



Información sobre el programa INNOVAGRO:

Intensificación sostenible de la producción ganadera sobre campo natural: la gestión espacio-temporal de la intensidad de pastoreo como herramienta para mejorar la competitividad y servicios ecosistémicos.

Antecedentes y justificación.

Los pastizales del Bioma Pampas en América del Sur son el soporte de la industria cárnica de la región. Estos pastizales brindan servicios ecosistémicos (SE) cuya valoración por la sociedad crece en forma conjunta con la demanda mundial de alimentos (Paruelo et al, 2010). Frente a ese dilema, la intensificación ecológica (IE), permite plantear rutas de cambio técnico para mejorar la economía de la producción de carne y mantener y/o mejorar los SE del campo natural (CN) (Titonell , 2014). El área que representa el CN, su diversidad asociada y el incremento en la preocupación por los problemas ambientales de los sistemas de producción animal (FAO, 2006) justifican su estudio en profundidad.

El manejo de los pastizales afecta la biodiversidad y los SE como productividad primaria, producción de carne, formación del suelo, regulación del agua (Havstad et al. 2007). La intensidad de pastoreo (IP) es la principal variable de manejo de los pastizales. La relación entre IP y SE ha sido mayoritariamente estudiada en experimentos con clausura y pastoreo de sistemas áridos y semiáridos. Se reportan asociaciones entre intensidad de pastoreo con diversidad de la pastura, provisión de forraje, stock de carbono y nitrógeno y producción de carne (Ren et al. 2015; Fulhendorf and Engle, 2001; Oñatilbia et al. 2017). En pasturas templadas de varios países de Europa se llevo a cabo un proyecto donde se evaluó el efecto de dos intensidades de pastoreo (5 vs 10 cm de altura del forraje) sobre la producción de forraje, comportamiento ingestivo de vacunos y producción animal (Isselstein et al. 2007; Dumont et al. 2007), la diversidad de la vegetación (Scimone et al. 2007), aves e insectos (Wallies deVries et al. 2007). Dichos antecedentes consideran el pastoreo como un disturbio y confirman la hipótesis sobre que en niveles medios de carga animal se podría acoplar producción animal y SE. No obstante, su enfoque prioriza el ambiente lo cual justifica profundizar en dicho tema en la cría vacuna y ovina que se lleva a cabo en los pastizales del Uruguay.

En la cría vacuna, base productiva del sistema de producción de carne en pastizales del Bioma Pampas, y Uruguay, los resultados productivos (kilos de carne producido por unidad de superficie), económico (el ingreso neto producto-costos de producción) y ambiental (provisión de SE) dependen de la intensidad de pastoreo (IP) (Gunter y Cole, 2016). En predios ganaderos, la IP opera mediante cambios en la oferta de forraje (OF: kilogramos de forraje/kilogramos de peso vivo) con la que se maneja el CN (Do Carmo et al, 2016). Son escasos en el país y en la región los experimentos que estudian las relaciones entre OF del campo natural y la producción de carne del CN (Moojen y Maraschin 2002, Carvalho et al, 017; Do Carmo et al, 2016; Claramunt et al, 2017; Do Carmo et al, 2018). El aumento de OF mejoró la producción de forraje, de carne por unidad de superficie (Moojen y Maraschin , 2002, Do Carmo et al, 2018),



la frecuencia de los tipos funcionales de planta (TFP) de captura de recursos (Carvalho et al, 2017) y los niveles de C y balance de agua en el suelo (Modernell et al. 2018, Bertol et al, 1998). La coinovación en predios ganaderos (Aguerre y Albicete, 2018) y el desarrollo de modelos de simulación (Ruggia et al, 2018; sp) permiten postular que la gestión espacio-temporal del CN con base a niveles de OF recomendadas por experimentos (Carvalho et al., 2017; Do Carmo et al, 2018) mejoran el resultado económico, la captura de carbono (C) lo cual reduciría la emisión de metano (CH₄) por kilogramo de carne producida (Modernell et al. 2018). Para CN de Uruguay no contamos con información de mediano o largo plazo que estudien el efecto de la OF sobre procesos asociados a los SE como balance hídrico y diversidad de plantas, aves y artrópodos. La producción de forraje (indicador del SE productividad primaria) y producción de carne por unidad de área en animales de recría fue máxima en valores de OF de 4 kg/kg promedio anual (Moojen y Maraschin 2002). Se reporta una respuesta cuadrática de la OF sobre la diversidad de especies vegetales de pastizal donde la diversidad fue máxima en valores de 6kgMS/kgPV (Carvalho et al. 2017) y la diversidad funcional basado en los tipos funcionales de plantas fue máxima en 8kg/kg (Cruz et al. 2010). Se estudió la diversidad de artrópodos (Scarabaeidae, Coleoptera; Formicidae, himenóptera y Collemobola) asociados a los procesos de degradación de materia orgánica y formación del suelo. La riqueza de escarabajos y colembolas fue mayor en OF de 6 kg/kg comparado con 4 mientras que la hormigas no difirieron entre OF (Carvalho et al. 2017). La mayor cantidad de carbono en el suelo fue reportada en OF de 6-8kg/kg (Carvalho et al. 2017). Estos resultados confirman que un acople de SE y producción de carne del CN debería ser estudiado con niveles de OF anual iguales o superiores a 6 kgMS/kgPV.

