Evaluación del sistema ganadero pastoril de un establecimiento ubicado en el partido de Vieytes, Provincia de Buenos Aires

Trabajo final presentado para optar al título de Especialista en Manejo de sistemas pastoriles

Natalia Cristina Cadaviz
Ingeniera Agronóma – Universidad de Buenos Aires - 2012

Lugar de trabajo: Facultad de Agronomía – UBA

Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano
Facultad de Agronomía - Universidad de Buenos Aires

TUTOR/ES

Tutor
Adriana Mabel Rodríguez
Ingeniera Agronóma (UBA)
Doctora en Ciencias Agropecuarias (UBA)

JURADO DE TRABAJO FINAL

Tutor
Patricia S. Cornaglia
Ingeniera Agronóma (UBA)
Magister Scientiae en Recursos Naturales (UBA)

Jurado
J. Gonzalo N. Irisarri
Ingeniero Agronómo (UBA)
Doctor en Ciencias Agropecuarias (UBA)

Fecha de defensa del Trabajo Final: 29 de diciembre de 2017

Índice general:

Resumen 4

1. INTRODUCCIÓN 5

2. METODOLOGIA 6

2.1 Caracterización del establecimiento: 6

2.2 Evaluación productiva: 6

2.3 Evaluación ambiental: 7

2.4 Evaluación económica: 10

2.5 Análisis estadístico: 10

3. CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO 10

3.1. Clima 10

3.2. Suelos 11

3.3. Uso de la tierra 13

3.4. Funcionamiento del ecosistema pastoril 16

3.5. Productividad primaria neta aérea (PPNA) de los recursos forrajeros 19

3.6. Dinámica del rodeo e índices productivos 25

3.7. Balance forrajero del establecimiento 27

3.8. Recursos humanos 28

3.9. Instalaciones y mejoras 28

4. DIAGNOSTICO DEL ESTABLECIMIENTO 29

5. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN 30

6. EVALUCIÓN DEL IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS 33

6.1. Impacto productivo 33

6.2. Impacto ambiental 36

6.3. Impacto económico 38

7. CONCLUSIONES 39

8. Bibliografía 40

Resumen

La Pampa Deprimida es un área de 90.000 km^2 ubicada al este de la región Pampeana, donde la cría bovina es la principal actividad económica. A pesar de las características productivas de la región, los índices de destete son del 70% y la productividad secundaria es de 80 kg carne/ha/año, en promedio. El objetivo de este trabajo fue evaluar los resultados productivos, económicos y ambientales de la implementación de prácticas de manejo conocidas para pastizal natural que permitan aumentar la receptividad de un establecimiento de cría en la Cuenca del Salado. Se eligió como caso de estudio un establecimiento agropecuario de 300 ha dedicado a la cría vacuna, ubicado en la localidad de Vieytes, Provincia de Buenos Aires. Se utilizaron datos satelitales para evaluar la heterogeneidad espacial y la variabilidad temporal de la producción forrajera. Se analizó la producción secundaria, datos ambientales y variables económicas para completar el diagnóstico del establecimiento. Se analizaron dos propuestas, la promoción de *Lotus tenuis* para aumentar la calidad forrajera en los meses de primavera verano y la promoción de *Lolium multiflorum* para aumentar la oferta en los meses de invierno. Las mejoras evaluadas permitieron aumentar la calidad y la oferta de forraje, lo que se tradujo en un aumento de la producción secundaria y la eficiencia productiva, así como también permitió evaluar alternativas para afrontar la variabilidad climática manteniendo la estabilidad del sistema. Los resultados obtenidos permiten confirmar que las prácticas de manejo conocidas para pastizales naturales, siempre y cuando surjan de diagnósticos precisos respecto a las limitaciones del sistema, permitirán aumentar los resultados productivos y económicos de éste. Pero así también, podrían mejoran la sostenibilidad del sistema al permitirle flexibilizarse ante la variabilidad climática, mejoras en la biodiversidad, en la fertilidad de los suelos y en el contenido de materia orgánica.

Palabras claves: Condición corporal; Fecha de destete; Balance GEI.

1. INTRODUCCIÓN

La Pampa Deprimida es un área de 90.000 km^2 (30% de la superficie total de la provincia de Buenos Aires) ubicada al este de la región Pampeana, donde la actividad de cría bovina es la principal actividad económica (Rodríguez y Jacobo, 2013; Némoz, 2013). Esta región es la principal zona ganadera del país, con un stock de vacunos que corresponde al 17,5% del stock nacional y donde se registra la más alta concentración de cabezas por hectárea (Némoz, s.f.).

La región presenta un clima templado sub-húmeda con una temperatura media de 6,8 ºC en invierno y 21,8 ºC en verano, la precipitación media es de 900 mm distribuida durante todo el año (Sala *et. al.*, 1981). La escasa pendiente característica de esta área, la escasa profundidad de la napa freática y limitaciones en la infiltración del agua generaron el desarrollo de suelos con características hidro y halomorficas en toda la región (Paruelo y Sala, 1990; Burkart *et. al.*, 1998; Perelman *et. al.*, 2001).

Las frecuentes inundaciones y la baja fertilidad de los suelos determinan que el recurso forrajero predominante de la región sean los pastizales naturales, Vázquez y Rojas (2006) informan niveles de conservación de 53% a 89% para pastizales naturales o seminaturales en esta zona (Jacobo *et. al.*, 2016). Por las características climáticas de esta región, en estos pastizales vegetan especies C_3 y C_4 asegurando un crecimiento durante todo el año pero con una marcada estacionalidad debidas a la mayor productividad de las especies C_4 respecto a las C_3 y que tanto, en otoño como en primavera, ambas comunidades vegetan simultáneamente (Derergibus *et. al.*, 1995). Esto último repercute en una marcada estacionalidad de la producción forrajera que, junto a la inestabilidad climática, hacen difícil fijar cargas adecuadas para estos pastizales. La calidad de estos pastizales es buena, presentando los mayores valores de digestibilidad en los meses de invierno (63% para la comunidad de media loma) y disminuyendo hacia los meses de verano en los que las especies C_4 presentan activo crecimiento (53%) (Hidalgo *et. al.*, 1998; Rodríguez y Jacobo, 2012).

A pesar de las características productivas de estos recursos, la productividad secundaria de la región muestra índices de destete del 70% y valores de productividad secundaria de 80 kg carne/ha/año (IPCVA, 2009).

Según Maresca (2013), el desafío planteado por el avance de la agricultura en esta zona llevo a concentrar la hacienda sin una adecuada cadena forrajera y aumentó la inestabilidad de los índices reproductivos. Esto se evidencia fundamentalmente en el número de vacas no preñadas en el intervalo servicio-tacto, asociado fundamentalmente a la pobre condición corporal con que llegan los vientres al servicio (IPCVA, 2013). Esto repercute en las bajas productividades logradas respecto al potencial de la región, evidenciado en la existencia de brechas de rendimiento no explicadas por cuestiones agroecológicas. En el caso de la cría diferencias del 72% estarían explicadas únicamente por el nivel de adopción de tecnologías (Némoz *et. al.*, 2013). En este sentido, algunos de los resultados obtenidos por Némoz y otros (2013), muestran por ejemplo que: “Aunque los pastizales naturales constituyen la principal fuente de alimentación de los rodeos locales, se evidencia cierta subestimación de este recurso en los productores, situación que explica muchas de las razones halladas que afectan la adopción de tecnologías disponibles, como el control de malezas, la fertilización y el pastoreo rotativo. Al respecto, la mayoría de los productores consultados prácticamente no fertilizan el campo natural, pero no dudan en implementarlo en las pasturas y los

verdeos que implantan, ya que para ellos se obtiene una mayor respuesta. Esto evidencia la menor importancia relativa que le asignan al pastizal natural. La misma situación se da con el pastoreo rotativo y el control de malezas, donde se detecta una marcada preferencia de utilización en pasturas y verdeos, por no encontrar los productores respuestas convincentes en el campo natural." Resultados similares fueron hallados para otras prácticas de manejo como pueden ser: el pastoreo controlado, condición corporal o manejo sanitario (Némoz *et. al.*, 2013).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los resultados productivos, económicos y ambientales de la implementación de prácticas de manejo conocidas de pastizal natural, que permitan aumentar la receptividad de un establecimiento de cría en la Cuenca del Salado.

2. METODOLOGIA

Se eligió como caso de estudio un establecimiento agropecuario de 300 ha dedicado a la cría vacuna de raza Angus. Dicho establecimiento se halla ubicado en la localidad de Vieytes, Partido de Magdalena, Provincia de Buenos Aires. Ubicado en el extremo noreste de la región Pampa Deprimida (35º 18' S, 57º 34' O, 16 m elev.).

2.1 Caracterización del establecimiento:

Se trabajó con imágenes satelitales de Google Earth Pro versión 7.1.8.3036 (fecha de la imagen: diciembre 2012) para realizar un mapa del establecimiento al que se le superpuso la carta de suelos (INTA, s.f.) y las curvas de nivel (IGN, s.f.) de la zona. Se analizó las características climáticas a través de datos pluviométricos del establecimiento (2005-2014) y datos de temperaturas (2004-2014) de la estación meteorológica más cercana, La Plata (SMN, s.f.).

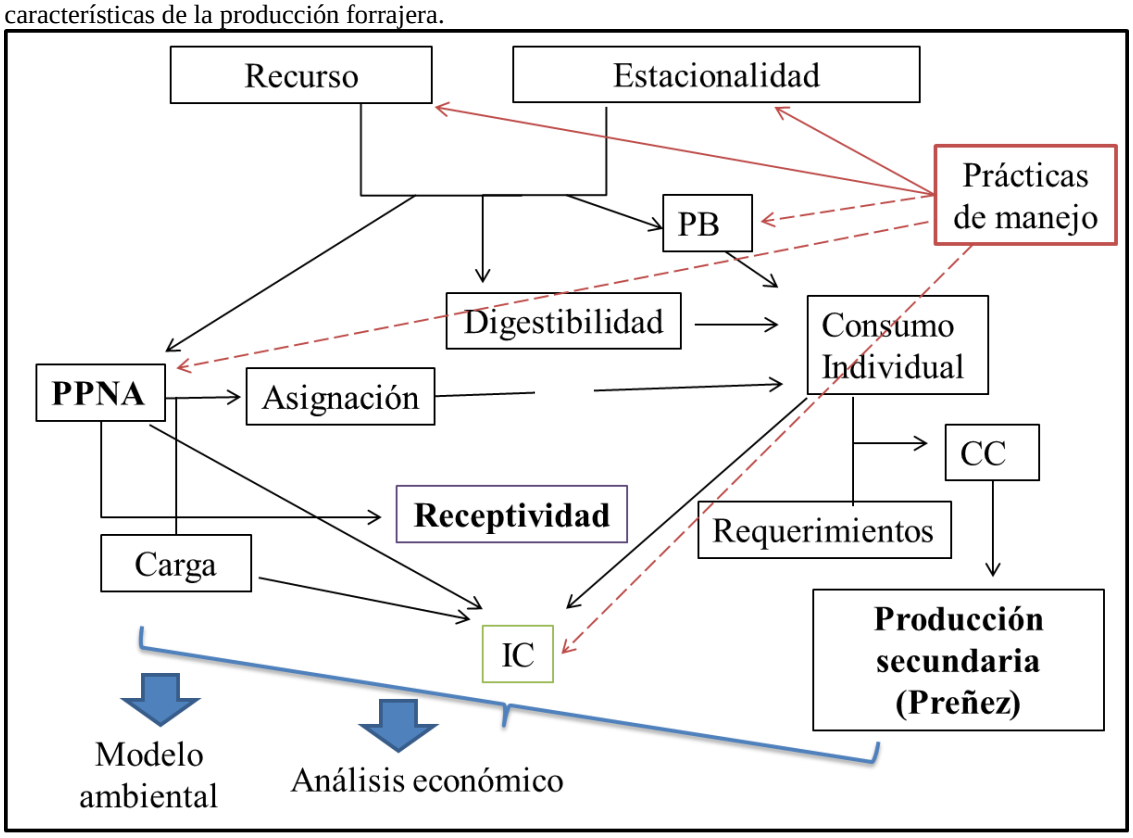
La heterogeneidad ambiental del establecimiento fue evaluada a través de imágenes Landsat (fecha de la imagen: noviembre 2014) y el programa Qgis versión 2.8.1. Se realizaron visitas al establecimiento durante marzo y mayo de 2015 que permitieron ajustar los análisis realizados previamente.

La productividad primaria neta aérea (PPNA) de los distintos recursos forrajeros fueron evaluadas a través del uso del índice verde normalizado NDVI-MODIS (ORNL DAAC, s.f.).

2.2 Evaluación productiva:

Se realizó un modelo utilizando Microsoft Excel 2010, para evaluar la producción secundaria utilizando el esquema conceptual presentado en la Figura 2.1.

Figura 2.1: Esquema conceptual de los resultados de producción secundaria en función a las características de la producción forrajera.



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en el esquema anterior el modelo productivo construido relaciona las características del recurso forrajero (especies predominantes, estacionalidad, digestibilidad y contenido de proteína bruta –PB) y su productividad anual (PPNA) con el consumo voluntario de los animales (Blaxter, 1966; Jaurena, 2015). El consumo individual de energía metabolizable permitió predecir las ganancias/perdidas de peso de los animales (Cocimano *et. al.*, 1975) y por lo tanto la evolución en la condición corporal (CC) (Frasinelli *et. al.*, 2004). El porcentaje de preñez se determinó a través de la CC alcanzada en los meses de julio y octubre (Bavera y Peñafor, 2005).

El modelo construido permite evaluar la evolución de la producción secundaria frente a cambios en la carga del establecimiento y cambios en la oferta y calidad del forraje ofrecido.

2.3 Evaluación ambiental:

Se realizó un modelo utilizando Microsoft Excel 2010, de balance de emisión/captura de gases de efecto invernadero (GEI) utilizando las formulas propuestas por el IPCC 2006.

A modo de simplificación del modelo realizado se presenta el siguiente árbol resumen donde se puede observar, los GEI evaluados (primera rama), sus fuentes (segunda rama) y los factores y sub-factores que regulan la magnitud de dicha emisión (tercera rama en adelante).

Figura 2.2: Árbol resumen de metodología utilizada para evaluación de GEI.

1. ***CH_4***
    a. Fermentación entérica
        i. Factor de conversión de CH_4
            1. Sistema de producción *(a corral < en pastoreo)*
        ii. Energía bruta ingerida
            1. Digestibilidad de la dieta *(directamente relacionado a la energía bruta consumida e inversamente a la emisión de CH_4 por los animales)*
            2. Los requerimientos animales de energía
                a. Mantenimiento, relacionados con el peso metabólico y con la temperatura
                b. Actividad
                c. Producción
                    i. Crecimiento, función del sexo animal *(Macho > Hembra)*
                    ii. Lactancia, función de los litros producidos y el % de grasa de la leche
                    iii. Gestación
    b. Deposición y almacenaje de estiércol
        i. Excreción de sólidos volátiles
            1. Energía urinaria
            2. Cenizas del estiércol
        ii. Capacidad máxima de producción de CH_4 del estiércol y Factor de conversión de CH_4
            1. Sistema de gestión del estiércol *(lagunas > estiércol líquido > almacenaje de sólidos > corrales de engorde = pasturas/pastizales > distribución diaria)*
            2. Temperatura media anual *(directamente relacionado a la producción de CH_4)*
2. ***N_2O***
    a. Deposición y almacenaje de estiércol
        i. Animales estabulados = Animales en pastoreo
            1. Tasa de excreción anual N
                a. N de la ingesta *(directamente relacionado a la tasa de excreción anual de N)*
                    i. Contenido de proteína bruta (PB) de la dieta
                    ii. Energía bruta ingerida
    b. Factor de emisión para emisiones directas de N_2O[(1)]
        i. Sistema de gestión del estiércol
            1. Pasturas/pastizales
            2. Otros *(corral de engorde > almacenaje de sólidos ≥ estiércol líquido ≥ laguna = distribución diaria)*
    b. Aplicación de fertilizantes y abonos orgánicos
        i. Cantidad de N aplicado
    c. Residuos de cosecha
        i. Cantidad de N en los residuos de cosecha
            1. Rendimiento
            2. Fracción del cultivo que se renueva anualmente

[1] IPCC (2006) considera además de las emisiones de óxido nitroso por la deposición de excretas (emisiones directas), una serie de emisiones indirectas por volatilización, lixiviación y escurrimiento generadas durante la gestión del estiércol en ambos sistemas de alimentación, estabulados y pastoril. Estas emisiones no fueron tenidas en cuenta en este resumen por ser de muy baja magnitud.

