Giulietti J (2003) Pastizal natural: base para el manejo sustentable. En: *Con las metas claras. La Estación Agropecuaria San Luis. 40 años en favor del desarrollo sustentable*. (Eds MO Aguilera, JL Panigatti) 69-87. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Moreau J, Delaby L, Duru M, Guerin G (2009) Advices given about the forage system: evolutions and conceptions concerning the steps to be taken and the tools to be used. *Fourrages* **200**, 565-586.
- Morris CD (2011) Rangeland management for sustainable conservation of natural resources. En: *Grassland productivity and ecosystem services*. (Eds G Lemaire, J Hodgson, A Chabbi) pp. 198-207. (CAB International).
- Mosquera Losada M, Rigueiro Rodríguez A, Fernández Núñez E (2013) The value of silvopastoral systems in the mitigation of greenhouses gas emissions: A case study from NW Spain. En: *The Role of Grasslands in a Green Future. Threats and Perspectives in Less Favoured Areas*. (Eds A Helgadóttir, A Hopkins) **18** (1) 147-149. Grassland Science In Europe (Organising Committee of the 17th Symposium of the European Grassland Federation 2013 and Agricultural University of Iceland (AUI) Hvanneyri Borgarnes Iceland).
- Moss AR, Jouany JP, John A, Newbold (2000) Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales Zootechnie* **49**, 231-253.
- Mugnier S, Magne MA, Pailleux JY, Poupart S, Ingrand S (2012) Management priorities of livestock farmers: A ranking system to support advice. *Livestock Science* **144**, 181-189.
- Neely C, Bunning S, Wilkes A (2009) *Review of evidence on drylands pastoral systems and climate change: Implications and opportunities for mitigation and adaptation*. Land and Water Discussion Paper 8. Pp 39. Food Agriculture Organization of The United Nations.
- Nemecek T, Alig M, Grandl F (2013) Environmental impacts of beef production systems (bull fattening and suckler cows) in different countries. En: *The Role*

- of Grasslands in a Green Future. Threats and Perspectives in Less Favoured Areas.* (Eds A Helgadóttir, A Hopkins) **18** (1) 88-90. Grassland Science In Europe (Organising Committee of the 17th Symposium of the European Grassland Federation 2013 and Agricultural University of Iceland (AUI) Hvanneyri Borgarnes Iceland).
- Nieto MI, Bengolea A, Guzmán ML, Luna Toledo L, Celdrán D, Frigerio K (2014a) Cambio climático y actividades agro-ganaderas: percepciones y actitudes de los productores de la provincia de San Luis. Sistema de Producción. *Revista Argentina de Producción Animal* **34** (1) 276-276.
- Nieto MI, Guzmán ML, Steinaker D (2014b) Emisiones de gases de efecto invernadero: simulación de un sistema ganadero de carne típico de la región central Argentina. RIA. *Revista de investigaciones agropecuarias* **40** (1) 92-101.
- Nieto MI, Privitello MJL, Bengolea A, Leporati JL, Riedel JL, Belgrano Rawson A, Reiné R, Barrantes O (2015) Los sistemas ganaderos bovinos y los gases de efecto invernadero en el sur de San Luis. Comunicación. *Revista Argentina de Producción Animal* **35**, 83-136.
- NRC (1996) *National Research Council. Nutrient Requirements of Beef Cattle.* (Ed. 7th Revised), Nat. Acad. Press, Washington, DC.
- Oenema O, Ju X, de Klein C, Alfaro M, del Prado A, Lesschen JP, Zheng X, Velthof G, Ma L, Gao B, Kroeze C, Sutton M (2014) Reducing nitrous oxide emissions from the global food system. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **9–10**, 55-64.
- Ogino A, Orito H, Shimada K, Hirooka H (2007) Evaluating environmental impacts of the Japanese beef cow–calf system by the life cycle assessment method. *Animal Science Journal* **78**, 424-432.
- Ogino A, Sommart K, Subepang S, Mitsumori M, Hayashi K, Yamashita T, Tanaka Y (2016) Environmental impacts of extensive and intensive beef production systems in Thailand evaluated by life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production* **112** (1) 22-31.
- Ominski KH, Wittenberg KM (2006) Strategies for reducing enteric methane emissions in forage based beef production systems. En: *Climate Change and Managed Ecosystems.* (Eds CRC Press-Taylor & Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, STE 300, Boca Raton, FL 33487-2742 USA) 261-272. International Conference on “Science of Changing Climates- Impact on Agriculture, Forestry and Wetlands” July 20- 23 2004. (Canadian Soc Anim Sci, Plant Sci & Soil Sci; Nat Resources Canada/Canadian Forest Serv).
- Opio C, Gerber P, Mottet A, Falcucci A, Tempio G, Macleod M, Vellinga T, Henderson B, Steinfeld H (2013) *Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains – A global life cycle assessment.* Pp 191 (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome).
- Otaño (2002) Mercado de la carne vacuna en Argentina. En: *Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario IDIA XXI II*, (2) 189-194.
- PEA (2010-2020) *Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial, Participativo y Federal.* 2010-2020. Pp 160. Ministerio de Agroindustria, Ganadería y Pesca.
- Pelletier N, Pirog R, Rasmussen R (2010) Comparative life cycle environmental impacts of three beef production strategies in the Upper Midwestern United States. *Agricultural Systems* **103**, 380-389.

