

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**PRODUCTIVIDAD FÍSICA Y ECONÓMICA DE DISTINTAS ESTRATEGIAS
GANADERAS SOBRE ROTACIONES DE PASTURAS Y CULTIVOS EN LA
REGIÓN ESTE**

por

Florencia PEREDA DÍAZ
Valentina RODRÍGUEZ DE BARBIERI

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

MONTEVIDEO

URUGUAY

2021

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. (PhD.) Walter Ayala

Ing. Agr. (PhD.) Pablo Rovira

Ing. Agr. (PhD.) Pablo Boggiano

Fecha:

28 de setiembre de 2021

Autoras:

Florencia Pereda Díaz

Valentina Rodríguez De Barbieri

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a INIA, y en especial a nuestros tutores Ing. Agr. (PhD.) Walter Ayala e Ing. Agr. (PhD.) Pablo Rovira por el apoyo brindado y por hacer posible esta tesis.

Al equipo del laboratorio de pasturas de INIA Treinta y Tres y a los tesistas Diego, Marcelo y Santiago por su invaluable ayuda tanto a nivel de campo como de laboratorio.

También a la Ing. Agr. (MSc.) Fabiana Pereyra Goday por los consejos brindados y por estar siempre atenta ante las consultas.

A la Facultad de Agronomía de la cual nos sentimos parte y al cuerpo docente responsables de formarnos en esta profesión.

Por último, un enorme agradecimiento a nuestras familias y amigos quienes fueron pilares fundamentales durante toda la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN.....	2
2.1.1. <u>Suelos</u>	2
2.1.2. <u>Pasturas naturales</u>	2
2.2. PRODUCTIVIDAD DE LAS DIFERENTES CADENAS FORRAJERAS	3
2.2.1. <u>Verdeos de invierno</u>	4
2.2.2. <u>Verdeos de verano</u>	6
2.2.3. <u>Praderas bienales</u>	7
2.2.4. <u>Praderas perennes</u>	9
2.2.5. <u>Pradera con festuca de alta producción</u>	11
2.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE ANIMALES EN RECRÍA E INVERNADA	12
2.3.1. <u>Requerimientos de energía</u>	12
2.3.2. <u>Requerimientos de proteína</u>	13
2.4. PERFORMANCE ANIMAL EN SISTEMAS PASTORILES	14
2.4.1. <u>Respuesta animal a la suplementación en sistemas pastoriles</u>	18
2.4.1.1. Conceptos generales de la suplementación	18
2.4.1.2. Resultados experimentales de suplementación de animales en pastoreo .	19
2.5. PRODUCCIÓN FÍSICA DE LOS DIFERENTES SISTEMAS	22
2.6. HIPÓTESIS	23
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	24
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES	24
3.1.1. <u>Ubicación del sitio experimental</u>	24
3.1.2. <u>Origen y antecedentes del sitio experimental</u>	24
3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u>	24
3.1.4. <u>Descripción de los sistemas</u>	25
3.1.4.1. Rotación larga (RL).....	26

3.1.4.2. Rotación corta (RC)	27
3.1.4.3. Rotación agrícola (RA)	27
3.1.4.4. Rotación forrajera (RF)	28
3.2. VARIABLES DETERMINADAS	28
3.2.1. <u>Pasturas</u>	28
3.2.1.1. Existencia de forraje mensual de cada sistema	29
3.2.1.2. Tasa de crecimiento.....	29
3.2.1.3. Producción de forraje mensual y estacional	29
3.2.1.4. Forraje desaparecido	29
3.2.1.5. Eficiencia de cosecha	30
3.2.1.6. Valor nutritivo del forraje ofrecido	30
3.2.1.7. Tiempo de ocupación de las distintas pasturas	30
3.2.2. <u>Producción animal</u>	30
3.2.2.1. Evolución del peso vivo.....	30
3.2.2.2. Dotación animal promedio estacional y anual	30
3.2.2.3. Ganancia diaria de peso	30
3.2.2.4. Eficiencia de conversión	31
3.2.2.6. Balance forrajero.....	31
3.2.2.7. Producción de peso vivo por hectárea.....	31
3.3 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS	31
4. <u>RESULTADOS</u>	32
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	32
4.2. PASTURAS.....	33
4.2.1. <u>Existencia de forraje mensual de cada sistema</u>	33
4.2.2. <u>Producción de forraje estacional y anual</u>	35
4.2.3. <u>Tasas de crecimiento</u>	36
4.2.4. <u>Valor nutritivo del forraje ofrecido</u>	38
4.2.5. <u>Manejo del pastoreo</u>	40
4.3. ANIMALES.....	42
4.3.1. <u>Evolución de peso vivo</u>	42
4.3.2. <u>Dotación animal promedio estacional y anual</u>	44
4.3.3. <u>Ganancia media diaria de peso</u>	46
4.3.4. <u>Suplementación</u>	48
4.3.5. <u>Balance forrajero</u>	49
4.3.6. <u>Eficiencia de conversión</u>	51
4.3.7. <u>Producción de peso vivo por hectárea</u>	52

4.4. RESULTADO ECONÓMICO	53
4.4.1. <u>Producto bruto</u>	53
4.4.2. <u>Costos totales</u>	54
4.4.3. <u>Margen bruto</u>	55
4.4.4. <u>Análisis de sensibilidad</u>	56
4.4.5.1. Rotación larga	56
4.4.5.2. Rotación corta	57
4.4.5.3. Rotación agrícola	58
4.4.5.4. Rotación forrajera.....	59
4.4.5. <u>Indicadores</u>	61
5. <u>DISCUSIÓN</u>	62
5.1. VARIABLES FÍSICAS	62
5.2. VARIABLES ECONÓMICAS.....	66
6. <u>CONCLUSIONES</u>	69
7. <u>RESUMEN</u>	70
8. <u>SUMMARY</u>	72
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	73
10. <u>ANEXOS</u>	87

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción anual de campo natural (kg de MS/ha), variación y distribución estacional del forraje en diferentes zonas del país	3
2. Distribución estacional y producción total de forraje (kg de MS/ha) para avena y raigrás.....	5
3. Rendimientos estacionales y anuales (kg de MS/ha), desvío estándar, rendimientos máximos y mínimos para avena y raigrás	5
4. Promedio estacional y desvío estándar para los parámetros de calidad en avena y raigrás.....	6
5. Promedio estacional y desvío estándar para los parámetros de calidad en sorgo y moha.....	7
6. Rendimiento promedio estacional y total (kg de MS/ha) de raigrás perenne, holcus, trébol rojo y la mezcla de raigrás + trébol rojo para tres años	8
7. Promedio estacional y desvío estándar para los parámetros de calidad de raigrás perenne, holcus y trébol rojo.....	9
8. Rendimientos estacionales y totales (kg de MS/ha) promedio para festuca, trébol blanco, lotus y la mezcla de ellas para cuatro años.....	10
9. Promedio estacional y desvío estándar para parámetros de calidad de festuca, trébol blanco y lotus.....	10
10. Producción estacional y total anual de materia seca (kg/ha) para festuca, cultivares INIA Fortuna e INIA Aurora.....	11
11. Parámetros de calidad estacionales (proteína cruda, digestibilidad, fibra detergente neutro) para INIA Fortuna e INIA Aurora	12
12. Requerimientos de energía neta de mantenimiento y energía neta de ganancia según nivel de peso vivo y ganancia diaria para bovinos de carne.....	13
13. Requerimientos de proteína de mantenimiento y de ganancia según nivel de ganancia diaria y peso vivo para bovinos de carne.....	14
14. Resumen de trabajos sobre desempeños de distintas categorías pastoreando campo natural de la Unidad Alférez en diferentes estaciones.....	17
15. Resumen de trabajos sobre desempeños de distintas categorías animales pastoreando pasturas de calidad	17
16. Resumen de trabajos experimentales de suplementación proteica y/o energética de diferentes categorías pastoreando en invierno campo natural de la Unidad Alférez.....	19

17. Resumen de trabajos experimentales de suplementación proteica y/o energética de diferentes categorías sobre pasturas de calidad en tres estaciones	21
18. Resumen de trabajos nacionales de novillos suplementados con alimentos voluminosos pastoreando pasturas de calidad en otoño- invierno	22
19. Resumen de diferentes resultados de trabajos nacionales sobre producción física anual (kg PV/ha) en rotación larga, rotación corta, festuca de alta producción, cultivo continuo y mejoramiento extensivo	23
20. Producción anual y estacional de forraje (kg de MS/ha) para los cuatro sistemas ...	35
21. Suministro de sorgo GH, núcleo proteico y fardo (kg de MS/ha/mes) en los tres sistemas	48
22. Parámetros de calidad para el sorgo GH, núcleo proteico y fardo suministrado	48
23. Eficiencia de conversión del alimento a carne estacional y anual para los cuatro sistemas	51
24. Producción de peso vivo total anual y estacional (kgPV/ha) en cada categoría y el total para los cuatro sistemas.....	52
25. Producto bruto ganadero, de fardos y total (U\$S/ha) para los cuatro sistemas.....	53
26. Costos totales y su estructura (U\$S/ha) para los cuatro sistemas	54
27. Costo de producir un kg de MS (U\$S/kg) en los cuatro sistemas.....	54
28. Margen bruto (U\$S/ha) obtenido de los cuatro sistemas y de empresas ganaderas invernadoras de FUCREA.....	55
29. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$S/ha) de RL ante variaciones en el precio de venta de novillos y los costos praderas y verdeos	57
30. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$S/ha) de RL ante variaciones en el precio de compra de terneros y costos de praderas y verdeos.....	57
31. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$S/ha) de RC ante variaciones en el precio de venta de vaquillonas y costos praderas y verdeos	58
32. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$S/ha) de RC ante variaciones en el precio de compra de terneras y costos de praderas y verdeos.....	58
33. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$S/ha) de RA ante variaciones en el precio de compra de terneros y costo praderas y verdeos	59
34. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$S/ha) de RA ante variaciones en el precio de venta de novillos y costo praderas y verdeos	59
35. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$S/ha) de RF ante variaciones en el precio de venta de novillos y costo de praderas y verdeos	60
36. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$S/ha) de RF ante variaciones en el precio de compra de novillos y costo de praderas y verdeos	60

37. Relación insumo – producto para los cuatro sistemas y el promedio productores FUCREA en el ejercicio 2019-2020	61
38. Precio implícito (U\$\$/kg) y relación compra/venta para las categorías en los diferentes momentos de venta para los cuatro sistemas	61

Figura No.

1. Evolución del peso vivo de terneras desde el destete hasta el segundo año de vida manejadas sobre campo natural en la zona Este (Unidad Alférez)	15
2. Distribución espacial de las rotaciones	25
3. Diseño de las rotaciones	26
4. Porcentaje de pasturas en las distintas rotaciones	26
5. Temperatura y precipitaciones en el período de estudio (mayo 2019 - abril 2020) contrastado con los promedios históricos	32
6. Evolución mensual de la existencia de forraje (kgMS) y la contribución de las diferentes pasturas para los cuatro sistemas	34
7. Evolución mensual de la tasa de crecimiento (kgMS/ha/día) de las diferentes pasturas para los cuatro sistemas	37
8. Evolución estacional de proteína cruda y digestibilidad (%) de las diferentes pasturas que componen los cuatro sistemas	39
9. Tiempo de ocupación de las diferentes pasturas en los cuatro sistemas	41
10. Evolución mensual del peso vivo (kg) y desvío estándar para las diferentes categorías animales en los cuatro sistemas	43
11. Evolución estacional de la carga animal promedio (kgPV/ha) y de la SPG (ha) para los cuatro sistemas	45
12. Ganancias de peso estacionales (kg/animal/día) y desvío estándar de las diferentes categorías animales para los cuatro sistemas	47
13. Evolución mensual del balance entre oferta de MS y demanda animal (kgMS) para los cuatro sistemas	50

1. INTRODUCCIÓN

La carne bovina es el principal producto de exportación del Uruguay; alcanzando un 23.8% del total de exportaciones en 2019 (MGAP. DIEA, 2020). Ante una demanda mundial creciente por alimentos proteicos, la intensificación en la ganadería aparece como una respuesta productiva y económicamente viable. Entre las diferentes formas de implementar nuevas tecnologías, Pereira (2017) menciona la creación de módulos de alta producción forrajera a través de rotaciones agrícolas – ganaderas, sin olvidar al campo natural como elemento central resistente y resiliente ante la variabilidad climática.

En ese sentido, desde 1995 se desarrollan diferentes alternativas mediante rotaciones cultivo - pasturas en la Unidad Experimental de Palo a Pique en INIA Treinta y Tres. Estas junto con la utilización de siembra directa, buscan opciones para intensificar el uso del suelo y levantar las limitantes que presenta la producción ganadera en las lomadas del Este. Sin dejar de lado la sustentabilidad en los aspectos productivos, económicos y ambientales.

Actualmente el sistema estudia cuatro alternativas de rotaciones pastura - cultivo con diferentes estrategias ganaderas. Las mismas tienen como objetivo general explotar su potencial, alcanzando 400 kg de PV/ha año. Además, el sistema integra la red internacional “Global farm platform” en búsqueda de una producción ganadera más sustentable.