3. Relación entre la materia seca de los residuos aéreos y el rendimiento de cosecha
    a. Materia seca de los residuos aéreos
4. Contenido de N de los residuos aéreos
5. Fracción de los residuos aéreos que se extraen anualmente
6. Relación entre residuos subterráneos y rendimiento de cosecha
    a. Materia seca de los residuos aéreos
    b. Relación entre residuos subterráneos y biomasa aérea
7. Contenido de N de los residuos subterráneos

d. Cambios en el contenido de MO de suelos
    i. Cantidad de carbono mineral perdido del suelo
        1. Factor de uso de la tierra
            a. Tipo de cultivo y duración[2]
                i. Régimen de humedad *(seco < húmedo)*
        2. Factor de laboreo *(total > reducido > sin laboreo)*
            a. Régimen térmico *(tropical < templado)*
            b. Régimen de humedad *(húmedo < seco)*
        3. Factor de entrada *(bajo retorno de residuos de cosecha > con residuos de cereales, fertilización o cultivos fijadores de N > gran volumen de residuos retornados al suelo, uso de estiércol verde, cultivos protectores, barbechos mejorados con vegetación, irrigación, uso frecuente de pastizales perennes en rotación > agregado habitual de estiércol animal)*
            a. Régimen de humedad (seco < húmedo)

3. C fijado

a. Cambios en el contenido de MO de suelos
    i. Ganancia neta de C
        1. Factor de uso de la tierra
            a. Tipo de cultivo y duración[3]
                i. Régimen de humedad *(seco < húmedo)*
        2. Factor de laboreo *(total < reducido < sin laboreo)*
                i. Régimen térmico *(tropical > templado)*
                ii. Régimen de humedad *(húmedo > seco)*
        3. Factor de entrada *(bajo retorno de residuos de cosecha < con residuos de cereales, fertilización o cultivos fijadores de N < gran volumen de residuos retornados al suelo, uso de estiércol verde, cultivos protectores, barbechos mejorados con vegetación, irrigación, uso frecuente de pastizales perennes en rotación < agregado habitual de estiércol animal)*
            a. Régimen de humedad *(seco > húmedo)*

b. Crecimiento animal[4]
    i. Tipo de producción animal
    ii. Intensidad de la producción

Fuente: Elaboración propia

[2 y 3] Solo para cultivos de largo plazo el régimen térmico toma relevancia siendo menores las perdidas en climas templados versus climas tropicales.

[4] IPCC (2006) no lo tiene en cuenta en sus cálculos sin embargo Soussana y colaboradores (2010) hablan de una retención entre el 0,6 % y el 20% del C consumido dependiendo del tipo y la intensidad de la producción.

Los resultados del modelo se presentan en CO_2 eq. con factores de conversión de 298 para N_2O y 25 para NH_4 (IPCC, 2006).

Este modelo permitió evaluar los cambios en el balance de CO_2 eq. para distintas prácticas de manejo y condiciones productivas del establecimiento.

2.4 Evaluación económica:

Se realizó una evaluación del valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR) de los resultados alcanzables por la implementación de la mejora propuesta a partir del diagnóstico realizado (situación mejorada). Y se la comparó con la situación actual del establecimiento (situación sin mejora).

2.5 Análisis estadístico:

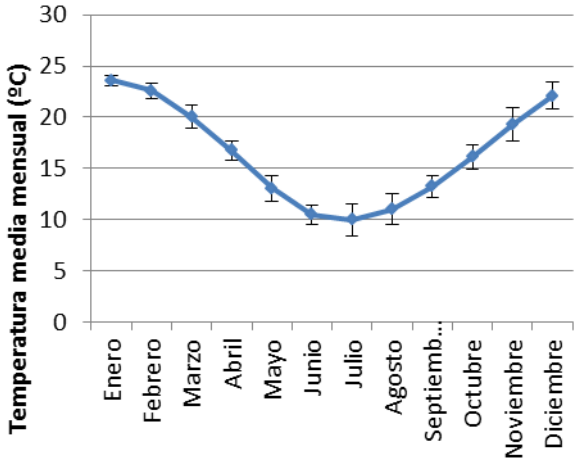
Se realizaron Análisis de varianza (ANOVA) y regresiones lineales utilizando el programa INFOSTAT versión 2011e.

3. CARACTERIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO

3.1. Clima

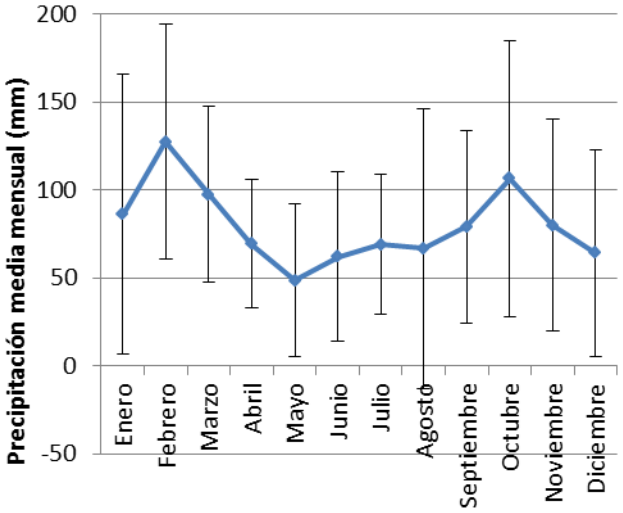
El clima de la región es templado sub-húmedo con temperaturas medias que van desde los 24 ºC en enero hasta los 10 ºC en julio (Figura 3.1). El régimen de precipitación de la zona es de tipo isohigro (Figura 3.2), con una precipitación anual acumulada de 950 mm en promedio.

Figura 3.1: Temperaturas medias mensuales, promedio y desvíos, para la serie de años 2004-2014.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.2: Precipitación media mensual, promedio y desvíos para la serie de años 2005-2014.

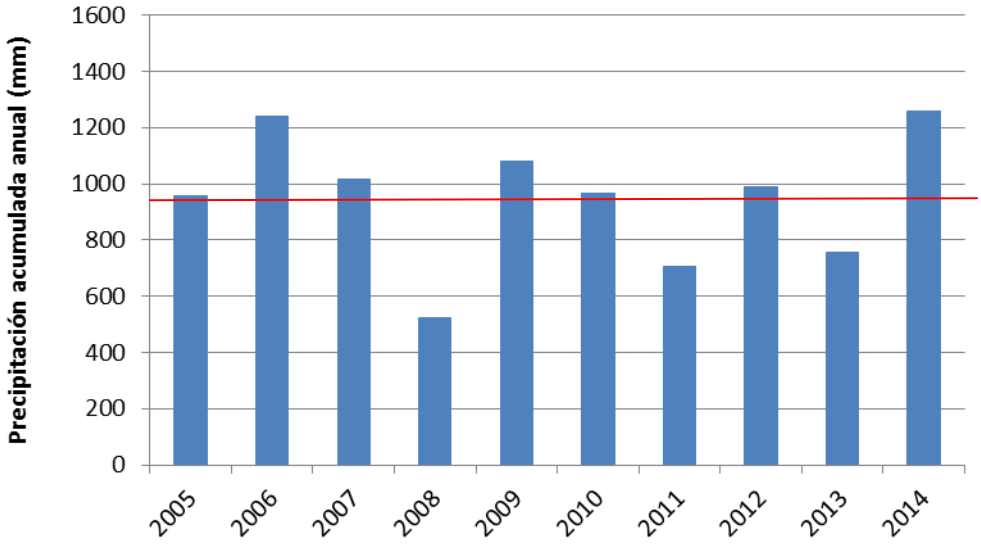


Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en los gráficos 3.2 y 3.3, la zona presenta una marcada variabilidad interanual de las precipitaciones que incluyen eventos de sequía extremos así como inundaciones temporarias relacionadas a excesos en las precipitaciones. En los últimos 20 años se han registrado sequías importantes, con fuertes pérdidas productivas,

los años 1999 y 2008 (Scarpati, O. E. y Capriolo, A. D., 2013). En el año 2008 las precipitaciones registradas en el establecimiento representaron un 45% menos respecto al promedio de la serie 2005-2014. De la misma manera se presentan eventos de inundaciones con cierta periodicidad; en los últimos 20 años se han presentado tres eventos importantes de este tipo, 2001, 2002 y 2014 (Scarpati, O. E. y Capriolo, A. D. 2013; Otondo, J. *et. al.*, 2014). En el establecimiento tanto el año 2006 como 2014 presentaron excesos hídricos del orden del 30% de precipitación anual acumulada, siendo ésta uniforme durante todo el año (70% de los meses del año presentaron excesos hídricos respecto a su media).

Figura 3.3: Precipitación anual acumulada, para la serie de años 2005-2014.
La línea roja señala la precipitación anual promedio de la serie (950 mm).



Fuente: Elaboración propia

3.2. Suelos

En la Figura 3.4, Tablas 3.1 y 3.2 se puede observar que la totalidad de la superficie del establecimiento presenta consociaciones/complejos de suelos con problemas de drenaje y anegamientos, así como alcalinidad sódica. Estas características están fuertemente asociadas a las bajas pendientes de la zona, la presencia de la napa freática a escasa profundidad y la ocurrencia periódica de inundaciones (Paruelo y Sala, 1990; Perelman *et. al.*, 2001). Las capacidades de uso están entre VI y VII ws.

Tabla 3.1: Descripción de las unidades cartográficas presentes en el establecimiento.

	Ve	**Vy1**	**CoLM**	**Ve 4**	**CoAIAAb**
Unidades	Consociación series Verónica (80%) y Poblet (20%)	Complejo series Vieytes (60%) y Verónica (40%)	Complejo de suelos hidromórfico Los Mochos (100%)	Consociación serie Verónica (100%)	Complejo de suelos alcalinos del Aº Abascay (100%)
CU	VI ws	VI ws	VII ws	IV ws	VI ws
ha.	169	94	32	4	4
% Sup.	56%	31%	11%	1%	1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4: Imagen google earth con división de lotes, suelos, molinos (ptos rojos) y aguadas (ptos celestes)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.2: Descripción de las series de suelos presentes en el establecimiento.

Serie	Suelo	Drenaje y permeabilidad	Limitaciones de uso
Poblet	Natracualf vértico	Pobremente drenado, escurrimiento muy lento, permeabilidad lenta.	Drenaje, inundaciones frecuentes, alcalinidad sódica. 2Btnz a los 11 cm.
Vieytes	Natracuert típico	Pobremente drenado, escurrimiento lento, permeabilidad lenta.	Drenaje deficiente, anegamiento, alcalinidad sódica, el Bt fuertemente textural a los 12 cm.
Los Mochos	Natracualf típico	Pobremente drenado, permeabilidad lenta, anegamiento ocasional.	Drenaje, alcalinidad sódica, salinidad moderada, el 2Btn-2Btkn fuertemente textural a los 11 cm, napa freática a 1,50 m.
Verónica	Hapludert típico	Algo imperfectamente drenado, escurrimiento lento, permeabilidad muy lenta.	Drenaje deficiente, el horizonte Bt fuertemente textural a los 13 cm.

Fuente: Elaboración propia

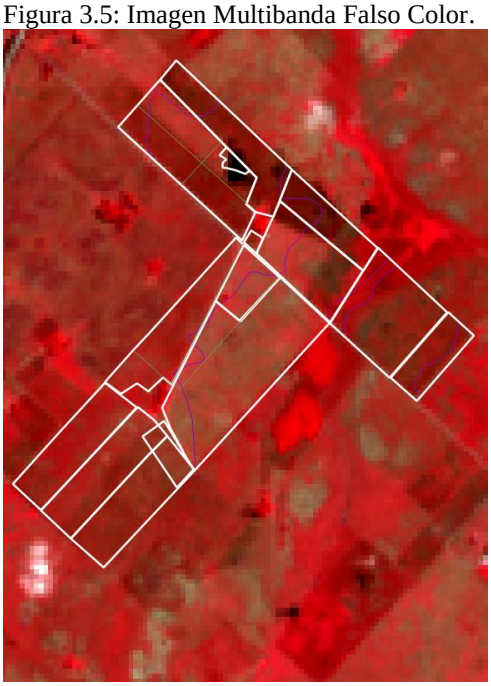
A partir de lo anterior se desprende que el 76% de los suelos del establecimiento son vertisoles (Hapludert y Natracuert) con un Bt fuertemente textural a los 12 cm, aproximadamente, que dificulta el desarrollo de raíces en profundidad. De estos, un 25% presenta además acumulación de sodio. El resto de los suelos del establecimiento tienen también acumulación de arcillas, sin llegar a ser vertisoles, y altos contenidos de sodio (Natracualf). Por lo tanto las limitaciones impuestas por los suelos son la profundidad efectiva, aproximadamente 12 cm, los altos contenidos de arcillas y sodio en todo el establecimiento.

3.3. Uso de la tierra

El 70% del establecimiento no ha sido intervenido en los últimos 20 años, esta superficie está representada por una sucesión secundaria de festuca con una importante presencia de especies naturales o naturalizadas, propias del pastizal de la zona (Rodríguez y Jacobo, 2012). A su vez una pequeña porción (20 ha.) fue cultivada con sorgo en el año 2010 y 2011 para consumo en diferido.

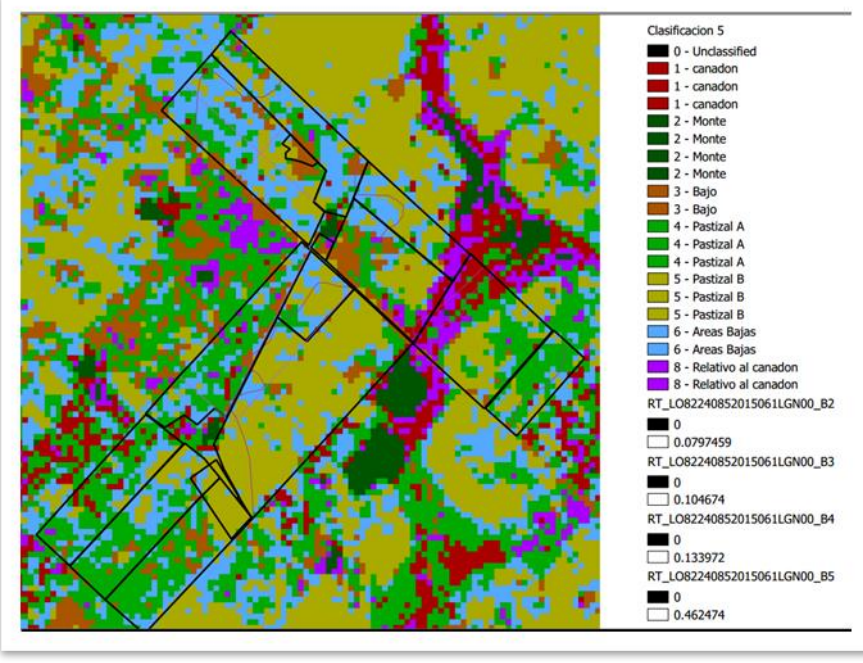
A pesar de la homogeneidad en la vegetación y en las principales características de los suelos, el análisis realizado con Qgis permitió realizar una clasificación preliminar de las heterogeneidades del establecimiento (Figura 3.5 y 3.6).

Figura 3.5: Imagen Multibanda Falso Color.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6: Imagen QGIS Clasificada.



Fuente: Elaboración propia

La matriz de confusión de la clasificación a partir de los puntos tomados en la visita al campo, realizada en marzo de 2015, dio como resultado un 76% de aciertos con un total de 34 puntos de control (Tabla 3.3). Esto indica que existe una adecuada correlación entre los resultados alcanzados a través de Qgis y los datos tomados en el campo.

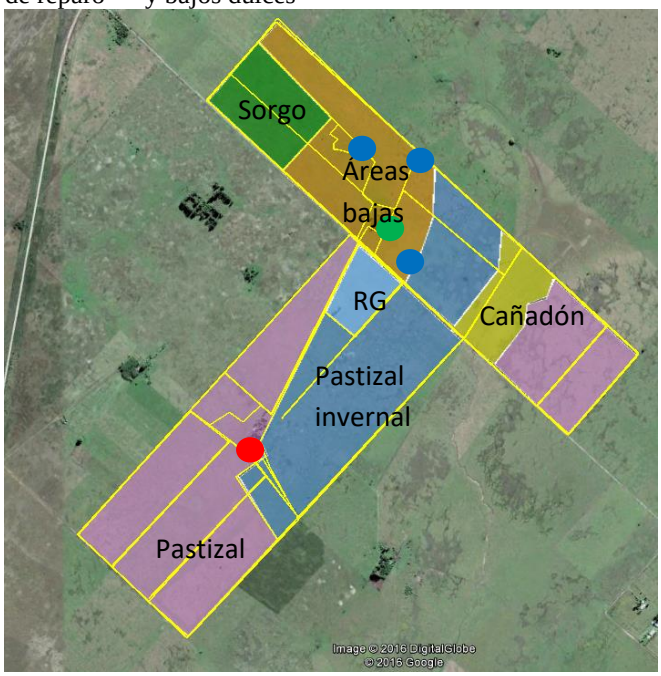
Tabla 3.3: Tabla de confusión a partir de la clasificación QGIS.

