



Colegio de
Postgraduados



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones
Forestales, Agrícolas y Pecuarias



SADER
SECRETARÍA DE AGRICULTURA
Y DESARROLLO RURAL



MEMORIA

CURSO TALLER INTERNACIONAL GANADERÍA REGENERATIVA Y PRODUCCIÓN DE FORRAJES ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

3^{ER} CICLO DE CONFERENCIAS
MAGISTRALES Y PRESENTACIÓN DE CARTELES

21 | 22
2024
DE NOVIEMBRE
(EVENTO PRESENCIAL Y VIRTUAL)



HACIA UNA GANADERÍA SOSTENIBLE EN LAS AMERICAS: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

Ing. Agr. PhD. Fabio Montossi
Investigador Principal Referente, Sistema Ganadero Extensivo. INIA Tacuarembó, Ruta 5
km 386, Tacuarembó, Uruguay

Palabras clave: ganadería sostenible, Consejo Agropecuario del Sur (CAS), servicios ecosistémicos, consumidores, carne y licencia social.

1. ANTECEDENTES

Los servicios ecosistémicos son fundamentales para desarrollar una ganadería sostenible en sistemas ganaderos pastoriles. El mantenimiento y fomento de estos servicios ecosistémicos son esenciales para:

- mantenimiento de la fertilidad del suelo (ciclo de nutrientes, fijación de nitrógeno, estructura y salud del suelo, prevención de la erosión, mejora de la capacidad de retención de agua, etc.),
- regulación del ciclo del agua (infiltración y almacenamiento de agua, regulación del flujo de agua, prevención de inundaciones, etc.),
- mitigación del cambio climático (captura y secuestro de carbono y reducción de emisiones,
- soporte a la biodiversidad (hábitat para la fauna silvestre, conservación de especies, balance de ecosistemas, etc.),
- bienestar animal y productividad (entorno saludable, provisión alimentos y de diversidad alimenticia, provisión de sombra, abrigo y agua, etc.),
- sostenibilidad económica y social (resiliencia económica, provisión de alimentos, fuente laboral, estabilidad a largo plazo, beneficios comunitarios con integración con comunidades locales, etc.), y
- otros.

En resumen, los servicios ecosistémicos son esenciales para el desarrollo de una ganadería sostenible, donde el aprovechamiento y promoción de estos servicios no solo mejora la salud y productividad de los recursos naturales, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental, económica y social de los productores y su entorno territorial y de los servicios conexos asociados a los diferentes actores incorporados en la producción, industrialización, transporte, servicios de apoyo, agronegocio, exportación, alimentación, etc.

La implementación de prácticas que preserven y potencien estos servicios ecosistémicos es clave para asegurar la resiliencia y la prosperidad de la ganadería a largo plazo, en particular para los productores de las Américas, donde la misma tiene un rol estratégico a nivel socioeconómico en los países de la región. En este sentido, se destaca la importancia de la ganadería de carne de los países integrantes del CAS (Consejo Agropecuario del Sur; Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay), donde la región es estratégica para las Américas y el resto del mundo, como lo indican una serie de indicadores de impacto productivos, socioeconómicos, y de agronegocios, que son señalados a continuación por Montossi (2024a):

- Población humana: 291 m (3.6% mundial)
- Superficie: 13.7 m km² (2.7% mundial)
- Área ganadera: 680 m ha
- Tenedores de ganado: 3.285.294 (70-80% productores familiares)



- Población bovina: 286 m
- Faena bovina: 62 m
- Producción mundial de carne: 15.2 m tt (25.6% global)
- Exportación de carne: 4.08 m tt (33% global)
- Consumo anual de carne: 10.9 m tt
- Importación anual de carne: 0.5 m tt
- Ranking exportación mundial: 4 países en los top-10 global (Argentina, Brasil, Paraguay, y Uruguay).
- Ganadería predominantemente pastoril, a cielo abierto y sobre pasturas naturales (cría), mientras que la recría y engorde se realiza preferentemente sobre pasturas mejoradas/suplementación y en menor proporción en base a corrales de encierre (<10% faena).
- Los 6 países del CAS contribuyen aproximadamente con el 3,6% de las emisiones globales de GEI, donde el sector agrícola es el mayor responsable (57%), y en particular la fermentación entérica del ganado bovino (66%).

Este artículo enfatiza en las brechas científicas y tecnológicas preexistentes y en las demandas actuales y futuras de I+D+i de los sectores público y privados con respecto al balance de carbono y balance hídrico, la biodiversidad y el bienestar animal de los sistemas ganaderos pastoriles productores de carne bovina. Estos se destacan por su importancia agroecológica, social y económica, en los agronegocios y la exportación, relevancia en los mercados y en los consumidores (locales y externos) en los países de las Américas. En esta instancia, este trabajo centra su estudio en la situación de los países integrantes del CAS, siendo desarrollado en el marco de una consultoría realizada para la Plataforma de Ganadería Sostenible (<https://ganaderiasostenible.iica.int/>), liderada por el IICA y el BID.

En este marco, se considera fundamental la consulta y participación de investigadores y actores claves del sector público y privado en el proceso de desarrollo y fortalecimiento de la ganadería sostenible a nivel del CAS. Con esta lógica, fue clave convocar a estos actores referentes, para contar con su opinión y percepciones en los procesos de identificación de prioridades para la ciencia y tecnológica en estas temáticas vinculadas a la promoción de una ganadería sostenible. Para ello, se desarrolló un cuestionario estructurado para:

- La identificación y priorización de brechas de conocimiento científico-tecnológico para los tópicos asociados al balance de carbono y hídrico, la biodiversidad y el bienestar animal en la ganadería sostenible de los países del CAS. La priorización de demandas de conocimiento y tecnologías para fomentar una ganadería bovina sostenible en la región del CAS a nivel de los 4 tópicos seleccionados y priorizados.

2. METODOLOGÍA APLICADA DURANTE LA CONSULTA REALIZADA

2.1. Introducción

Dentro de los temas estratégicos de balance de carbono y hídrico, la biodiversidad y el bienestar animal en sistemas ganaderos, se les presentó a los participantes de la consulta realizada en cuadros de priorización (y la metodología a utilizar) de brechas y demandas de ciencia y tecnología según una lista de temáticas claves seleccionadas dentro de cada tópico. Estas temáticas fueron seleccionadas producto de una revisión de literatura previa (Montossi, 2024b) de estos tópicos, y de aquellos temas claves y estratégicos que hacen definición de problemas (limitantes) u oportunidades de mejora, tanto para la identificación y priorización de brechas científicos-tecnológicos como de demandas de ciencia y tecnología por parte de actores referentes de la región vinculados a la cadena cárnica bovina.



En Anexos-Cuadros 1, 2, 3, y 4, se presentan las 7-10 áreas temáticas seleccionadas del cuestionario empleado para los tópicos de balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad, y bienestar animal, respectivamente.

A la consulta fueron invitados a contribuir aproximadamente a 200 participantes, representantes del sector público, privados y académicos/investigadores de los 6 países del CAS, y que están vinculados a los procesos de I+D+i en ganadería sostenible, y que tienen incidencia directa e indirecta en la definición de la agenda de I+D+i de sus países y/o a nivel regional, inclusive en algunos casos con influencia global.

Del punto de vista del llenado de los cuadros presentados, en una primera instancia, se les solicitó a los participantes que priorizaran las temáticas presentadas para priorización de brechas de ciencia y tecnología, utilizando una escala numérica del 1 al 5 (1=bajo, 2=moderada; 3=media, 4=alta y 5=muy alta). También al cuestionario se le agregó un área temática “denominada otros” para ser potencialmente incluida por parte de los participantes de acuerdo con su conocimiento e interés. En segunda instancia, se les solicitó a estos que procedieran a la evaluación y priorización de las demandas insatisfechas de ciencia y tecnología para cada una de las temáticas postuladas en cada tópico. Aquí también se utilizó la misma escala sugerida para la priorización de brechas de conocimiento.

2.2. Definiciones conceptuales de brechas y demandas científico-tecnológicas

Para una correcta interpretación de los conceptos de brechas y demandas científico-tecnológicas manejados en esta encuesta, se definió y explicitó a continuación a los participantes de la siguiente manera estos términos: i) Brechas; se entiende que las brechas de conocimiento científico-tecnológico se refieren a las diferencias o lagunas existentes entre el conocimiento científico y habilidades actuales en ciencia y tecnología, así como el conocimiento y habilidades necesarias para alcanzar los objetivos del desarrollo de una ganadería sostenible en los países miembros del CAS y ii) Demandas; Las demandas de ciencia y tecnología por el sector público y privado se refieren a las necesidades y expectativas que estos sectores tienen respecto al desarrollo, acceso y aplicación del conocimiento científico y las innovaciones tecnológicas para cumplir con los objetivos del desarrollo de la ganadería sostenible. Estas demandas varían en función de los objetivos específicos de cada sector, pero se centran en el diseño, implementación y desarrollo de políticas públicas, así como la mejorar de la eficiencia y la competitividad del sector privado en el desarrollo de la ganadería sostenible de los países del CAS.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA CONSULTA

3.1. Caracterización de los participantes

La información que se presenta a continuación representa la opinión de 100 participantes que completaron el formulario enviado, lo que resultó en una tasa de respuesta cercana al 50%. Las respuestas fueron dispares según el tópico considerado, con un número de 90, 60, 56 y 48 respuestas completas para las temáticas de balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad y bienestar animal, respectivamente. No existieron diferencias entre la tasa de respuestas entre brechas y demandas, para ninguno de los tópicos.

3.2. Brechas y demandas científico-tecnológicas

3.2.1. Balance de Carbono

Cuando se evalúa de forma comparativa las temáticas vinculadas a las brechas y demandas científico-tecnológicas para balance de carbono (**Cuadro 1**) por parte de los participantes y que fueron raqueadas de acuerdo con la demanda, se observar que los tres primeros temas



coinciden entre brechas y demandas (investigación sistémica de ganadería sostenible, prácticas de gestión del carbono en operaciones ganaderas y demandas de los inventarios de los INGEI), demostrando la necesidad de generar mayor I+D+i en estas temáticas por parte de los institutos de investigación e innovación de la región CAS. Los temas que tienen bajas brechas, pero que aún tienen demandas (mejoras en la eficiencia de la producción de alimento para el ganado y emisiones directas de GEI), pueden estar indicado la necesidad de mejoras y fortalecimiento por parte de estas organizaciones de I+D+i en los procesos de transferencia de tecnología, comunicación y/o capacitación/entrenamiento dirigido hacia los diferentes actores vinculados a estas temáticas. En este sentido, las plataformas y redes de cooperación en I+D+i institucional pueden colaborar a este objetivo de compatibilizar, coordinar y articular las ofertas con las necesidades de los diferentes actores.

Cuadro 1. Comparaciones de las prioridades encontradas entre brechas y demandas científico- tecnológicas para balance de carbono en sistemas ganaderos pastoriles para bovinos para carne.

Temas de Balance de Carbono	Brechas		Demandas	
	Tématica	Ranking	Tématica	Ranking
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera	3,75	1	3,66	1
Prácticas de gestión de carbono en operaciones ganaderas	3,64	2	3,55	2
Demandas de los inventarios de los GEI	3,51	3	3,54	3
Mejoras en la eficiencia de la producción de alimento para el ganado	3,20	7	3,51	4
Emisiones directas GEI	3,02	8	3,49	5
Plataformas y redes de cooperación en investigación, innovación y desarrollo institucional	3,51	4	3,47	6
Impactos de cambios en el uso de la tierra para la ganadería bovina	3,47	5	3,39	7
Emisiones indirectas GEI asociadas a las cadena cárnica	3,34	6	3,12	8

3.3.2. Balance Hídrico

En la evaluación comparativa de las temáticas vinculadas a las brechas y demandas científico-tecnológicas para balance hídrico (**Cuadro 2**), cuando estos temas fueron raqueados de acuerdo con la demanda, se señala que de los tres primeros priorizados por la demanda aparece las temáticas de “adaptación al cambio climático de los sistemas ganaderos”, mientras que la demanda de “impacto ambiental del uso de agua y gestión del agua en predios ganaderos” aparecen como temas de intermedia a baja brecha. Por ello, desde la perspectiva de la brecha, es posible detectar que existan conocimientos que debe ser transferidos a los actores públicos y privados y que ello implique acciones específicas de transferencia de tecnología, comunicación y capacitación para cumplir con este objetivo. Un tema en el que coinciden relativamente la priorización entre la brecha y la demanda es la temática de “cuencas hidrológicas”, donde se requieren de mayores esfuerzos por parte de la agenda de I+D+i.