Este trabajo, se enmarca en los objetivos generales del sistema. También tiene como objetivos específicos: evaluar la producción forrajera de las distintas alternativas en el período otoño - invierno - primavera - verano, generar coeficientes técnicos y evaluar el resultado económico de las distintas estrategias en la producción de carne.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA REGIÓN

La Región Este ocupa aproximadamente la cuarta parte de Uruguay, presentando una gran variación en la composición de sus suelos y pasturas naturales.

Esta región comprende aproximadamente 4 millones de hectáreas. El 50% corresponde a zonas Altas, 25% a Colinas y Lomadas y el restante 25% a la zona de Llanuras (Ayala et al., 2001).

Por ubicarse la Unidad Experimental Palo a Pique, lugar donde se realizó este trabajo, dentro de la zona de Colinas y Lomadas, y sobre la Unidad de suelos Alférez de la carta de suelos 1:1 millón, se tomaron sus suelos y pasturas como base para caracterizar dicha región.

2.1.1. Suelos

Los suelos que forman la Unidad Alférez tienen importantes limitaciones de uso y son caracterizados como poco fértiles, fuertemente ácidos, deficientes en fósforo y con alta capacidad de fijación del mismo. Poseen poca capacidad de almacenaje de agua, lo que es un problema en el verano por las sequías, y debido a su mal drenaje presentan excesos de humedad en el invierno. Además, estos suelos presentan alto riesgo de erosión y degradación (Bermúdez et al., 2003). Los suelos dominantes de esta Unidad son Brunosoles y Argisoles asociados a Planosoles en áreas de drenaje imperfecto (Altamirano et al., 1976).

Según el USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos), estos suelos se clasifican entre las clases III y IV de capacidad de uso, siendo considerados como “*suelos arables con limitaciones o no arables, excepto casos especiales*”. Si bien no son arables, son suelos sembrables, mediante la utilización de métodos que minimicen los riesgos de erosión y degradación como la siembra directa (Terra y García Préchac, 2001).

2.1.2. Pasturas naturales

Estas se caracterizan por presentar una marcada estacionalidad, registrándose las mayores tasas de crecimiento en primavera y verano. Debido a un manejo altamente extractivo, sumado a la baja fertilidad del suelo, se ve limitado el potencial de producción de las especies que componen estas pasturas; presentando una baja producción invernal y un dominio de gramíneas estivales de baja calidad (Bermúdez y Ayala, 2005). Estas mismas razones, junto al bajo contenido de fósforo de los suelos explican que casi no estén

presentes leguminosas nativas, implicando además que haya un muy pobre aporte de nitrógeno al suelo (Ayala et al., 2001).

Cuadro No. 1. Producción anual de campo natural (kg MS/ha), variación y distribución estacional del forraje en diferentes zonas del país

Zona	Producción		Distribución estacional (%)				
	anual	Variación	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Autor
Lomadas	3425	5245-1192	35	26	11	28	1
Cristalino	3206	4630-2090	32	22	11	35	2
Basalto	4576	6646-3204	33	22	15	30	3

Referencias: 1- Bermúdez y Ayala (2005), 2- Formoso (1997), 3- Berretta y Bemhaja (1998).

Los registros obtenidos en el promedio de 13 años muestran una producción anual de MS de 3425 ± 1055 kg de MS/ha/año, acompañado de una desequilibrada distribución estacional con mínimos marcados en invierno (Cuadro No. 1, Bermúdez y Ayala, 2005).

Otros trabajos muestran tendencias similares de producción, tal lo reportado por Formoso (1997) en Cristalino profundo y Berretta y Bemhaja (1998) en un suelo profundo de la Unidad Queguay Chico en Basalto.

En lo que refiere a la calidad de estas pasturas la digestibilidad del forraje total ronda entre 48-62%, mientras que la proteína cruda varía en las diferentes estaciones del año entre 6-9%, afectando radicalmente el comportamiento animal (Ayala et al., 2001).

La baja producción de forraje en invierno ya mencionada es la principal limitante para la producción animal, junto a los aspectos de calidad mencionados (Ayala et al., 1993).

Según Bermúdez y Ayala (2005), estos campos estarían limitados a la cría o al engorde utilizando bajas cargas, lo que traería aparejado baja producción física por hectárea y mayor tiempo para llegar al peso de faena estipulado para los animales (grado de terminación a edades avanzadas).

2.2. PRODUCTIVIDAD DE LAS DIFERENTES CADENAS FORRAJERAS

Formoso (2008) sostiene que el producto animal obtenible por unidad de superficie depende en gran medida de: la maximización de la cantidad de forraje factible

de producir en un ambiente dado y de una eficiente utilización y transformación en carne del mismo.

Esta región, en la medida que se corrijan algunas limitantes, tiene un elevado potencial para producir forraje y condiciones para alcanzar altas producciones animales (Ayala et al., 2001). Es física y económicamente sustentable instalar sistemas de producción animal basados en rotaciones forrajeras realizadas con sistemas de siembra directa en estos suelos (Terra y García Préchac, 2001).

Existe una amplia gama de especies y cultivares que sembrados puros o en mezclas permiten cubrir los requerimientos animales, mediante una alta producción de forraje, mejorando la contribución en períodos críticos, así como la calidad del forraje obtenido (Carámbula, 2002).

2.2.1. Verdeos de invierno

Entre las especies más utilizadas se encuentran gramíneas anuales como avenas negra, amarilla y blanca (*A. strigosa*, *A. byzantina* y *A. sativa* respectivamente) y raigrás anual (*Lolium multiflorum*).

Los diferentes cultivos anuales tienen entre sí una distribución estacional del forraje producido muy variable lo cual permite integrarlos en las diferentes cadenas forrajeras en los momentos que se necesita una rápida entrega de forraje (Carámbula, 2002).

Los verdes de invierno se caracterizan por tener una alta producción de forraje de buena calidad en un corto período de tiempo, siendo importantes para cubrir la escasez de forraje en otoño - invierno (Zanoniani y Noël, 1997).

Según Zanoniani y Noël (1997), Carámbula (2002) debe tenerse en cuenta que estos cultivos presentan un mayor costo con respecto a las pasturas perennes, y dado su corto periodo de utilización hace que sean amortizados en un año, considerándose cultivos costosos.

En general las avenas tienen la ventaja de ofrecer forraje más precozmente en otoño - invierno respecto al raigrás que ofrece forraje en invierno - primavera, determinando que si se requiere una producción de forraje más otoño - invernal se recurra a avenas y más invierno - primaveral a raigrás (Ayala et al., 2010).

Según Carámbula (2002) avena ofrece la quinta parte de su producción en otoño. En comparación, como se observa en el Cuadro No. 2, raigrás tiene una entrega más tardía

de forraje, permitiendo un período de utilización más largo, hasta la primavera (Amigone y Kloster, 1997).

Cuadro No. 2. Distribución estacional y producción total de forraje (kg/ha MS) para avena y raigrás

Zona	Especie	Distribución estacional (%)				Producción total	Autor
		Ver.	Oto.	Inv.	Prim.		
Litoral	Avena	1.5	21	37	41	6636	1
-	Avena	-	32	44	24	4500	2
Litoral	Raigrás	3.2	9.7	35	52	7400 - 9200	1
-	Raigrás	-	18	40	42	7000	2
Este	Raigrás	-	-	-	-	2900 - 6100	3

Referencias: 1- García (2003), 2- Leborgne (2008), 3- Camps et al. (2009).

En el Cuadro No. 3 se presentan los datos de rendimientos promedios, mínimos y máximos, desvío estándar y coeficiente de variación para un promedio de 6 y 7 años reportados por García (2003) para avena y raigrás respectivamente. La producción promedio anual para avena fue de 6636 kg de MS/ha y para raigrás de 7363 kg de MS/ha.

Cuadro No. 3. Rendimientos estacionales y anuales (kg/ha MS), desvío estándar, rendimientos máximos y mínimos para avena y raigrás

Estación	Avena					Raigrás				
	Rend.	SD	CV%	Min.	Max.	Rend.	SD	CV%	Min.	Max.
Otoño	1448	810	56	261	2998	829	474	57	260	1572
Invierno	2497	901	36	1370	4152	3418	704	21	2148	4543
Primavera	2691	933	35	1466	4058	3114	1121	36	743	4336
Total	6636	1295	20	5086	8610	7363	1561	21	5116	9533

Fuente: tomado de García (2003).

En general estas especies presentan en el invierno altos valores de digestibilidad de la materia orgánica, según Rovira (1996) entre un 74 y 76% para avena y raigrás respectivamente. Respecto a la proteína cruda, si bien tiende a descender en la primavera presentando una limitante para los requerimientos animales, raigrás mantiene altos valores hasta noviembre, superiores al 15% (García, 2003). En cuanto a la fibra Moreyra et al. (2014) sugieren valores de 50% o menos para que sean considerados de buena calidad.

En el Cuadro No. 4, se presenta una síntesis de datos publicados por Mieres et al. (2004), correspondientes a un promedio de 8 años, las muestras fueron ingresadas al laboratorio de Nutrición Animal en La Estanzuela en diferentes épocas del año.

Cuadro No. 4. Promedio estacional y desvío estándar para los parámetros de calidad en avena y raigrás

		MS %	PC %	DMO %	FDN %
Avena	O	90.8 ± 3.56	16.3 ± 5.35	66.1 ± 4.44	48.9 ± 6.24
	I	91.9 ± 2.63	17.9 ± 5.60	67.8 ± 4.11	50.1 ± 7.08
	P	93.2 ± 1.94	13.1 ± 5.61	65.1 ± 4.43	51.9 ± 6.88
	V	-	-	-	-
Raigrás	O	94.3 ± 1.43	18.1 ± 1.42	69.2 ± 2.71	55.8 ± 3.96
	I	91.3 ± 3.35	26.1 ± 5.18	72.8 ± 7.29	52.7 ± 7.32
	P	92.4 ± 1.90	16.8 ± 3.98	75.9 ± 5.77	46.7 ± 4.37
	V	93.6 ± 1.79	13 ± 1.96	62.5 ± 2.96	57.9 ± 4.62

Fuente: tomado de Mieres et al. (2004).

Los datos reportados por Mieres et al. (2004) de DMO en promedio son menores a los sugeridos por Rovira (1996), estos tienden a los máximos. Los valores de FDN promedio se asemejan a los sugeridos por Moreyra et al. (2014), en lo referente a PC se observan valores superiores al 15% hasta primavera tal como lo reporta García (2003).

2.2.2. Verdeos de verano

En verano cuando las pasturas generalmente merman en producción de forraje los verdes de verano aparecen como una opción para otorgar estabilidad a los sistemas ganaderos. Estos verdes además de ser pastoreados pueden ser utilizados para reservas forrajeras (Carámbula, 2007).

Los cultivos de mayor relevancia son sorgo (*Sorghum spp.*), moha (*Setaria italica*), maíz (*Zea mays*) y soja (*Glycine max*). Los mismos presentan un rápido crecimiento y están adaptados a las altas temperaturas estivales, Clariget et al. (2015) reportan valores para tasa de crecimiento en el orden de los 50- 70 kgMS/ha/día mientras que Perrachón (2010) publica valores cercanos a 100 kgMS/ha/día.

Según Berlangieri (2008), los sorgos forrajeros permiten el descanso durante el período estival en las praderas convencionales, dado que aportan una importante cantidad de forraje en uno de los períodos de críticos para el crecimiento vegetal. La producción de forraje acumulado para dicha especie se ubica en los 11.452 kg de MS/ha (Cuitiño et al., 2020). Es importante tener consideraciones en momento del pastoreo debido a que contiene ácido cianhídrico (HCN) nocivo para los animales, para un pastoreo seguro Fassio et al. (2002) recomiendan una altura de ingreso no menor a 70 cm que en general ocurre a los 30 días después de la siembra.

De todos los verdes, moha es el que presenta mayor precocidad. Perrachón (2010) afirma que entre los 90 - 120 días este cultivo presenta una producción de 6000

kg de MS/ha, logrando el primer pastoreo a los 30- 40 días. Debido a su mala capacidad de rebrote admite solamente un pastoreo, siendo 25 cm la altura de ingreso recomendada (Nöel, 1996).

En el Cuadro No. 5 son presentados valores de calidad para sorgo forrajero y moha reportados por Mieres et al. (2004).

Cuadro No. 5. Promedio estacional y desvío estándar para los parámetros de calidad en sorgo y moha

		MS%	PC%	DMO %	FDN %
Moha	V	91.1 ± 1.6	12.7 ± 3.98	59.8 ± 3.67	66.3 ± 4.51
	O	91.6 ± 2.54	7.3 ± 3.23	55.9 ± 5.51	68 ± 5.81
Sorgo	V	91.9 ± 2.15	10.9 ± 4.31	57.9 ± 4.69	62.6 ± 5.31
	O	93.7 ± 2.02	8.9 ± 3.91	54.9 ± 4.29	61.3 ± 4.8

Fuente: tomado de Mieres et al. (2004).