	> Reference								
V Classification	Sin Clasificar	Cañadón	Monte	Bajo	Pastizal A	Pastizal B	Áreas Bajas	Relativo al cañadón	Total
Sin Clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cañadón	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Monte	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bajo	0	0	0	3	0	0	0	0	3
Pastizal A	0	0	0	0	10	1	0	0	11
Pastizal B	0	0	0	0	2	4	3	0	9
Áreas Bajas	0	0	0	0	0	2	4	0	6
Relativo al cañadón	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Total	0	1	0	3	12	7	7	4	34
Overall accuracy [%] = 76.4705882353									
Class 0 producer accuracy [%] = nan user accuracy [%] = nan									
Class 1 producer accuracy [%] = 100.0 user accuracy [%] = 100.0									
Class 2 producer accuracy [%] = nan user accuracy [%] = nan									
Class 3 producer accuracy [%] = 100.0 user accuracy [%] = 100.0									
Class 4 producer accuracy [%] = 83.3333333333 user accuracy [%] = 90.9090909091									
Class 5 producer accuracy [%] = 57.1428571429 user accuracy [%] = 44.4444444444									
Class 6 producer accuracy [%] = 57.1428571429 user accuracy [%] = 66.6666666667									
Class 8 producer accuracy [%] = 100.0 user accuracy [%] = 100.0									

Fuente: Elaboración propia

A través del análisis anterior y la caracterización visual de los recursos forrajeros (RF) del establecimiento, realizada durante marzo y mayo de 2015, fue posible realizar un mapa del establecimiento delimitando los recursos forrajeros identificados (Figura 3.7).

Figura 3.7: Mapa del establecimiento con identificación de recursos forrajeros. También se identifica el casco ●, montes de reparo ● y bajos dulces ●



Fuente: Elaboración propia

Los recursos identificados son:

1. Pastizal: 120 ha. Este pastizal está representado aproximadamente por un 70% de áreas altas donde se encuentran fundamentalmente pastos perennes erectos de verano e invierno y un 30% de áreas bajas caracterizadas por una mayor proporción de pastos cortos, baja proporción de pastos erectos tanto estivales como invernales y algunas malezas dicotiledóneas rastreras. Tanto en las áreas bajas como en las áreas altas se encuentra Lotus tenuis en baja proporción.

2. Pastizal Invernal: 87 ha. Este recurso tiene las mismas características que el Pastizal, sin embargo las áreas altas están representadas fundamentalmente por pastos perennes invernales y rastreros estivales entre las matas de los primeros.

3. Áreas bajas: 34 ha. De iguales características que el Pastizal se diferencia de éste por tener una mayor proporción de áreas bajas, aproximadamente el 50%.

4. Cañadón y áreas asociadas: 16 ha. Este pastizal se halla caracterizado por pastos erectos perennes estivales e invernales y una mayor proporción de Lotus tenuis.

5. Promoción de RG: 9 ha., en este sector se realizan desde el año 2012 promociones de Raigrás anual (RG) a diente[5].

[5] Este recurso no fue identificado a través del análisis de imágenes satelitales con Qgis, ni tampoco fue reconocido durante la visita realizada en marzo 2015 al establecimiento. Sin embargo debido a que el encargado nos mencionó la realización de esta práctica en este sector del campo, el mismo será tratado como un ambiente independiente a fin de identificar características productivas particulares en él.

6. Sorgo (2010-2011 y 2011-2012): 20 ha. Se trata de una sucesión secundaria temprana con una gran cantidad de malezas dicotiledóneas (Pasto Mosquito, Margaritas, Menta y áreas de Caraguata y Cardos), toda la zona está cubierta por pastos rastreros (Gramón) y malezas dicotiledóneas. Se encuentran muy pocas plantas de Bothiochloa, Pasto Miel y Lotus tenuis

Los siguientes recursos fueron identificados pero no serán analizados por su baja representación en el establecimiento y la imposibilidad de manejarlos en forma independiente:

a) Bajos dulces, son tres pequeños sectores (Figura 3.7) que representan en total aproximadamente 6 ha. del establecimiento. Son bajos de buena calidad ya que en ellos se encontraron gramíneas palustres de buen vigor, dentro de una comunidad mayor que contenía también plantas acuáticas dicotiledóneas.

b) Montes de reparo, el establecimiento solo cuenta con un pequeño monte de reparo de 1 ha aproximadamente (Figura 3.7).

3.4. Funcionamiento del ecosistema pastoril

A continuación se realiza una caracterización de los principales recursos forrajeros del establecimiento, la misma se realizó con las observaciones hechas en el establecimiento en marzo de 2015 y se indican los hallazgos de mayor relevancia de la visita realizada en mayo de 2015.

Pastizal, Pastizal Invernal y Áreas Bajas, La mayor parte del establecimiento (78%) se halla formado por estos ambientes.

- El *Pastizal* es un recurso de pastos altos, estivales e invernales (Pasto Miel, Botriochloa, Flechillas y Festuca) típicos de estas zonas (Rodríguez y Jacobo, 2012). En las dos visitas realizadas al establecimiento se pudo observar matas que superaban los 50 cm, con una gran floración, una alta proporción de plantas maduras de gran tamaño, alta cantidad de material senescente y muerto en pie. Se observaron escasas plantas de Lotus tenuis en este pastizal, las cuales eran pequeñas y de escaso vigor. Se encontró una muy baja proporción de especies anuales invernales, lo que se atribuyó fundamentalmente a la competencia por luz generada por el resto de las especies presentes. El suelo estaba cubierto y contenía una buena cantidad de broza gruesa, sin embargo no parecía incorporarse al suelo ya que se lograba separar con facilidad. El suelo bajo el manto de broza se hallaba seco y compactado, incluso en algunos sectores presentaba signos de amasado (Hapludert y Natracualf). En general la comunidad se presentaba con una alta proporción de materia seca y escasísima proteína, esto se pudo verificar ya que los animales estaban pastoreando en algunos de estos lotes hacía una semana y las bostas eran en su mayoría de consistencia dura (Bavera y Peñafort, 2006).

- El *pastizal Invernal*[(6)], es un pastizal caracterizado por matas de Flechillas altas, con alta proporción de material senescente, y entre estas se encontraban matas muy bajas de Pasto Miel y especies de pastos cortos. Este pastizal estuvo mucho

[6] Se incluye aquí la promoción de RG por no reconocerse durante la visita realizada en marzo de 2015 ninguna diferencia entre las dos comunidades.

más relacionado con malezas como Cardos, Caraguata, Rama negra y Gramón. Sin embargo también se encontraron más plantas de Lotus tenuis que en el recurso Pastizal, las cuales eran un poco más grandes en relación a la superficie que ocupaban, pero de bajo porte y poco vigor. Información aportada por el encargado indica que este lote tiene una historia de varios años de ovejas en pastoreo continuo y luego los últimos dos años de pastoreos extensos (2 meses) de vacunos en verano. La falta de plántulas de especies anuales invernales se atribuyó a la falta de humedad del suelo en marzo 2015. En este recurso, como en el pastizal, el suelo estaba cubierto por broza gruesa que casi no presentaba descomposición, bajo ella el suelo estaba seco y duro de un color gris ceniza característico de los suelos sódicos (Natracuert).

- Tanto el pastizal como el pastizal Invernal se relacionan intrincadamente con las *Áreas Bajas*, estás áreas son manchones donde se aprecia una menor cobertura de plantas de Pasto Miel y Botriochloa, la proporción de Flechillas en estos ambientes también es menor pero se mantiene mucho más que las especies antes mencionadas. Junto a estos pastos altos se encontraban pastos cortos y malezas dicotiledóneas y también algunas plantas de Lotus tenuis en general pequeñas y de muy bajo vigor. Estas áreas ocupan una posición más baja en el perfil respecto a los pastizales antes mencionados sin llegar a ser bajos propiamente dichos, el cambio se evidencia únicamente por la diferencia en la frecuencia de las especies observadas. El suelo se halla completamente cubierto por material vegetal y broza gruesa con bajo porcentaje de descomposición. La proporción de estos bajos varía, lo que permitió la distinción de los recursos Pastizales y Pastizal Invernal, con menos de un 30% de su superficie afectada por estas áreas, del recurso *Áreas bajas*, propiamente dicho, que tiene más de un 50% de su superficie ocupada por estas áreas.

Pastizal de Cañadón, y sus áreas relacionadas, estos recursos están relacionados con el arroyo Abascay que pasa por el establecimiento. Sobre el cañadón se encontró una gran variedad de plantas acuáticas dicotiledóneas pero también se encontró una gran variedad de gramíneas palustres, se pudo identificar Paspalidium, Leersia y Paspalum milioides. Éstas eran plantas de gran tamaño y buen vigor, algunas de las cuales se hallaban florecidas (marzo 2015). La cobertura del suelo era completa con una gran acumulación de broza, entremezclada con el suelo formando una profunda capa de materia orgánica. En el momento de la visita el agua estaba por debajo de la gran acumulación de raíces lo que permitió cruzar a pie el arroyo, sin embargo información aportada por el encargado indica que en épocas de lluvias corre a través de él una gran cantidad de agua que sobrepasa sus márgenes. Asociado a este ambiente se pudo identificar un ambiente más alto pero con una marcada influencia del cañadón, esta comunidad estaba representada por Pasto Miel y Botriochloa fundamentalmente, también se encontraban matas de Flechillas entre ellas y en manchones aislados se encontró agrupamientos de Sporobolus y de Agropiro. Toda esta comunidad tenía matas de más de 70 cm con una alta proporción de floración de las especies estivales y plantas de buen vigor. Era notorio en esta comunidad que las especies de verano, presentes en todo el establecimiento con una alta proporción de material senescente, se conservaban con una muy alta proporción de material verde, hecho que se le atribuyó a la humedad aportada por el cañadón y posiblemente a una mayor fertilidad relacionada con éste. Respecto a esto cabe destacar también el hecho de que en este ambiente se encontrara una proporción de Lotus tenuis, que si bien era baja, fue la mayor encontrada en el establecimiento y estaba representada

por plantas altas de buen vigor y buena floración. Este hecho también se lo atribuyo a la fertilidad (P) aportada por el cañadón a través de la acumulación de materia orgánica. El suelo en este ambiente estaba completamente cubierto por vegetación, broza gruesa y broza en un grado intermedio de descomposición.

Sucesión secundaria S*orgo* (2010-2011 y 2011-2012). Se encontró una gran cantidad de malezas dicotiledóneas (Pasto Mosquito, Margaritas, Menta y áreas de Caraguata y Cardos), toda la zona está cubierta por pastos rastreros y malezas dicotiledóneas y se encuentran muy pocas plantas de Bothiochloa, Pasto Miel y Lotus tenuis, el encargado nos comentó que había entrado a este lote con algunos animales durante el verano (2014). La proporción de suelo desnudo es baja ya que hay mucha cobertura vegetal y broza.

Podríamos decir que, en general, los pastizales del establecimiento presentan una relación C3/C4 balanceada, ya que se reconocieron tanto especies C4 de calidad (Pasto Miel y Botriochloa) como especies C3 (Flechillas y Festuca), durante la visita de mayo se chequeo la presencia de especies anuales invernales sin embargo solo se encontraron plantas de RG en los sectores más abiertos (sin acumulación de plantas y broza) dentro de la promoción, en estos sectores la densidad de RG era muy alta.

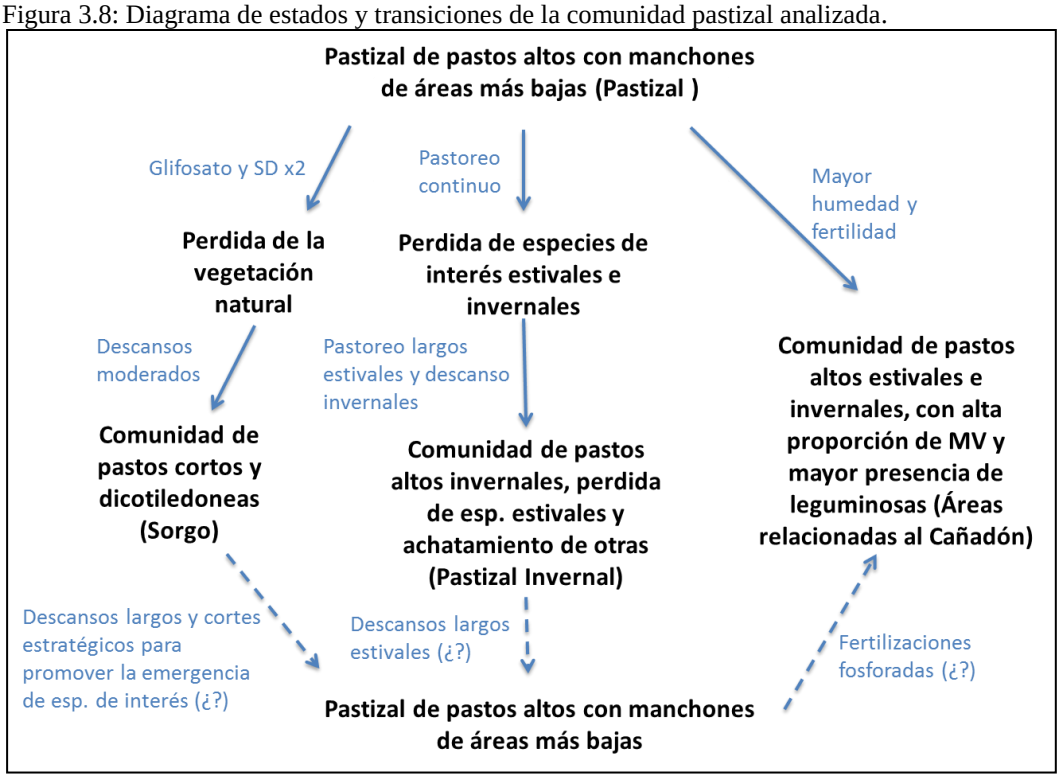
No se reconocieron diferencias marcadas en cuanto al suelo de los diferentes recursos, las diferencias se encontraban entre las áreas altas y las áreas bajas de los distintos pastizales. Los suelos en las áreas más altas, eran más friables y rompían en bloques pequeños (Hapludert), las áreas bajas tenían suelos más plásticos y adhesivos que rompían en bloques grandes (Natracuert y Natracualf), la presencia de raíces en estos últimos era menor después de los 10 cm y tenían escasos moteados. No había sales en los primeros 30 cm en ninguna de las dos posiciones y no había evidencias de ascenso de la napa. Se verifico una baja actividad de mesofauna, algunas lombrices pequeñas y hormigas; la principal actividad biológica parecería estar dada por las raíces y la microfauna en los primeros 5-10 cm de suelo. Desde mediados de febrero y hasta mediados de abril de 2015 no se produjeron precipitaciones en el establecimiento, esto determinó que durante la primera visita los suelos, excepto las zonas relacionadas al cañadón, tuvieran un aspecto infértil, de color gris, sueltos sin materia orgánica en superficie, etc. A partir de mediados de abril de 2015 llovieron aproximadamente 65 mm en tres episodios de baja intensidad, estas precipitaciones parecerían haber infiltrado íntegramente en el perfil del suelo ya que, en la visita realizada en mayo 2015, se verifico humedad hasta aproximadamente los 30 cm, la superficie del suelo se veía, en la mayoría de los casos de color oscuro con una alta proporción de materia orgánica en superficie.

Durante la visita realizada en mayo de 2015 todos los recursos presentaban una alta proporción de material muerto ya que las matas de pastos de verano se encontraban con una marcada senescencia en el momento de la visita, con alturas entre los 50 y 70 cm, incluso en las áreas bajas donde se encontraba algo de Gramón y Pelo de chancho estos tenían alturas promedios de 15 cm. Esto determinó una diferenciación entre los recursos siendo las áreas de cañadón las más afectadas ya que la proporción, pero además la biomasa acumulada, de pastos altos de verano era muy alta en este recurso y menor en las áreas bajas donde los pastos altos de verano tienen menor proporción. Los recursos Pastizal y Pastizal Invernal, junto a la promoción de RG tenían proporciones intermedias de material muerto. Entre las matas de material senescente se reconocía un

marcado crecimiento de especies de invierno, rebrote de las matas de flechilla así como algunas plantas bajas de Festuca.

A partir de la caracterización realizada de los recursos podría plantearse que este establecimiento se compone de dos grandes grupos de comunidades, las del cañadón y bajos dulces, bien cubierta por especies palustres; y la de pastizal de media loma con sectores un poco más bajos entremezclados en distinta proporción. Sin embargo en esta última comunidad se puede identificar estados distintos que, a mi entender, pertenecen a estados sucesionales diferentes debidos a factores microambientales y antrópicos. Con la información recolectada generé, a modo de síntesis, un diagrama de estados y transiciones posibles para este ambiente (Figura 3.8):

Figura 3.8: Diagrama de estados y transiciones de la comunidad pastizal analizada.