- Peña Zubiarte C, Anderson DL, Demmi MA, Saenz JL, D'Hiriart A (1998) *Carta de suelos y vegetación de la provincia de San Luis*. Secretaría de agricultura ganadería, pesca y alimentación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Gobierno de la provincia de San Luis. Pp116. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Peña Zubiarte C, D'Hiriart A (1992) *Carta de Suelos de la República Argentina: Hojas Martín de Loyola y Varela*. Departamentos Gobernador Vicente Dupuy y La Capital. Provincia de San Luis. Esc 1:100000. (Eds INTA San Luis y Gobierno de la provincia de San Luis).
- Peña Zubiarte C, d'Hiriart A (2006) *Carta de Suelos de la República Argentina: Hojas San Luis. Provincia de San Luis*. Esc 1:100000. (Eds INTA San Luis y Gobierno de la provincia de San Luis).
- Peña Zubiarte C, D'Hiriart A, Cortés M (2003) Potencial productivo de las tierras de San Luis. En: *Con las metas claras. La Estación Agropecuaria San Luis. 40 años en favor del desarrollo sustentable*. (Eds MO Aguilera, JL Panigatti) 25-37. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Phetteplace HW, Johnson DE, Seidl AF (2001) Greenhouse gas emissions from simulated beef and dairy livestock systems in the United States. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **60**, 99-102.
- Picardi MS, Blanco J, Pierrier J (2011) Competitividad de las exportaciones de carne vacuna de Argentina durante el periodo 1996-2007. Análisis comparativo con Brasil. En: *Atlantic Review of Economics* 2 pp 29.
- Picasso VD, Modernel PD, Becoña G, Salvo L, Gutiérrez L, Astigarraga L (2014) Sustainability of meat production beyond carbon footprint: a synthesis of case studies from grazing systems in Uruguay. *Meat Science* **98**, 346-354.
- Pickering NK, Oddy VH, Basarab J, Cammack K, Hayes B, Hegarty RS, Lassen J, McEwan JC, Miller S, Pinares-Patino CS, de Haas Y (2015) Animal board invited review: genetic possibilities to reduce enteric methane emissions from ruminants. *Animal* **9**, 1431-1440.
- Place SE, Mitloehner FM (2012) Beef production in balance: Considerations for life cycle analyses. *Meat Science* **92**, 179-181.
- PNUD Argentina (2016) *Caracterización de la Producción Ganadera en Argentina frente al Cambio Climático*. Pp 5. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) al Programa de Agronegocios y Alimentos. Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires en el marco de la Plataforma Nacional para Contribuir al Esfuerzo Global de Mitigación y Adaptación al Cambio Climático).
- Ponti D (2011) *Canales de comercialización de carne vacuna en mercado interno*. Pp 27 (Dirección de Análisis Económico Pecuario. Dirección Nacional de Transformación y Comercialización de productos Pecuarios. Subsecretaría de Ganadería/ Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca).
- Pordomingo AJ (2002) Efectos ambientales de la intensificación ganadera En: *Revista de Información sobre Investigación y Desarrollo Agropecuario IDIA XXI*, (2) 208-211.
- Pordomingo AJ (2014) Presentación. En: *Sistemas bovinos sobre gramíneas megatérmicas perennes en San Luis*. (Eds CA Frasinelli, JH Veneciano) pp 5-5. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Pordomingo AJ (2015) Producción bovina para carne en Argentina. En: *Forrajes conservados: Tecnologías para producir carne, leche y bioenergía en origen*. Pp 23-26 (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).