2.2.3. Praderas bienales

Este tipo de praderas ofrece una alta producción de forraje de alta calidad en el corto plazo. Además de tener una adecuada distribución estacional por la complementariedad de los ciclos de las especies que las integran, los costos de producción son menores que los verdes dado que se diluyen en dos años.

Según Carámbula (2002), las especies más usadas en el Este son raigrás perenne (*Lolium perenne*), holcus (*Holcus lanatus*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*), mientras que en otras zonas también son relevantes cebadilla (*Bromus catharticus*), festulolium (*Festulolium spp.*) y achicoria (*Cichorium intybus*).

Raigrás perenne presenta una alta producción de materia seca, con alta producción invernal y es recomendado para uso en praderas bienales asociado a trébol rojo. Por su parte, holcus es una gramínea de comportamiento bianual, recomendado para suelos de menor potencial como componente de praderas cortas, presenta buena asociación con leguminosas y tiene buena palatabilidad en vacunos de carne (Ayala et al., 2010).

La lenta recuperación otoñal es el principal problema de gramíneas bianuales para sistemas intensivos. García (2003) sostiene que rinden 30- 50% menos en el segundo invierno. En el Cuadro No. 6 es posible visualizar dicha afirmación y las máximas producciones primaverales, también se presenta el rendimiento estacional y total de las

especies más usadas en la zona Este, es de destacar la mayor producción total al utilizar mezcla de raigrás y trébol rojo.

Según García (2003) holcus en la primera primavera presenta tasas máximas de crecimiento que oscilan los 50- 60 kg de MS/ha/día tendiendo a igualar al raigrás. En el verano la tasa de crecimiento baja considerablemente siendo del orden de 10 kg de MS/ha/día.

Las praderas de ciclo corto formadas por raigrás y trébol rojo presentan tasas estacionales en promedio de 22, 17, 27 y 51 kg de MS/ha/día para otoño, verano, invierno y primavera respectivamente (Formoso, 2011).

Según Carámbula (2002) el raigrás bianual presenta un valor nutritivo muy similar al del raigrás anual. Holcus presenta buena digestibilidad en estado vegetativo y a comienzos de floración (Ayala et al., 2010).

En el Cuadro No. 7, se presentan los datos publicados por Mieres et al. (2004) referentes a los parámetros de calidad estacionales para las especies más usadas en la región Este.

Cuadro No. 6. Rendimiento promedio estacional y total (kg de MS/ha) de raigrás perenne, holcus, trébol rojo y la mezcla de raigrás + trébol rojo para tres años

Rendimiento						
Año	Pastura	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
1	Raigrás perenne	430	2507	4391	1283	8611
	Holcus	388	1982	4629	979	7978
	Trébol rojo	310	1070	4530	2630	8540
	RG + TR					10205
2	Raigrás perenne	798	1574	2499	539	5410
	Holcus	526	1321	3525	354	5726
	Trébol rojo	1270	1480	4190	1880	8820
	RG + TR					12038
3	Raigrás perenne	329	611	600	-	1540
	Holcus	-	-	-	-	-
	Trébol rojo	-	-	-	-	-
	RG + TR	-	-	-	-	-

Fuente: elaborado en base a Díaz Lago et al. (1996), García (2003), Formoso (2011).

Cuadro No. 7. Promedio estacional y desvío estándar para los parámetros de calidad de raigrás perenne, holcus y trébol rojo

		MS %	PC %	DMO %	FDN %
Raigrás perenne	O	89.3	23.3	68.4	-
	I	87.3 ± 1.3	21.1 ± 3.6	81.7 ± 3.9	-
	P	89.4 ± 4.86	16.2 ± 4.62	66.3 ± 12.25	50.7 ± 11.12
	V	92.4 ± 1.88	17.1 ± 3.11	54.0 ± 11.42	55.3 ± 1.29
Holcus	O	85.9 ± 1.1	24.7 ± 3.6	79.8 ± 6.6	-
	I	87.6 ± 1.1	28.0 ± 6.1	76.5 ± 9.8	-
	P	89.8 ± 1.6	19.7 ± 4.2	72.7 ± 10.4	-
	V	91.5 ± 0.4	14.0 ± 2.3	56.8 ± 7.1	-
Trébol rojo	O	92.3 ± 1.8	19.4 ± 2.2	57.7 ± 9.64	42.1 ± 5.6
	I	90.7 ± 2.7	22.5 ± 2.5	61.0 ± 4	44.0 ± 6.9
	P	92.9 ± 1.8	20.3 ± 6.2	61.0 ± 9.5	42.3 ± 10
	V	90.0 ± 2.3	15.8 ± 3.8	52.7 ± 5.3	47.0 ± 3.7

Fuente: tomado de Mieres et al. (2004).

2.2.4. Praderas perennes

Estas praderas producen forraje por cuatro o más años, determinando un mayor período de utilización que les confiere un menor costo, dada la posibilidad de ser amortizadas por más años respecto a los verdes y las praderas cortas. Generalmente se componen de mezcla de gramíneas y leguminosas perennes con ciclos complementarios.

Según Carámbula (2002), festuca (*Festuca arundinacea*), dactilis (*Dactylis glomerata*) y falaris (*Phalaris acuatrica*) son las gramíneas perennes de ciclo invernal más usadas; mientras que las leguminosas más comunes a incluir en este tipo de praderas son trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus corniculatus*).

Formoso, citado por Souza y Presno (2013) afirma que la mezcla formada por festuca + trébol blanco + lotus es indicada para rotaciones de larga duración debido a su comportamiento en el largo plazo y su gran adaptación.

Como se observa en el Cuadro No. 8, en el segundo y tercer año se expresa la máxima producción de materia seca, estando explicada mayormente por las leguminosas (Carámbula, 2002). En el cuarto año esta decrece como consecuencia de la desaparición

de las leguminosas, disminuyendo la producción otoño-invernal y concentrándose en primavera.

Montossi et al. (2013) promediando los valores de tres años para una pradera de ciclo largo de festuca pura o mezcla con leguminosas, encuentran estacionalmente tasas de crecimiento en torno al 25% en verano, 22% otoño, 24% invierno y 41% en primavera.

Por otra parte, en el Cuadro No. 9 son presentados los parámetros de calidad para festuca, trébol blanco y lotus publicados por Mieres et al. (2004).

Cuadro No. 8. Rendimientos estacionales y totales (kg de MS/ha) promedio para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus en cuatro años

Rendimiento						
Año	Pastura	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Total
1	Fe.+TB+L	-	900	3300	1800	6000
	Fe.+TB+L	-	450	3150	900	4500
2	Fe.+TB+L	2000	1800	3800	1400	9000
	Fe.+TB+L	2200	2000	4300	1500	10000
3	Fe.+TB+L	1200	1000	3000	800	6000
	Fe.+TB+L	1400	1120	3500	980	7000
4	Fe.+TB+L	1000	800	3000	700	5500
	Fe.+TB+L	700	650	3000	650	5000

Fuente: elaborado en base a García (2003), Leborgne (2008).

Cuadro No. 9. Promedio estacional y desvío estándar para parámetros de calidad de festuca, trébol blanco y lotus

		MS %	PC %	DMO %	FDN %
Festuca	O	92.9 ± 1.2	12.0 ± 1.6	65.3 ± 5.4	48.3 ± 13
	I	85.6 ± 1.8	21.9 ± 2.9	69.3 ± 9	39.3 ± 4.3
	P	92.4 ± 1.7	13.9 ± 3.5	60.4 ± 9.8	53.3 ± 4.7
	V	92.4 ± 3.3	13.5 ± 2.5	61.8 ± 2.8	59.9 ± 4.3
Trébol blanco	O	89.7 ± 5.9	21.6 ± 3.4	63.6 ± 7	43.2
	I	90.9 ± 1.8	24.7 ± 4.2	65.0 ± 4.8	35.8 ± 4.1
	P	88.5 ± 2.1	23.8 ± 3.5	59.7 ± 11	35.2 ± 5.3
	V	89.0 ± 0.2	16.0 ± 1	58.4 ± 2.9	-
Lotus	O	90.0 ± 1.5	16.8 ± 2.8	53.0 ± 6.4	46.1 ± 5.6
	I	88.8 ± 2.5	17.4 ± 3.7	53.6 ± 8	51.8 ± 5
	P	90.5 ± 3	20.1 ± 4	59.9 ± 6	45.1 ± 4
	V	90.6 ± 2.2	16.4 ± 3.5	57.5 ± 7.7	45.2 ± 10

Fuente: tomado de Mieres et al. (2004).

2.2.5. Pradera con festuca de alta producción

Las gramíneas perennes sembradas puras son adecuadas para el engorde de novillos, por ser una fuente importante de proteína y tener un alto contenido de carbohidratos, siempre y cuando sean manejadas de forma correcta, con una altura de ingreso no menor a 10 - 15 cm (Carámbula, 2002).

Entre las más utilizadas se encuentra festuca (*Festuca arundinacea*), adaptada a las condiciones de suelo - ambiente del país y de gran importancia en producciones intensivas por un alto potencial de crecimiento en el primer verano y en el otoño - invierno siguientes (Formoso, 2010).

En general, la festuca presenta precocidad otoñal media, un rápido rebrote a fines de invierno y una floración temprana de setiembre – octubre, admitiendo pastoreos intensos y frecuentes. Esta especie requiere de altas fertilizaciones nitrogenadas, no solo para mantener el potencial de producción, sino para no perder calidad y apetecibilidad (Carámbula, 2002).

El pico de máximas tasas de crecimiento ocurre en primavera y en el primer año ronda los 50 kg de MS/ha/día, en el verano se mantienen entre los 10 y 20 kg de MS/ha/día, aumentando gradualmente en otoño para volver a descender en el invierno (García, 2003).

En el Cuadro No. 10, se presentan los datos publicados por Pereyra (2019) en Palo a Pique para los cultivares Fortuna y Aurora. La fecha de siembra para INIA Fortuna fue otoño 2013 mientras que para INIA Aurora fue otoño 2014. Es de destacar la alta productividad forrajera y la equilibrada distribución estacional de ambos cultivares, es importante mencionar que esas elevadas producciones de forraje fueron logradas con altas fertilizaciones nitrogenadas (400 kg de urea/año).

Cuadro No. 10. Producción estacional y total anual de materia seca (kg/ha) para festuca cultivares INIA Fortuna e INIA Aurora

A) INIA Fortuna						B) INIA Aurora					
Año	V	O	I	P	Total anual	Año	V	O	I	P	Total anual
1	4289	5310	3254	4347	17199	1	1438	2118	3723	2290	9569
2	3348	1638	3860	2906	11752	2	1659	4045	3854	3960	13518
3	806	3545	3261	3444	11055	3	3803	3138	2049	2006	10996
4	4029	3513	1959	2377	11878						
Prom.	3118	3501	3084	3268	12971	Prom.	2300	3100	3209	2752	11361

Fuente: tomado de Pereyra (2019).

En cuanto a los parámetros de calidad, Agnusdei et al. (2014) mencionan que la digestibilidad de la materia seca en estado vegetativo presenta valores entre 70-75%, proteína bruta mayores al 15% y fibra detergente neutro 50%, lo que permitiría obtener ganancias de pesos entre los 0.7 a 1.0 kg/animal/día.

En el Cuadro No. 11, se presentan los parámetros de calidad publicados por Pereyra (2019) para dos cultivares de festuca en Palo a Pique, la digestibilidad se encuentra por debajo de los valores promedios mencionados por Agnusdei et al. (2014) y los valores de fibra por encima.

Cuadro No. 11. Parámetros de calidad estacionales (proteína cruda, digestibilidad, fibra detergente neutro) para INIA Fortuna e INIA Aurora

		Verano	Otoño	Invierno	Primavera
PC%	Fortuna	10.9	14.6	17.2	13.5
	Aurora	10.9	17.5	18	12.8
Dig. %	Fortuna	58.7	60.7	66.3	66.3
	Aurora	55.8	60.3	64.7	61.1
FDN	Fortuna	64.1	60.5	56.6	58.4
	Aurora	63.2	60.3	56.9	60.2

Fuente: tomado de Pereyra (2019).

2.3. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE ANIMALES EN RECRÍA E INVERNADA

Los requerimientos nutritivos varían en las distintas etapas de la vida del animal, conocerlos permite realizar la mejor combinación categoría - pastura para lograr una máxima proporción de músculo, mínima de hueso y óptima de grasa.

2.3.1. Requerimientos de energía

El aporte energético del alimento que es efectivamente utilizado por el animal es la energía neta, ésta es la proporción de la energía metabolizable que queda retenida en el animal como productos y/o se utiliza en las funciones de mantenimiento del organismo, la eficiencia de uso de la EN difiere si es para los procesos de mantenimiento o para ganancia (Marichal y Trujillo, 2000).

Los requerimientos de EN dependen del peso vivo y de las tasas de ganancias medias diarias (Cuadro No. 12).