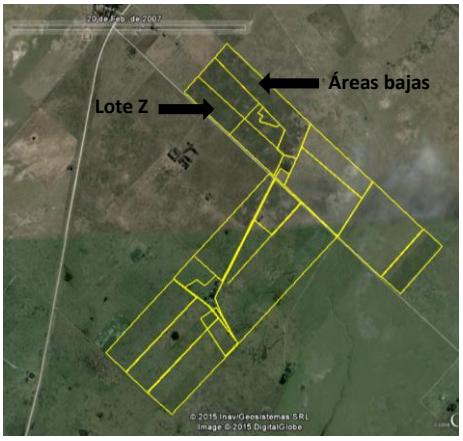


Fuente: Elaboración propia

3.5. Productividad primaria neta aérea (PPNA) de los recursos forrajeros

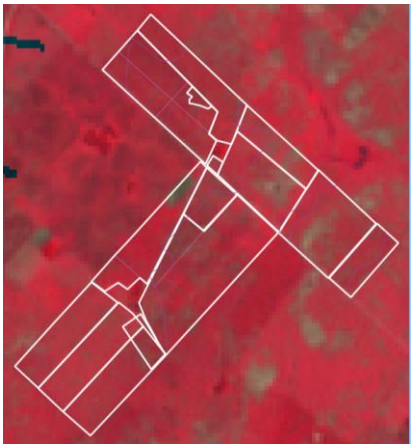
El análisis de NDVI para los recursos intentó en primer medida relevar la heterogeneidad de los mismos pero, a su vez, corroborar la existencia de los distintos recursos forrajeros (RF) caracterizados en las secciones anteriores. Se analizaron 4 pixel dentro de los recursos que así lo permitían, Pastizal, Pastizal Invernal y Áreas bajas. En este último caso los pixel seleccionados incorporaban el recurso Sorgo (2010-2011 y 2011-2012), sin embargo a través de la interpretación de imágenes de 2007 de google earth (Figura 3.9) y 2006 de Landsat 7 (Figura 3.10) se pudo verificar que anterior al año 2010 estas áreas eran semejantes entre sí.

Figura 3.9: Imagen google earth febrero 2007.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.10: Imagen Multibanda QGIS. Landsat 7 febrero 2006.



Fuente: Elaboración propia

Por este motivo los años analizados para las Áreas bajas fueron 2000-2009 mientras que para los recursos Pastizal y Pastizal Invernal la serie de años analizada fue 2000-2015. El Cañadón y la Promoción de RG, por sus tamaños, solo permitieron establecer un solo pixel de análisis. Para el cañadón se analizará la serie completa 2000-2015 mientras que para la promoción de RG se consideraron los años 2012-2015.

Dentro de cada recurso se analizaron los cuatro pixel entre sí para cada fecha MODIS a fin de corroborar que los pixel seleccionados pertenecían al mismo RF. Para esto se utilizó un análisis ANOVA. Ninguno de los tres recursos presentó diferencias significativas entre los cuatro pixel analizados, en ninguna de las 24 fechas MODIS. A partir de este momento los datos de NDVI para estos recursos serán el promedio de los datos de los cuatro pixel relevados para cada uno de ellos.

A continuación se realizó el mismo análisis para los valores de NDVI comparando los cinco recursos entre sí. Los resultados mostraron que no se hallaron diferencias significativas entre los recursos respecto a sus NDVI para las 24 fechas MODIS. Esto podría ser explicado debido a que las especies que vegetan en estos pastizales son las mismas y su variación entre la proporción de unas y otras entre los distintos recursos podría no ser suficiente para generar cambios en sus valores de NDVI.

A fin de analizar posibles tendencias en la vegetación que se relacionaran con lo observado durante las visitas y con la clasificación de los recursos realizado con Qgis, se realizaron regresiones lineales de NDVI en función de los años para cada uno de los RF. Para esto se promedió el valor de NDVI por estación, los meses de diciembre, enero y febrero integraron el NDVI de verano; marzo, abril y mayo el NDVI de invierno; junio, julio y agosto el NDVI de primavera y septiembre, octubre y noviembre integraron el NDVI de verano. Cabe aclarar que en este análisis, para el recurso promoción de RG, no se consideró solo la serie 2012-2015 sino la serie completa 2000-2015 ya que lo que se quería analizar son tendencias de la vegetación en las distintas áreas. A su vez para todos los recursos se excluyeron los años 2008 y 2009 para evitar interpretaciones erróneas debido a la influencia de la sequía extrema de 2008 (500 mm anuales, siendo la media zonal 1000 mm aproximadamente (SMN)). Los resultados no mostraron tendencias significativas en ninguno de los RF durante el otoño. Para los

NDVI invernales el Cañadón mostro una tendencia a disminuir sus valores de NDVI a lo largo de los años (p=0,0274), lo que se relacionó con un exceso de biomasa en los meses de verano y otoño que no es removido por los animales y podría estar interfiriendo con la germinación y rebrote de las especies invernales. El análisis para la primavera determinó una relación negativa del NDVI a lo largo de los años en los Pastizales Invernales (p=0,0099), esto podría estar relacionado con el menor aporte de biomasa de especies estivales perennes en estos pastizales debido a la disminución de este grupo, característica propia de este RF. Para la estación estival todos los recursos, excepto las Áreas bajas mostraron tendencias negativas de sus valores de NDVI a lo largo de los años (p<0,044), esto podría estar relacionado a una mayor acumulación de material senescente en los pastizales el cual podría influir negativamente en el valor global de NDVI para el canopeo (Paruelo, 2008).

A través de los análisis precedentes y la caracterización que se hizo de los recursos se asignaron los valores de EUR para el cálculo de la productividad primaria neta aérea (PPNA) de los recursos teniendo en cuenta datos bibliográficos (Tabla 3.4). La asignación del valor de EUR estuvo relacionada a los distintos grupos funcionales presentes en los recursos y no se consideró en este análisis la variación estacional de la misma.

Tabla 3.4: Valores de EUR consideradas para cada recurso en los cálculos de PPNA.

Recurso	Valor de EUR (g MS/MJ)	Criterios
Patizal A	0,6	Pastizal sin agua y nitrógeno. Colabelli, 2010
Pastizal B	0,8	Mayor proporción de invernales perennes. Cristiano, 2012
Áreas Bajas	0,5	Mayor proporción de áreas bajas.
Promoción de RG	0,7	Mayor proporción de anuales invernales. Cristiano, 2012
Cañadon	1,3	Pastizal regado. Colabelli, 2010

Fuente: Elaboración propia

A continuación se presentan los gráficos de distribución de PPNA para los RF del establecimiento (Figuras 3.11 a 3.15):

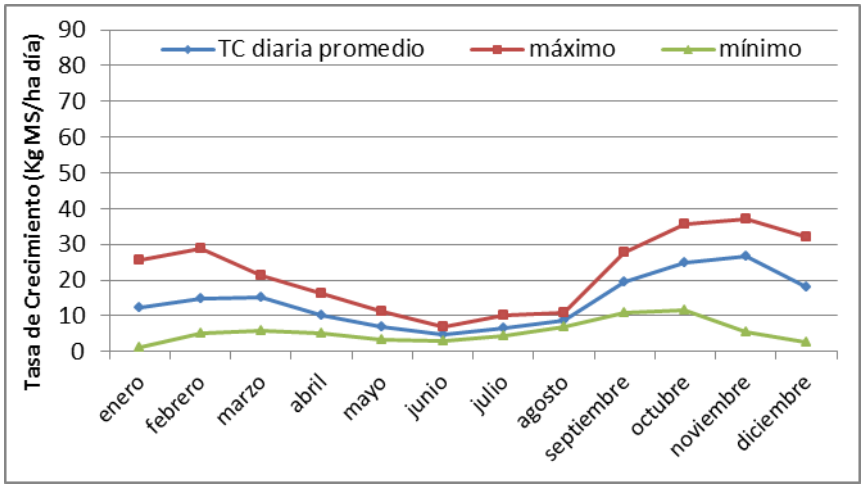


Figura3.11: Pastizal (5150 Kg/ha año) se grafican valores promedios, máximos y mínimos mensuales para la serie de datos 2000-2015

Fuente: Elaboración propia

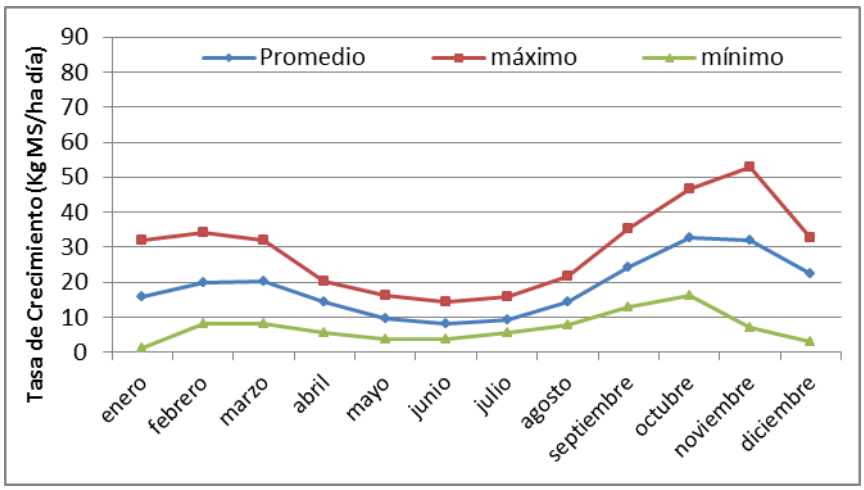


Figura 3.12: Pastizal Invernal (6800 Kg MS/ha año) se grafican valores promedios, máximos y mínimos mensuales para la serie de datos 2000-2015

Fuente: Elaboración propia

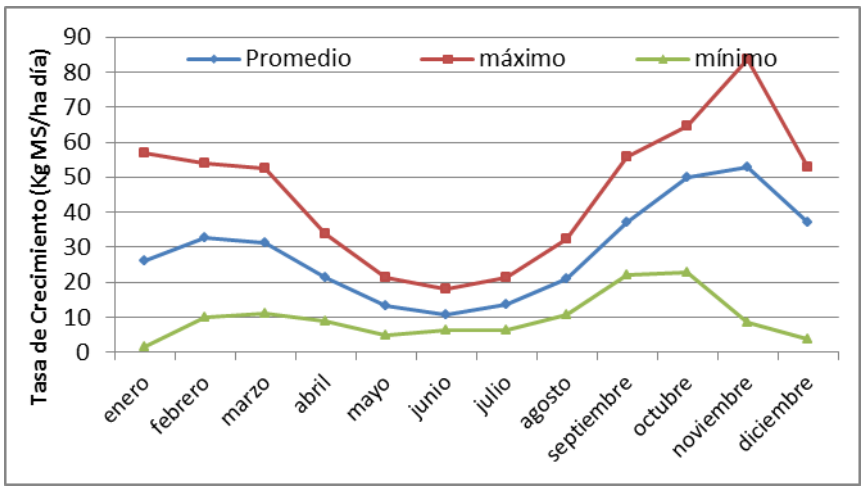


Figura 3.13: Cañadón (10500 Kg MS/ha año) se grafican valores promedios, máximos y mínimos mensuales para la serie de datos 2000-2015

Fuente: Elaboración propia

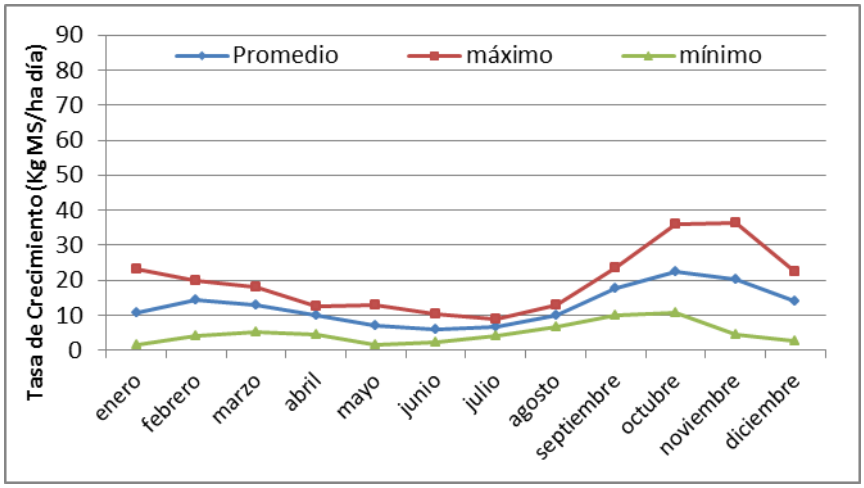


Figura 3.14: Áreas bajas (4600 Kg MS/ha año) se grafican valores promedios, máximos y mínimos mensuales para la serie de datos 2000-2009

Fuente: Elaboración propia

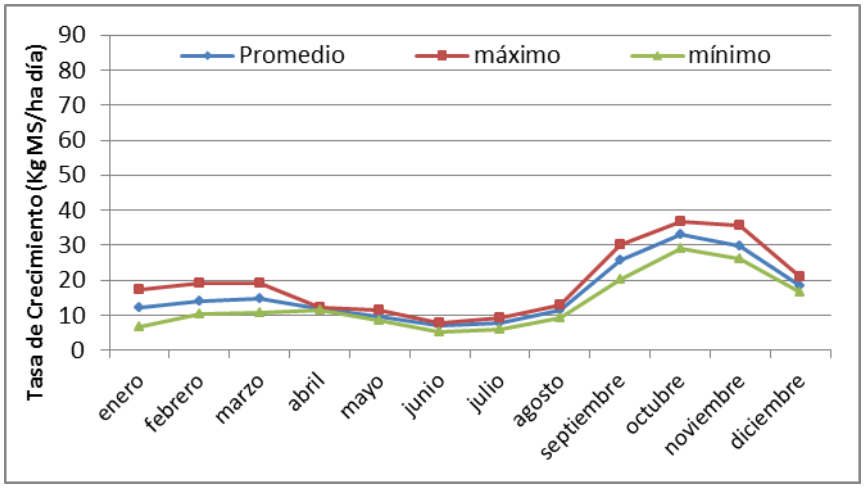


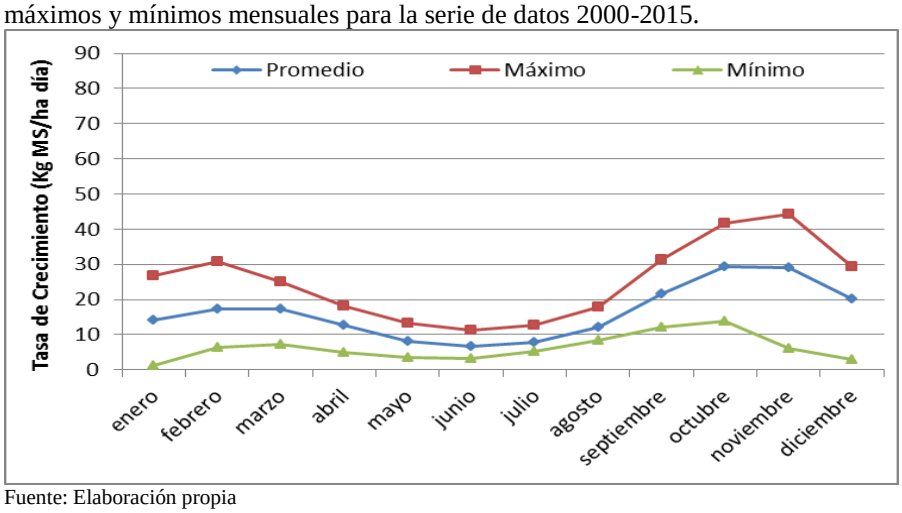
Figura 3.15: Promoción de RG (5900 Kg MS/ha año) se grafican valores promedios, máximos y mínimos mensuales para la serie de datos 2012-2015

Fuente: Elaboración propia

Todos los recursos mostraron una similar distribución en el año y ésta se corresponde a la descripta por distintos autores parapara este tipo de pastizales (Cahuepe e Hidalgo, 1991; Rodríguez y Jacobo, 2012). La única excepción a esto se presenta en la promoción de RG que presenta una menor productividad en los meses de otoño e invierno temprano, posiblemente asociada a una práctica de promoción tardía, y expresa una marcada productividad durante la primavera relacionado a una alta proporción de RG en este recurso.

En la figura 3.16 se muestra la distribución de la PPNA para el establecimiento en su conjunto, se puede ver como su distribución sigue un patrón similar a las observadas en los recursos Pastizal y Pastizal Invernal debido a que estos recursos representan la mayor parte de la superficie del establecimiento.

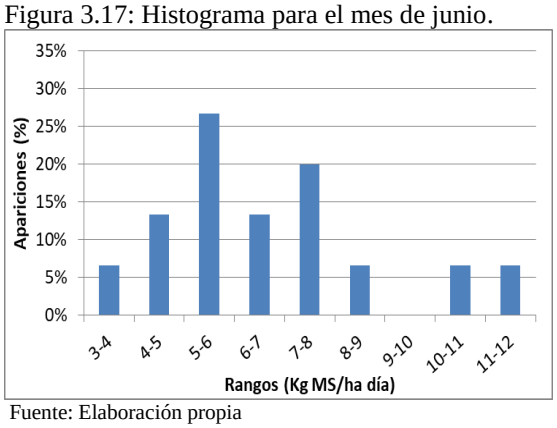
Figura 3.16: PPNA del establecimiento (6000 Kg MS/ha año) se grafican valores promedios, máximos y mínimos mensuales para la serie de datos 2000-2015.