Las redes de cooperación e innovación institucional aparecen como una oportunidad para la instrumentación de herramientas y métodos de articulación de la oferta con la demanda científico-tecnológicas, con la meta de atender las necesidades insatisfechas de los diferentes sectores públicos y privados encuestados. Los temas de “eficiencia hídrica, consumo de agua por animal, e investigaciones específicas”, tienen una menor demanda y baja brecha relativa según la percepción de los participantes, aunque para el caso de “investigaciones específicas” se consideró que era un tema de alta demanda relativa.



Cuadro 2. Comparaciones de las prioridades encontradas entre brechas y demandas científico- tecnológicas para balance hídrico en sistemas ganaderos pastoriles en bovinos para carne.

Temas de Balance Hídrico	Brechas		Demandas	
	Tématica	Ranking	Tématica	Ranking
Adaptación al cambio climático	3,93	1	3,40	1
Impacto ambiental del uso del agua	3,71	5	3,29	2
Gestión del agua en predios ganaderos	3,55	6	3,28	3
Cuencas hidrológicas	3,91	2	3,21	4
Redes de cooperación e innovación institucional	3,72	4	3,11	5
Investigaciones específicas	3,84	3	3,07	6
Eficiencia hídrica de la producción de alimentos para el ganado	3,39	7	3,00	7
Consumo de agua por animal	2,95	8	2,63	8

3.3.3. Biodiversidad

Cuando se evalúa de forma comparativa las temáticas vinculadas a las brechas y demandas científico-tecnológicas para biodiversidad (**Cuadro 3**) por parte de los participantes y que fueron raqueadas de acuerdo con la demanda, se observar que en dos de los tres primeros temas coinciden con las priorizaciones entre las brechas y demandas (“impacto de la ganadería en la biodiversidad e impacto de la ganadería en la biodiversidad”), indicando la necesidad de una mayor atención por parte de los institutos de investigación de la región - por su brecha alta- de estas temáticas en sus agendas de los planes estratégicos institucionales a futuro. También la demanda prioriza el fomento del uso de plataformas y redes de I+D+i para atender este tópico específico. Por otro lado, y por la naturaleza de esta temática, y del punto de vista de su abordaje desde la investigación, se le adjudica una importancia estratégica alta al “monitoreo a largo plazo”. Lo cual es, en general, también acompañado por lo manifestado por la demanda. La temática de “conservación de hábitats claves” recibe una valoración intermedia entre oferta y demanda de I+D+i. También coinciden el diagnóstico entre brechas y demandas, en términos de la menor importancia asignada a las temáticas “evaluación de la biodiversidad vegetal, análisis de la diversidad animal, y evaluación de estructura del hábitat”.

Cuadro 3. Comparaciones de las prioridades encontradas entre brechas y demandas científico- tecnológicas para biodiversidad en sistemas ganaderos pastoriles en bovinos para carne.

Temas de Biodiversidad	Brechas		Demandas	
	Tématica	Ranking	Tématica	Ranking
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera	3,95	3	3,36	1
Impacto de la ganadería en la biodiversidad	3,95	2	3,33	2
Plataformas y Redes de cooperación en investigación, innovación y desarrollo institucional	3,74	5	3,13	3
Monitoreo a largo plazo	4,00	1	3,02	4
Conservación de hábitats claves	3,85	4	2,95	5
Evaluación de la diversidad vegetal	3,31	8	2,65	6
Evaluación de la estructura del hábitat	3,67	6	2,62	7
Análisis de la diversidad animal	3,55	7	2,55	8



3.3.4. Bienestar Animal

En el **Cuadro 4** se presenta la evaluación comparativa de las temáticas de acuerdo con las brechas y demandas científico-tecnológicas manifestadas por los participantes de la encuesta, siendo los temas raqueados de acuerdo con la demanda, donde se destacan las coincidencias encontradas en la priorización de las temáticas entre las brechas y las demandas (en los temas de “participación y capacitación de diferentes actores de los diferentes actores involucrados en el bienestar animal” y “evaluación y seguimiento del bienestar animal”). Aquí, es importante señalar que, desde ambas perspectivas, la prioridad estratégica que se asigna a la participación y capacitaciones, demostrando que existen espacios de mejora en este ámbito, con una visión integral, y que hace a la necesidad de que la información generada por la investigación llegue a los destinatarios finales y que estos sean capacitados con la misma.

Desde la demanda, se posicionan en un lugar intermedio los temas de “investigación y validación de indicadores de bienestar animal” y “bienestar animal durante el transporte y manejo” y por su lugar de importancia relativa desde “las brechas”, existe la oportunidad de cubrir esta demanda haciendo disponible la información generada mediante la implementación de estrategias de sensibilización, transferencia y capacitación. Las redes y las plataformas de cooperación en I+D+i pueden colaborar en acercar las propuestas y las demandas científico-tecnológicas, incorporando a todos los actores vinculados al bienestar animal en los sistemas ganaderos. El estrés y la salud animal, desde ambas perspectivas (brechas y demandas) fue la temática relativamente menos priorizada.

Cuadro 4. Comparaciones de las prioridades encontradas entre brechas y demandas científico- tecnológicas para bienestar animal en sistemas ganaderos pastoriles en bovinos para carne.

Temas de Bienestar Animal	Brechas		Demandas	
	Temática	Ranking	Temática	Ranking
Participación y capacitación de los diferentes actores del sistema productivo involucrados en el bienestar animal	3,90	1	3,60	1
Evaluación y seguimiento del bienestar animal	3,69	2	3,42	2
Bienestar durante el transporte y el manejo	3,50	6	3,42	3
Investigación y validación de indicadores de bienestar animal	3,50	5	3,35	4
Condiciones del ambiente y manejo del pastoreo en un contexto de cambio climático	3,54	3	3,33	5
Plataformas y Redes de cooperación en investigación. Innovación y desarrollo institucional	3,53	4	3,32	6
Estrés y salud animal	3,38	7	3,29	7

4. Los desafíos de la ganadería de la región cas, una mirada global de las demandas y necesidades de los principales mercados y de los consumidores de proteína animal y carne bovina en particular

4.4.1. Factores intrínsecos y extrínsecos que influyen en el consumo de carne.

Los sistemas de producción son muy variables entre y dentro de los países del CAS porque se relacionan con diferentes condiciones ambientales y prácticas agrícolas (Montossi *et al.*, 2013). Las preferencias de carne por los consumidores son afectadas por los sistemas de



producción, dado que estos están vinculados con las características sensoriales de la carne y además asociados a aspectos culturales o los hábitos de consumo, a las actitudes del consumidor, creencias, sentimientos y consideraciones morales y religiosas (Montossi *et al.*, 2013).

Los consumidores cada vez más critican la globalización de la producción agrícola y cuestionan las consecuencias económicas, ambientales y sociales del comercio mundial. En este contexto, el consumismo ético está ganando importancia en las decisiones de compra de alimentos, y buenos ejemplos de esta tendencia es el posicionamiento del mercado de alimentos son “Fairtrade” (en español: “comercio justo”) (Montossi *et al.*, 2013). Las actitudes y creencias sobre las características de un determinado producto y la forma en que se produce transforman y distribuye pueden influir en la percepción del consumidor (Claret *et al.*, 2014). La percepción que tienen los consumidores de la carne y los productos cárnicos tiene un efecto directo en el negocio de la industria cárnica local y global. Aunque el comportamiento del consumidor está definido por sus necesidades y lo que está disponible para satisfacerlas, también está fuertemente influido por el factor psicológico de la percepción. Las percepciones de los consumidores incorporan aspectos complejos de su comportamiento, como factores de aprendizaje, motivacionales y contextuales, y pueden cambiar con el tiempo (Troy y Kerry, 2010).

Las características intrínsecas de calidad del producto son importantes para el consumidor. Estas características de calidad medibles sólo se correlacionan hasta cierto punto con los atributos de calidad organoléptica percibidos por el consumidor individual, que también

depende en gran medida de señales extrínsecas para seleccionar la calidad (Becker, 2000). En este contexto, Font i Furnols *et al.* (2011ab) y Realini *et al.* (2013) afirman que el “país de origen” es un indicio, entre otros indicios extrínsecos, en el que se basan los consumidores para percibir la calidad del producto alimenticio.

Las preferencias son mayores para carne proveniente de los sistemas de producción basados en pasturas en comparación con aquellos donde los rumiantes son alimentados con concentrados. Esto probablemente se asocia con las creencias y expectativas por parte del consumidor, quién, en última instancia, relaciona que los sistemas de producción pastoril producen una carne más saludable, más natural y sabrosa y son también más amigables con el medio ambiente en comparación con los sistemas más intensivos de alimentación (Font i Furnols *et al.*, 2006; Montossi & Sañudo, 2007ab; Realini *et al.*, 2009; Font i Furnols *et al.*, 2011ab; Realini *et al.*, 2013; Font i Furnols *et al.*, 2014; Realini *et al.*, 2015; Realini *et al.*, 2016). Para cierto segmento de consumidores europeos, el sistema de alimentación es el factor más importante que se tiene en cuenta en las decisiones de compra de carne de vacuno y cordero, siendo la carne de animales alimentados con pasto la más preferida (Font i Furnols *et al.*, 2011ab; Realini *et al.*, 2013). Sin embargo, algunos segmentos de consumidores al probar la carne prefirieron aquellos alimentados con concentrado o una combinación de concentrado y pasto (Font i Furnols *et al.*, 2009; Realini *et al.*, 2009).

En los últimos años, las empresas agropecuarias han empezado a reconocer el cambio en las preferencias de los consumidores hacia productos menos perjudiciales para el medio ambiente (Green, 2012). Los sistemas de producción de carne afectan al medio ambiente y a la calidad de vida de los seres humanos, que constituyen el componente medioambiental o ecológico de la sostenibilidad (Verbeke *et al.*, 2010). Los consumidores se interesan cada vez más por la sostenibilidad medioambiental (Glitsch, 2000; Brito *et al.*, 2008). Al considerar las cuestiones medioambientales relacionadas con la producción de carne de vacuno en las explotaciones, por ejemplo, el Uruguay abordó tres temas estratégicos: la conservación del



suelo, la mejora de la biodiversidad de los pastizales y la mitigación del cambio climático (Montossi *et al.*, 2018).

Jiménez-Colmenero *et al.* (2001) y Montossi *et al.* (2013) mencionaron al bienestar animal y la sostenibilidad medioambiental entre los rasgos extrínsecos de la carne que deberían tenerse en cuenta para satisfacer las expectativas del consumidor. Las personas, como ciudadanos, expresan preocupaciones relacionadas con el bienestar animal en relación con el consumo de carne (Guerrero *et al.*, 2013), aunque no estén bien canalizadas en las elecciones que hacen las personas como consumidores (Guerrero *et al.*, 2000; Latvala *et al.*, 2012). No obstante, Latvala *et al.* (2012) sugirieron que las perspectivas más ciudadanas están ganando fuerza gradualmente en relación con el consumo de carne. Esta afirmación coincide con Schnettler *et al.* (2009), Troy y Kerry (2010), Guerrero *et al.* (2013) y Montossi *et al.* (2013), que apoyan la idea de que los países industrializados prestan cada vez más atención a las cuestiones relacionadas con el bienestar animal y la calidad de vida de los animales. Del mismo modo, se ha reportado que la sensibilidad con respecto al bienestar de los animales difiere según el género, el nivel de educación, ocupación, edad, país de residencia y lugar de residencia de los consumidores (Realini *et al.*, 2022). Los jóvenes y mujeres con altos ingresos y niveles educativos argumentan a favor que los animales reciban un tratamiento animal apropiado. También existen evidencias que sugieren que las personas que ya han visitado un establecimiento que cría animales son más propensas a tener en cuenta el bienestar de los animales que serán fuente de productos cárnicos. Por lo tanto, estudiando los hábitos de consumo y actitudes hacia ciertos atributos de la carne se debe tomar en cuenta la segmentación del consumidor. En ese sentido, también debería ser muy importante tener en cuenta las diferencias significativas dentro del país o entre países, para desarrollar estrategias de marketing (demanda orientada), por parte de los productores y exportadores de carne (Montossi *et al.*, 2022).