Cuadro No. 12. Requerimientos de energía neta de mantenimiento y energía neta de ganancia según nivel de peso vivo y ganancia diaria para bovinos de carne

PV (kg)	GD (kg/día)	ENm (Mcal/día)	ENg (Mcal/día)
250	0.4	4.8	1.2
	0.8	4.8	2.7
	1.2	4.8	4.1
300	0.4	5.6	1.4
	0.8	5.6	3
	1.2	5.6	4.7
400	0.4	6.9	1.8
	0.8	6.9	3.8
	1.2	6.9	5.9
500	0.4	8.1	2.1
	0.8	8.1	4.5
	1.2	8.1	7

Fuente: adaptado de NRC (2016).

Los requerimientos de ENm se incrementan con el PV, manteniéndose constantes cuando la tasa de ganancia diaria aumenta, en cambio la ENg se incrementa con los aumentos en el PV y las mayores tasas de GMD. Cuando el consumo de EN sea inferior a los requerimientos de ENm se producirán pérdidas de peso, en tanto cuando el consumo sea mayor al demandado para mantenimiento ocurrirán aumentos en el PV (Cepeda et al., 2005).

Cibils et al. (1997), mencionan que por el tipo de tejidos que están depositando los animales, hueso, músculo (creciendo) o grasa (engordando o almacenando), a menor peso vivo menor gasto de mantenimiento; los animales jóvenes usan más eficientemente los nutrientes que los adultos, independientemente de la edad, a mejor estado mayor es la ineficiencia en convertir pasto en peso vivo, dado por la mayor deposición de grasa.

Es necesario resaltar que cuando los animales se encuentran en pastoreo, esta actividad se traduce en un costo extra energético que se debe a las acciones de caminar y cosechar el forraje, aumentando los requerimientos de mantenimiento en 10 - 15% aproximadamente (Di Marco y Aello, 2003).

2.3.2. Requerimientos de proteína

Según Marichal y Trujillo (2000) para maximizar el comportamiento productivo animal, se requiere adecuar el suministro proteico por parte de los alimentos con los

requerimientos del animal, los que van a variar según especie, edad y estado fisiológico, siendo el valor de proteína diferente para cada situación.

Cuando los animales avanzan en crecimiento la participación de la proteína en la ganancia de peso disminuye; por ejemplo, animales de 300 kg vs. 500 kg ganando 0.4 kg/día presentan requerimientos de 129 y 93 g/día respectivamente. Sin embargo, cuando se trata de categorías en crecimiento los requerimientos de proteína aumentan (Cuadro No. 13).

Cuadro No. 13. Requerimientos de proteína de mantenimiento y de ganancia según nivel de ganancia diaria y peso vivo para bovinos de carne

PV (kg)	GD (kg/día)	PMm (g/día)	PMg (g/día)
250	0.4	239	126
	0.8	239	243
	1.2	239	356
300	0.4	274	129
	0.8	274	247
	1.2	274	359
400	0.4	340	113
	0.8	340	210
	1.2	340	302
500	0.4	402	93
	0.8	402	169
	1.2	402	238

Fuente: adaptado de NRC (2016).

2.4. PERFORMANCE ANIMAL EN SISTEMAS PASTORILES

Terra et al. (2003) sostienen que en sistemas intensivos de producción animal basados solamente en pasturas se debería lograr un equilibrio entre la performance individual de los animales y la productividad.

Entre los principales factores que afectan la productividad física (kg carne/ha) se encuentran la carga animal (UG/ha) y la ganancia de peso vivo (kg/animal/día). Mott (1960) afirma que la carga afecta la ganancia de peso por animal y la producción de carne por unidad de superficie, disminuyendo la producción física por hectárea en el momento que la dotación supera el óptimo.

Quinodoz (2012) menciona que el concepto de eficiencia de cosecha (cociente entre lo consumido y lo disponible) no refleja nada sobre el desempeño individual de los animales que pastorean pasturas naturales o cultivadas, en cambio refiere a que el concepto de eficiencia de utilización del forraje es más amplio considerando la producción individual de los animales, además relaciona que cuando la eficiencia de cosecha ronda un 50% la eficiencia de utilización promedio es 100% o más.

Los valores más comunes de eficiencia de conversión del pasto consumido en carne oscilan entre los 7 - 9 kg de MS en pasturas de alta digestibilidad y 18 - 22 kg de MS para pasturas de mala digestibilidad (Cibils et al., 1997).

Dichos valores también varían según el peso vivo, en este sentido Clariget (2019) publica resultados de 23 ensayos a nivel nacional sobre la eficiencia de conversión del pasto desaparecido en pasturas cultivadas. La misma disminuye a medida que los animales aumentan de peso, reportando por ejemplo valores de 6.5 para pesos entre 150- 250 kg y de 10 para pesos entre 250 y 350 kg.

Cuando la base forrajera se compone únicamente de pasturas naturales, es altamente probable que todas las categorías registren pérdidas de peso invernales (Quintans et al. 1994, Gamio et al. 1995, Ayala y Carámbula 1996, Ochoa y Vidal 2004), resaltando la dependencia de factores tales como región, tipo de campo y manejo previo a la cual son sometidos los animales. Según Quintans et al. (1994), en invierno estas pasturas resultan en una limitante para las categorías en crecimiento, las cuales registran pérdidas entorno al 20% en dicha estación (ver Figura No. 3).

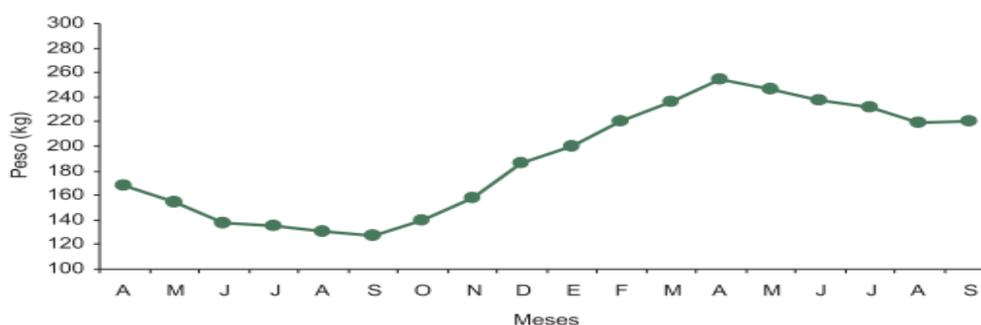


Figura No. 1. Evolución del peso vivo de terneras desde el destete hasta el segundo año de vida manejadas sobre campo natural en la zona Este (Unidad Alférez)

Fuente: tomado de Quintans (2008).

Pittaluga et al. (1998) mencionan que, una adecuada recría debería de obtener ganancias moderadas entrono a los 200 gramos diarios en los primeros inviernos de vida, en esta etapa es donde el animal convierte eficientemente alimento en músculo y hueso.

Pigurina et al. (1997) sostienen que el tamaño final adulto se ve afectado si ocurren restricciones severas a nivel proteico cuando las pasturas naturales presentan un 9% o menos de proteína cruda, condiciones frecuentes en esta estación en dichas pasturas.

Al entrar la primavera con una mayor cantidad y calidad del forraje ofrecido los terneros recuperan peso y estado corporal gracias al “crecimiento compensatorio” este manejo si bien mejora peso y estado corporal retarda el crecimiento potencial de los terneros afectando luego la recría, edad de faena de machos, entore de hembras o posibilidades de ventas (Pigurina, 1993).

En verano se logran altas ganancias de peso que se corresponden con una alta tasa de crecimiento de las especies estivales y un menor valor nutritivo (dado por la maduración de las especies invernales); esta combinación en cantidad y calidad hace que a pesar de ser la estación con menores niveles de proteína cruda y energía, las ganancias sean superiores a las de otoño y en ocasiones similares a las de primavera (Pigurina et al., 1998).

En cambio, en otoño Pigurina et al. (1998) registran bajas ganancias de peso y con una alta variación (CV 125%), a pesar de presentar un buen crecimiento de la pastura la calidad es intermedia, si bien comienza la brotación de especies invernales hay en el forraje disponible acumulación de restos secos provenientes del verano.

Es importante mantener al animal con un óptimo crecimiento en todas las fases del desarrollo para lograr desde el punto de vista de la eficiencia biológica del proceso de producción de carne, un menor costo energético por kg de peso producido y la terminación de animales a edades tempranas (Beretta y Simeone, 2008).

Pigurina et al. (1998) en la región Basalto, sostienen que con una carga fija de 0.6 UG/ha mediante pastoreo continuo en campo natural es posible lograr valores de producción de 75 kg de peso vivo/ha/año, en cambio cuando el pastoreo es con una carga de 0.9 UG/ha los valores reportados ascienden a 125 kg de peso vivo/ha/año. Bermúdez y Ayala (2005) en la región Este sobre campo natural de lomadas registran productividades físicas que rondan los 84 y 108 kg peso vivo/ha/año para una carga de 1.07 UG/ha en pastoreo rotativo y 0.92 UG/ha en pastoreo continuo respectivamente.

En el Cuadro No. 14 se presenta un resumen de trabajos sobre performance animal de diferentes categorías y estación del año sobre campo natural de la Unidad Alférez. Como es posible visualizar durante el invierno todas las categorías registran pérdidas de peso, independientemente de la disponibilidad de forraje y de la carga animal. Por otra parte, en la categoría novillos en las demás estaciones las ganancias oscilan entre 0.274 y 0.846 kg/animal/día.

Cuadro No. 14. Resumen de trabajos sobre desempeños de distintas categorías pastoreando campo natural de la Unidad Alférez en diferentes estaciones

Categoría animal	Estación	Disponibilidad	Carga	GMD	Autor
Terneras	Invierno	1500	0.5	-0.1	1
		2000	0.7	-0.082	
		2800	1.3	-0.05	
Terneros	Invierno	1010	0.54	-0.04	2
		1283		-0.176	
		1307		-0.033	
Vaquillonas de sobreño	Invierno	1800	0.8	-0.088	1
		2900	1.1	-0.23	2
Novillos	Otoño	s/d	0.92	0.317	3*
	Invierno	s/d		-0.316	
	Primavera	s/d		0.846	
	Verano	s/d		0.274	

Referencias: * datos UEPP (1994); disponibilidad (kg de MS/ha); carga (UG/ha); GMD (kg/animal/día); 1- Quintans et al. (1994), 2- Gamio et al. (1995), 3- Ayala y Carámbula (1996).

Diversos autores han evaluado la respuesta animal considerando distintas categorías pastoreando pasturas de calidad, existiendo diferencias en cuanto a ganancias diarias logradas, el resumen de algunos de estos trabajos se observa en el Cuadro No. 15.

Cuadro No. 15. Resumen de trabajos sobre desempeños de distintas categorías animales pastoreando pasturas de calidad

Pastura	Categoría animal	Disponibilidad	AF	GMD	Autor
Avena	Terneros	s/d	2	0.53	1
			3	0.764	
			4	0.75	
Pradera mezcla	Terneros	s/d	2.5	0.272	2
			5	0.457	
Raigrás	Novillos	1972	2.5	0.873	3
			5	1.348	
Sorgo	Novillos	s/d	7.3	0.930	4
Pradera mezcla TB+L+ F (O- I)	Novillos	s/d	2.5	0.752	5
Pradera mezcla TB+L+F (P-V)	Novillos	1800-2000	5.7	1.327	6
			10	0.665	

		Novillos				
Mejoramientos (TB+ L)	O	s/d	s/d	0.655	7	
	I	s/d	s/d	0.123		
	P	s/d	s/d	1.176		
	V	s/d	s/d	0.845		
Praderas mezcla	Vacas de descarte	1400- 1600	2	0.400-0.900	8	
		1600- 1625	2	0.96- 1.0		

Referencias: disponibilidad (kg de MS/ha); asignación forrajera (kg MS/100 kg PV); GMD (kg/animal/día); 1- Mendez y Davies, citados por Damonte et al. (2004), 2- Simeone y Beretta (2005), 3- Bartaburu et al. (2003), 4- Berlangieri (2008), 5- Luzardo et al. (2010), 6 - Beretta y Simeone (2008), 7- Ayala y Carámbula (1996), 8- Montossi y Lagomarsino (2017).

Las diferencias de ganancias medias diarias de peso de animales sobre campo natural respecto a las de pasturas de calidad son notorias. Simeone y Beretta (2005) evaluando terneros en invierno sobre praderas mezcla utilizando una AF de 2.5% logran ganancias diarias de 0.272 kg/animal/día.

En lo que refiere a productividad física (kg/ha de PV) Bartaburu et al. (2003) utilizando novillos con una disponibilidad de 1972 kg de MS/ha en raigrás obtienen producciones de 214 kg carne/ha. Por otra parte, Carriquiry et al. (2002) utilizando la misma categoría logran producciones físicas inferiores, rondando los 107 kg carne/ha con una disponibilidad de 2991 kg de MS/ha en avena + raigrás.

2.4.1. Respuesta animal a la suplementación en sistemas pastoriles

2.4.1.1. Conceptos generales de la suplementación

Para compensar la limitante que presentan las pasturas de buena calidad De León y Ustarroz (2004) sugieren el uso de suplementos, además mencionan que los objetivos que persiguen dicha práctica son aumentar la ganancia diaria y/o aumentar la carga del sistema.