Fuente: Elaboración propia

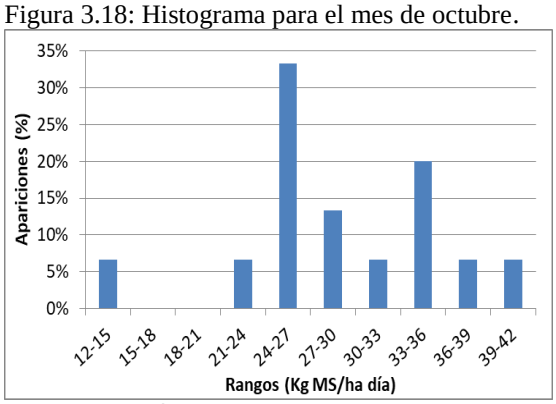
Se realizaron los siguientes histogramas (figuras 3.17 y 3.18) para los meses de junio y octubre que representan el mes de menor PPNA y mayor PPNA respectivamente para el establecimiento.

Figura 3.17: Histograma para el mes de junio.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.18: Histograma para el mes de octubre.

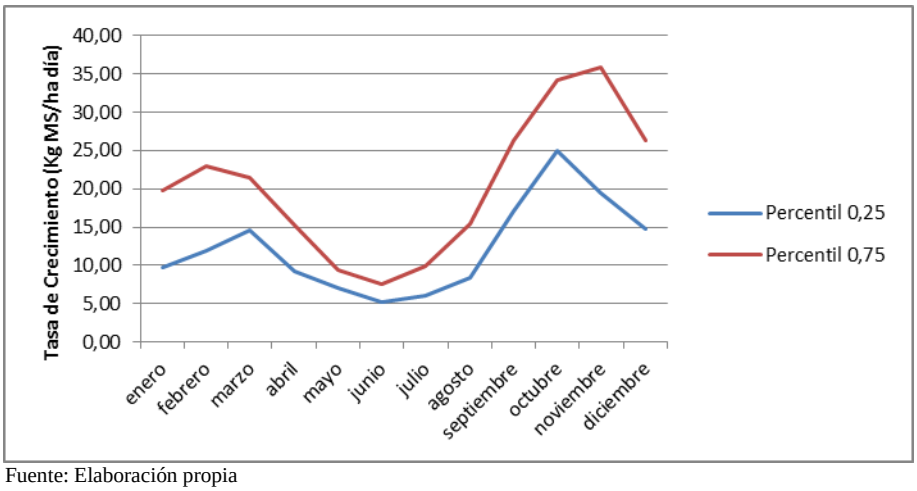


Fuente: Elaboración propia

A partir de los histogramas anteriores se puede ver que las productividades para el mes de junio son con mayor frecuencia del orden de los 5 y 8 Kg MS/ha día; a su vez para el mes de octubre podemos notar que las productividades que se dan con mayor frecuencia están en el orden de los 24-27 Kg MS/ha día seguido del rango 33-36 Kg MS/ha día.

Similar información puede desprenderse del figura 3.19.

Figura 3.19: Percentil 0,25 y 0,75 para la PPNA del establecimiento en la serie de años 2000-2015.



Fuente: Elaboración propia

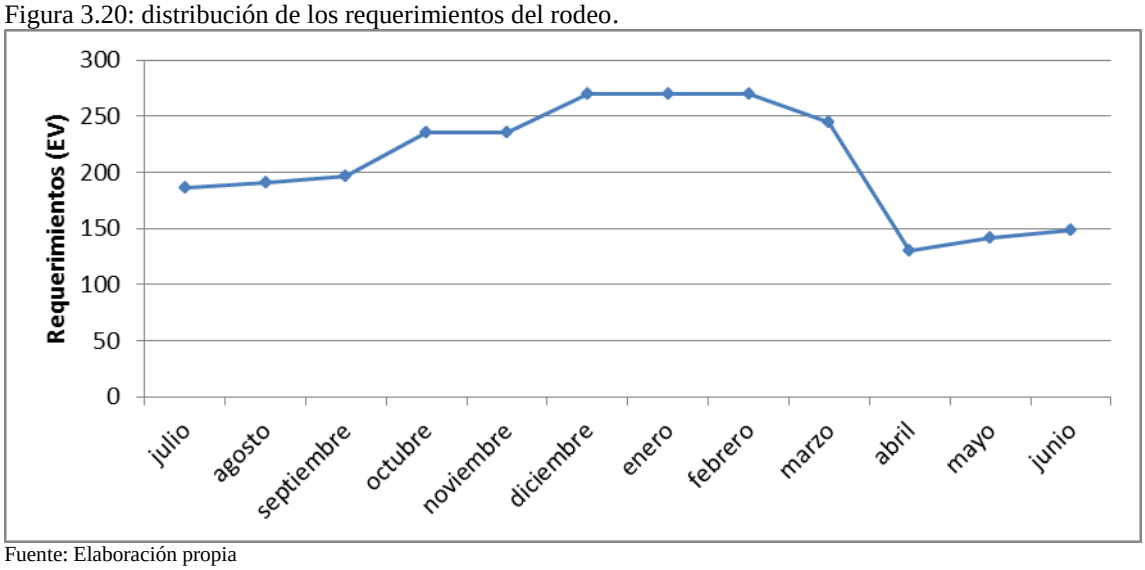
En este gráfico podemos apreciar que para los meses de mayor producción, octubre y noviembre, existe un 75% de probabilidad de que los valores estén por debajo de los 35 Kg MS/ha día y en los meses de menor productividad, junio y julio, existe el 75% de probabilidad de obtener valor de PPNA mayores a 5 Kg MS/ha año.

3.6. Dinámica del rodeo e índices productivos

El rodeo esta compuesto por animales de la raza Angus puro de un peso aproximado de 400 y 650 kg de peso vivo para hembras y machos adultos respectivamente. Existen actualmente 153 vacas en servicio, con una reposición de hembras de aproximadamente el 20% que se realiza en el mismo establecimiento. Las vaquillonas de reposición entran a servicio a los 15 meses con un peso aproximado de 300 kg de peso vivo. El servicio, de octubre a diciembre, es natural a campo para las categorias vaca y vaquillona de segundo servicio y se realiza inseminación artificial a tiempo fijo para las vaquillonas de primer servicio. Se cuenta con un 3% de toros, de reposición externa. Los partos se producen entre julio y septiembre con la siguiente distribución aproximada 86% cabeza, 0% medio y 14% cola de parición. Los terneros se destetan en marzo con un promedio de 6 meses y 180 kg de peso vivo aproximadamente. El porcentaje de preñez es de 80% (esta información no se haya discriminada por categoria en servicio), con una perdida preñez-destete del 5% aproximadamente. La producción promedio por ha es de 67 kg de carne al año. La carga del establecimiento es 0,65 animales/ha (0,7 EV/ha).

La información presentada hasta aquí corresponde al ejercicio productivo junio 2014-julio 2015. En la figura 3.20 se presenta la demanda del rodeo para ese ejercicio el cual responde a la distribución típica de un rodeo de cría (Carrillo, J. 1997).

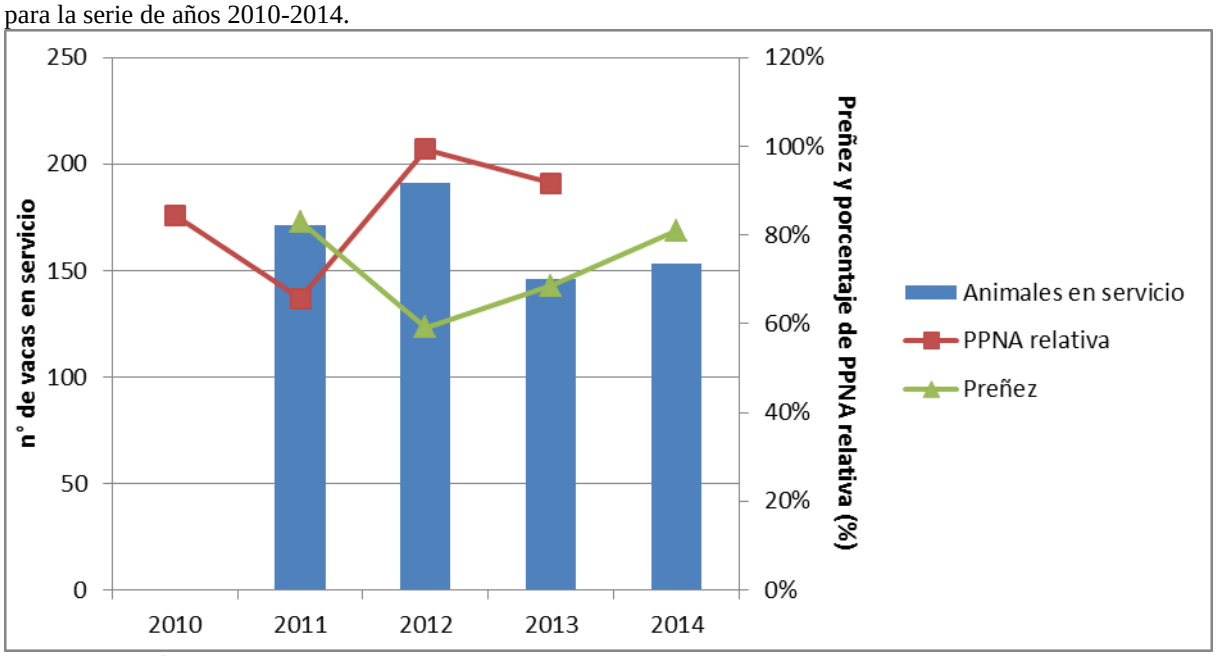
Figura 3.20: distribución de los requerimientos del rodeo.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.21 se puede apreciar que el número de animales en servicio en los últimos cuatro años ha sido relativamente constante con un promedio de 165 animales. La preñez promedio en esta serie de años fue de 73% con valores entre 60 y 80% relacionados directamente con la PPNA del año anterior al tacto. Por ejemplo, se puede observar, que la productividad relativa (relativa respecto a la PPNA promedio para la serie 2000-2015) del año 2011 fue de 65% lo que se relaciona directamente con un bajo porcentaje de preñez en el tacto realizado en marzo de 2012 (60%). A su vez, parecería ser, que la caída en los índices de preñez no se recupera inmediatamente una vez restablecida la productividad primaria (PPNA relativa 2012 de 99% y porcentaje de preñez 2013 de 68%) relacionado probablemente a la perdida de condición corporal de los vientres en años de déficit forrajero.

Figura 3.21: Evolución del número de animales en servicio, el porcentaje de preñez y la PPNA relativa para la serie de años 2010-2014.



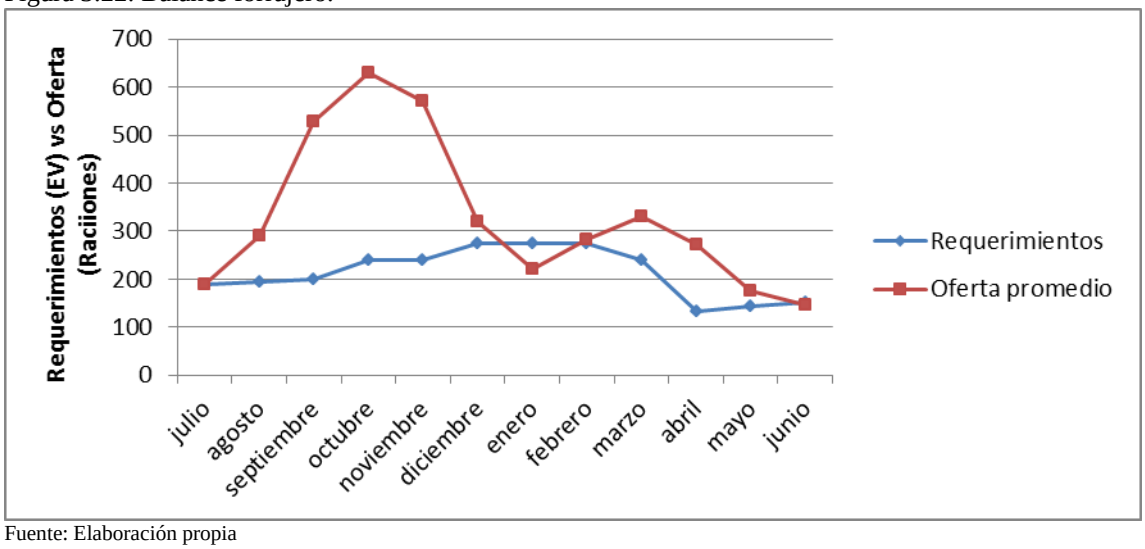
Fuente: Elaboración propia

La información de condición corporal (CC) para los años 2011 y 2014 tomadas en el momento del tacto dan cuenta de lo antes planteado. Para el año 2011 la CC fue de 2,27 en promedio, 1,91 y 2,32 para vacas vacías y preñadas respectivamente. Los valores para el año 2014 fueron 2,54 en promedio, 2,38 y 2,64 para vacas vacías y preñadas respectivamente. Estos valores están muy por debajo de lo recomendado para rodeos de cría, siendo para el parto 3,5 y 3 para el servicio la CC objetivo para lograr índices de preñez del 90-95% (Bavera y Peñafor, 2005).

3.7. Balance forrajero del establecimiento

A continuación se presenta el balance forrajero del establecimiento (Figura 3.22). Para el cálculo de la oferta se utilizaron los datos de PPNA promedios de la serie 2000-2015 calculados para el establecimiento, la digestibilidad (promedio anual 59%) y los índices de cosecha (promedio anual 58%) propuestos por Jacobo y Rodríguez (2012) para este tipo de pastizales en los distintos meses del año. La demanda fue calculada en secciones anteriores de este trabajo para el ejercicio productivo junio 2014-julio 2015.

Figura 3.22: Balance forrajero.



Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en la figura la carga del establecimiento está ajustada a los meses de menor oferta de forraje (junio-julio, tasas de crecimiento de 7 y 8 kg de MS ha/día y digestibilidad de 62%) con un excedente marcado para los meses primavera (septiembre-noviembre, tasas de crecimiento promedios para el trimestre de 27 kg MS ha/día y digestibilidad de 61%). La caída durante los meses de verano (diciembre-febrero) se haya relacionada con una caída en la producción de materia seca (17 kg MS ha/día) pero también se haya ligada fuertemente a la pérdida de calidad de los recursos en esa época del año (digestibilidad promedio para el trimestre de 54%).

A partir de este balance se calculó el índice de cosecha real estimado a partir de los requerimientos animales. El valor promedio anual de índice de cosecha calculado es de 25%, con valores máximos de alrededor del 38% para los meses de junio y julio, relacionado a las bajas tasas de crecimiento de esos meses; y también para el mes de enero, esto último, como se dijo anteriormente relacionado a la pérdida de calidad del recurso. Los valores mínimos de índice de cosecha fueron del orden del 13% durante los

meses de septiembre-noviembre época en que los recursos tienen altas tasas de crecimiento y buena calidad.

El exceso de oferta forrajera que se observa en el balance y los índices de cosecha reales que se desprenden del mismo reafirman las observaciones realizadas en las visitas a campo, donde se pudo apreciar que todos los recursos presentaban una alta proporción de material senescente y muerto en pie. A su vez el alto grado de senescencia y lignificación de los recursos deprime los índices de cosecha y la digestibilidad total de la dieta cosechada por los animales. Esto último queda en evidencia por la baja carga del establecimiento (0,65 animales/ha) y la pérdida del 20% de la preñez del rodeo general.

3.8. Recursos humanos

El personal del establecimiento está compuesto por un único peón/encargado, esta persona es familiar del dueño del campo y vive allí con su familia. Tiene formación secundaria y no posee formación particular o experiencia laboral previa en ganadería. Se contrata personal para tareas puntuales como vacunación o destetes.

3.9. Instalaciones y mejoras

El establecimiento cuenta con 4 molinos, dos de ellos tienen tanque australiano para reserva de agua y los otros dos cargan directamente los bebederos. El agua de los cuatro molinos presentaba características de calidad, es incolora, inolora, no presenta sabor amargo ni salado. No se cuenta con análisis químico del agua.

Los bebederos se encontraban en buen estado sin embargo la distribución de los mismos era deficiente. En muchos de los lotes los bebederos tenían distancias entre 700 a 1000 metros hasta el fondo del potrero (Figura 3.23).

Figura 3.23: distribución de molinos (marcas rojas) y aguadas (marcas celestes)

Fuente: Elaboración propia

Esto, sumado a la baja carga del establecimiento, puede generar que no solo se esté generando una subutilización de los recursos forrajeros con su consecuente pérdida de calidad y productividad, sino también la formación de heterogeneidades espaciales (consumo y deyecciones) debidas a la deficiente distribución de los animales en el potrero.

Los alambrados perimetrales e internos están en buen estado así como el corral de espera y la manga. La utilización de alambre eléctrico para dividir potreros no es frecuente.