En Uruguay, el aumento durante tres años de la OF de 2.5 y 5 kg/kg promedio anual con variaciones estacionales mejoró 21 y 40 % en la producción primaria y producción de carne por unidad de superficie, respectivamente (Do Carmo et al. 2016; Claramunt et al. 2017). Esto resultados también justificaron incrementar la OF, lo cual tendría como consecuencia un aumento en la masa y altura de forraje e incrementos en la heterogeneidad del CN (Fuhlendorf y Engle, 2001). Estos cambios en la frecuencia e intensidad de defoliación de los sitios (Da Trindade et al. 2016) modulan la heterogeneidad (Laca,2000). La heterogeneidad resultado del pastoreo genera respuestas diferentes en producción y utilización del forraje a escala de parche (Parsons y Dumont, 2003) y afectan procesos ecosistémicos vinculados a la biodiversidad y SE (Fuhlendorf y Engle 2001; Ren et al. 2018). Por tanto es necesario integrar el efecto del pastoreo sobre la dinámica espacio temporal de los parches para comprender el efecto del manejo de la intensidad de pastoreo sobre la biodiversidad y los SE.

En base a la hipótesis de niveles medios de disturbio (Milchunas et al, 1998, Sala y Paruelo, 1997) es posible plantear que niveles elevados (con respecto a los niveles actuales de los sistemas ganaderos, Paparamborda, 2017) de OF permitirán conciliar una mejora en producción de carne, resultado económico con la mantención y/o mejora de la provisión de algunos SE del CN en Uruguay. Hipotetizamos que un incremento en la heterogeneidad del CN permitiría mejorar el balance hídrico del suelo, los niveles de C en suelo-planta (Piñeiro et al. 2010) y en los tipos funcionales de plantas (TFP) deseables. Las modificaciones en la avifauna con los cambios de OF dependerán de la escala de análisis, no obstante, a escala de parcela



experimental (20 has) es posible postular una mejora en las densidad de aves de pastizal y de artrópodos (Canavelli et al, 2018 sp).

Son escasos, los modelos de simulación dinámicos que estudian los impactos de modificar la OF sobre el resultado físico y provisión de SE como los disponibles en el grupo de trabajo (Ruggia et al, 2018 sp). Estos modelos dinámicos de simulación permiten estudiar el impacto de modificar la altura de la pastura como consecuencia de los cambios en OF sobre la relación planta animal (Ruggia et al,), emisiones de CH₄ y captura de C (Modernell et al. 2013). En la construcción de estos modelos se emplearon los coeficientes y funciones de la investigación analítica (Claramunt et al, 2017; Do Carmo et al, 2018). Por ende, planteamos continuar y profundizar dicho proceso de “diálogo” y vinculación entre la experimentación analítica y modelación matemática de manera de expandir el modelo a otros procesos como el balance hídrico, la diversidad que afectan los SE.

Las escalas a las cuales se expresan los compromisos o trade-off entre SE y economía de la ganadería implica considerar la vinculación entre la investigación analítica y los predios comerciales. Revisiones recientes destacan la necesidad de incorporar las visiones y decisiones humanas en la provisión de SE (Andrade et al, 2015 Benoit et al, 1998). Nuestra ganadería en pastizal es manejada con elevada intensidad de pastoreo, sin control espacio temporal del pastoreo y con escasa gestión de la energía ingerida por el animal (Paparamborda et al. 2017). Este sistema resulta de limitado ingreso económico, de captura de C y posiblemente con elevados niveles de emisión de CH₄ por unidad de producto (Modernell et al. 2017; Paparamborda et al, 2017). Hemos iniciado trabajos a nivel de predios comerciales con diversa historia de coinovación que evalúan conjuntamente el clima, cambios en la OF y en el balance hídrico del suelo (Soca et al, 2018 sp). Se propone ampliar dicho modelo en base a sitios (predios) pareados comparando elevada vs. media intensidad de pastoreo. Se estudiará la respuesta física, económica y los SE asociados con dichos modelos de producción. Contamos con evaluaciones de diversidad de especies forrajeras y aves en predios comerciales lo cual pensamos extender en el marco del presente proyecto.