La suplementación mejora la eficiencia productiva del sistema, se promueve un mayor consumo de nutrientes, logrando que los animales alcancen pesos de faena a edades más tempranas, también se contribuye a un manejo adecuado de la relación pastura-animal (Simeone y Beretta, 2004).

Risso et al. (1997b) mencionan que para suplementar además de los minerales es posible recurrir a diversos materiales como:

- a) pasturas diferidas y/o verdes específicos o doble propósito.

- b) concentrados energéticos (por lo general granos y algunos de sus subproductos), concentrados proteicos (harinas de origen vegetal o animal, urea, etc.).
- c) voluminosos o forrajes conservados como silo o heno (pasturas o cultivos con ese propósito o rastrojos de cultivos para grano).

Pordomingo (2001) sostiene que las reservas forrajeras constituyen una herramienta fundamental para intensificar los sistemas pastoriles, permitiendo transferir forraje a épocas de déficit favoreciendo así el manejo de la carga en el sistema. En el mismo sentido, Irigoyen (2009) menciona que las reservas permiten aprovechar los excedentes y equilibrar la oferta con la demanda de los animales, ajustando la carga a un nivel más alto.

2.4.1.2. Resultados experimentales de suplementación de animales en pastoreo

A continuación, se presentan en el Cuadro No. 16 un resumen de la respuesta a la suplementación energética y/o proteica de diferentes categorías sobre campo natural de la Unidad Alférez.

Cuadro No. 16. Resumen de trabajos experimentales de suplementación proteica y/o energética de diferentes categorías pastoreando en invierno campo natural de la Unidad Alférez

Categoría	Pastura	Suplemento	Nivel de suplemento	GMD	Carga	EC	Autor
Terneras	CN	Testigo	0	-0.05	1.3	4.7:1	1
		EG		0.2			
		Sorgo molido	0.7	0.1			
		Af. de arroz		0.2			
Terneras	CN	Testigo	0	-0.1	0.5	3.2:1	1
		Af. de arroz crudo	0.7	0.193			
Vaquillonas de sobreño	CN	Testigo	0	-0.23	0.7	4.2:1	1
		Af. de arroz crudo	0.7	0.17			
Terneros	CN	Sorgo GH + EG	1	0.363	1.5	4.5:1	2
		Sorgo GH + SP		0.419			

Referencias: GMD (kg/animal/día); carga (UG/ha); EC (kg suplemento/kg PV adicional); GH = grano húmedo; EG = expeller de girasol; SP (30% PC); nivel de suplemento (%PV); 1- Quintans et al. (1994), 2- Rovira y Velazco (2014b).

En invierno se producen pérdidas de peso vivo entorno a los 0.080 - 0.100 kg/animal/día cuando los animales pastorean únicamente campo natural con cargas de 1.5 y 0.5 UG/ha respectivamente. En cambio, cuando se suministran suplementos como el afrechillo de arroz en forma estratégica es posible mantener ganancias de peso que rondan los 0.200 kg/animal/día en terneras y vaquillonas de sobreaño (Quintans et al., 1994).

Rovira y Velazco (2014b), Benítez et al. (2014) suplementando a terneros con grano de sorgo húmedo registran ganancias de peso similares para dicha estación. Para el caso de los novillos con suplementación, Rovira et al. (2014a) obtienen ganancias de peso de 0.493 kg/animal/día, en este caso las ganancias logradas son a expensas de un alta EC.

Cuando la base forrajera son pasturas de calidad, la suplementación produce sobre el animal y el sistema beneficios que contribuyen a mejorar el resultado global. En el Cuadro No. 17 se presenta un resumen de trabajos con respuesta a la suplementación energética y/o proteica de diferentes categorías sobre pasturas de calidad.

Cuadro No. 17. Resumen de trabajos experimentales de suplementación proteica y/o energética de diferentes categorías sobre pasturas de calidad en tres estaciones

	PV	Pastura	Suplemento	AF	Nivel de suplemento	GMD	EC	Producción carne	Autor
Verano Novillos	280	Pradera mezcla	Grano sorgo	3	0	0.299	6:1	s/d	1
					1%	0.761		s/d	
				6	0	0.483	9:1	s/d	
					1%	0.804		s/d	
Otoño Novillos	321	Raigrás	Maíz grano	2.5	0	0.038	8:1	330.3	2
					1%GE	0.447		424.1	
				5	1%GM	0.455	7.6:1	427.4	
					0	0.525		383.2	
				5	1%GE	0.882	6.7:1	423.7	
					1%GM	1.002		436.5	
Inv. Ter.	155	Raigrás	Maíz grano	2.5	0	0.539	6.31:1	193	3
					1%GE	0.779		276	

Referencias: PV (kg); AF (kg MS/100 kg PV); GMD (kg/animal/día); nivel de suplemento (%PV); GE = grano entero; GM = grano molido; EC (kg suplemento/ kg PV adicional); producción de carne (kg/ha); 1- Simeone y Beretta (2004), 2- Damonte et al. (2004), 3- Cepeda et al. (2005).

En verano, la baja calidad de la pastura sumado a las altas temperaturas disminuye el consumo y con ello la performance animal. Animales suplementados con grano de sorgo a bajas asignaciones registran ganancias de 0.760 kg/animal/día y EC en torno a 6:1 (Simeone y Beretta, 2004).

Simeone y Beretta (2008) sostienen que las bajas performances logradas en el otoño cuando se pastorean pasturas de calidad son atribuibles mayormente a un consumo insuficiente de materia seca, dado por el elevado contenido de humedad del forraje. En cambio, cuando son suplementados a AF del 5% PV obtienen ganancias que rondan los 0.942 kg/animal/día. La aplicación de suplementación se traduce en un aumento de 100 kg/carne/ha aproximadamente (Damonte et al., 2004).

Elizondo et al. (2003), en invierno al suplementar novillos con maíz grano al 1% PV con asignaciones de 5% registran ganancias de 1.300 kg/animal/día. En cambio, para terneros Cepeda et al. (2005) registran valores que rondan los 0.779 kg/animal/día con AF restringidas.

El Cuadro No. 18 sintetiza información acerca de la respuesta animal ante el suministro de voluminosos sobre pasturas de alta calidad en distintas estaciones del año. En este sentido, Bidegain et al. (2007) no encontraron diferencias significativas entre los

tratamientos, sin la aplicación de fardos o cuando el mismo es suministrado *ad libitum* o de forma restringida los animales presentan una ganancia diaria similar.

Ferreira Chávez et al. (2002), Messa y Bono (2005) no encontraron diferencias en GMD con el suministro de fardos. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por Rearte y Pieroni (2001), las bajas performances en invernada cuando son suministrados fardos se deben a la baja calidad del mismo.

Cuadro No. 18. Resumen de trabajos nacionales de novillos suplementados con alimentos voluminosos pastoreando pasturas de calidad en otoño- invierno

Estación	PV	Pastura	AF	Suplemento	Nivel de suplemento	GMD	EC	Autor
Invierno	348	Raigrás	5	Fardo moha	0	0.985	21:1	1
					0.25	0.943		
					<i>ad libitum</i>	0.853		
Invierno	369	Raigrás	5	Fardo moha	0	1.273	8.3:1 10.8:1	2
					0.25	1.379		
					<i>ad libitum</i>	1.175		
Otoño	275	I) F+ RG+ TB+AA	4	Heno raigrás de baja calidad	s/fardo	0.7	3	
		II) dactylis+ TB+AA			c/fardo	0.82		
Invierno	408	Raigrás/ avena	8.2	Heno de limpieza de pradera	s/fardo	1.39	4	
					c/fardo	1.38		

Referencias: PV (kg); AF (kg MS/100 kg PV); nivel de suplemento (%PV); GMD (kg/ animal/día); EC (kg suplemento/kg PV adicional); 1- Bidegain et al. (2007), 2- Contatore et al. (2007), 3- Mesa y Bono (2005), 4- Ferreira Chaves et al. (2002).

2.5. PRODUCCIÓN FÍSICA DE LOS DIFERENTES SISTEMAS

En el Cuadro No. 19 se presenta un resumen de las producciones anuales de los diferentes sistemas. Para el mismo sitio experimental Terra et al. (2003) en un estudio de intensidades de uso del suelo, presentan un promedio de cuatro años (1996-1999) en la producción de carne vacuna, sobre los sistemas rotación corta, rotación larga y cultivo continuo, destacando la alta producción lograda respecto a otras zonas tradicionales del país y el potencial que tiene para el proceso de invernada. A modo de ejemplo Risso (1997a), publica valores de producción de carne muy similares a los reportados por Terra et al. (2003) sobre una pastura de festuca, trébol blanco y lotus en La Estanzuela.

En la Unidad Experimental INIA Palo a Pique se evaluó la producción física sobre dos cultivares de festuca en los procesos de recría y engorde de novillos (Pereyra,

2019) en un promedio de tres años para INIA Aurora y cuatro años para INIA Fortuna. En el mismo sitio, Carrera et al. (1996) reportan datos de productividad en un mejoramiento extensivo de tercer año formado por trébol blanco y lotus para diferentes cargas.

Cuadro No. 19. Resumen de diferentes resultados de trabajos nacionales sobre producción física anual (kg PV/ha) en rotación larga, rotación corta, festuca de alta producción, cultivo continuo y mejoramiento extensivo

	Carga (UG/ha)	Producción física	Autor
Rotación corta	-	518	1
Rotación larga	- 2.5	474 491	1 2
Festuca alta producción:			
Fortuna	2.26	530	3
Aurora	2.15	472	
Cultivo continuo (verdeos invierno y verano)	-	476	1
Mejoramiento extensivo (3er. año)	1.07 1.22	220 238	4

Referencias: 1- Terra et al. (2003), 2- Risso (1997a), 3- Pereyra (2019), 4- Carrera et al. (1996).

2.6. HIPÓTESIS

La hipótesis en la que se enmarca este trabajo es que existen diferentes combinaciones de estrategias ganaderas y sistemas pastoriles y pastoriles - agrícolas que permiten alcanzar una alta producción de carne por ha, compatibilizando la intensificación productiva con la sustentabilidad económica.

La meta es lograr 400 kg PV/ha en un año con diferentes estrategias ganaderas y sistemas pastoriles y/o pastoriles - agrícolas en la región Este.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1. Ubicación del sitio experimental

El trabajo se realizó en la Unidad Experimental “Palo a Pique” de INIA Treinta y Tres, ubicada sobre la ruta nacional No. 19 (33°15'54.4"S 54°29'28.1"W). El cual fue llevado a cabo entre los meses de mayo 2019 y abril 2020, completando un ejercicio de 365 días.

3.1.2. Origen y antecedentes del sitio experimental

Hace 26 años (1995 hasta la fecha), es llevado a cabo en la Unidad Experimental Palo a Pique un experimento de largo plazo que evalúa en suelos con algunas limitaciones cuatro rotaciones cultivos - pasturas con siembra directa, bajo pastoreo.

El enfoque de las rotaciones en los primeros años fue agrícola- forrajero destinado a la producción de carne bajo pastoreo; además a nivel parcelario se evaluó la viabilidad de la siembra directa en cada una de las fases de las rotaciones como alternativa al laboreo (Terra y García-Préchac, 2001).

Luego, se realizaron ajustes de diseño siguiendo las necesidades de generar información actualizada para la realidad agropecuaria. En 2005 se subdividieron las unidades experimentales para poder incluir cultivos graníferos sobre estos suelos manteniendo las mismas pasturas. Posteriormente, se incorpora una rotación forrajera con dos cultivares de festuca y áreas de campo natural como soporte para el ganado (Terra et al., 2009).

En la actualidad, el rediseño intenta abarcar la heterogeneidad de los sistemas productivos, centrados en cómo interactúan diferentes estrategias ganaderas con las rotaciones cultivo pasturas (Rovira et al., 2020).

3.1.3. Descripción del sitio experimental

El experimento se compone de cuatro sistemas agrícolas - forrajeros, cada uno con su estrategia ganadera correspondiente. Son sistemas de producción semi-comercial que por su complejidad y escala no tienen repeticiones en el espacio, pero sí en el tiempo.

Cada sistema presenta un área de soporte de campo natural para su uso estratégico que corresponde a un 25-30% del área de cada rotación. Los cuatro sistemas contabilizan un total de 150 ha. En 3 de los 4 sistemas existe un área agrícola con producción de

cultivos de grano, pero a los efectos de la presente Tesis sólo se considera para el análisis la fase ganadera de cada sistema, por lo que la superficie total se reduce a 112 ha.

Los animales en pastoreo son de raza Hereford, Aberdeen Angus o cruza HE x AA. Para la asignación de las diferentes categorías a los sistemas se realizó un ajuste de la mejor estrategia ganadera para cada rotación forrajera para potenciar la productividad de cada sistema, evitando deteriorar o favorecer alguno en particular.