4. DIAGNOSTICO DEL ESTABLECIMIENTO

A través del análisis del balance y de las observaciones realizadas a campo surgen los siguientes problemas principales:

1. La marcada presencia de material senescente y muerto en pie en todos los recursos, tanto de especies perennes estivales como invernales determinan una pérdida de productividad y calidad del recurso que no permiten mejorar la productividad secundaria del establecimiento. Esto podría estar relacionado con la falta de una planificación adecuada respecto a los tiempos de ocupación y descanso para los distintos recursos a lo largo del año.

2. La escasa presencia y falta de vigor de leguminosas estivales en todos los recursos determina una fuerte caída en la digestibilidad de éstos durante los meses de verano. Las posibles causas para estos problemas podrían estar relacionadas a una baja disponibilidad de fosforo edáfico y a una alta competencia por luz impuesta por las gramíneas. Ambos factores combinados determinan la imposibilidad de las leguminosas de establecerse y competir en el tapiz.

3. La escasa presencia de especies invernales anuales determina una baja productividad de los recursos en esa estación lo que determina una caída en la receptividad del establecimiento durante estos meses. Para este problema, al igual que para el anterior, el excesivo crecimiento de las gramíneas estivales, que no es retirado durante el otoño, podría impedir la llegada de luz a nivel del suelo lo que impide la germinación de las especies anuales invernales presentes en estos pastizales (raigrás anual).

La jerarquización propuesta entre los puntos 2 y 3 surge del hecho que los meses de verano a pesar de presentar tasas de crecimiento moderadas para este tipo de recursos (17 kg MS ha/día) debido a su baja digestibilidad no permiten cubrir los requerimientos animales en esa época del año. Esto trae aparejado una perdida en el estado corporal del rodeo que ingresa al invierno con escasas reservas y puede llevar a pérdidas de preñez por una baja condición de los animales al entrar en servicio. La baja presencia de especies invernales anuales se consideró en segundo término por no presentar un problema actual para la producción del establecimiento y estar asociadas a aumentos de la receptividad promedio que permitan en un futuro aumentar la carga animal del mismo.

Otros problemas de menor magnitud han sido detectados:

4. La inadecuada distribución de las aguadas lo que podría dificultar la adecuada distribución de los animales en el lote y generar heterogeneidades en el consumo de la vegetación por parte de éstos.

5. La escasa superficie destinada a montes de reparo lo que podría repercutir en una inadecuada distribución de la hacienda fundamentalmente en los meses de verano.

5. ALTERNATIVAS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN

A continuación se analizarán las dos alternativas de mejora propuestas para el establecimiento. Las mismas se relacionan con los puntos 2 y 3 del diagnóstico pero incluyen un adecuado manejo del pastoreo (punto 1 del diagnóstico).

1. La primera propuesta se realizará en el recurso denominado Pastizal debido a que representa aproximadamente el 50% de la superficie del campo (120 ha) y por lo tanto su mejora repercutirá marcadamente en los resultados productivos del establecimiento. Este pastizal se halla sobre el complejo de suelos Ve compuesto por 80% Hapludert típico (serie Verónica) y un 20% Natracualf vértico (serie Poblet). Tiene como especies estivales predominantes Pasto Miel y Botriochloa con presencia de *Lotus tenuis* en muy baja proporción; como especies invernales se encuentran Flechillas y Festuca fundamentalmente. El suelo se halla completamente cubierto por vegetación y broza en superficie. Las gramíneas se encuentran presentes en matas altas de buen vigor y las leguminosas se encuentran en forma aislada con plantas pequeñas de muy bajo vigor.

   La propuesta de mejora apunta fundamentalmente a aumentar la digestibilidad de la dieta con el objetivo de asegurar adecuadas CC que repercutan en el desempeño reproductivo del rodeo. Para esto se plantea realizar una promoción de *Lotus tenuis* (Lotus) a través de la fertilización fosforada del pastizal. Se cree que la digestibilidad mejorara directamente a través de la presencia del Lotus como componente de la dieta debido al aporte de proteínas de alta digestibilidad e indirectamente a través del aporte de N a las gramíneas acompañantes (Vignolio *et. al.*, 2010; Entio y Mujica, 2011). La propuesta comprende la realización de fertilizaciones anuales de fosfato monoamónico (PMA) con el objetivo de aumentar en forma escalonada los valores de P edáfico. Se recomendará fertilizaciones de 40 kg/ha de PMA durante tres años como mínimo, eso generará un aporte de 27 kg/ha de P (PMA: 23% P) que determinarán aumentos de P edáfico en 5 ppm aproximadamente (4-5 kg P fertilizante ≈ 1 ppm de P edáfico). A su vez se realizarán pastoreos controlados con el objetivo de mantener el tapiz de gramíneas a baja altura para disminuir el sombreo y la competencia por luz de las leguminosas presentes. Por último se intensificarán los pastoreos con vacas secas en otoño con el objetivo de favorecer el establecimiento de las plántulas de Lotus ya que las mismas presentan un bajo vigor (Entio y Mujica, 2011).

   A través de esta mejora se afectará la digestibilidad debido no solo al aumento de Lotus en el tapiz, a través de los beneficios que ya fueron mencionados, sino también por la mejora en la calidad de la dieta generada por un consumo del forraje

en momentos oportunos de madures debidas al pastoreo controlado (Agnusdei y Di Marco, s.f.). A su vez la adición de Lotus aumentara los niveles de proteína bruta (PB) de la dieta (Vignolo *et. al.*, 2010). Otra variable que se verá modificada tanto por el pastoreo controlado como por el aumento en la disponibilidad de N será la productividad primaria neta aérea (PPNA) del pastizal (Agnusdei y Di Marco, sf; Rodríguez *et. al.*, 2007). También, a través del pastoreo controlado y los aumentos de calidad del forraje se podrá aumentar los índices de cosecha (IC) del recurso. Estos cambios repercutirán directamente en el consumo voluntario de la materia seca (CVMS) por parte del animal, lo que determinará una mayor ingesta de energía y un mejor escenario respecto a la CC en los meses de verano.

Respecto a los cambios en la digestibilidad del recurso debido a la incorporación de Lotus en pastizales, Vignolo (2010) encontró aumentos de un 30% respecto a la condición sin Lotus, datos similares fueron hallados por Batista y Miller (1995) en pastizales naturales de Entre Ríos (Producción y Utilización de forrajes FAUBA, 2015). En este trabajo se utilizaron valores más conservadores proponiéndose un aumento del 20% para los meses de activo crecimiento de Lotus (octubre-febrero) y de un 10% para el resto del año (marzo-septiembre). Con respecto a la PB, Teglia (1994) (Producción y Utilización de forrajes FAUBA, 2015) encontró aumentos de un 60% sobre un bajo dulce intersembrado con Lotus en la Depresión del Salado. Sin embargo debido a que los valores de PB estimados para este tipo de pastizales (Rodríguez y Jacobo, 2012) no son limitantes para el CVMS los mismos no serán modificados para la situación mejorada. Se utilizó una mejora en la PPNA del 20%, estos valores también son conservadores ya que existen datos de aumentos del 40% en la PPNA de pastizales similares con la adición de cantidades de P equivalentes a las que se pretende alcanzar con la dosis recomendada de 40 kg/ha durante al menos tres años (Rodríguez *et. al.*, 2007). Con respecto al IC el mismo se aumentará en un 5% respecto a los valores propuestos para estos pastizales.

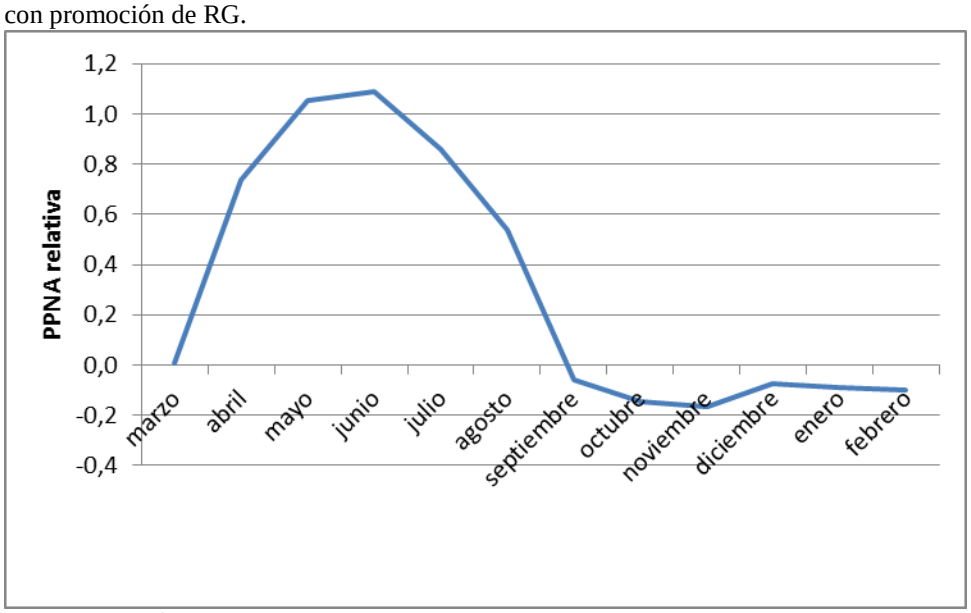
2. La segunda propuesta de mejora se llevará adelante en el recurso denominado Pastizal Invernal, este representa aproximadamente un 39% de la superficie del establecimiento y presenta un marcado crecimiento de especies invernales, fundamentalmente perennes con moderada presencia de especies anuales. Este recurso se halla sobre el complejo de series Vy1 formado en un 60% por un Natracuert típico (serie Vieytes) y un 40% por un Hapludert típico (serie Verónica). La propuesta de mejora apunta fundamentalmente a aumentar la presencia de especies anuales invernales, fundamentalmente *Lolium multiflorum* (raigrás anual) en el recurso, lo que repercutirá en un aumento de la productividad y, por lo tanto, de la receptividad del establecimiento durante los meses de invierno. Para esto se propone realizar una promoción de raigrás anual a través de pastoreo intenso, con animales adultos destetados, o a través de desmalezado mecánico (Scheneiter, O. s.f.; Deregibus *et. al.*, 1994; Jacobo *et. al.*, 2000) y una fertilización nitrogenada a principios de otoño a fin de estimular el crecimiento/macollaje del RG y adelantar su aprovechamiento (Fernández Grecco, 2001; Fernández Grecco y Agnusdei, 2005). Se cree que esto repercutirá directamente sobre la productividad tanto por la mayor presencia de RG como por la adición de N. En este sentido Rodríguez y Jacobo (2012) hablan de aumentos de la productividad invernal, debidas a la promoción de especies anuales invernales mediante pastoreos controlados, entre 50 y 120%. Mientras que, Fernández Grecco (2001) reporta aumentos de 140% de PPNA acumulada en 3 meses de tratamiento, respecto al tratamiento sin fertilizar

para aplicaciones de 100 kg N/ha en pastizales naturales de la Pampa Deprimida. En la misma línea en Fernandez Grecco (2007), se encontró que los tratamientos de RG promocionados que, a su vez, eran fertilizados crecían con tasas entre tres y cinco veces mayores que los tratamientos no fertilizados. A su, está práctica repercutirá también en la digestibilidad del recurso en los meses de invierno debidas no solo a la alta calidad que aporta el RG al recurso (Hidalgo *et. al.*, 1998), sino también al mayor contenido de N del forraje por el aporte del fertilizante. En este sentido, Fernández Grecco y Agnusdei (2005) encontraron aumentos del 50% en el %N del material cosechado, en promedio durante los tres meses de tratamiento, con aportes de 100 kg N/ha sobre pastizales naturales de La Pampa Deprimida.

La propuesta comprende la realización de un pastoreo poco intenso en primavera (50% de la biomasa acumulada) que permita la floración y semillazón del raigrás y luego, a principios de otoño (marzo), se realizará un pastoreo intenso con animales adultos destetados o utilizando una desmalezadora a fin de liberar la competencia por luz que permita la germinación del raigrás (Jacobo 2000, Deregibus *et. al.*, 1994). Por último se realizará una fertilización nitrogenada con 200 kg/ha de Urea (≈ 100 kg N/ha) cuando las condiciones de humedad sean adecuadas (Fernández Grecco, 2001).

Se consideró un aumento del 37% de PPNA anual debidos a la respuesta conjunto de la promoción de RG y la fertilización nitrogenada respecto a la condición sin promoción. Este valor surge de un aumento del 86%, aproximadamente en los meses de activo crecimiento del RG (abril-agosto) que se compensa, en parte, por una caída en la PPNA en los meses de verano del 12% aproximadamente. La distribución con la que se consideró el cambio en la PPNA para evaluar la condición luego de la mejora (Figura 5.1), surge de resultados propios obtenidos en un campo similar al evaluado para este trabajo donde se realizó una promoción de RG a diente durante cuatro años. Esta distribución coincide con los resultados presentados por Jacobo y otros (2000) para pastizales naturales bajo pastoreo controlado.

Figura 5.1: Distribución anual de los cambios de PPNA en un pastizal de la Cuenca del Salado con promoción de RG.



Fuente: Elaboración propia

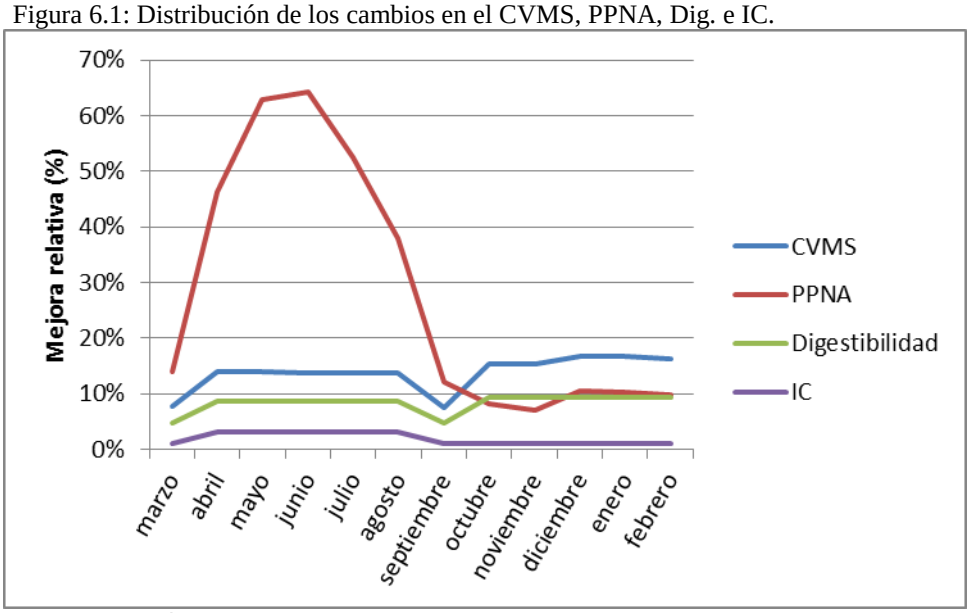
Se consideraron aumentos del 10% en la digestibilidad desde abril a agosto y 5% de aumento del índice de cosecha para los mismos meses.

6. EVALUCIÓN DEL IMPACTO DE LAS ALTERNATIVAS

6.1. Impacto productivo

Se utilizó el Modelo Pastoril para evaluar las mejoras propuestas. Los resultados mostraron un aumento de 20% en la PPNA del establecimiento (6000 vs. 7200 kg MS ha/día), un 14% en el consumo voluntario de materia seca (CVMS) función de un 8% de aumento en la digestibilidad y un 2% en el índice de cosecha. La mayoría de estas variables se distribuyen homogéneamente durante el año a excepción de la PPNA que presenta un 60% de su mejora en los meses de abril a agosto (Figura 6.1) determinada por la oferta de RG durante estos meses.

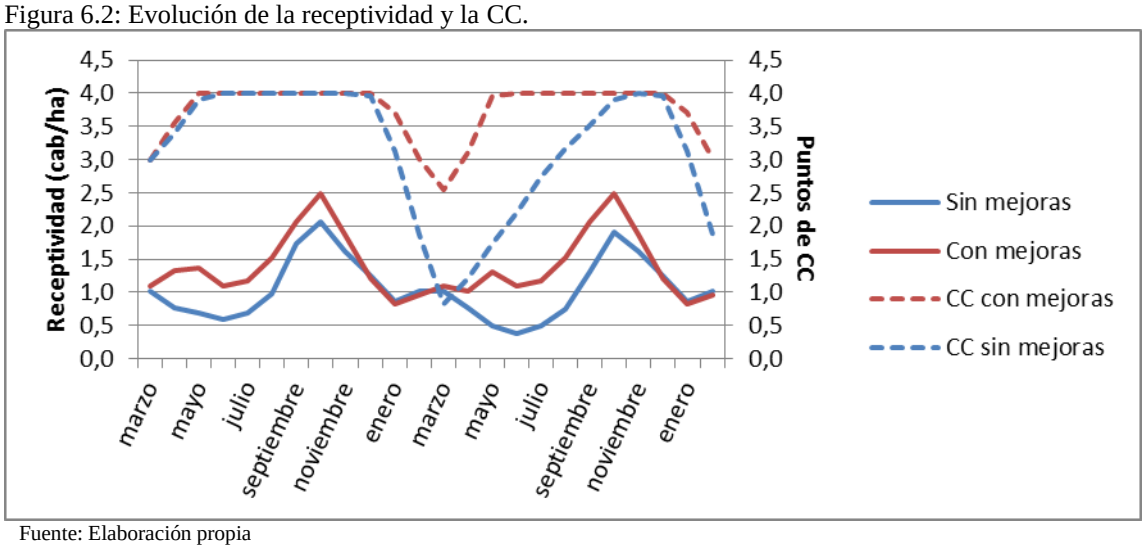
Figura 6.1: Distribución de los cambios en el CVMS, PPNA, Dig. e IC.