Verbeke *et al.* (2009) indicaron que las etiquetas de origen o calidad, entre otras, eran indicios o atributos percibidos como señal de carne de vacuno segura, aunque dependería de la fe de los consumidores en las instituciones responsables de proporcionar las certificaciones (Schleenbecker y Hamm, 2013). El valor que los consumidores otorgan a algunas claves de la etiqueta puede modificarse mediante campañas informativas. En concreto, estas campañas pueden tener un impacto positivo medible en la atención y la importancia que el consumidor concede a claves como el país de origen. La indicación del origen puede convertirse en una señal de calidad valorada si la fuente o el origen se asocian a percepciones más elevadas de la seguridad o la calidad de los alimentos (Loureiro y Umberger, 2007). Gran parte de la información que reciben los consumidores sobre la carne y su calidad se proporciona a través de anuncios, campañas informativas, etiquetas o marcas (Font-i-Furnols y Guerrero, 2014) y esta gran cantidad de información es indicativa de la complejidad de la decisión del consumidor sobre la compra de carne bovina. Existe un amplio consenso entre muchos actores del sector alimentario en que la competitividad en los mercados alimentarios desarrollados está ligada a la capacidad de elaborar productos nuevos y diferenciados que sean capaces de explotar el hecho de que las preferencias de los consumidores difieren entre segmentos de consumidores, y aumentar la fidelidad de los consumidores y alejar a la competencia de la puramente basada en precios que caracterizan a los mercados de tipo commodity. Cualquier forma de atributo de calidad de la carne mejorado o diferenciado requiere nuevas formas de señalar la calidad al consumidor, siendo la marca la forma más obvia de hacerlo (Grunert *et al.*, 2004). Las expectativas de calidad de la carne suelen basarse en unos pocos indicios, principalmente el etiquetado (Glitsch, 2000; Grunert *et al.*, 2004).

La certificación es una herramienta importante que puede afectar a las preferencias de los consumidores en un sentido u otro, dependiendo del país (Font i Furnols y Guerrero, 2014). En este sentido, Montossi *et al.* (2013) afirmaron que los productos cárnicos deberían llegar



a las tiendas minoristas con una identificación clara sobre el país de origen, así como la información nutricional del producto. Montossi y Sañudo (2007ab), Font i Furnols *et al.* (2011ab) y Realini *et al.* (2013) identificaron una oportunidad para agregar valor a la carne vacuna uruguaya mediante la promoción de marcas premium en mercados para personas de alto poder adquisitivo. Además, algunos de los mayoristas de carne de alta calidad no se conforman con comprar carne de vacuno de cualquier frigorífico de una determinada empresa multinacional, sino que exigen un país de origen específico. Realini *et al.* (2013) también destacaron que la promoción del país en el mercado extranjero de destino es fundamental para la comercialización de la carne de vacuno (ej. Europa, EE.UU.), así como el desarrollo de diferentes estrategias de marketing para satisfacer a cada segmento de consumidores claramente identificado.

4.4.2. El mercado internacional, las tendencias transversales y diferenciales de mercados y consumidores de importancia para los países del CAS.

Los factores (motivadores) tienen determinantes la compra de carne bovina tienen diferentes influencia y peso según el origen del mercado y el consumidor (MLA, 2020). Por ejemplo, en China, un gran mercado para el CAS, se valora en especial el tema de la inocuidad de la carne, mientras que, en EE. UU., se pondera que la carne sea fresca, y en los países musulmanes, que la carne que se consuma provenga de animales que fueron sacrificados según el rito religioso "Halal".

De cualquier manera, existen una serie de factores que son trasversales a los países asiáticos y EE. UU., y que los consumidores valoran al momento de compra de carne vacuna (MLA, 2020). Las tendencias globales de consumo que afectan al consumo de carne bovina, que incluyen cambios hacia:

- ofertas más frescas y menos procesadas,
- comidas más personalizadas,
- consumo más globalizado,
- mensajes relacionados con la procedencia y la salud, por ejemplo, "alimentado con pasto", "libre de", "natural",
- aumento del comercio electrónico y de los métodos de entrega personalizado,
- ofertas más cómodas para llevar en el lugar de consumo (ej. casa, invitaciones sociales, etc.), y
- porciones más pequeñas, pero de mayor calidad.

Dada la diversidad de la carne de vacuno que atiende la región CAS en el mundo, es esencial comprender las necesidades del consumidor y de compra en cada mercado.

A pesar de debates en torno a la carne y la salud humana, el medio ambiente y el bienestar en EE. UU., existe una demanda sostenida de carne en este país. El descenso del consumo se observa en el segmento de consumidores jóvenes, de alto nivel adquisitivo y nivel educativo, que evitan consumir carne o prefieren otras alternativas. Sin embargo, en términos generales, predomina otros factores que impulsan el consumo de carne, entre los que se destacan el sabor, que sea fresca, la inocuidad y el precio (Tonsor & Lusk, 2022). China es el mayor consumidor de carne del mundo, siendo la carne de cerdo la principal carne consumida (Wang *et al.*, 2022). Los problemas de salud, medio ambiente y bienestar también son reconocidos por los consumidores chinos, pero la mayor preocupación pública en China es la inocuidad. También existe una enorme brecha entre los consumidores chinos



urbanos y rurales, en estos últimos el consumo de carne es muy limitado en comparación con los primeros.

El bienestar animal y las cuestiones medioambientales son los principales factores que explican la disminución del consumo de carne en Noruega (UE), aunque estos factores no desempeñan un papel importante cuando predominan los animales criados en libertad y que se alimentan por sí mismos (Ueland *et al.*, 2022). Incluso en Japón, donde la historia del consumo de carne es más reciente, los factores económicos son importantes para explicar los cambios en el consumo de carne, además de las cuestiones relacionadas con el bienestar y la protección de los animales y del medio ambiente (Sasaki *et al.*, 2022). Por otra parte, el placer de comer carne (el factor hedónico), y su seguridad y salubridad son las principales razones para comer carne en España (Font-i-Furnols & Guerrero, 2022) y en Japón (Sasaki *et al.*, 2022), respectivamente.

A escala internacional, el consumo y la percepción de la carne tiene algunos factores comunes (precio, inocuidad, y calidad sensorial, por ejemplo) y otros que evolucionan regularmente. En efecto, varios estudios resumidos por Hocquette (2023) confirman la creciente importancia de algunos factores relacionados con la salud humana, el medio ambiente y el bienestar de los animales. Sin embargo, es probable que estos cambios no conduzcan a cambios de comportamiento alimentario, al menos a corto plazo (Biscarra-Bellio *et al.*, 2023) y en algunos países en particular (Dagevos & Verbeke, 2022).

Un precio asequible y una alta calidad sensorial siguen siendo los principales factores de compra de alimentos (y especialmente de carne) comunes entre diferentes países (Liu *et al.*, 2023). Sin embargo, las decisiones de consumo de carne por parte de los consumidores son cada vez más complejas. En primer lugar, los factores que impulsan el consumo de carne están relacionados con factores psicológicos en relación con la personalidad y las actitudes de los individuos. Los amantes de la carne suelen ser personas con un gran interés por la comida y la experiencia de comer, con una baja neofobia a la comida y una alta familiaridad con los productos cárnicos. Por el contrario, las personas poco carnívoras están más interesadas en la naturalidad y la reducción de la ingesta, pero también en que sea fresca y una alimentación reducida (Dinnella *et al.*, 2023). En este contexto, es evidente que el debate sobre la sostenibilidad de la producción y el consumo de carne puede tener un impacto en el consumo de carne, al menos en un futuro a largo plazo, aunque cambios significativos no sean tan importantes en la actualidad (Henchion *et al.*, 2022).

Los consumidores chinos, al igual que muchos homólogos de otros países, prefieren la carne local (Wang *et al.*, 2022). Estudios más precisos destacan también que la disposición a comprar carne depende ligeramente del tipo de carne. El consumo de carne de vacuno se ve afectado por la experiencia, la estacionalidad, el lugar de compra hábitos alimentarios, etc., mientras que en el caso de la carne de cerdo influyen hábitos alimentarios y los factores de compra (precio, atributos sensoriales, etc.) (Wang *et al.*, 2022). La religión (como el sacrificio ritual) pueden ser tan importantes como la calidad sensorial, la seguridad y los rasgos éticos (Mohan-Maheswarappa, & Banerjee, 2022). La confianza en el sistema de producción y el consumo de carne (como el trato a los animales y los beneficios percibidos de comer carne) es uno de los principales impulsores de la aceptación pública del engorde de animales en el campo para comer su carne (Birkle *et al.*, 2022). Esto subraya la necesidad de proporcionar a los consumidores información fiable y creíble sobre la producción y el consumo de carne (Font-i-Furnols y Guerrero, 2022) y desarrollar una comunicación transparente a lo largo de toda la cadena de valor (Birkle *et al.*, 2022).

A partir de una estrategia de comunicación agresiva nuevos actores han entrado en el mercado de la carne ofreciendo una gran variedad de alternativas y análogos a la carne (ej. proteínas vegetales, proteínas de insectos y proteínas derivadas de lo que se denomina



"agricultura celular"). A pesar de las enormes inversiones en "agricultura celular", existen importantes problemas técnicos, éticos, normativos y comerciales en proteínas alternativas o análogos cárnicos de la "agricultura celular" (ej. estos productos no son idénticos a los que pretenden sustituir). Incluso su nombre ("carne cultivada") es objeto de controversia, y se vienen desarrollando iniciativas legislativas y/o legales en cuanto a evitar la denominación de "carne" en varios países del mundo (ej. Italia, Uruguay, Brasil). Además, el proceso de producción y la composición del producto no están claramente descriptos. En forma adicional, existen controversias en cuanto al impacto sobre la afectación de funciones sociales de la producción de carne, además de la alimentación humana, que no tiene cuenta "nueva industria sintética", ya sea la nutrición humana, provisión de servicios ecosistémicos del ganado, los beneficios de los coproductos y a los medios de subsistencia y a la cultura gastronómica, entre otros (Wood *et al.*, 2023). La carne es valorada más favorablemente por los carnívoros mientras que los veganos/vegetarianos valoran los sustitutos de la carne más favorablemente que los carnívoros (Krings *et al.*, 2022). Sin embargo, los límites entre estos dos grupos de consumidores no es lo bastante clara (Biscarra-Bellio *et al.*, 2023). Aunque los consumidores chinos están abiertos a los sustitutos de la carne, especialmente a las proteínas de origen vegetal -porque están familiarizados con ellas gracias a una larga tradición- la aceptación de los sustitutos modernos de la carne no es muy elevada (Wang *et al.*, 2022). El potencial de la "carne cultivada" es limitado, ya que siguen existiendo incertidumbres sobre aspectos ligados a su seguridad, técnicas de producción, y cuestiones económicas, ambientales y culturales sin resolver, y particularmente aquellas ligadas a la falta de transparencia. Del mismo modo, las proteínas de origen vegetal y los insectos son alternativas más aceptables que la "carne de cultivo", pero siguen siendo indeseables para algunos segmentos de consumidores (Mancini & Antonioli, 2022).