3.1.4. Descripción de los sistemas

A continuación, en las Figuras No. 2, No. 3 y No. 4 se presenta la distribución espacial de los sistemas, un esquema con el diseño de las rotaciones, su área de soporte y estrategia ganadera y la proporción que ocupa cada pastura en cada rotación respectivamente.

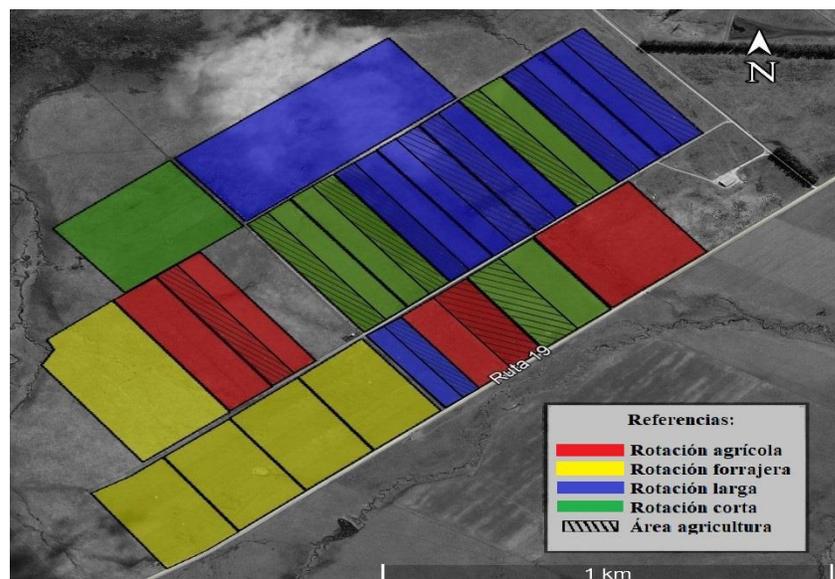


Figura No. 2. Distribución espacial de las rotaciones

Fuente: adaptado de Rovira et al. (2020).

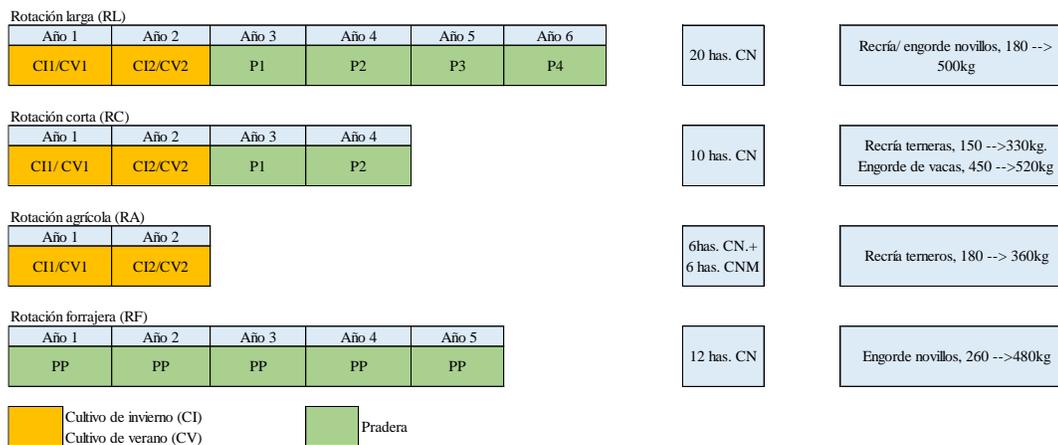


Figura No. 3. Diseño de las rotaciones. Los subíndices indican la secuencia de los cultivos o la edad de la pastura

Fuente: adaptado de Rovira et al. (2020).

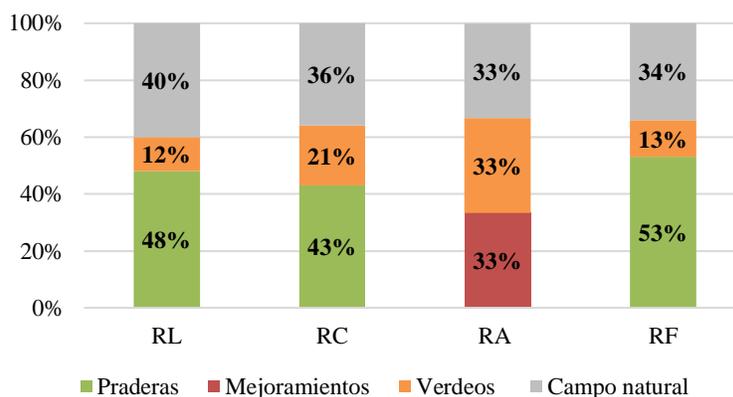


Figura No. 4. Porcentaje de pasturas en las distintas rotaciones

3.1.4.1. Rotación larga (RL)

El sistema consta de una rotación pastura – cultivos forrajeros de seis años con dos años de verdes (avena – sorgo forrajero – raigrás – moha) y cuatro años de una pradera de festuca (*Festuca arundinacea*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus corniculatus*). El área total de pastoreo son 50 has (24 has de praderas, 6 has de verdes y

20 has de campo natural). El promedio anual de la superficie de pastoreo ganadero (SPG) fue de 44 ha.

Se realiza la recría de 50 terneros y el engorde de 44 novillos. Los terneros ingresan al sistema en el otoño con 180 kg/animal y se mantienen en el sistema durante 20-22 meses hasta alcanzar los 500 kg/animal aproximadamente en la primavera y verano del ejercicio siguiente.

En el período de estudio los terneros fueron suplementados al 1.1% del PV promedio, con una mezcla compuesta por 85% de grano húmedo de sorgo y 15% de núcleo proteico por un período de 85 días (5 junio al 29 de agosto). En tanto que los novillos fueron suplementados hacia fines del invierno únicamente con grano de sorgo húmedo a razón del 1.1% del PV promedio, en este caso el período de suplementación es desde el 23 de julio al 28 de agosto (36 días). En proporción los novillos recibieron el 48% del total del suplemento del sistema en tanto que los terneros el 52%.

3.1.4.2. Rotación corta (RC)

La rotación pastura - cultivo es de cuatro años y consta de dos años de cultivos forrajeros (misma secuencia que en RL) y dos años de una pradera compuesta por trébol rojo (*Trifolium pratense*) y *Holcus lanatus* y/o raigrás perenne. El área total de pastoreo son 28 has (12 has de praderas, 6 has de verdeos y 10 has de campo natural). El promedio anual de la superficie de pastoreo ganadero (SPG) fue de 22 ha.

Este sistema tiene como objetivo ganadero la recría de 44 terneras de refugio y el engorde de 15 vacas de descarte, ambas categorías provenientes del rodeo de cría de la Unidad Experimental Palo a Pique. Las terneras ingresan al sistema con 150 kg/animal después del destete y se mantienen hasta alcanzar los 330 kg/animal para venderse como vaquillonas de reemplazo o para engorde. Las vacas falladas o vacas viejas ingresan al sistema con 450 kg/animal y son mantenidas hasta que alcanzan 530 kg/animal aproximadamente, permaneciendo en el sistema por al menos 90 días.

Para este sistema se suplementaron las terneras en el período que abarca desde el 16 de junio al 29 de agosto (73 días), a razón del 1.1% del PV promedio, con una mezcla de 85% grano de sorgo húmedo y 15% de núcleo proteico.

3.1.4.3. Rotación agrícola (RA)

Sistema compuesto por dos años de cultivos forrajeros, con la misma secuencia planteada para RL y RC. La única diferencia es que la avena es sembrada consociada a trébol persa (*Trifolium resupinatum*). El área total de pastoreo son 18 hectáreas, formadas por 6 has de campo natural, 6 has de campo natural mejorado (festuca, trébol blanco y

lotus) y 6 has de verdeos. El promedio anual de la superficie de pastoreo ganadero (SPG) fue de 15 ha.

A diferencia de RL y RC, el área de pastura mejorada en RC no rota con los cultivos forrajeros, sino que se mantienen en áreas separadas. Se realiza la recría de 34 terneros, éstos ingresan en el otoño con 180 kg de PV hasta alcanzar 360 kg PV en un año aproximadamente, momento en el que son comercializados para engorde a corral.

En invierno los terneros son separados en dos lotes. El lote de terneros que reciben suplemento está conformado por 14 animales y son suplementados con una mezcla de 85% de grano de sorgo húmedo y 15% de núcleo proteico a razón del 1.1 % del PV promedio. En este caso el período de suplementación fue de 85 días (5 junio al 29 de agosto).

3.1.4.4. Rotación forrajera (RF)

Este sistema no presenta cultivos forrajeros en forma estructural. Su área total de pastoreo son 36 has, compuestas por 19.2 has de praderas de festuca pura, 4.8 has de verdeos y 12 has de campo natural. El promedio anual de la superficie de pastoreo ganadero (SPG) fue de 31 ha.

El área de verdeo incorporada con raigrás y teff grass en el ejercicio (2019/20) fue coyuntural y precede a la resiembra de festuca a realizar en el siguiente ejercicio productivo.

Se especializa en la terminación de 47 novillos, los mismos ingresan a finales de primavera con un peso promedio de entrada de 260- 280 kg/animal alcanzando un peso de salida de 480- 500 kg/animal en un período de 12-18 meses.

3.2. VARIABLES DETERMINADAS

3.2.1. Pasturas

Al inicio de cada mes se recolectaron las muestras a campo para luego ser procesadas en el laboratorio cuantificando la oferta forrajera.

A cada muestra tomada en el campo, se le tomó su peso verde, luego de ser procesada en el laboratorio fue secada en estufa a 60°C por 48 hrs. De esta manera se obtiene su peso seco para la estimación del porcentaje de materia seca en la muestra para el cálculo de la disponibilidad de forraje (kg de MS/ha).

3.2.1.1. Existencia de forraje mensual de cada sistema

Para estimarla mensualmente se procedió a colocar en un punto del potrero un rectángulo de 20x50 cm en el cual se registraron 4 valores de altura y posteriormente mediante el método directo de corte, se corta al ras del suelo con el uso de tijera eléctrica y se guarda en una bolsa de nylon con su etiqueta correspondiente.

Para obtener el punto en el cual se instala el rectángulo se realizan cien mediciones al azar en el potrero con el Rising Plate Meter, del cual se adquiere un valor promedio de altura comprimida de la pastura que esta en función de la altura y densidad del forraje presente.

3.2.1.2. Tasa de crecimiento

Es la cantidad de materia seca que se produce por día (kg de MS/ha/día). Fue estimada mensualmente mediante la técnica de Lynch (1947) modificada, con jaulas de exclusión que permanecieron inmóviles en dicho período, independientemente si el potrero estaba en descanso o en pastoreo.

Se utilizaron en total 50 jaulas, la cantidad varió entre 2 y 3 jaulas para potreros de 3 has y 4 jaulas para potreros de 4 o más hectáreas.

3.2.1.3. Producción de forraje mensual y estacional

Se calculó mediante los datos de tasa de crecimiento de las diferentes pasturas (kg de MS/ha/día), ajustados por los días de crecimiento entre muestreos sucesivos.

La asignación de los meses para obtener producción de forraje estacional fue marzo-abril-mayo como otoño; junio-julio-agosto como invierno; setiembre-octubre-noviembre como primavera y diciembre-enero-febrero como verano.

3.2.1.4. Forraje desaparecido

Refiere a la cantidad de materia seca que desaparece durante el pastoreo. Se obtiene por la diferencia entre el forraje disponible presente antes de inicio del pastoreo + crecimiento durante el período y el remanente luego de la salida de los animales.

El procedimiento consistió en tomar seis muestras al azar con rectángulos de 20 x 50 cm, registrando 4 valores de altura y posteriormente se cortó la muestra al ras del suelo mediante el uso de tijera eléctrica.

3.2.1.5. Eficiencia de cosecha

Es el porcentaje del forraje disponible que desaparece por el pastoreo. Se calculó como el cociente entre el forraje disponible medido previo al ingreso de los animales al potrero (sumando el crecimiento en el período) y el forraje desaparecido.

3.2.1.6. Valor nutritivo del forraje ofrecido

El valor nutritivo fue determinado con las muestras de stock (en algunos casos como campo natural, festucas, y en verdes cuando era el mismo material se realizó bulk de los cuadros) mensualmente se enviaron al laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela para determinar la fibra detergente ácida (FDA), fibra detergente neutro (FDN), % de proteína cruda y estimar la digestibilidad.

3.2.1.7. Tiempo de ocupación de las distintas pasturas

Se refiere a los días que permanecieron los animales en cada potrero. Se obtuvo llevando un control de los cambios de potrero de los animales, registrando la fecha de entrada y salida del pastoreo.

3.2.2. Producción animal

3.2.2.1. Evolución del peso vivo

Se determinó mensualmente el peso vivo lleno de los animales mediante balanza electrónica, en la mañana.