- Privitello MJL, Gabutti EG (2004) Introducción. En: *Producción y calidad nutricional de forrajeras cultivadas y nativas del semiárido Sanluiseño*. (Eds MJL Privitello, EG Gabutti) pp. 1-12.
- PWC (2012) *Ganadería bovina. Análisis sectorial N° 4*. PWC Argentina Research y Knowledge Center. Pp 28.
- Rearte DH (2007) *La producción de carne en Argentina* [online]. En: Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/48-ProdCarneArg_esp.pdf
- Rearte DH, Pordomingo AJ (2014) The relevance of methane emissions from beef production and the challenges of the Argentinean beef production platform. *Meat Science* **98**, 355-360.
- Reisinger A, Ledgard S (2013) Impact of greenhouse gas metrics on the quantification of agricultural emissions and farm-scale mitigation strategies: a New Zealand case study. *Environmental Research Letters* **8**, 025019 (8pp).
- Riedel JL (2007) *Bases para la gestión sostenible del Parque de la Sierra y Cañones de Guara: interacciones entre la ganadería y la dinámica de la vegetación*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza.
- Riedel JL, Frasinelli CA (2013) Los sistemas de producción bovina de la provincia de San Luis, Argentina. Oportunidades y desafíos En: *3er Simposio Internacional sobre producción animal. Utilización de forrajes en la nutrición de rumiantes*. (Temascaltepec de Gonzáles. México. 6, 7 y 8 de mayo de 2013).
- Rojas-Downing MM, Nejadhashemi AP, Harrigan T, Woznicki SA (2017) Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management* **16**, 145-163.
- Rosa EB, Bianco CA, Mercado SE, Scappini EG (2005) *Poáceas de San Luis. Distribución e importancia agronómica*. (Eds Universidad Nacional de San Luis y Universidad Nacional de Río Cuarto) pp. 154 ISBN 950-665-332-1.
- Rossanigo C (2016) La salud animal en los sistemas ganaderos bovinos en la región semiárida-húmeda del centro de la Argentina. En: *Producción científico-técnica del INTA San Luis*. (Eds J Giulietti, M Funes) pp. 101-130 (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Ruiz J, Herrera PM, Barba R, Busqué J (2017) *Definición y caracterización de la extensividad en las explotaciones ganaderas en España*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. 115 pp. Madrid.
- Ruviaró CF, de Léis CM, Lampert VdN, Barcellos JOJ, Dewes H (2015) Carbon footprint in different beef production systems on a southern Brazilian farm: a case study. *Journal of Cleaner Production* **96**, 435-443.
- Sager RL (2005) El agua de bebida para bovinos en San Luis (1º parte). En: *Informativo Rural. Estación Experimental Agropecuaria San Luis*. Centro Regional La Pampa San Luis Año 2 (7) 3-3. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Sager RL (2006) El agua de bebida para bovinos en San Luis (2º parte) En: *Informativo Rural. Estación Experimental Agropecuaria San Luis*. Centro Regional La Pampa San Luis. Año 3 (8) 5-5, (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Sánchez L, Reyes O (2015) *Estudios del cambio climático en América Latina. Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe*. Una revisión general. Pp 75. (Comisión Económica para