4.4.3. El mercado interno de carnes de la región del CAS: tendencias actuales

El "mercado interno" es el más importante en forma global del CAS, y en la mayoría de los países también es el mercado individual de mayor relevancia, con excepción del Uruguay. Por ello, es importante, analizar las tendencias en el consumo de carne de la región, y confirmar o no algunos de los patrones observados a nivel de los mercados internacionales, también son importantes para los consumidores locales. La región del CAS es reconocida por ser una de las mayores regiones de exportación de carnes rojas globales, y donde se observa uno de los mayores consumos per cápita del mundo. Las tendencias en el consumo de carne están influenciadas por cambios asociados a factores económicos, culturales, sociales, demográficos y psicológicos. A pesar de la importancia de la carne en las sociedades de los países de la región, existen escasos estudios de investigación en consumidores que evalúen las preferencias, motivaciones y cambios en el consumo de carnes. Brasil es uno de los principales productores, exportadores y consumidores mundiales de productos de origen animal. En una revisión recientemente realizada por Hotzel & Vandrezen (2022) sobre los conocimientos y actitudes de los ciudadanos y consumidores frente al consumo de carne, se destaca que los brasileños esperan productos cárnicos asequibles, de alta calidad organoléptica, sanitaria y nutricional, y producidos de acuerdo a normas éticas estrictas.

En una extensa revisión sobre el consumo de carnes y los factores que lo afectan -desarrollada en varios países de la región (Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay)-, Bifaretti *et al.* (2023) observaron modificaciones en los hábitos de consumo de carne bovina, principalmente asociadas a factores económicos, nuevos estilos de vida y comportamientos alimentarios. La preocupación por temas asociados a la carne y su influencia en la salud humana, y de la ganadería sobre el bienestar de los animales y el impacto medioambiental vienen creciendo en la población. Sin embargo, la mayoría de la población de Sudamérica sigue una dieta omnívora, con una minoría de vegetarianos/veganos. En base a la información precedente de los estudios de consumidores analizados en los países de la



región CAS, se pueden señalar que, además de aquellos aspectos tradicionales (precio de la carne bovina, precio de las carnes alternativas, precios específicos de los cortes, terneza, color, etc.), se observa una tendencia creciente en incluir factores extrínsecos (producción ética, salud humana, y sostenibilidad ambiental), al momento de compra de la carne, particularmente a nivel de los estratos de consumidores más jóvenes, educados y de mayor ingreso de la población. Esta tendencia está en consonancia con los resultados encontrados en estudios internacionales de consumidores de carne, fundamentalmente aquellos de origen occidental.

4.4.4. Una visión estratégica para la región del CAS: alineamiento de los sistemas productivos con las demandas de los mercados y los consumidores

La carne de vacuno presenta ventajas competitivas en el mercado de carnes basadas en sistemas de pastoreo totalmente trazables y de altos estándares de seguridad, calidad y ética en la producción y en la industria procesadora. No obstante, este es un proceso continuo de construcción, en particular, desde la mirada regional, con el objetivo de consolidar la venta de carne a los mercados más exigentes y de mayor valor. No se trata sólo de aumentar la producción de carne vacuna, sino también de comprender los factores intrínsecos y extrínsecos de la carne más valorados por los consumidores. Existen claros desafíos para diseñar sistemas de producción de carne vacuna y armar toda la cadena de valor de abastecimiento para alinearlos con las características de los consumidores, tales como: creencias, cultura, valores, educación, edad, poder adquisitivo, presentación y preparación de los alimentos, etc. (Figura 1).

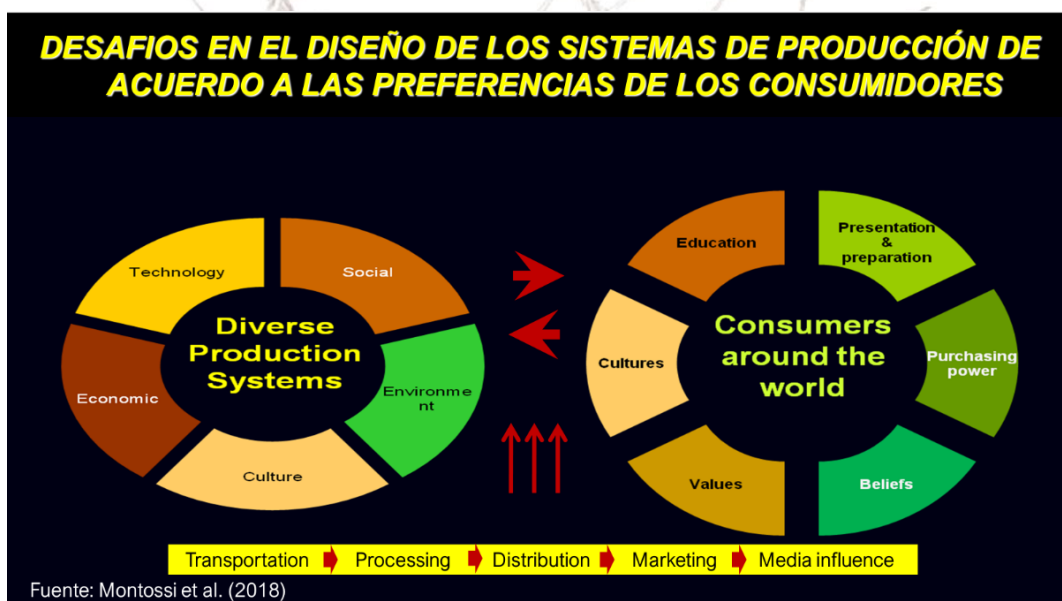
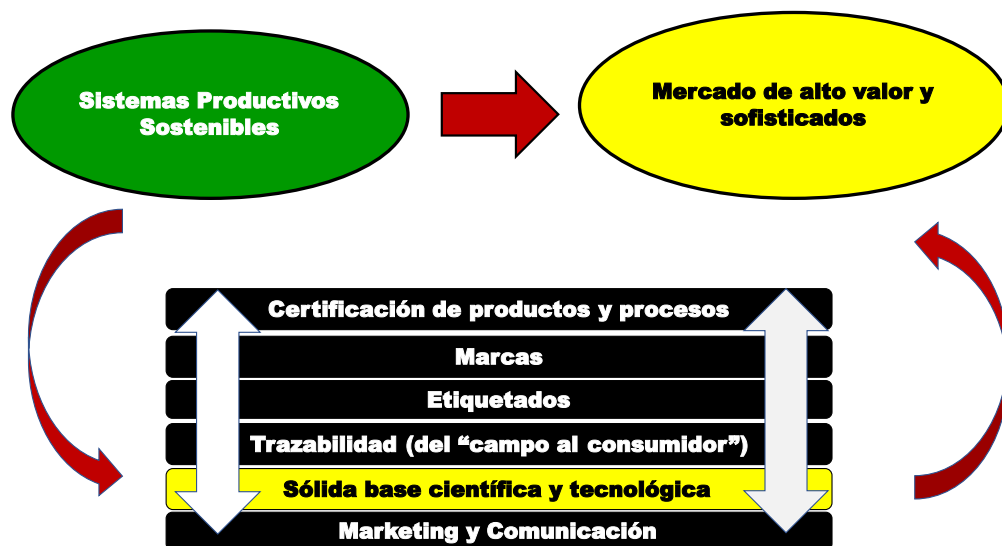


Figura 1. Alineamiento conceptual de los sistemas productivos con las demandas y requerimientos de los mercados y los consumidores (Montossi *et al.*, 2018).

La cadena cárnica de los países y la región tiene que desarrollarse sobre la base del apoyo y compromiso de los actores públicos y privados de la investigación e innovación local y regional (agenda acordada y priorizada entre todos los "mandantes"), donde la producción, la certificación de productos y procesos, la trazabilidad desde "el consumidor hasta el plato" y los esfuerzos de marketing y comunicación estén alineados para lograr respuestas oportunas a las demandas de los consumidores en el siempre cambiante panorama del mercado mundial de la carne (Figura 2).



Fuente: Montossi et al. (2018)

Figura 2. Los componentes claves que facilitan el alineamiento de los sistemas productivos con las demandas y requerimientos de los mercados y los consumidores (Montossi *et al.*, 2018).

No obstante, las necesidades y expectativas de los consumidores en términos de atributos intrínsecos y extrínsecos de calidad del producto "carne" y su proceso de producción, transformación y distribución pueden modificarse profundamente y los países y la región deben responder rápidamente a estos cambios perturbadores. La sostenibilidad vista como un tema multidimensional (económico, social, ambiental, ético e institucional) es uno de los grandes desafíos actuales para todos los actores de la cadena cárnica y es vista como una oportunidad primordial que debe ser encarada con prioridad, y posiblemente sólo tendrá éxito a través de la combinación de esfuerzos públicos y privados, donde el uso de información científica robusta jugará un papel cada vez más clave, particularmente a nivel de la confianza del consumidor.

5. REFLEXIONES FINALES

Este trabajo estuvo orientado a la identificación y priorización de brechas y demandas de I+D+i para los tópicos de balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad, bienestar animal en sistemas ganaderos para fomentar una ganadería sostenible para la región y el mundo. Los referentes (públicos y privados) consultados de los 6 países del CAS, establecieron prioridades y necesidades en la agenda de I+D+i para las temáticas de balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad y bienestar animal en bovinos para carne en sistemas pastoriles, y la necesidad de su fortaleciendo en el futuro cercano. Y en particular de estas brechas identificadas y priorizadas, se destacan las temáticas vinculadas al balance hídrico y biodiversidad de los sistemas ganaderos pastoriles en base a campo natural, donde estas, a pesar de los esfuerzos realizados, se observa una necesidad de fortalecer las acciones e inversiones en la futura agenda de I+D+i regional.

De los trabajos realizados de revisión bibliográfica y de la encuesta efectuada a más de 100 referentes de la región demuestra un importante alineamiento en las prioridades temáticas (mayor brecha), donde se destacan para cada uno de los 4 tópicos analizados:

Balance de carbono: demandas de los inventarios INGEI, investigación sistemática de la sostenibilidad ganadera, prácticas de gestión del carbono en operaciones ganaderas, y plataformas y redes de cooperación de I+D+i institucional.

- Balance hídrico: adaptación al cambio climático, cuencas hidrográficas, e investigaciones específicas
- Biodiversidad: monitoreo a largo plazo, impacto de la ganadería en la biodiversidad, e investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera.
- Bienestar animal: participación y capacitación de los diferentes actores del sistema productivos involucrados en el bienestar animal y evaluación y seguimiento del bienestar animal.

También existen temáticas que recibieron una priorización intermedia, y dependiendo del tópico, estas pueden ser claves para el análisis de planeamiento estratégico, al momento incorporar estas temáticas en la agenda institucional regional de I+D+i.

La naturaleza y complejidad de estos tópicos y sus temáticas priorizadas, así como su abordaje por parte de la investigación e innovación requiere de:

- Alineamiento de los sistemas productivos y de la agenda de I+D+i, a las demandas de los mercados y los consumidores (Montossi *et al.*, 2018; 2023, Montossi, 2024ab).
- Mirada de largo plazo, con la implementación de experimentos de largo plazo.
- Estudios interdisciplinarios y multisectoriales.
- Incorporación conjunta de la visión de la cadena agroalimentaria y de las demandas de las políticas públicas y de aspectos que hacen competitividad del sector privado.
- Activa participación de los usuarios finales, integrando diferentes escalas (predios, cuencas, regiones, sector y países) en el proceso de priorización de la agenda de I+D+i.
- Incorporación de los 4 tópicos en propuestas integrales, contemplando la evaluación de las interacciones positivas y negativas de estos según la intervención que se realice, y su impacto global en la sostenibilidad de la ganadería.
- Colaboración proactiva entre los países de la región, y de estos con los centros de referencia a nivel mundial, donde las plataformas y redes de articulación y cooperación de I+D+i deben cumplir un rol fundamental.
- Sensibilización, capacitación y educación de los diferentes actores vinculados en estos tópicos y temáticas, donde muchos de estos están ajenos a la realidad diaria de agentes privados, en particular los productores familiares y sus colaboradores y entorno.
- Establecer una estrategia comunicacional con un abordaje específico para fortalecer la licencia social de la ganadería de la región, y desde ese lugar hacia los mercados y consumidores globales, en un contexto de una región netamente exportadora de carne.