Fuente: Elaboración propia

La mejora de estas variables aumentó la receptividad (cab/ha) del establecimiento en un 40%, produciéndose los mayores cambios en los meses de mayo a agosto (0,53 cab/ha vs 1,2 cab/ha promedio para la situación sin mejoras y mejorada respectivamente). Esto último, sumado a los aumentos de la digestibilidad en los meses de verano, determinó que la CC de la situación mejorada mantuviera valores notoriamente más altos en los meses de verano (0,8 vs 2,5 para la situación sin mejoras y mejorada respectivamente en el mes de marzo) permitiendo una rápida recuperación de los vientres en otoño-invierno del año siguiente (Figura 6.2).

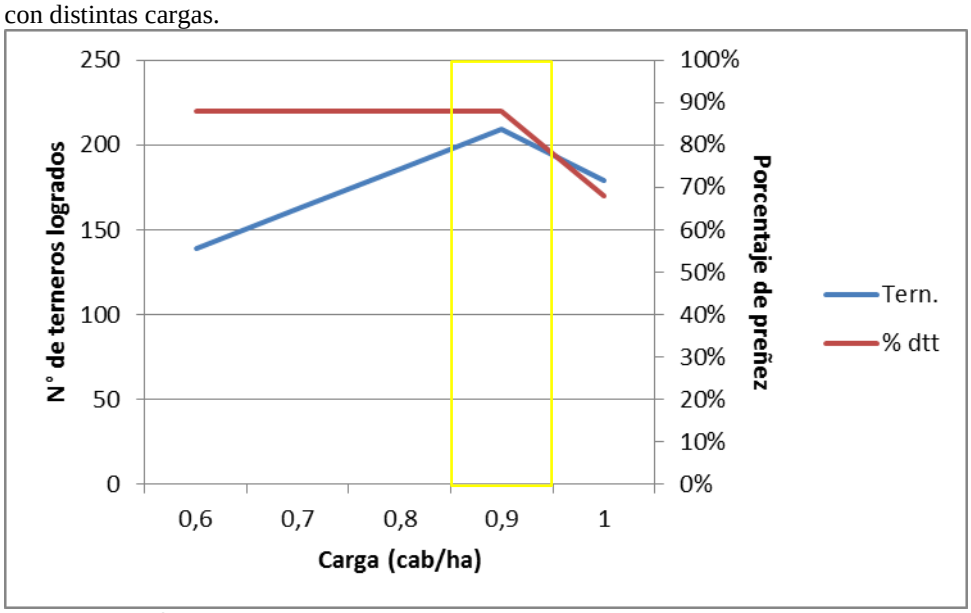
Figura 6.2: Evolución de la receptividad y la CC.



Fuente: Elaboración propia

A partir de la situación mejorada se evaluó la productividad secundaria a fin de definir la carga objetivo del establecimiento. En la Figura 6.3 se puede ver como la preñez se mantiene en valores máximos (93%) con aumentos de la carga hasta 0,9 cab/ha, cayendo a 68% con cargas de 1 cab/ha. A su vez el número de terneros logrados tiene una tendencia positiva con un máximos de 209 terneros para cargas de 0,9 cab/ha.

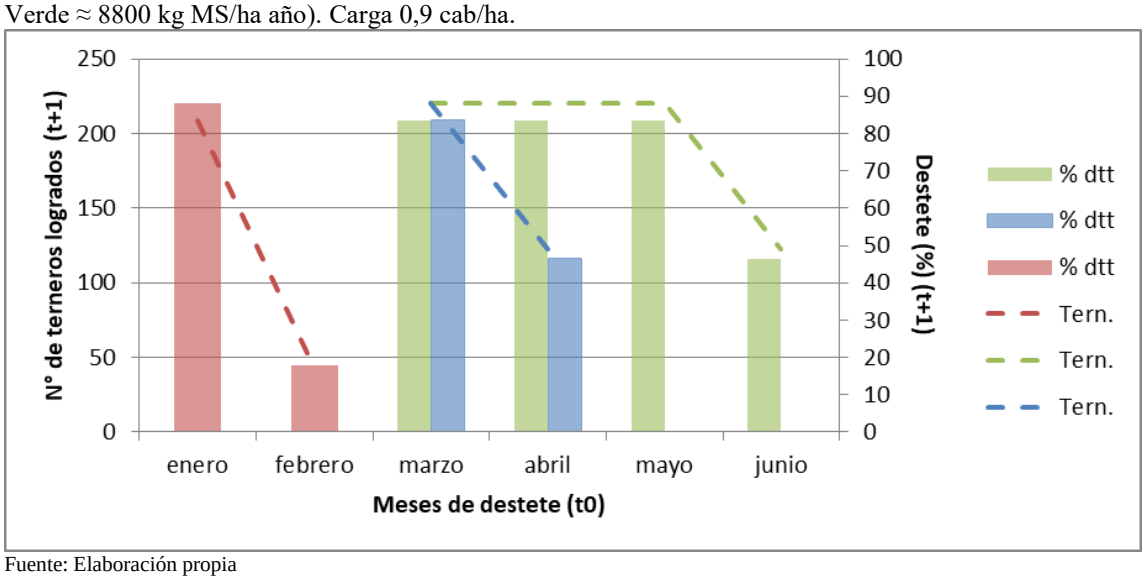
Figura 6.3: Respuesta del porcentaje de destete y número de terneros destetados evaluados con distintas cargas.



Fuente: Elaboración propia

Para finalizar se evaluó la estabilidad del sistema frente a la variabilidad en la productividad primaria (en la serie de 15 años se presentaron 2 años con productividad relativa < 80% y 3 años con productividad relativa > 120%). Para esto se evaluó el porcentaje de destete y el número de terneros logrados para el promedio, el percentil 0,75 y 0,25 de la productividad primaria de la serie de años 2000-2015, 7199, 8872 y 5726 kgMS/ha año respectivamente. Se utilizó la fecha de destete como herramienta para regular la carga del establecimiento (Figura 6.4).

Figura 6.4: Cambios en la producción secundaria por ajustes de la fecha de destete ante diferentes escenarios de PPNA (Rojo ≈ 5700 kg MS/ha año; Azul ≈ 7200 kg MS/ha año; Verde ≈ 8800 kg MS/ha año). Carga 0,9 cab/ha.



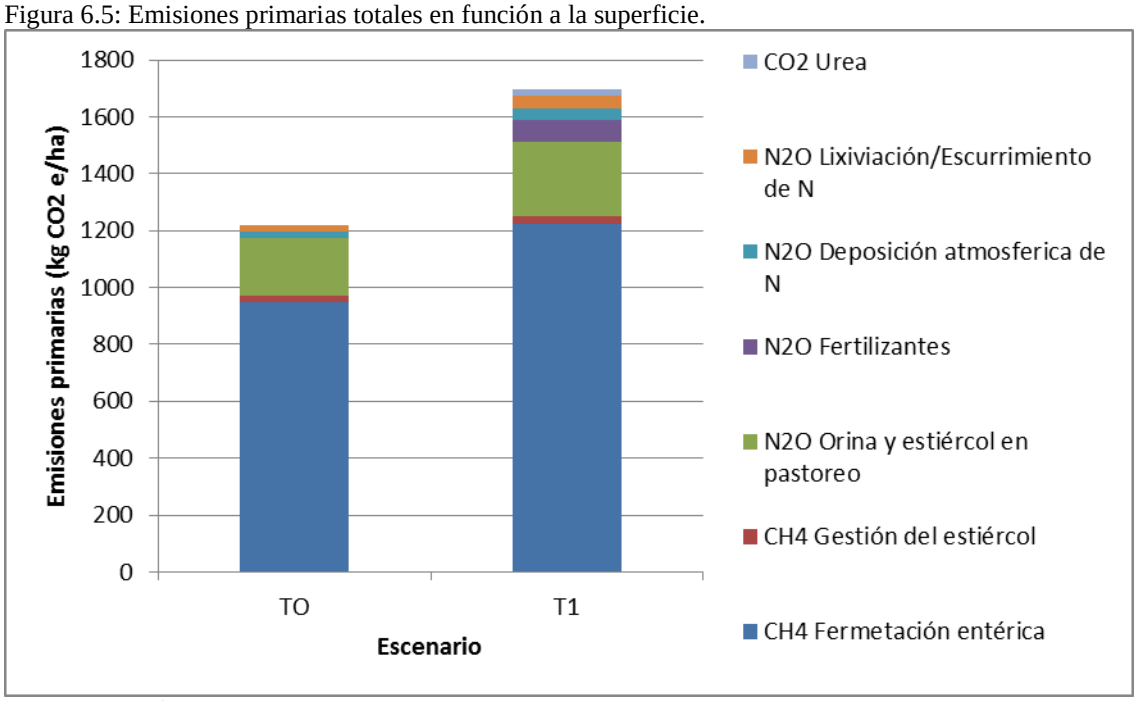
Fuente: Elaboración propia

De esta manera, se puede observar, que para la carga objetivo de 0,9 cab/ha el destete y el número de terneros logrados se mantiene en valores máximo (88 % y 209 respectivamente) con fechas de destete de marzo para los años de PPNA promedio. Para el percentil 0,25 se mantendrán estos valores realizando destetes adelantados en el mes de enero (peso promedio de los terneros de 139 kg) y en los años buenos representados por el percentil 0,75 se podrán mantener los terneros hasta el mes de mayo (peso promedio de los terneros de 223 kg) sin afectar los índices reproductivos del rodeo.

6.2. Impacto ambiental

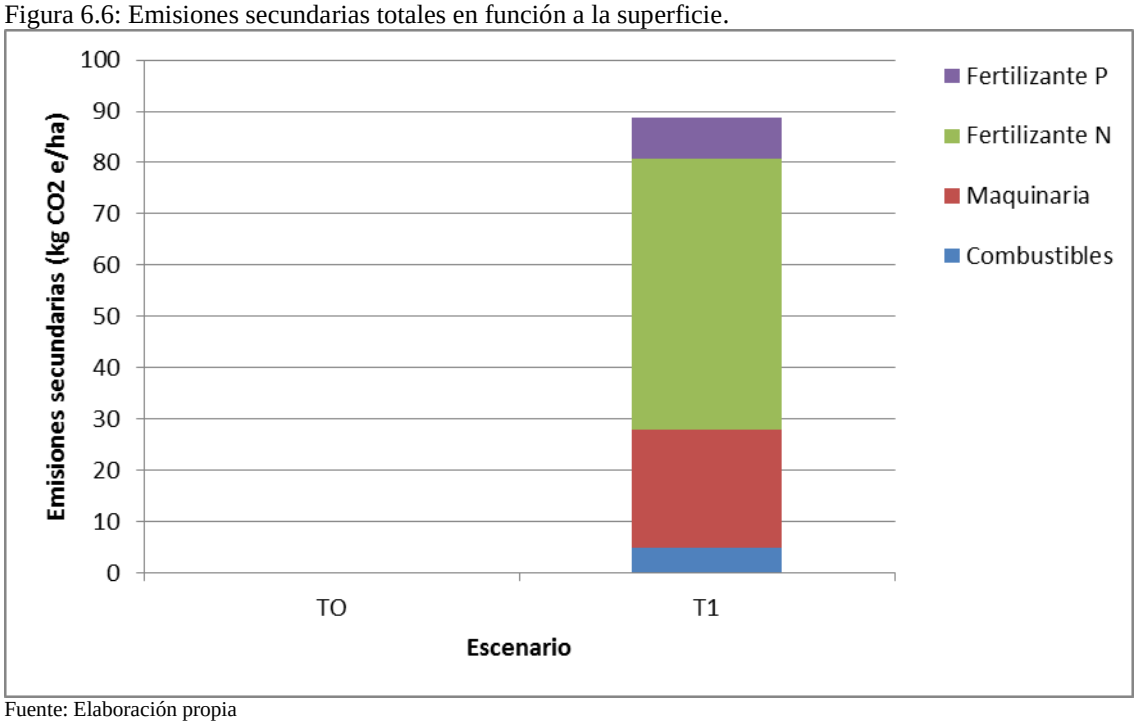
Se utilizó el Modelo GEI para evaluar el impacto ambiental de las mejoras propuestas. Los resultados mostraron que el escenario T1 (con mejoras) emitiría un 32% más de GEI respecto a la situación sin mejoras (T0). Del total de este aumento el 95% es debido a las emisiones primarias y solo el 5% restante corresponde a las emisiones secundarias (Figuras 6.5 y 6.6). Respecto a las emisiones primarias, el 72% del aumento está relacionado con la emisión de metano por fermentación entérica y el 16% por las emisiones de óxido nitroso producidas por aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo (Figura 6.5). El 12% restante es aportado por emisiones de metano por la gestión del estiércol; emisiones de óxido nitroso producidas por aportes de fertilizante en suelos gestionados; emisión de óxido nitroso producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados¸ emisiones de óxido nitroso por lixiviación/escurrimiento de N de suelos gestionados y emisiones C por aplicación de urea (Figura 6.5).

Figura 6.5: Emisiones primarias totales en función a la superficie.



Fuente: Elaboración propia

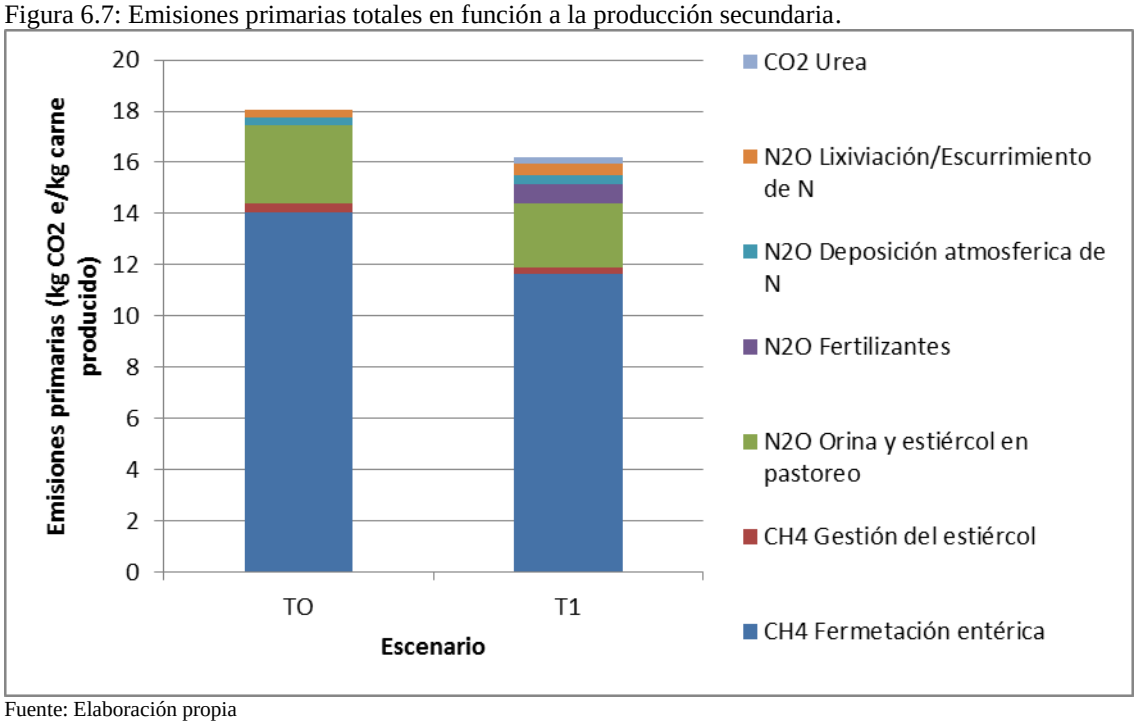
Figura 6.6: Emisiones secundarias totales en función a la superficie.



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo cuando se analizan las emisiones en función a la producción secundaria se observa que el escenario T1 muestra una disminución de sus emisiones respecto a la situación sin mejoras (Figura 6.7). Esto esta explicado por una mejor relación entre los kilos de carne producidos en función a los animales en producción lo que diluye la emisión de metano por fermentación entérica en función a los kilos de carne producidos.