3.2.2.2. Dotación animal promedio estacional y anual

Para el cálculo de la dotación animal, se tomó como 1 unidad ganadera (UG) un animal de 400 kg de PV. La dotación mensual (UG/ha) de cada sistema fue calculada de la siguiente manera:

$$((\text{peso vivo promedio [kg]}/400) \times (\text{no. de animales})) / \text{área de pastoreo (ha)}.$$

3.2.2.3. Ganancia diaria de peso

Es la ganancia diaria por animal (kg/animal/día) promedio para el período de pastoreo considerado. La ganancia diaria de peso por mes, se calculó dividiendo la diferencia de peso vivo entre dos pesadas mensuales consecutivas sobre el número de días entre las fechas de pesada. Para el cálculo de la ganancia de peso estacional y anual se realizó la regresión lineal del peso vivo (y) en el tiempo (x) mediante la ecuación $y = a + b(x)$; en donde el coeficiente b corresponde a la ganancia de peso estimada en el período considerado.

3.2.2.4. Eficiencia de conversión

La eficiencia de conversión (EC) es la cantidad de kg MS de alimento consumidos para generar un kg de PV. Para su cálculo se tuvo en cuenta la proporción que ocupan los suplementos, fardos y pasturas en la dieta. En el caso de las pasturas se utilizó la producción de forraje del sistema con un valor global de eficiencia de utilización sugerido por Quinodoz (2012).

3.2.2.6. Balance forrajero

El balance forrajero es la relación entre la oferta de MS total y los requerimientos animales. La oferta total de MS se calculó utilizando los valores de producción de forraje mensuales de cada sistema y el aporte de fardo y granos. Para el cálculo de los requerimientos animales de MS por animal y por día se estimó en base a NRC (Anexo No. 1).

3.2.2.7. Producción de peso vivo por hectárea

Son los kg de peso vivo producidos por hectárea durante el periodo de pastoreo. Se calculó mediante la fórmula:

$$\text{producción de peso vivo (kg PV/ha)} = [(\text{kg PV totales final} + \text{kg PV totales salidas}) - (\text{kg PV totales inicial} + \text{kg PV totales entradas})] / \text{área de pastoreo (ha)}$$

3.3 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS

Se realizó un análisis comparativo entre las diferentes variables estudiadas, con sus medias y desvíos correspondientes.

Considerando que es el primer año de evaluación y que los sistemas presentan escala semi – comercial en el cual tienen representados en el mismo momento todas las edades de los diferentes componentes forrajeros, para la realización de un análisis estadístico sería necesario repeticiones entre años.

4. RESULTADOS

4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Las temperaturas medias del período de estudio siguen la tendencia del promedio de la serie histórica de 24 años. Siendo de 15, 11, 20 y 22 °C para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente. Las precipitaciones acumuladas en el período de análisis en los primeros seis meses superaron los registros promedio para la estación Palo a Pique, con un pico en el mes de octubre de 360 mm, mientras que en la segunda mitad del año las precipitaciones se mantuvieron por debajo de los registros de la serie 1995 - 2018 con un mínimo de 9.7 mm en el mes de abril tal como se visualiza en la Figura No. 5.

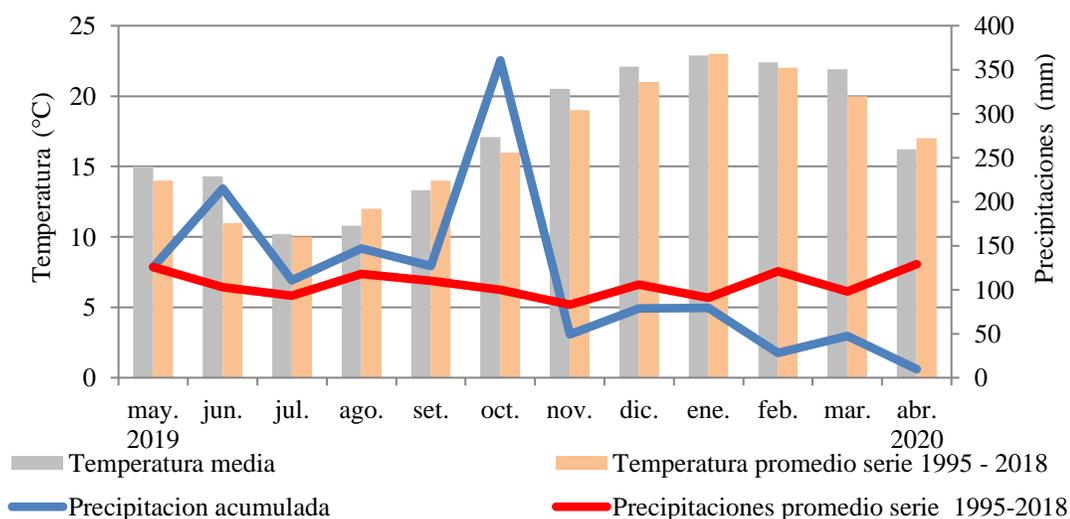


Figura No. 5. Temperatura y precipitaciones en el período de estudio (mayo 2019 - abril 2020) contrastado con los promedios históricos

Fuente: adaptado de INIA. GRAS (2019).

4.2. PASTURAS

4.2.1. Existencia de forraje mensual de cada sistema

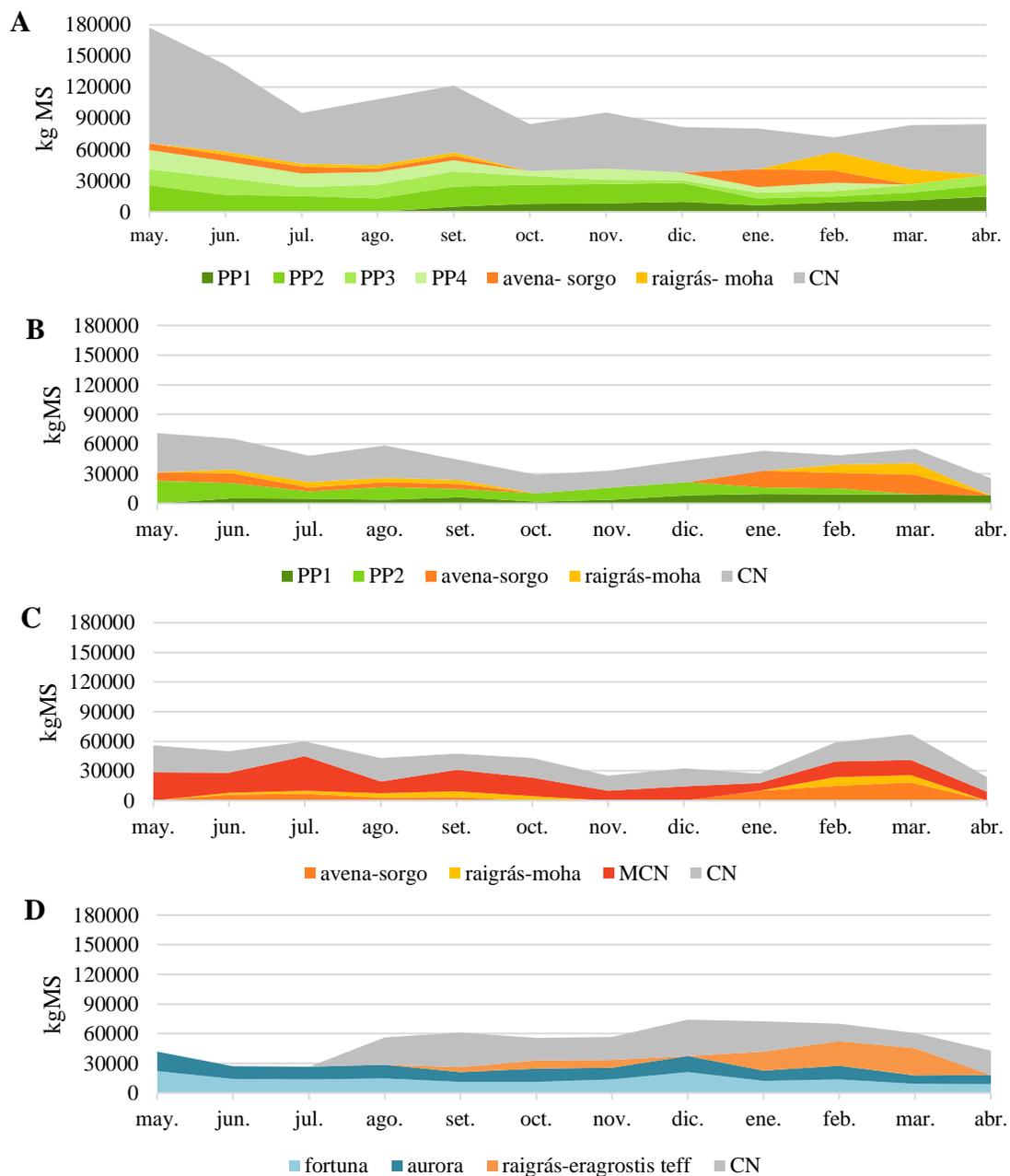
En la Figura No. 6 se presenta la evolución mensual de la existencia de forraje expresado en kg de MS y la contribución de las diferentes pasturas en los cuatro sistemas.

La mayor existencia promedio anual de forraje la tuvo RL con 102.092 kg de MS seguido de RF con una diferencia de 2017 kg de MS. En promedio dichas rotaciones superan en 56 y 52% a RA y RC respectivamente, esta diferencia está explicada porque RL y RF presentan un 54 y 36 % más área total respecto al promedio de RA y RC. En RL el pico de máximo aporte se dió a comienzos del período de estudio alcanzando los 177.229 kg de MS en el mes de mayo, explicado en un 60% por el campo natural. Lo mismo ocurre pero en menor medida para RC, en el cual se registraron valores de 71.175 kg de MS para el mismo mes. En RF el máximo aporte se dio a comienzos del verano (148.418 kg de MS en diciembre) mientras que para RA fue a principios de otoño 2020 (67.143 kg de MS en marzo). Para ambos casos el aporte del campo natural fue del 50% del stock total.

Para RC y RA la existencia de forraje promedio más baja se dió en primavera (35.326 y 38.574 kg de MS respectivamente). En RC esto ocurre a principios de la estación, en cambio, en RA sucede terminando la misma. Para RL esta menor existencia de forraje se dió en verano (77.743 kg de MS), probablemente explicado por el exceso hídrico ocurrido en primavera y una posterior deficiencia en el verano. En el caso de RF el campo natural se incorpora al sistema en agosto aumentando la existencia total de MS.

En todos los casos se observa una importante contribución del campo natural en los sistemas con un porcentaje respecto al total anual de 52% en RL, 42% en RA y 47% en RC y RF. Para RA el mejoramiento de campo de tercer año presentó la misma tendencia que el campo natural, excepto en el invierno donde MCN aumenta su aporte un 12% seguramente explicado por la presencia de festuca. Las praderas realizaron un aporte promedio que representa un 38% de la existencia total en RL y el 32% en RC, en su mayoría dados por las praderas de segundo año.

Respecto a los verdeos de invierno el aporte de éstos al total de forraje de los sistemas representó un 3, 8, 7 y 2% para RL, RC, RA y RF respectivamente. En cambio, el aporte realizado por los verdeos de verano fue de 5, 12, 11 y 6% para RL, RC, RA y RF respectivamente.



A) R. larga B) R. corta C) R. agrícola D) R. forrajera

Figura No. 6. Evolución mensual de la existencia de forraje (kgMS) y la contribución de las diferentes pasturas para los cuatro sistemas

4.2.2. Producción de forraje estacional y anual

En el Cuadro No. 20 se puede visualizar las producciones estacionales y anuales de forraje. Para su cálculo se tuvieron en cuenta la proporción que integran las diferentes pasturas en el área total de cada sistema.

La mayor producción anual fue de RF (6538 kg MS/ha) y la menor de RL con una diferencia de 1982 kg de MS/ha entre ellas. Para ambos sistemas la producción de la primavera representó un 50% del total anual. Tanto RA como RC presentaron producciones anuales intermedias, siendo en estos casos el verano la estación que representó un 45 y 40% de la producción total respectivamente.

En todos los casos el otoño es la estación con menor producción de forraje. Cabe destacar que para el primer otoño fueron evaluados entre 15 y 20 días del mes de mayo 2019, momento de inicio del año en estudio, por lo que en este caso dicho valor puede ser poco ilustrativo de lo que sucedió en esta estación. En lo que refiere al otoño 2020 la menor producción pudo estar condicionada por el clima; desde el mes de noviembre las precipitaciones registradas estuvieron en promedio 51% por debajo del promedio histórico.