Con relación a las demandas expresadas y priorizadas por los actores públicos y privados consultados en la encuesta, se observó una alta correspondencia entre las temáticas demandadas -en general en los 4 tópicos- con aquellas que tienen la mayor brecha de I+D+i



identificadas y priorizadas. Por ende, por los resultados alcanzados, estos están también altamente correlacionados con las prioridades identificadas por la revisión bibliográfica de la literatura regional (Montossi, 2024b) en el estado del arte de ciencia y tecnología realizada en la presente publicación. La ciencia y tecnología tienen un papel fundamental para demostrar que la ganadería forma parte de la solución al problema del cambio climático y la sostenibilidad regional y global. Las nuevas fronteras por explorar (y sus soluciones asociadas) por la ciencia y la tecnología representan una oportunidad estratégica para avanzar hacia el desarrollo de un sector ganadero más sostenible en la región del CAS.

El alineamiento de los sistemas productivos con las macrotendencias de las demandas y preferencias de los mercados de la carne y sus consumidores es crucial para establecer una estrategia sostenible a largo plazo, tanto a nivel país como región. Existe una clara evidencia científica generada por los estudios de percepción del consumidor, especialmente los realizados en mercados de importancia para los países del CAS, que muestran preferencias hacia sistemas productivos pastoriles a cielo abierto y naturales, que se conoce el origen trazable de la carne (inocua y saludable), que se desarrollan sobre la base de conceptos y prácticas éticas, tanto para humanos como para los animales de producción, y donde el impacto ambiental es considerado como un aspecto clave en el diseño y ejecución de los sistemas productivos. Más allá de los desafíos que implica la instrumentación a nivel productivo y de la cadena cárnica de estrategias para atender todas estas demandas de los consumidores (y de la constitución de una "licencia social" asociada), los sistemas productivos de la región CAS tiene una base competitiva y de desarrollo para cumplir a futuro con estos requisitos en forma creciente.

Este enfoque tiene que ir acompañado por las verificaciones y certificaciones pertinentes a nivel productivo y de procesamiento, y un aseguramiento de la calidad e inocuidad del producto, incluyendo el etiquetado. En este escenario, la inclusión de sistemas de trazabilidad completa "del animal al plato" podría ser una plataforma estratégica para promover una cadena cárnica bovina más competitiva en comparación con otras alternativas de consumo de proteína animal. La iniciativa del desarrollo de una Plataforma de Ganadería Sostenible en las Américas, liderada por el IICA, BID y el CAS en interacción y complementación con actores privados puede cumplir un rol protagónico para satisfacer las demandas y necesidades identificadas y priorizadas en el presente trabajo.

6. AGRADECIMIENTOS

A todos los participantes de la encuesta realizada en el marco de esta la consulta realizada, provenientes de los 6 países de la región CAS. A los especialistas en los tópicos/temáticas abordadas que, durante este trabajo de consultoría, apoyaron con sus conocimientos y expertise, en particular a los doctores: Marcia del Campo (bienestar animal), Leonidas Carrasco (balance hídrico), Oscar Blumetto (biodiversidad), y Verónica Ciganda (balance de carbono).

A los investigadores de la región que contribuyeron con recomendaciones de artículos y publicaciones científicas y/o técnicas a ser consultadas. A las autoridades y personal técnico de PROCISUR, IICA y BID, por el apoyo realizado durante la ejecución de esta etapa de la consultoría.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Becker T (2000). Consumer perception of fresh meat quality: a framework for analysis. B. F. J., 102(3): 158- 176.



- Bifaretti A., Pavan, E., Grigioni, G. (2023). Consumer Attitudes and Concerns about Beef Consumption in Argentina and Other South American Countries. *Agriculture* 2023, 13, 560. <https://doi.org/10.3390/agriculture13030560>.
- Birkle, I., Klink-Lehmann, J., & Hartmann, M. (2022). Different and alike: Level and determinants of public acceptance of fattening pig, beef cattle and broiler farming in Germany. *Meat Science*, 193, Article 108946. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022>.
- Biscarra-Bellio J. C., de Oliveira G. B., Marques M. C. P., & Molento C. F. M. (2023). Demand changes meat as changing meat reshapes demand: The great meat revolution. *Meat Science*, 196.
- Brito G. (2024). 4ta Auditoria de Calidad de la Carne Bovina. 2022/2023. Comunicación personal.
- Claret A., Guerrero L., Ginés R., Grau A., Hernández M.D., Aguirre E., Peleteiro J.B., Fernández-Pato C., Rodríguez-Rodríguez C. (2014). Consumer beliefs regarding farmed versus wild fish. *Appetite*, 79: 25–31.
- Dagevos, H., & Verbeke, W. (2022). Meat consumption and flexitarianism in the Low Countries. *Meat Science*, 192, Article 108894. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022>.
- Dinnella C., Napolitano F., Spinelli S., Monteleone E., Pacelli C., & Braghieri A. (2023). Factors affecting stated liking for meat products: Focus on demographics, oral responsiveness, personality, and psycho-attitudinal traits. *Meat Science*, 195.
- Font-i-Furnols M., & Guerrero L. (2022). Spanish perspective on meat consumption and consumer attitudes. *Meat Science*, 191, Article 108874. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022>.
- Green G. (2012). Rural jobs: making a living in the countryside. In: Kulcsár L., Curtis, K (Eds.), *International handbook of rural demography Netherlands*: Pringer (pp. 307–317).
- Grunert K.G., Bredahl L., Brunsø K. (2004). Consumer perception of meat quality and implications for product development in the meat sector—a review. *Meat Sci.*, 66: 259–272.
- Guerrero L., Claret A., Hernández F., Dalmau A. (2013). Creencias, actitud y expectativas de los consumidores españoles frente al bienestar animal porcino y a la castración (quirúrgica e inmunocastración). In: *World Congress of Dry-Cured Ham Ourique*, Portugal: VII WCDDH. (pp. 2–7).
- Henchion H., McCarthy, M., Zimmermann J., & Troy D. J. (2022). International comparisons, domestic influences and where to next? The case of Irish meat consumption. *Meat Science*, 193.
- Hocquette J.F. (2023). Consumer perception of livestock production and meat consumption; an overview of the special issue “Perspectives on consumer attitudes to meat consumption”. *Meat Science*, 200.
- Hotzel M.J., & Vandresen B. (2022). Brazilians’ attitudes to meat consumption and production: Present and future challenges to the sustainability of the meat industry. *Meat Science*, 192.
- Iglesias D.H., y Ghezan G. (2010). ANALISIS DE LA CADENA DE LA CARNE BOVINA EN ARGENTINA. *Estudios Socioeconómicos de los Sistemas Agroalimentarios y Agroindustriales*.
- Área Estratégica de Economía y Sociología. Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria (INTA). Marzo 2010. *Sitio Argentino de Producción Animal*. 280 pp.



- IPA. (2022). Plan Estratégico 2022-2025. Instituto Plan Agropecuario (IPA). Uruguay. Junio, 2022. 32 pp.
- Krings V. C., Dhont K., & Hodson G. (2022). Food technology neophobia as a psychological barrier to clean meat acceptance. *Food Quality and Preference*, 96.
- Latvala T., Niva M., Mäkelä J., Pouta E., Heikkilä J., Kotro J., Forsman-Hugg S. (2012). Diversifying meat consumption patterns: Consumers' self-reported past behaviour and intentions for change. *Meat Sci.*, 92(1): 71–77.
- Liu J., Chriki S., Kombolo M., Santinello M., Pflanzner S. B., Hocquette E., Ellies-Oury M. P., & Hocquette J. F. (2023). Consumer perception of the challenges facing livestock production and meat consumption. *Meat Science*, 193.
- Mancini M. C., & Antonioli F. (2022). Italian consumers standing at the crossroads of alternative protein sources: Cultivated meat, insect-based and novel plant-based foods. *Meat Science*, 193.
- Mohan K., Maheswarappa N. B., & Banerjee R. (2022). Exploring the dynamics of women consumer preference, attitude and behaviour towards meat and meat products consumption in India. *Meat Science*, 193, Article 108926. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108926>
- Montossi F., Cazzuli F., Brito G., Realini C., Luzardo S., Rovira P., and Font-i-Furnols M. (2018). The challenges of aligning consumer preferences and production systems: Analysing the case of a small beef meat exporting country. *International Journal of Agricultural Policy and Research* Vol.6 (9), pp. 144-159, September 2018. Available online at <https://www.journalissues.org/IJAPR/https://doi.org/10.15739/IJAPR.18.017>.
- Montossi F., Luzardo S., de Barbieri I., Blumetto O., Ciganda V., del campo, M., Jaurena M., Devicenzi T., Carrasco L., Brito, G., Ciappesoni G., Banchemo G. (2023). Livestock systems and value chains contributing towards a more sustainable world: opportunities and challenges. *Animal - science proceedings*, Volume 14, Issue 4, July 2023, Pages 595-596. In: 11th International Symposium on the Nutrition of Herbivores (ISNH 2023). Florianópolis, Brazil. Publication of this issue is supported by the International Symposium on the Nutrition of Herbivores (ISNH), 4-8 June 2023. Volume 14, Issue 4, Pages 549-656 (July 2023).
- Montossi F. (2024a). Implementación de una plataforma de ganadería sostenible para las Américas. Banco Interamericano de Desarrollo (BID)-División de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Informe 2. 127 pp. <https://docs.google.com/document/d/1fPba6oq0zxX-4skMngOvqVpYGidKUIHm/edit#heading=h.gjdgxs>
- Montossi F. (2024b). Implementación de una plataforma de ganadería sostenible para las Américas. Banco Interamericano de Desarrollo (BID)-División de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Informe 3. 86 pp. https://docs.google.com/document/d/1Fc0KEkLqTIPdacQq3njDqdBgt2CD_B70/edit#heading=h.gjdgxs
- Montossi F.; Ares G.; Antúnez L.; Brito G.; Luzardo S.; del campo, M.; Realini C. (2022). Preferencias, motivaciones y cambios del consumo de carne en Uruguay. *Revista INIA Uruguay*, Diciembre 2022, no.71, p. 43-47. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16940/1/INIA-71-diciembre-2022-Montossi.pdf>
- Montossi F., & Sañudo C. (2007a). Antecedentes, justificación y objetivos del Proyecto. En: Montossi y Sañudo (Eds.). *Cooperación Hispano Uruguaya. Diferenciación y valorización de la carne Bovina y Ovina del Uruguay en Europa - influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana*. INIA Serie Técnica N° 168, 9- 14.