- América Latina y el Caribe (CEPAL)). (Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile).
- Schacht WH, Reece PE (2008) Impacts of livestock grazing on extensively managed grazing lands. En: *Environmental Impacts of Pasture-Based Farming*. (Ed. RW McDowell.) pp. 122-143. (CAB International).
- Scheinkerman de Obschatko E, Foti M, Román M (2007) *Los pequeños productores en la República Argentina. Importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al Censo Nacional Agropecuario 2002*. Serie estudios e investigaciones N° 10. Pp 127. 2da. Edición revisada y ampliada (Dirección de Desarrollo Agropecuario. Proyecto de Desarrollo de Pequeños Productores Agropecuarios PROINDER) (Impreso en Buenos Aires, en Gráfica Santander S.R.L.).
- Schils RLM, Verhagen A, Aarts HFM, Sebek LBJ (2005) A farm level approach to define successful mitigation strategies for GHG emissions from ruminant livestock systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* **71**, 163–175.
- Scholtz MM, Steyn Y, Van Marle-Köster E, Theron HE (2012) Improved production efficiency in cattle to reduce their carbon footprint for beef production. *South African Journal of Animal Science* **42**, 450-453.
- Sejian V, Lal R, Lakritz J, Ezeji T (2011) Measurement and prediction of enteric methane emission. *International Journal of Biometeorology* **55**, 1-16.
- SENASA (2015) *Existencias bovinas 2015*. Elaborado en base a la información de: Control de Gestión y Programas Especiales. Subsecretaría de Ganadería. Pgs 3. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca.
- SENASA (2017) *Existencias bovinas 2016*. Disponible: <http://www.senasa.gob.ar>
- Sheppard SC, Bittman S, Donohoe G, Flaten D, Wittenberg KM, Small JA, Berthiaume R, McAllister TA, Beauchemin KA, McKinnon J, Amiro BD, MacDonald D, Mattos F, Ominski KH (2015) Beef cattle husbandry practices across Ecoregions of Canada in 2011. *Canadian Journal of Animal Science* **95**, 305-321.
- Shibata M, Terada F (2010) Factors affecting methane production and mitigation in ruminants. *Animal Science Journal* **81**, 2-10.
- Shindell DT, Faluvegi G, Koch DM, Schmidt GA, Unger N, Bauer SE (2009) Improved attribution of climate forcing to emissions *Science* **326**, 716–718.
- Smith P, Haberl H, Popp A, Erb KH, Lauk C, Harper R, Tubiello FN, De Siqueira Pinto A, Jafari M, Sohi S, Maser O, Böttcher H, Berndes G, Bustamante M, Ahammad H, Clark H, Dong H, Elsiddig EA, Mbow C, Ravindranath NH, Rice CW, Robledo Abad C, Romanovskaya A, Sperling F, Herrero M, House JI, Rose S (2013) How much land-based greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals? *Global Change Biology* **19**, 2285-2302.
- Soussana JF, Tallec T, Blanfort V (2010) Mitigation the greenhouse gas balance of ruminant production through carbon sequestration in grasslands. *Animal* **4**, 334-350.
- Stehfest E, Bouwman L, Van Vuuren DP, Den Elzen MG, Eickhout B, Kabat P (2009) Climate benefits of changing diet. *Climatic Change* **95**, 83-102.
- Steinfeld H, Gerber P (2010) Livestock production and the global environment: Consume less or produce better? *Proceedings of the National Academy of Sciences* **107**, 18237-18238.

- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, de Haan C (2006) *Livestock's Long Shadow*. Environmental Issues and Options. Pp 465. (Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome).
- Suárez H, Aranda G, Palma JM (2012) Propuesta para la adopción de tecnología en el sistema bovino de doble propósito. *Avances en investigación agropecuaria* **16** (3) 83-91.
- Tamburini A, Colombini S, Penati C, Zucali M, Roveda P, Rapetti L, Crovetto GM (2010) Methane emission in livestock and diet characteristics. En: *Energy and Protein Metabolism and Nutrition*, EAAP. (Ed. C GM.) Vol. 127 pp. 465–466.
- Tkachuk M, Dossi M (2014) *Dinámica de la producción ganadera Argentina: análisis de variables intervinientes y de escenarios futuros*. Apuntes agroeconómicos. Pp 19. Disponible: https://www.agro.uba.ar/apuntes/no_9/2-Tkachuk-Dossi.pdf.
- Tsakoumagkos P, Gonzales M, Román M (2008) *Resumen ejecutivo: Caracterización productiva y tecnológica de los pequeños productores agropecuarios de la Argentina*. Serie de estudios e investigaciones. N° 17 pp 23. (Cátedra de Economía Agraria de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires).
- Tsegaye D, Haile M, Moe SR (2010) The effect of land use on the recruitment and population structure of the important food and fodder plant, *Dobera glabra* (Forssk) Poir, in northern Afar, Ethiopia. *Journal of Arid Environments* **74**, 1074-1082.
- UN (2013) *World population projected to reach 9.6 billion by 2050*. United Nations Department of Economic and Social Affairs [Online] Disponible en: <http://www.un.org/en/development/desa/news/population/un-report-world-population-projected-to-reach-9-6-billion-by-2050.html> (verificado 29 Noviembre de 2017).
- Vargas J, Cárdenas E, Pabón M, Carulla J (2012) Emisión de metano entérico en rumiantes en pastoreo. Revisión bibliográfica. *Arch, Zootec* **61**, 51-66.
- Vázquez Amábile G, Galbusera S, Feldkamp C, Torroba F, Baliña R (2014) Evaluación de necesidades tecnológicas para la mitigación de emisiones de gases efecto invernadero. En: *Suelos, producción agropecuaria y cambio climático: avances en la Argentina*. Eje Temático 4: Tecnologías para la adaptación y mitigación del cambio climático. Sección 4.1: Tecnologías. Capítulo 34.
- Veneciano JH (1998) *Apreciaciones acerca de la actualidad ganadera de San Luis y sus posibilidades*. Información Técnica N° 147. Pp 36. (Ediciones INTA: Buenos Aires, Argentina).
- Veneciano JH, Frasinelli CA (2014) *Cría y recría de bovinos*. Sitio Argentino de Producción Animal. (Ed HJ Casagrande) Pp 50. (Cátedra Producción Animal. Ingeniería Agronómica Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de San Luis).
- Veysset P, Lherm M, Bébin D (2010) Energy consumption, greenhouse gas emissions and economic performance assessments in French Charolais suckler cattle farms: model-based analysis and forecasts. *Agricultural Systems* **103**, 41-50.
- Veysset P, Lherm M, Bébin D, Roulenc M, Benoit M (2014) Variability in greenhouse gas emissions, fossil energy consumption and farm economics in suckler

- beef production in 59 French farms. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **188**, 180-191.
- Von Bernard H, Vilarino V, Piñeiro G (2007) Emisión teórica de metano en tres sistemas de invernada para engorde de ganado en Argentina. *Ciencia e Investigación Agraria* **34** (2) 121-129.
- Young J, Kingwell R, Bathgate A, Thomoson A (2016) Agricultural greenhouse gas emission reporting: the implications for farm management. *Agroecology and Sustainable Food Systems* **40**, 261-276.
- Yrigoyen MR (1981) Geología y Recursos Naturales de la Provincia de San Luis. Síntesis. En: *Geología y recursos naturales de la provincia de San Luis*. Relatoría del VIII Congreso Geológico Argentino. pp. 7-32.
- Zhuang MH, Gongbuzeren and Li, WJ (2017) Greenhouse gas emission of pastoralism is lower than combined extensive/intensive livestock husbandry: A case study on the Qinghai-Tibet Plateau of China. *Journal of Cleaner Production* **147**, 514-522.