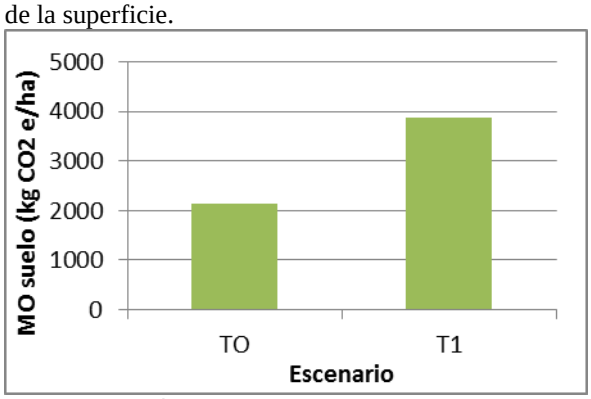
Figura 6.7: Emisiones primarias totales en función a la producción secundaria.



Fuente: Elaboración propia

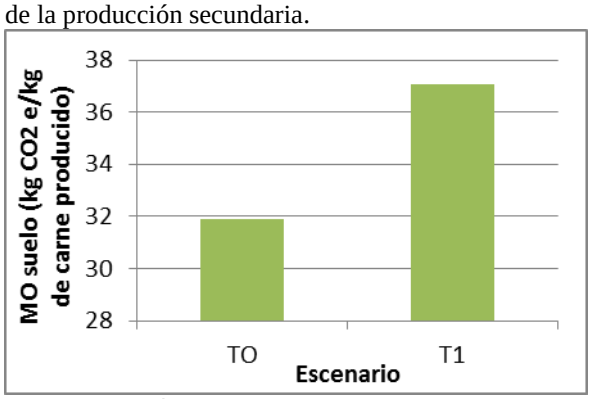
En la figura 6.8 y 6.9 se observan los resultados obtenidos respecto a la ganancia de materia orgánica de los dos escenarios evaluados. En el escenario T1 se observa una ganancia neta de materia orgánica que genera un aumento de 45% de kg CO_2eq/ha respecto a T0 (Figura 6.8). A su vez debido a la mejor eficiencia productiva de la situación con mejoras este aumento en materia orgánica se traduce en un 14% más de kg CO_2eq/kg de carne producido (Figura 6.9).

Figura 6.8: Ganancias de materia orgánica en función de la superficie.



Fuente: Elaboración propia

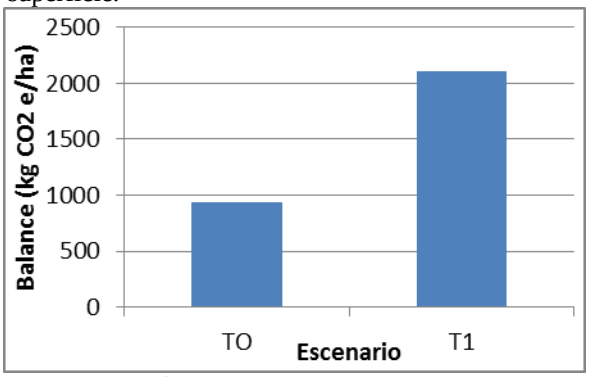
Figura 6.9: Ganancias de materia orgánica en función de la producción secundaria.



Fuente: Elaboración propia

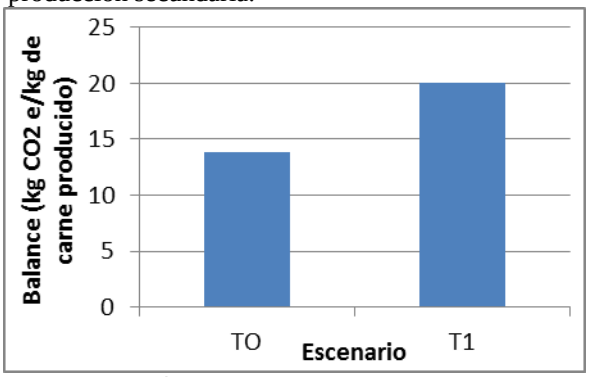
Por último las figuras 6.10 y 6.11 muestran los resultados obtenidos para el balance de GEI (captura de materia orgánica menos emisiones primarias y secundarias). Siendo un 56% mayor en T1 cuando se lo evalúa por superficie, lo que implica una captura de 2,1 tn CO_2eq/ha, y 31% cuando se lo evalúa en función a la producción secundaria.

Figura 6.10: Balance de GEI en función de la superficie.



Fuente: Elaboración propia

Figura 6.11: Balance de GEI en función de la producción secundaria.



Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis anterior se observa que la situación con mejoras no solo aumenta la eficiencia productiva de la empresa sino que también genera mejoras en el impacto ambiental evaluado a través de la emisión y captura de gases de efecto invernadero.

6.3. Impacto económico

Se realizó una evaluación financiera a diez años de la situación mejorada respecto al escenario sin mejoras, se utilizaron el VAN y el TIR como herramientas para la toma de

decisión por ser estas las más utilizadas (Mete, 2014). Las mejoras consideradas fueron las desarrolladas en la sección "Alternativas para mejorar la producción" que incluyen la fertilización anual de N y una fertilización de P por tres años consecutivos que se repite cada cinco años, la compra de vaquillonas y toros así como también los gastos relacionados al corte y confección de rollos y la asistencia técnica. Los precios de venta y compra de animales así como los insumos fueron tomados para el año 2016.

Los resultados obtenidos para el VAN se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6.1: Valores del VAN para la situación con y sin proyecto

	Tasa	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	Cambio porcentual
VAN (x%)	5,0%	USD 323.349	USD 428.220	32%
VAN (x%)	12,0%	USD 252.378	USD 312.878	24%

Fuente: Elaboración propia

Se observa que para ambas tasas evaluadas la situación con la implementación de las mejoras supera a la situación sin proyecto siendo en el peor de los casos un 24% mayor en la situación con proyecto cuando se considera una tasa de actualización del 12%.

Los resultados obtenidos para la TIR son del 21%, lo que implica que el proyecto propuesto genera una mejora aceptable en la rentabilidad respecto a la situación sin mejoras (Porstmann, 2014; Martínez Ortíz, 2016).

Los resultados obtenidos para ambas variables indican que el proyecto presenta una viabilidad económico financiera adecuada para su elección (Mete, 2014).

7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten confirmar que las prácticas de manejo conocidas para pastizales naturales, siempre y cuando surjan de diagnósticos precisos respecto a las limitaciones del sistema, permitirán aumentar los resultados productivos y económicos de éste. Pero así también, podrían mejoran la sostenibilidad del sistema al permitirle flexibilizarse ante cambios en las variables climáticas y mejorar las condiciones ambientales por mejoras en la biodiversidad, en la fertilidad de los suelos y en el contenido de materia orgánica.

En este caso correcciones en la calidad de la dieta en momentos precisos permitieron aumentar la eficiencia productiva del rodeo y aumentos en la oferta de forraje en momentos de escases mejoraron la receptividad del sistema. Esto repercutió en aumentos en la productividad secundaría y en la eficiencia productiva así como también permitió evaluar alternativas para afrontar la variabilidad climática manteniendo la estabilidad del sistema. Estas mejoras se dieron a través mejoras en la diversidad, calidad y el funcionamiento del pastizal lo que repercutirá en aumentos en la sustentabilidad del sistema en general.

8. Bibliografía

- Agnusdei, M., Di Marco, O. (s.f.). Más producción de carne, menos riesgo y más flexibilidad con pasturas perennes en suelos bajos.
- Bavera, G. A. y Peñafort, C. (2005). *Condición corporal (CC)*. Trabajo presentado en Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC, Córdoba. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/52-condicion_corporal_cc.pdf
- Bavera, G. A. y Peñafort, C. H. (2006). Lectura de la bosta del bovino y su relación con la alimentación. Curso de Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/61-heces_del_bovino_y_relacion_con_la_alimentacion.pdf
- Blaxter, K. L.; Wainman, F. W. y Davidson, J. L. (1966). The voluntary intake of food by sheep and cattle in relation to their energy requirements for maintenance. *Animal Science*, 8 (1), 75-83.
- Burkart, S. E.; León, R. J. C.; Perelman, S. B. y Agnusdei, M (1998). The grasslands of the flooding pampa (Argentina): Floristic heterogeneity of natural communities of the southern Río Salado basin. *COENOSES*, 13 (1), 17-27.
- Cahuépé, M. e Hidalgo, L. 1991. Especies forrajeras naturales de la Depresión del Salado. *Revista del Consorcio Regional de Experimentación Agrícola*, 149, 1-19.
- Carrillo, J. (1997). Manejo de un rodeo de cría. Centro regional Buenos Aires Sur (2da edición).
- Cocimano, M.; Lange, A. y Menvielle, E. (1975). Estudio sobre equivalencias ganaderas. *Revista Argentina de Producción Animal*, 4, 161-190.
- Colabelli, M. R; Agnusdei, M. G. y Durand, J. L. (2010). Grupos funcionales de plantas, producción de forraje y eficiencia de uso de radiación de pastizales naturales en condiciones potenciales y limitadas de agua y nitrógeno. RIA. Recuperado de http://ria.inta.gov.ar/wp-content/uploads/2010/12/10015-Colabelli_pag48-59.pdf
- Cristiano, P. M.; Oyarzabal, M.; Posse, G.; Oesterheld, M. (Septiembre 2012*). Variación espacial y temporal de la eficiencia en el uso de la radiación de recursos forrajeros*. Trabajo presentado en Reunión Argentina de Ecología, Luján, Buenos Aires.
- Deregibus, V. A.; Casal, J. J.; Jacobo, E. J.; Gibson, D.; Kauffaman, M. y Rodríguez, A. M. (1994). Evidence that heavy grazing may promote the germination of Lolium multiflorum seeds via phytochrome-mediated perception of high red/far-red ratios. *Funcional Ecology*, 8, 536-542.
- Entio, L. J. y Mujica, M. (2010). Resiembra natural en *Lotus tenuis* implantado con diferentes sistemas de siembra. *Agrociencia, 45*, 431-441.
- Fernández Grecco, R. (2001). Effects of winter nitrogen fertilization upon forage accumulation in a native pasture of the flooding pampa, Argentina. *Agricultura*

Técnica, 61 (3). Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072001000300007#f1

- Fernández Grecco, R. y Agnusdei, M (2005). *Fertilización nitrogenada en pastizales de La Pampa Deprimida: acumulación y calidad del forraje y composición botánica.* Jornada de actualización ganadera, Balcarce. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/12-fertilizacion_nitrogenada.pdf
- Fernández Grecco, R. (2007). Fertilización nitrogenada sobre promoción de campo natural: ¿Buena inversión?. Recuperado de http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/26-fertilizacion_campo_natural.pdf
- Frasinelli, C. A.; Casagrande, H. J. y Veneciano, J. H. (2004). *La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría bovina*. INTA E.E.A San Luis , Información Técnica 168.
- Hidalgo, L. G.; Cauhepe, M. A. y Erni, A. N. (1998). Digestibilidad de materia seca y contenido de proteína bruta en especies de pastizal de la Pampa Deprimida, Argentina. *Investigación Agropecuaria: Producción y Sanidad Animal*, 13 (1, 2 y 3), 165-177.
- IGN-Instituto Geográfico Nacional (s.f.). Curvas de Nivel. En *Descarga de Geodatos*. Recuperado de http://www.ign.gob.ar/NuestasActividades/sigign#descarga
- INTA-Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (s.f.). Carta de suelos Vieytes hoja 3557-20-4. En *Cartas de suelo de la República Argentina-Provincia de Buenos Aires*. Recuperado de http://anterior.inta.gov.ar/suelos/cartas/3557/Magdalena/3557-20-4.htm)
- IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental panel on climate change.
- IPCVA (2009). Esta brecha hay que cerrarla. *Ganadería y compromiso IPCVA*, 8, 4-5.
- IPCVA (2013). La cuenca puede dar más. *Ganadería y compromiso IPCVA*, 58, 12-15.
- Jacobo, E. J.; Rodríguez, A. M.; Rossi, J. L.; Salgado, L. P. y Deregibus, V. A. (2000). Rotational stocking and production of Italian ryegrass on Argentinean rangelands. *Journal of range management*, 53 (5), 483-488.
- Jacobo, E.; Rodríguez, A.; González, J. y Golluscio, R. (2016). Efectos de la intensificación ganadera sobre la eficiencia en el uso de la energía fósil y la conservación del pastizal en la cuenca baja del río Salado, provincia de Buenos Aires, Argentina. *Agriscientia*, 33(1), 1-14.
- Jaurena, G. (agosto 2015). *Evaluación nutricional del forraje*. Trabajo presentado en clase de Evaluación de los recursos forrajeros de la Especialización en manejo de sistemas pastoriles FAUBA, Buenos Aires.

- Martinez Ortíz, U. (junio 2016). *Evaluación de inversiones*. Trabajo presentado en clase de Economía y gestión de la producción pastoril de la Especialización en manejo de sistemas pastoriles FAUBA, Buenos Aires.
- Mete, M. R. (2014). Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Fides et ratio*, 7, 67-85.
- Némoz, J. P. (s. f.). Nos vamos poniendo tecnos. INTA EEA Cuenca del Salado. Recuperado de http://intelintec.com.ar/platform/paloma/mailer/23_pdf12.pdf
- Némoz, J. P. (2013). Principales características de la actividad ganadera vacuna en el área de la EEA Cuenca del Salado. INTA. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_ganadera_vacuna_eea_cuenca_del_salado.pdf
- Némoz, J. P.; Giancola, S. I.; Bruno, M. S.; de la Vega, M. B.; Calvo, S.; Di Giano, S. y Rabaglio, M. D. (2013). *Causas que afectan la adopción de tecnología en la ganadería bovina para carne de la Cuenca del Salado: enfoque cualitativo.* Estudios socioeconómicos de la adopción de tecnología Nº5. Buenos Aires: INTA
- ORNL DAAC- Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center (s.f.). En *MODIS Subsets*. Recuperado de https://modis.ornl.gov/cgi-bin/MODIS/GLBVIZ_1_Glb/modis_subset_order_global_col5.pl
- Otondo, J.; Melani, E.; Casal, A. V.; Coria, J.; Martinefsky, M. J. y Némoz, J. P. (2014). *Las inundaciones, los pastizales y los suelos*. Grupo pastizales naturales-INTA EEA Cuenca del Salado. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_inundaciones_-_pastizales_-_suelos_-_cuenca_de.pdf
- Paruelo, J. M. (2008). La caracterización funcional de ecosistemas mediante sensores remotos. *Ecosistemas*. 17(3), 4-22.
- Paruelo, J. M. y Sala, O. E. (1990). Caracterización de las Inundaciones en la Depresión del Salado (Buenos Aires, Argentina): Dinámica de la Capa Freática. *Turrialba*, 40 (1), 5-11.
- Perelman, S. B.; León, R. J. C. y Oesterheld, M. (2001). Cross-scale vegetation patterns of Flooding Pampa grasslands. *Journal of Ecology*, 89, 562-577.
- Porstmann, J. C. (2014). La ganadería argentina: oportunidades de un negocio rentable. *Informativo semanal Bolsa de comercio de Rosario*, 1685. Recuperado de https://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/infoboletinsemanal.aspx?IdArticulo=1119
- Producción y Utilización de forrajes FAUBA (2015). Mejoramiento de pasturas y pastizales. Módulo: Utilización de forrajes.
- Rodríguez, A. M., Jacobo, E. J., Scarloni, P. y Deregibus, V. A. (2007). Effect of Phosphate fertilization on fFlooding Pampa grasslands (Argentina). *Rangeland Ecology and management, 60 (5)*, 471-478.

- Rodríguez, A. M. y Jacobo, E. J. (2012). *Manejo de Pastizales Naturales para una ganadería sustentable en la Pampa Deprimida*. Buenos Aires: Fundación Vida Silvestre Argentina, Aves Argentinas.
- Rodríguez, A. M.; Jacobo, E. J. (2013). Glyphosate effets on seed bank and vegetation composition of temperate grasslands. *Applied Vegetation Science*, 16, 51-62.
- Sala, O.; Deregibus, V. A.; Schlichter, T. y Alippe, H. (1981). Productivity Dynamics of a Native Temperate Grassland in Argentina. *Journal of range management*, 34 (1), 48-51.
- Scarpatti, O. E. y Capriolo, A. D. (2013). Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espacio-temporal. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM, 82, 38-51.
- Scheneiter, O. (s.f.). El raigrás annual en las regiones Pampeana y sur de la Mesopotamia. INTA. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-el_raigs_anual_en_las_regiones_pampeana_y_sur_de.pdf
- SMN-Servicio Meteorológico Nacional (s.f.). Boletines Agroclimáticos Mensuales. En *Servicios Climáticos*. Recuperado de http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=agro&id=6
- Soussana, J. F.; Tallec, T. y Blanfort, V. (2010). Mitigating the greenhouse gas balance of ruminant production systems through carbon sequestration in grasslands. *Animal*, 4(03), 334-350.
- Vignolo, O. R., Cambareri, G. S. y Maceira, N. O. (2010). *Lotus tenuis* (Fabaceae). Productividad y manejo agronómico. *Revista Argentina de Producción Anima, 30 (1)*, 97-116.