- Montossi F., y Sañudo C. (2007b). Conclusiones e implicancias estratégicas del Proyecto. En: Montossi y Sañudo (Eds.). Cooperación Hispano Uruguaya. Diferenciación y valorización de la carne Bovina y Ovina del Uruguay en Europa - influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana. INIA Serie Técnica N° 168, 113-116.
- Montossi, F., Font-i-Furnols, M., del Campo, M., San Julián, R., Brito, G., and Sañudo, C. (2013). Sustainable sheep production and consumer preference trends: Compatibilities, contradictions, and unresolved dilemmas. *Meat Sci.*, 95(4): 772–789.
- MLA. (2020). Global snapshot beef. <https://www.mla.com.au/globalassets/mla-corporate/prices--markets/documents/os-markets/red-meat-market-snapshots/2020/global-beef-snapshot-jan2020.pdf> (Consulta 27/12/2023).
- Realini C. E., Font-i-Furnols M., Guerrero L., Montossi F., Campo M. M., Sañudo C., Nute, G. R., Alvarez I., Cañeque V., Brito G., Oliver M.A. (2009). Effect of finishing diet on consumer acceptability of Uruguayan beef in the European market. *Meat Sci.*, 81(3): 499–506.
- Realini C.E., Font-i-Furnols M., Sañudo C., Montossi F., Oliver M.A., Guerrero L. (2013). Spanish, French and British consumers' acceptability of Uruguayan beef, and consumers' beef choice associated with country of origin, finishing diet and meat price. *Meat Sci.*, 95: 14– 21.
- Realini C.E., Guardia M. D., Díaz I., García-Regueiro J.A., and Arnau J. (2015). Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. *Meat Sci.*, 99: 18–24.
- Realini C., Brito G, and Montossi F. (2016). Investigación para el desarrollo de estrategias nutricionales y genéticas que optimicen el contenido y el perfil de ácidos grasos de la carne vacuna uruguaya. Revisión. In: Archivos Latinoamericano de Producción. Animal (24), 189–201.
- Realini C.E., Ares G., Antúnez L., Brito G., Luzardo S., del Campo M., Saunders C., Farouk M.M., Montossi F. (2022). Meat insights: Uruguayan consumers' mental associations and motives underlying consumption changes, *Meat Science*, Volume 192, 2022, 108901, ISSN 0309-1740, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108901>.
- Sasaki K., Motoyam, M., Watanabe G., & Nakajima I. (2022). Meat consumption and consumer attitudes in Japan: An overview. *Meat Science*, 192, <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108879>
- Schleenbecker R., Hamm U. (2013). Consumers' perception of organic product characteristics: A review. *Appetite*, 71: 420–429.
- Schnettler B., Vidal R., Silva R., Vallejos L., Sepúlveda N. (2009). Consumer willingness to pay for beef meat in a developing country: The effect of information regarding country of origin, price and animal handling prior to slaughter. *Food Qual. Prefer.*, 20: 156–165.
- Tonsor G.T., Lusk J.L. (2022). U.S. perspective: Meat demand outdoes meat avoidance. *Meat Science*, 190.
- Troy D.J., Kerry J.P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Sci.*, 86: 214– 226.
- Ueland, Ø., Rødbotten, R., & Varela, P. (2022). Meat consumption and consumer attitudes – A Norwegian perspective. *Meat Science*, 192, Article 108920. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108920>



- Verbeke W., Pérez-Cueto F.J.A., Barcellos M.D., Krystallis A, Grunert K.G. (2010). European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. *Meat Sci.*, 84(2): 284–292.
- Verbeke W., Van Wezemael L., de Barcellos M., Kugler J., Grunert G. (2009). Advancing Beef Safety through Research and Innovation Proceedings of a meeting at Ashtown Food Research Conference Centre, Teagasc, Dublin, Ireland Editors. In: Duffy G, Nychas G (Eds.), Advancing Beef Safety through Research and Innovation Proceedings of a meeting at Ashtown Food Research Conference Centre, Teagasc, Dublin, Ireland. Dublin: ProSafeBeef. (pp. 8–10).
- Wang B., Shen C., Cai Y., Liu, D., & Gai S. (2022). The purchase willingness of consumers for red meat in China. *Meat Science*, 192, Article 108908. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108908>
- Wang H. H. (2022). The perspective of meat and meat-alternative consumption in China. *Meat Science*, 194.
- Wood P., Thorrez L., Hocquette J. F., Troy D., & Gagaoua M. (2023). “Cellular agriculture”: Current gaps between facts and claims regarding “cell-based meat”. *Anim Front.* 2023 Apr 15;13(2):68-74. doi: 10.1093/af/vfac092. PMID: 37073316; PMCID: PMC10105885.



8. ANEXOS

Cuadro 1. Brechas de conocimiento y demandas de ciencia y tecnología en la temática de **balance de carbono** en la ganadería para carne (bovinos) en sistemas pastoriles de la región CAS.

Temáticas consideradas	Brecha de conocimiento	Demanda de ciencia y tecnología	Comentarios de los participantes
	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0.5 puntos)	(sugerir puntaje del 1 al 5 utilizando intervalos de 0.5 puntos)	(opcional)
Emisiones directas de gases de efecto invernadero (Evaluar las emisiones directas de gases de efecto invernadero, como el metano (CH ₄) y el óxido nítrico (N ₂ O), producidas por el ganado bovino durante la digestión y la gestión de los residuos).			
Emisiones indirectas asociadas a la cadena cárnica (Analizar las emisiones indirectas relacionadas con la producción y el transporte de insumos agrícolas, como suplementos y fertilizantes, así como las emisiones asociadas con la producción y distribución de carne).			
Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra (Considerar el impacto del cambio en el uso de la tierra para la ganadería bovina, incluyendo la deforestación y la conversión de ecosistemas naturales, y su contribución a las emisiones de carbono).			
Prácticas de gestión de carbono en las operaciones ganaderas (Desarrollar prácticas de gestión del carbono en las instalaciones ganaderas, como la captura y almacenamiento de carbono en el suelo, la rotación de cultivos y la reforestación de áreas degradadas).			
Mejora de la eficiencia en la producción de alimentos para el ganado (Promover prácticas agrícolas y tecnologías que mejoren la eficiencia en la producción de alimentos para el ganado, reduciendo así las emisiones de carbono asociadas con la producción de suplementos y forrajes).			
Demandas de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Disponer de factores de emisión locales usables contemplando diferentes combinaciones de sistemas de producción, categorías bovinas, estado fisiológico, y niveles de producción, caracterización de la dieta que consumen los animales, tanto a nivel de sistema a pastoreo, desarrollo de modelos que permitan simular diferentes escenarios de emisión, emisiones más detalladas de N ₂ O de orina y excreta, estimaciones de secuestro de carbono, etc.)			
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera (Explorar nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan mejorar el balance de carbono de los sistemas pastoriles, integrando la influencia y medición de indicadores de otros pilares de la producción ganadera sostenible, incluyendo, entre otros, el bienestar animal, balance hídrico, biodiversidad, otros servicios ecosistémicos).			
Plataformas y Redes de cooperación en investigación, innovación y desarrollo institucional (Fomentar la cooperación entre diferentes instituciones, investigadores y empresas para compartir conocimientos y recursos, interdisciplinariedad, transferencia de conocimiento, internacionalización, participación del sector privado, financiamiento adecuado, gobernanza, etc.)			
Otras (propuestas por los participantes; máximo 2)			



Cuadro 2. Brechas de conocimiento y demandas de ciencia y tecnología para la temática de **balance hídrico** en la ganadería para carne (bovinos) en sistemas pastoriles.

Temáticas consideradas	Brecha de conocimiento	Demanda de ciencia y tecnología	Comentarios de los participantes
	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0.5 puntos)	(sugerir puntaje del 1 al 5 utilizando intervalos de 0.5 puntos)	(opcional)
Consumo de agua por animal (Evaluar el consumo de agua por parte del ganado bovino en diferentes etapas de su ciclo de vida, incluyendo la cría, la alimentación y la producción de carne).			
Eficiencia hídrica de la producción de alimentos para el ganado (Analizar la cantidad de agua utilizada en la producción de alimentos para el ganado, como forrajes y suplementos, y buscar formas de mejorar la eficiencia en el uso del agua en estas actividades).			
Gestión del agua en predios ganaderos (Desarrollar prácticas de gestión del agua más eficientes en las instalaciones ganaderas, incluyendo sistemas de riego adecuados, tecnologías de conservación del agua y manejo adecuado de los residuos líquidos).			
Impacto ambiental del uso del agua (Evaluar el impacto ambiental del uso del agua en la ganadería bovina, incluyendo la contaminación del agua por nutrientes y otros contaminantes asociados con los predios ganaderos, en particular productos veterinarios).			
Cuencas hidrológicas (sistematización de la información disponible, evaluaciones de las delimitaciones de cuencas, caudal, calidad del agua, concentración de nutrientes, tipo de suelos y sus propiedades químicas, caudal ecológico, ciclo de agua y su interacción con el entorno, protección de zonas riparias).			
Adaptación al cambio climático (Considerar cómo el cambio climático puede afectar la disponibilidad y la calidad del agua en las regiones donde se practica la ganadería bovina, y desarrollar estrategias de adaptación para mitigar estos impactos, modelos climáticos para proyecciones locales de escases de agua).			
Investigación específicas (Explorar nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan reducir la huella del agua en la ganadería bovina a nivel de cuenca, como sistemas de producción más eficientes, dietas alimenticias mejoradas, aumento de la eficiencia productiva, mejora genética de vegetales y animales, y técnicas de gestión del agua más avanzadas, etc.).			
Redes de cooperación e innovación institucional (Fomentar la cooperación entre diferentes instituciones, investigadores y empresas para compartir conocimientos y recursos, interdisciplinariedad, transferencia de conocimiento, internacionalización, participación del sector privado, financiamiento adecuado, gobernanza, etc.).			
Otras (propuestas por los participantes; máximo 2)			



Cuadro 3. Brechas de conocimiento y demandas de ciencia y tecnología para estimaciones de **biodiversidad** en ganadería para carne (bovinos) en sistemas pastoriles de la región CAS.

Temáticas consideradas	Brecha de conocimiento	Demanda de ciencia y tecnología	Comentarios de los participantes
	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0.5 puntos)	(sugerir puntaje del 1 al 5 utilizando intervalos de 0.5 puntos)	(opcional)
Evaluación de la diversidad vegetal (Realizar inventarios de la flora presente en los pastizales nativos para determinar la diversidad de especies vegetales, incluyendo hierbas, leguminosas y arbustos, y su distribución espacial).			
Análisis de la diversidad animal (Estudiar la presencia y abundancia de especies animales en los sistemas pastoriles, incluyendo mamíferos, aves, insectos y otros invertebrados, para evaluar la diversidad de la fauna y su interacción con el ecosistema).			
Evaluación de la estructura del hábitat (Analizar la estructura del hábitat en los sistemas pastoriles, incluyendo la cobertura vegetal, la heterogeneidad del paisaje y la presencia de elementos como arroyos, lagunas y áreas boscosas, que influyen en la biodiversidad).			
Impacto de la ganadería en la biodiversidad (Investigar cómo las prácticas ganaderas, como el pastoreo, la intensificación de la producción y el uso de insumos agrícolas, afectan la biodiversidad de los pastizales nativos y cómo pueden ser gestionadas para minimizar su impacto negativo).			
Conservación de hábitats clave (Identificar áreas de alto valor para la biodiversidad dentro de los pastizales nativos, como humedales, zonas de reproducción de aves o corredores biológicos, y desarrollar estrategias de conservación para proteger estos hábitats clave).			
Monitoreo a largo plazo (Establecer programas de monitoreo a largo plazo para evaluar los cambios en la biodiversidad de los pastizales nativos a lo largo del tiempo, identificar tendencias y detectar posibles amenazas o impactos adicionales).			
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera (Explorar nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan mejorar la biodiversidad de los sistemas pastoriles, integrando la influencia y medición de indicadores de otros pilares de la producción ganadera sostenible, incluyendo, entre otros, el bienestar animal, balance hídrico, balance de carbono, otros servicios ecosistémicos).			
Plataformas y Redes de cooperación en investigación, innovación y desarrollo institucional (Fomentar la cooperación entre diferentes instituciones, investigadores y empresas para compartir conocimientos y recursos, interdisciplinariedad, transferencia de conocimiento, internacionalización, participación del sector privado, financiamiento adecuado, gobernanza, etc.).			
Otras (propuestas por los participantes; máximo 2)			



Cuadro 4. Brechas de conocimiento y demandas de ciencia y tecnología para promover el bienestar animal en la ganadería para carne (bovinos) en sistemas pastoriles de la región CAS.