Resultados esperados

Se espera contar con modelos cuantitativos que alimenten rutas de cambio técnico para sostener la IE del CN promoviendo su mantenimiento, la diversidad y modelos de gestión que aseguren elevado ingreso neto y sostenibilidad de la ganadería. Los principales SE que consideraremos son la producción de forraje, de carne por unidad de superficie, el balance de agua en suelo, los stock de C y N en planta y suelo, la diversidad de especies forrajeras, artrópodos y aves del pastizal.

Los "trade off" entre RE y SE son dependientes de la escala de análisis (Paruelo et al, 2010), lo cual, justifica el planteo de evaluar la espacialidad de los SE a través de la descripción de la heterogeneidad de la estructura de la vegetación y su contribución a los SE. Estas descripciones serán la base de modelos de simulación espacialmente explícitos.



Este trabajo permitirá integrar los SE a propuestas de cambio técnico del grupo de investigación con base en modelos cuantitativos entre OF, resultado económico y procesos que constituyen los SE. Dichos modelos permitirán rediseñar sistemas ganaderos sobre CN para acoplar RE y SE. La vinculación de experimentos de pastoreo, modelos de simulación y trabajos prediales permitirá comprender como se expresan procesos que controlan los SE a diversas escalas de espacio. La modelización de las relaciones RE y SE a escala predial permitirá conocer la visión y aprendizaje de técnicos y productores ganaderos, y apoyar el diseño de políticas públicas en base a modelos que consideren la heterogeneidad para acoplar las mejoras de economía y SE. La información será incorporada a cursos de grado y postgrado, lo cual, permitirá ampliar la visión de técnicos involucrados en la gestión de los recursos naturales. Permitirá consolidar una plataforma de trabajo interdisciplinaria e interinstitucional de manera de apoyar la innovación para la intensificación ecológica y los sistemas de soporte a las decisiones de ganadería climáticamente inteligente.

Grupo de Trabajo donde se insertan los estudiantes de doctorado.

La plataforma de investigación interdisciplinaria e interinstitucional con el objetivo de generar información científica que apoye la intensificación ecológica para mejorar la competitividad de los ecosistemas pastoriles de carne vacuna sobre CN. Esta conformada por el grupo Ecología del Pastoreo de la Facultad de Agronomía, docentes del Centro Universitario Regional del Este (CURE-UdelaR), investigadores en Modelación y Sistemas Ambientales de INIA, Uruguay y del Programa Nacional de Recursos Naturales, Gestión Ambiental y Ecoregiones de INTA Argentina, investigadores del Instituto Clemente Estable de Uruguay y profesores de las Universidades de Wageningen, Holanda y New Mexico State University, USA. El grupo desarrolla experimentos parcelarios, modelos de simulación e investigación predial integrada para mejorar las propuestas de gestión del CN.

A partir del 2007 se comenzó con la plataforma experimental para estudiar en dos sitios (San Antonio y Bernardo Rosengurtt de FAGRO, UdelaR, Uruguay) los cambios en producción, economía y ambiente del CN ante modificaciones en la Oferta de Forraje (OF).

Durante el 2012 a 2015 se implementó un proyecto de investigación y desarrollo a partir del enfoque de co-innovación que lideró el Programa de Producción Familiar de INIA donde se demostró que es posible mejorar un 55 y 28% por ciento el ingreso neto y la producción de carne en forma sinérgica con el ambiente (Aguerre y Albicete, 2018).

En 2016 se concursó y se obtuvo financiamiento internacional en FONTAGRO "Plataforma de innovación para gestionar la intensidad de pastoreo en Sistemas Ganaderos Familiares en Uruguay y Argentina", asociación entre Fagro, UdelaR, INIA y el INTA (Argentina).

Todos estos antecedentes constituyen la base sobre la que se constituye la plataforma de investigación a largo plazo, postulada al llamado INNOVAGRO 2018.