ANEXOS

Anexo 1

Encuesta para explotaciones del sur del Departamento Capital. San Luis

Datos generales

Nombre establecimiento _____ Fecha _____
Ubicación del establecimiento _____ Period relev: _____
Propietario/asesor _____ Edad: _____
Contacto: _____ Integrantes de familia del establecimiento: _____
Superficie total: _____ N° de potreros _____
Tipo de sistema producción: Cría: _____ Recría: _____ Terminación: _____
Completo: _____ otro: _____
Tiene asesor: _____ Tiene empleados: _____ Temporal: _____ Permanente: _____

Estructura de la ganadería

Total animales **bovina**: _____ Raza: _____

Categoría	Cantidad	
Vacas		
Vaquillonas		
Terneros destetados		
Terneros en lactancia		
Toritos		
Toros		
Novillos		
Vacas viejas		

Total Otros animales:

Descripción	cantidad
Caballos	
Burros	
ovejas	

Descripción	cantidad

Tiene animales de otros productores? _____ Qué y Cuántos: _____

Alimentación del ganado

	Pastizal natural	Pastura implantada	Forraje (anual o perenne)

Sistema reproductivo venta y sanidad

	época	En qué meses hay partos
Servicio continuo		
Inseminación artificial		
Servicio estacionado		
Otro		

Meses de más parto: _____

Edad de destete: _____ Peso: _____ Fecha/época: _____

Nº de vacas preñadas: _____ Nº de vacas paridas: _____ Nº de terneros destetados: _____

Vida útil de la vaca: _____

Nº de animales que mueren al año _____ (terneros, vacas, etc.)

categoría de animales vendidos	edad	cantidad	Peso promedio

Sanidad y manejo

	Si/No	qué	cuándo	a quiénes
Control venéreas				
Vacunas reproductivas				
Control de parásitos				
Suplementación mineral				
Condición corporal				
Tacto/ecografía				
Análisis de agua				

Otros

Tecnologías de insumo aplicadas:

	Qué	Cuánto	A qué categoría	Forma suministro	cuándo
Suplementación					
Fertilización	Tipo	Dosis	Cultivo	Momento aplicación	

Otro					

Tecnología de proceso:

Sistema de pastoreo del recurso forrajero:

Rotativo: _____ Especificar: _____

Continuo: _____ Especificar: _____

Infraestructura

Ocupación de la tierra

Potreros	Superficie	Ocupación (qué ganado, cantidad)	Pastura (natural, introducido) cual	Cultivo agrícola? Tipo de cultivo
1				
2				
3				
4				

Aguadas

Tipo de aguadas	cantidad	Ubicación/potreros	Época en que se utiliza
Represas			
Tanque			
Bebederos			
Perforación			
Acueducto			
Red			

Adquiere algún alimento fuera de la explotación: _____ Cuál: _____
 _____ Cuánto: _____

Registro de datos: _____

Qué: _partos: _____ vacunas: _____ lluvias: _____ otro: _____

Recuerda alguna época de sequía: _____ Cuándo fue: _____

Cuánto hace que tiene la explotación: _____

Tiene intención de introducir algún cambio en su sistema? Cuál?

Anexo 2

Fotografías del área de estudio



Áreas
pastoreadas





Caminos y vistas
típicas de la región





Distribución de agua y represa





Instalaciones
para manejo del
animal





Corrales típicos
de la región





Almacenamiento
de agua: represa





Ganado bovino típico de
región





Ganado bovino
típico de la región