Temáticas consideradas	Brecha de conocimiento (sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0.5 puntos)	Demanda de ciencia y tecnología (sugerir puntaje del 1 al 5 utilizando intervalos de 0.5 puntos)	Comentarios de los participantes (opcional)
Investigación y validación de indicadores de bienestar animal (Desarrollar y aplicar indicadores específicos para evaluar el bienestar de los bovinos en sistemas pastoriles, incluyendo indicadores físicos, fisiológicos y de comportamiento, la interacción social y el comportamiento).			
Condiciones del ambiente y manejo del pastoreo en un contexto de cambio climático (Evaluar cómo las condiciones del ambiente, como la disponibilidad y calidad del forraje, la presencia de sombra y agua, y la configuración del pastoreo, afectan el bienestar de los bovinos en sistemas pastoriles, y desarrollar prácticas de manejo que promuevan un entorno óptimo para el ganado bovino en un contexto de cambio climático).			
Estrés y salud animal (Estudiar los factores de estrés y dolor que pueden afectar el bienestar de los bovinos en sistemas pastoriles, también el manejo a nivel predial, las enfermedades y lesiones, y desarrollar estrategias de prevención y mitigación).			
Bienestar durante el transporte y el manejo (Conocer el impacto del transporte y el manejo del ganado en las diferentes etapas previas a la faena, en el bienestar animal y la calidad del producto, incluyendo la duración y condiciones del viaje, el diseño de los vehículos de transporte, las prácticas de carga y descarga, las instalaciones y el manejo en los puntos de destino).			
Evaluación y seguimiento del bienestar (Desarrollo de indicadores fiables y prácticos para medir y monitorear el bienestar del ganado en sistemas de producción pastoril que permitan promover proceso de auditoría y certificación para garantizar el cumplimiento de las normas de bienestar en la ganadería).			
Participación y capacitación de los diferentes actores del sistema productivo involucrados en el bienestar animal (Involucrar a los productores ganaderos, en la evaluación y mejora del bienestar animal en sus sistemas pastoriles, proporcionando capacitación y recursos para mejorar las prácticas de manejo y promover el bienestar de los bovinos). Estimularlos a la certificación, al agregado de valor a través del bienestar animal.			
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera (Explorar nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan promover el bienestar animal de los sistemas pastoriles, integrando la influencia y medición de indicadores de otros pilares de la producción ganadera sostenible, incluyendo, entre otros, huella de carbono, huella del agua, biodiversidad, otros servicios ecosistémicos).			
Plataformas y Redes de cooperación en investigación, innovación y desarrollo institucional (Fomentar la cooperación entre diferentes instituciones, investigadores y empresas para compartir conocimientos y recursos, interdisciplinariedad, transferencia de conocimiento, internacionalización, participación del sector privado, financiamiento adecuado, gobernanza, etc.).			
Otras (propuestas por los participantes; máximo 2)			

APROVECHAMIENTO DE UN PASTIZAL DE ZACATE PICOSO (*Amelichloa clandestina*) MEDIANTE GANADERÍA REGENERATIVA

Perpetuo Álvarez-Vázquez^{1*}, Sait Juanes Márquez², Fabián Hervert-Cruz², Josué I. García-López¹, Neymar Camposeco-Montejo¹, Xóchitl Ruelas-Chacon¹, Antonio Flores-Naveda¹

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315. ²Posgrado en Producción Agropecuaria UAAAN UL
perpetuo.alvarezv@uaaan.edu.mx

Palabras clave: Ganadería regenerativa, *Amelichloa clandestina*, días de rebrote, rendimiento de forraje y componentes morfológicos.

INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de los pastizales está conduciendo a su degradación, especialmente en zonas áridas y semiáridas, lo que pone en riesgo su integridad y los servicios que proveen (Medeiros *et al.*, 2020). En el sureste de Coahuila, México, por este efecto, se ha registrado la presencia del zacate picoso (*Amelichloa clandestina*), una gramínea endémica del Desierto Chihuahuense, capaz de colonizar áreas perturbadas y se encuentra en una variedad de ambientes, incluyendo suelos calcáreos y bosques de pino, en altitudes de 800 a 2,100 metros (Villaseñor, 2016). Es por esto, que la frecuencia e intensidad del pastoreo, ajustadas a las necesidades fenológicas, son clave para el mantenimiento de los pastizales y la calidad del forraje (Domínguez-Escudero *et al.*, 2021). Por tanto, investigar los cambios fisiológicos en las plantas bajo pastoreo es esencial, ya que, se inducen modificaciones morfológicas significativas (Li *et al.*, 2018). La cantidad de materia seca obtenida se puede correlacionar con diversos factores, como los tipos de suelo en los que crece el forraje, el intervalo de tiempo permitido antes de la toma de muestras días después del rebrote y la altura que puede alcanzar el forraje en ese período (Assis *et al.*, 2023). Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo determinar la capacidad de rebrote mensual y estacional del zacate picoso posterior a un pastoreo intensivo no selectivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un pastizal de zacate picoso (*A. clandestina*) de aproximadamente 32 ha en el noreste de México, localizado en el rancho experimental "Los Ángeles" de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila, ubicado en las coordenadas 25°06'30" N y 100°59'18" O, a una altitud entre 2100 y 2400 m. El clima es BSokw(e') seco, con temperaturas medias de 7 a 14 °C y precipitaciones de 350 mm anuales. El periodo experimental se desarrolló de febrero 2023 a octubre de 2024, contemplando estaciones y 18 meses de rebrote para el pastoreo de invierno. Las unidades experimentales fueron de 600 m² (10 x 60 m), con tres repeticiones, para cada estación del año, las cuales fueron perturbadas mediante un pastoreo intensivo no



selectivo con una carga animal de 500 UA ha⁻¹, con un tiempo de ocupación aproximado de dos días o a disponibilidad de forraje (Aranda *et al.*, 2023).

Los tratamientos fueron los pastoreos al inicio de cada estación del año y evaluaciones días después del rebrote, quincenales dentro de cada estación y mensuales hasta los 18 meses de rebrote (para el caso de la estación de invierno). Se estimó el rendimiento de biomasa, en cada parcela experimental cosechando el rebrote presente, de cuatro plantas sobre la altura de cosecha del pastoreo. Del forraje cosechado se extrajo una submuestra aproximadamente del 10 % del forraje homogenizado de las cuatro plantas, para posteriormente ser separado en hojas, tallos y material muerto. El forraje cosechado se colocó en bolsas de papel etiquetadas, y se sometió a un proceso de secado en estufa de aire forzado, a temperatura de 60 °C durante 48 h o hasta alcanzar un peso constante (Muñoz-García *et al.*, 2020). Para estimar la altura, se tomaron al azar 12 lecturas por repetición, en cada edad de rebrote, utilizando una regla graduada de 100 cm. Para determinar el efecto del mes de rebrote y estación, se realizó un análisis de varianza con el software JMP Pro y una comparación de medias con la prueba Tukey ($p < 0.05$). Así mismo, durante la temporada de lluvias en las unidades experimentales se midió la cobertura de las especies que estén presentes, utilizando una escala cualitativa. Se ubicaron cinco cuadrantes de 1 m² (1 × 1 m) dentro de cada parcela, y en cada cuadrante se identificaron las especies presentes, cobertura y altura (Arévalo *et al.*, 2021). Para obtener la composición botánica, se organizaron las especies registradas, a nivel de familia, género y especie, de acuerdo con la nomenclatura taxonómica referida en el sitio tropicos.org del Missouri Botánica Garden (2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La estación de verano y otoño destacaron por sus valores elevados, registrando 242 y 269 kg ha⁻¹, en contraste, invierno y primavera, mostraron los rendimientos más bajos, con 4.6 y 26.0 kg ha⁻¹, respectivamente. Por su parte, en la altura de planta, no se presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$). En cuanto al factor DDR, a los 90 DDR se mostraron los valores más altos en todas las variables: 233 kg ha⁻¹ y 23 cm altura de planta. Por el contrario, los valores más bajos se observaron a los 15 DDR, indicando un crecimiento y rendimiento inicialmente más limitados tras la perturbación por el pastoreo (Cuadro 1). Lo anterior, manifiesta que la estacionalidad afecta la fisiología, morfología vegetal, y la dinámica de las comunidades, no obstante, el pastoreo moderado mejora el aporte nutricional, aumentando la tasa fotosintética en hojas nuevas (Shen *et al.*, 2019). Por su parte, Mills *et al.* (2016) señalaron la correlación entre RMS y la altura, sugiriendo que la altura pre-pastoreo predice el RMS. Esto implica que el manejo de la altura de las plantas podría optimizar la producción de biomasa en pastizales. En la evaluación mensual de la estación de invierno, se puede observar un crecimiento logístico con una $R^2 = 0.95$ que nos indica una buena correlación de los resultados durante el periodo de evaluación de 18 meses después de rebrote (MDR), obteniendo como punto máximo de producción a los 16 MDR representando un rendimiento de 1,880 kg MS ha⁻¹ teniendo así un gran incremento en contraste con el primer mes de rebrote donde se obtuvo una producción de 3 kg MS ha⁻¹ teniendo una diferencia significativa estadísticamente ($p < 0.05$), sin embargo, en los meses 17 y 18 MDR se nota un descenso en la acumulación de materia seca reduciéndose a 1,746 y 1,790



kg ha⁻¹ donde a pesar de esto no se observó una diferencia estadística con respecto a los 16 MDR ($p>0.05$).

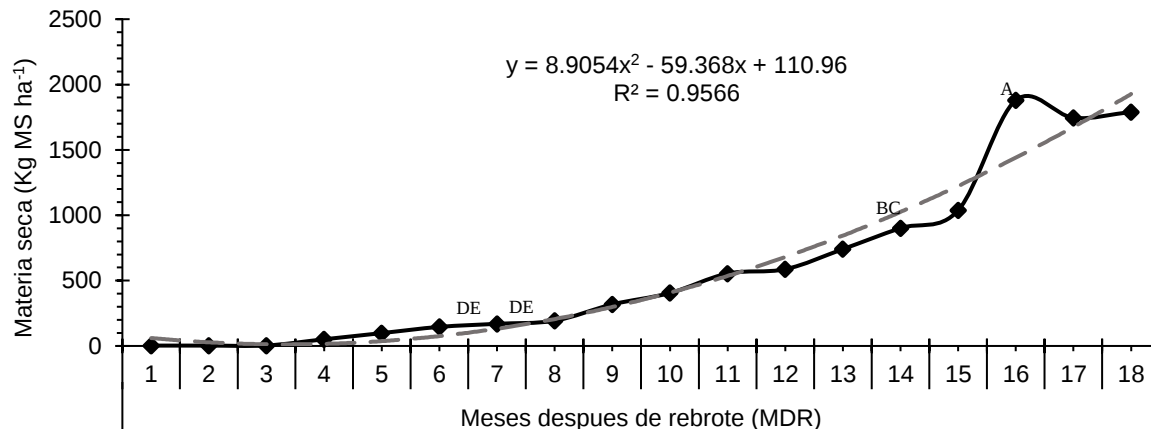


Figura 1. Acumulación de materia seca del pasto *Amelichloa clandestina* posterior a un pastoreo intensivo no selectivo a diferentes MDR, meses con distinta literal son diferentes estadísticamente ($p<0.05$).

Cuadro 1. Comparación de medias de los factores evaluados de *Amelichloa clandestina* evaluada a diferentes días de rebrote (DDR) en el noreste de México.

Factor de estudio	RMS (kg MS ha ⁻¹)	AP (cm)
<i>Estación</i>		
Invierno	6.0 b	14.6 a
Primavera	26.0 b	17.6 a
Verano	242.0 a	15.0 a
Otoño	268.6 a	19.0 a
<i>Días de rebrote</i>		
15	68.7 d	11.0 d
30	94.7 cd	13.3 cd
45	117.7 bcd	15.3 bc
60	135.3 bc	17.3 b
75	163.0 b	20.3 a
90	233.0 a	23.0 a

RMS: rendimiento de materia seca, AP: altura de planta. Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

El análisis de la producción de materia seca (RMS) reveló que los componentes hoja, tallo y material muerto, contribuyen significativamente a la biomasa durante la estación de verano con producciones de 97.5, 33.6 y 9.8 kg ha⁻¹ y de menor aportación en invierno y primavera, respectivamente. El material muerto (MM), a diferencia de la hoja y el tallo, no registró diferencias en invierno, primavera y otoño ($p>0.05$), presentando aquí los menores valores. Tanto la biomasa foliar y de tallos alcanzaron una máxima producción de materia seca a los 90 DDR, con valores de 70.3 y 26.0 kg ha⁻¹, indicando un aumento en la acumulación de forraje a mayores días de rebrote. Por su parte, en el material muerto no hubo diferencias estadísticas ($p>0.05$), los valores oscilaron entre 1.7 y 6.7 kg ha⁻¹. Esto es aceptable, ya que, en otras especies típicas de pastizales del noreste de México, a mayor edad de rebrote el material muerto se incrementa, lo que tentativamente la calidad del forraje se ve afectada.

Estos hallazgos resaltan la compleja interacción entre los componentes morfológicos de la planta, los factores ambientales y temporales, subrayando así, la importancia de considerar estas dinámicas en el estudio de la producción de biomasa. Inicialmente, en todas las estaciones, se notaron bajos rendimientos de hojas, posiblemente debido a la etapa temprana de desarrollo vegetativo y la consiguiente acumulación limitada de biomasa. Estos rendimientos bajos al inicio del estudio podrían estar relacionados también con la fase inicial de crecimiento de los tallos y la falta de humedad en la región. Estas observaciones son consistentes con las reportadas por Brendel (2021), quien señaló que la dinámica de crecimiento vegetal varía a lo largo del año y está condicionada por el régimen de precipitaciones. Por su parte, en las evaluaciones mensuales, mostraron un incremento notable en el desarrollo de los componentes morfológicos del pasto siendo la hoja el componente dominante a lo largo del periodo de evaluación donde los datos de mayor producción de hoja coinciden con el tiempo donde mayor producción de MS que se obtuvo siendo a los 16 meses de rebrote (MDR) obteniendo un valor de 1,067.7 kg ha⁻¹ de hoja para posteriormente descender.

En cuanto a los tallos se observó el mismo comportamiento siendo a los 16 MDR cuando se obtuvo una mayor producción con 452.7 kg ha⁻¹ donde posteriormente tuvo una ligera caída. Ambos comportamientos van relacionados con el aumento de materia muerta donde su mayor producción se obtuvo al mes 18 con 419.9 kg MS ha⁻¹, observando el descenso claro de la acumulación de hoja a los 18 MDR siendo así la relación con el aumento del material muerto en este mes. Existen estudios (Calzada-Marín *et al.*, 2014) donde posterior a la producción máxima de hoja, esta disminuye a causa de la senescencia de hojas inferiores debido al auto sombreado de la planta.

Cuadro 2. Comparación de medias de los factores principales evaluados en componentes morfológicos (kg MS ha⁻¹) de *Amelichloa clandestina* en el noreste de México.

Factor de estudio	Hoja	Tallo	MM
<i>Estación</i>			
Invierno	3.6 c	1.2 c	0.09 b
Primavera	15.4 c	9.7 c	1.7 b
Verano	97.5 a	33.6 a	9.8 a
Otoño	68.2 b	18.5 b	2.7 b
<i>Días de rebrote (DDR)</i>			
15	28.0 c	7.6 c	2.0 a
30	36.3 bc	10.3 c	4.3 a
45	40.3 bc	14.0 bc	4.3 a
60	43.3 bc	15.7 bc	1.7 a
75	58.7 ab	21.3 ab	6.7 a
90	70.3 a	26.0 a	1.7 a

MM: material muerto. Medias con letras iguales dentro del mismo factor y columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

Durante todas las estaciones, las mayores alturas se presentaron cuando la planta alcanzo los 90 DDR, con orden de otoño> primavera>verano >invierno con 28.7,



24.7, 20.0 y 17.5 cm, respectivamente (Cuadro 3). Mientras que las menores se observaron al inicio del periodo de rebrote, 15 DDR, con alturas de 9.8, 11.7, 11.3 y 11.0 cm para el invierno, primavera, verano y otoño, respectivamente. El crecimiento de *A. clandestina* muestra una marcada variabilidad estacional, según lo documentado por Juanes-Márquez *et al.* (2022), quienes observaron las alturas más significativas durante el otoño, con 40.7 cm, seguido por verano con 35 cm, luego invierno con 25 cm, y primavera con 19 cm. Mensualmente, el

patrón estacional sugiere una adaptabilidad de *A. clandestina* a las variaciones ambientales a lo largo del año. Durante el tiempo de evaluación la altura mostró un incremento significativo los primeros 4 MDR siendo que posterior a este mes no se encuentran diferencias significativas estadísticamente, sin embargo, podemos observar que a 16 MDR se encontró la altura mayor y posteriormente una ligera caída lo que coincide con el rendimiento de materia seca, por lo que podemos observar una relación de los datos obtenidos con el estudio. Por su parte, en los resultados de los índices de diversidad, se evidencia que el tratamiento de pastoreo durante las estaciones de verano y primavera exhibió un mayor índice de Shannon, con valores de 1.91 y 1.73, respectivamente. Además, con un pastoreo no selectivo, se observó un mayor número de especies, con un total de 25 especies presentes en cada estación.

Cuadro 3. Altura de planta promedio estacional (cm) de *Amelichloa clandestina* evaluada a diferentes días de rebrote (DDR) en el noreste de México.

DDR	Invierno		Primavera		Verano		Otoño		EEM
15	9.8	b	11.7	c	11.3	c	11.0	d	0.78±
30	13.5	ab	12.7	bc	12.3	c	15.7	cd	0.77±
45	14.3	ab	15.3	abc	14.7	abc	17.0	c	0.80±
60	15.8	ab	19.7	abc	17.0	ab	18.3	bc	0.66±
75	17.1	a	21.7	ab	18.3	a	23.3	ab	0.84±
90	17.5	a	24.7	a	20.0	a	28.7	a	1.41±
EEM	0.79±		1.33±		0.85±		1.42±		0.79±

Medias con letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Letras mayúsculas comparación entre estaciones, minúsculas entre DDR. EEM: Error estándar de la media.

El análisis de correlación de Pearson, revela relaciones estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre variables clave en el estudio. La Altura de la Planta (Alt) demostró una correlación baja con el RMS, con un coeficiente de 44 %, lo que indica una influencia menos directa de la altura del forraje en su RMS en comparación con otros factores estudiados, lo que se explica por la variabilidad en factores climáticos en ecosistemas de pastizales. No obstante, el crecimiento en altura y extensión de las gramíneas está asociado con el incremento de su biomasa. Cimbelli y Vitale (2017), identificaron una correlación lineal entre la biomasa y la altura de las plantas, sugiriendo que las dimensiones físicas son indicadores confiables de la productividad de forraje.

Los resultados mostraron que el mejor ajuste se obtuvo con un modelo exponencial para la primavera y un modelo cuadrático para el verano e invierno, ambos con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.99. Esto sugiere que estos modelos pueden explicar con alta precisión la variabilidad en la producción de forraje en función de

la estación, la estimación de la altura del forraje mediante el método de la regla evidenciando la utilidad de métodos no destructivos y fácilmente aplicables en la gestión de pastizales.

CONCLUSIONES

La regeneración de un pastizal dominado por pasto picoso (*Amelichloa clandestina*), posterior a un pastoreo intensivo se ve afectado por la estacionalidad y los factores ambientales e influyen significativamente a la acumulación de biomasa y su productividad. Las estaciones con mayor precipitación, como el verano y el otoño, favorecen el incremento en la producción de forraje, mientras que, en estaciones con menor precipitación, como el invierno y la primavera, la producción disminuye notablemente. Así mismo, el aumento en los días de rebrote (DDR) conduce a un incremento en la producción de forraje y en la altura de la planta, aunque esto implica una redistribución de la biomasa entre sus componentes morfológicos. El análisis destacó la importancia del componente hoja en el rendimiento de materia seca. La alta correlación encontrada entre diversas variables ofrece la posibilidad de utilizar estas como indicadores predictivos en el manejo de pastizales. En cuando a la diversidad y riqueza de especies, resultados indican que el manejo de pastoreo tiene un impacto significativo en la diversidad de especies en las estaciones de verano y primavera, siendo favorable para la preservación de la biodiversidad, especialmente durante la primavera.

AGRADECIMIENTOS Y/O FUENTES FINANCIERA

A la subdirección de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, al Departamento de Recursos Naturales, Posgrado en Producción agropecuaria, y Terra Habitus, A.C., por las facilidades y apoyo financiero para llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arévalo J. R., Encina-Domínguez J. A., Juanes-Márquez S., Álvarez-Vázquez P., Nuñez-Colima J. A., & Mellado M. (2021). Restoration of Rangelands Invaded by *Amelichloa clandestina* (Hack.) Arriaga & Barkworth after 12 Years of Agriculture Abandonment (Coahuila, Mexico). *Agriculture*, 11(9), 886. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090886>
- Aranda M.J., Tognetti P.M., Mochi L.S., Mazía N. (2023). Intensive rotational grazing in pastures reduces the early establishment of an invasive tree species. *Biological Invasions*, 1-14.
- Assis W.O. de, Santos D. de F., Tenório T.M., Soares E. da costa, Bhatt R., Oliveira MW de. (2023). Acumulación y asignación de materia seca y nutrientes en las braquiarias decumbes y ruziziens en un sistema intensivo de producción de forraje. *Rev Cient multidisciplinaria núcleo do conhecimento [Internet]*. Vol. 02:159–79. Available from: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br>
- Brendel O. (2021). The relationship between plant growth and water consumption: a history from the classical four elements to modern stable isotopes. *Annals of Forest Science*, 78(2), 1-16.
- Calzada-Marín J.M., Enríquez-Quiroz J.F., Hernández-Garay A., Ortega-Jiménez E., Mendoza-Pedroza S.I. (2014). Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. *Rev Mex Ciencias Pecuaria*. 5(2), 247–60.



- Cimbelli A, Vitale V. 2017. Grassland height assessment by satellite images. *Advances in Remote Sensing*. 6(01), 40.
- Domínguez-Escudero J.M.A., Iglesias-Gómez J.M., Olivera-Castro Y., Milera-Rodríguez M. de Ca., Pérez O.C.T., Wencomo-Cárdenas H.B. (2021). Caracterización del pastizal y su manejo en un sistema de pastoreo racional Voisin, en Panamá. *Pastos y Forrajes*, 44, eE19.
- Juanes-Márquez S, Álvarez-Vázquez P., Encina-Dominguez J.A., Mellado-Bosque M., García-Martínez J.E., Flores-Naveda A. (2022). Response to cutting and herbicide treatment of Mexican needlegrass (*Amelichloa clandestina*) in northeastern México.
- Li R., Zhou X., Liu D., Feng W. (2018). Enhancing the activity and stability of Mn-superoxide dismutase by one-by-one ligation to catalase. *Free Radical Biology and Medicine*. 129, 138-145.
- Medeiros A.D.S., Maia S.M.F., Santos T.C.D., Gomes T.C.D.A. (2020). Losses and gains of soil organic carbon in grasslands in the Brazilian semi-arid region. *Scientia agrícola*. 78, e20190076.
- Mills A, Smith M, Moot D. (2016). Relationships between dry matter yield and height of rotationally grazed dryland lucerne. *New Zealand Grassland Association*. 78:185-196. DOI: 10.33584/jnzg.2016.78.504
- Muñoz-García C., Cortes-Díaz E., Cuicas-Huerta R., Vaquera-Huerta H., Ventura-Ríos J., Hernández-Flores E., Hernández-Martínez P.A. (2020). El efecto del pastoreo mixto y de mono-especie en dos tipos de pradera sobre la calidad, desarrollo y rendimiento de forraje.
- Shen H., Dong S., Li S., Xiao J., Han Y., Yang M., Yeomans J.C. (2019). Grazing enhances plant photosynthetic capacity by altering soil nitrogen in alpine grasslands on the Qinghai-Tibetan plateau. *Agriculture, ecosystems & environment*. 280, 161-168.
- Villaseñor JL. 2016. Checklist of the native vascular plants of México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 87, 559-902.