Cuadro No. 20. Producción anual y estacional de forraje (kg MS/ha) para los cuatro sistemas

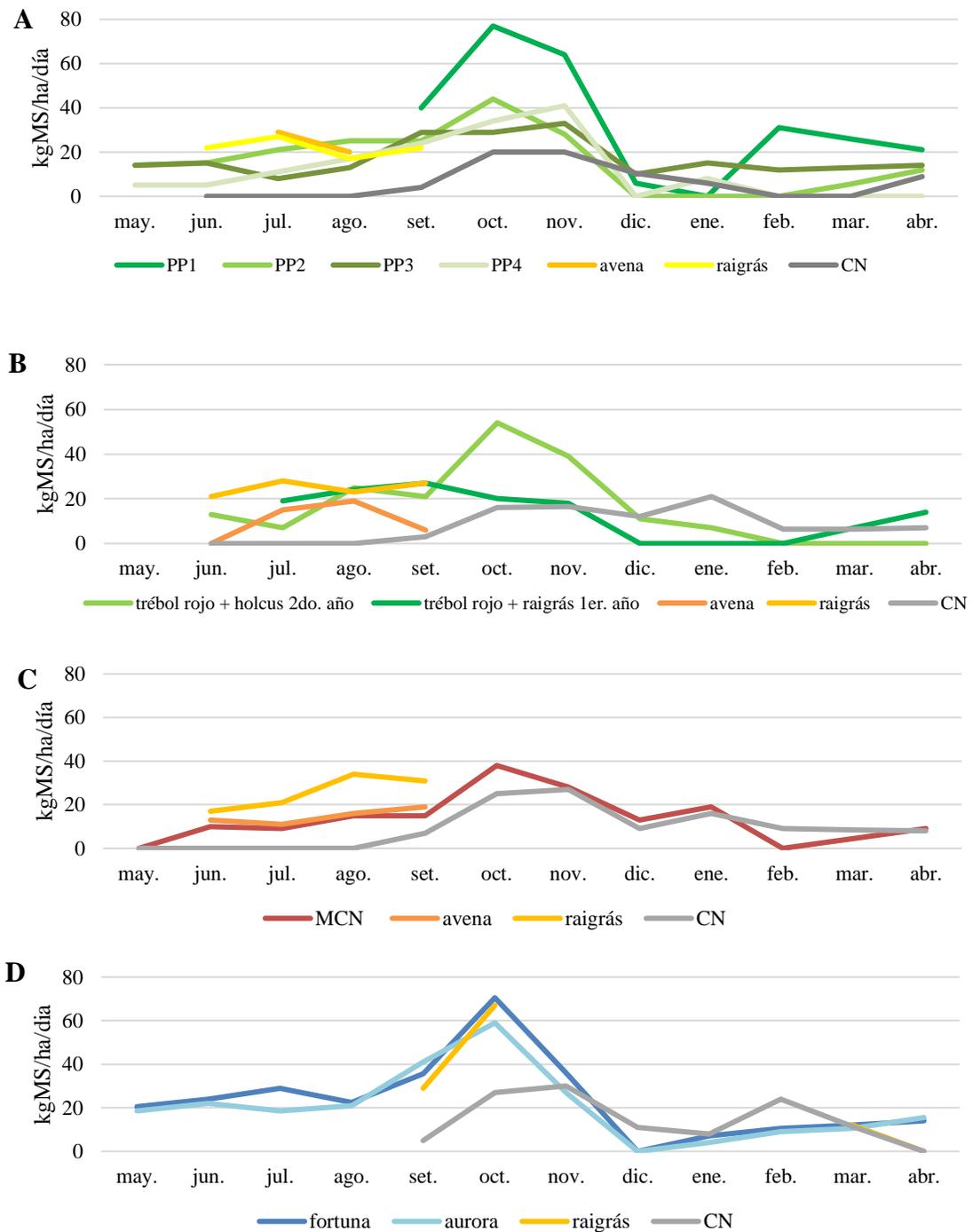
	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Anual
Rotación agrícola	0	901	1663	2367	315	5245
Rotación corta	0	966	1611	2089	524	5189
Rotación larga	110	682	2209	1114	441	4556
Rotación forrajera	331	1115	3272	1274	546	6538

4.2.3. Tasas de crecimiento

En la Figura No. 7 se presentan las tasas de crecimiento para los diferentes sistemas. En RL, RA y RF el campo natural presentó valores máximos en los meses de primavera con un promedio de 18 kg MS/ha/día. A diferencia de éstos en RC el valor máximo se alcanzó en verano (13 kg MS/ha/día). En todos los casos no se registró crecimiento en los meses invernales.

En lo que refiere a la tasa de crecimiento de las praderas, la misma aumenta en la primavera y luego desciende hacia el verano. En el caso de los verdeos invernales, avena presentó menores tasas de crecimiento promedio respecto a raigrás (17 vs. 24 kg MS/ha/día) probablemente explicadas por una menor adaptación de ésta a los excesos de humedad.

Es importante resaltar que para los verdeos de verano no se estimó tasa de crecimiento, los valores utilizados fueron los mencionados por Terra et al. (2000) para moha y Perrachón (2010) para sorgo.



A) R. larga B) R. corta C) R. agrícola D) R. forrajera

Figura No. 7. Evolución mensual de la tasa de crecimiento (kgMS/ha/día) de las diferentes pasturas para los cuatro sistemas

4.2.4. Valor nutritivo del forraje ofrecido

En las Figura No. 8 se presenta la variación estacional de proteína cruda y digestibilidad en porcentaje para las diferentes pasturas sembradas y el campo natural. Para su cálculo se realizó un promedio entre ellas con los diferentes datos estacionales.

Para el caso de la PC en invierno se observa de un 5 a 7% más contenido en la pradera corta, festuca y los verdeos respecto a pradera larga, mejoramiento de campo natural y campo natural. Estos valores descienden hacia la primavera- verano dada la maduración de las especies que los componen, excepto en la pradera corta la cual vuelve a aumentar su contenido de PC por la contribución del trebol rojo. En la primavera se dan los valores máximos para el MCN y CN (11 y 8% respectivamente), descendiendo luego hacia el verano.

El porcentaje de digestibilidad de los verdeos de invierno estuvo entre 65 y 70%, siendo semejante a los reportados en la bibliografía por Mieres et al. (2004). Para el caso de pradera larga, MCN y CN presentan el mismo comportamiento a lo largo del año, con valores que en este último oscilan entre 57 y 64%, coincidiendo con lo citado en la bibliografía. Lo mismo sucede con festuca y pradera corta. Estas siguen la misma tendencia con valores que en festuca se encuentran entre 60 y 63% similares a lo reportado por Pereyra (2019). Respecto a los valores de energía metabolizable (Mcal/kg MS) en los cuatro sistemas fueron similares en el transcurso del año (ver Anexo No. 2).

En el caso de los verdeos de verano únicamente se analizó una muestra en todo el período, arrojando valores de PC de 9.6, 22.4, 17.9 % para sorgo, moha y teff grass respectivamente. Los valores de digestibilidad fueron de 65.9 y 67.4 % para sorgo y moha - teff grass.

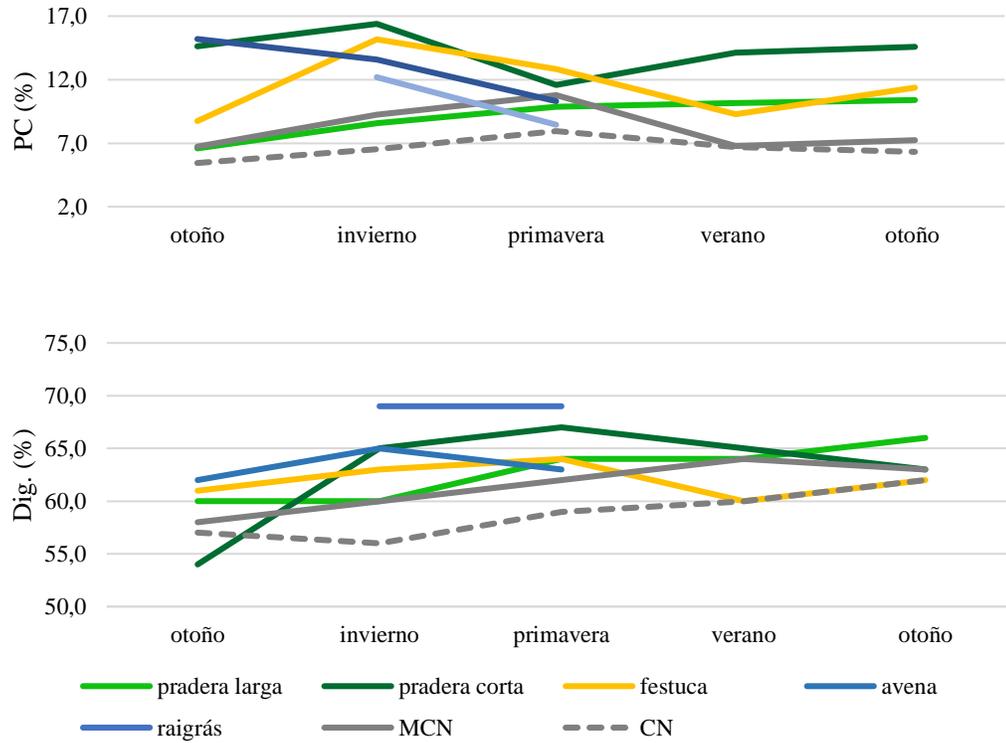


Figura No. 8. Evolución estacional de la proteína cruda y digestibilidad del forraje expresadas en % en las diferentes pasturas que componen los cuatro sistemas

4.2.5. Manejo del pastoreo

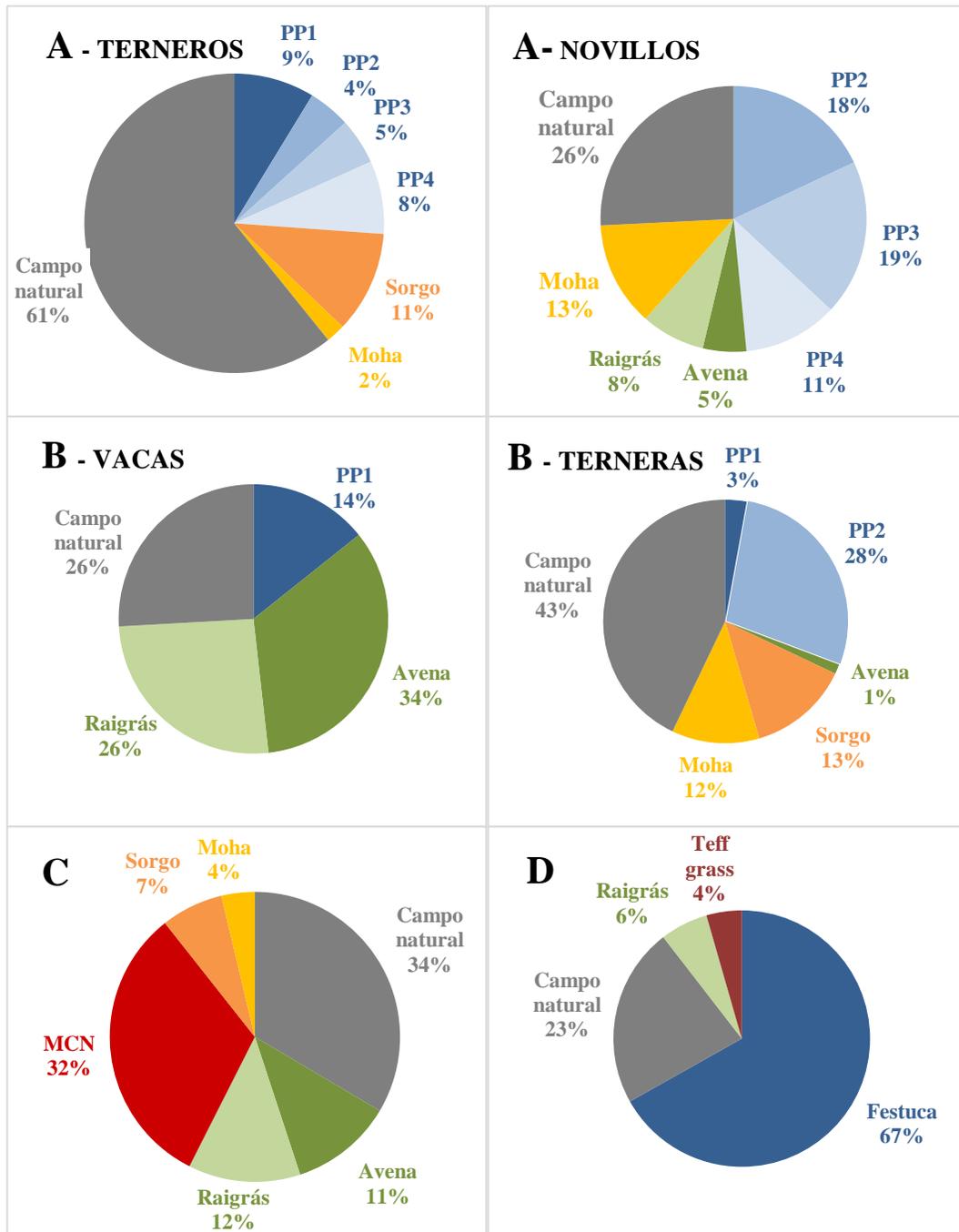
En la Figura No. 9A se observa que porcentaje del año se mantuvieron los terneros y novillos en las diferentes opciones forrajeras en RL. En el caso de los terneros permanecieron 61 % del tiempo sobre campo natural, 26 % sobre praderas y 13 % sobre verdes de verano. Respecto al campo natural este fue la única opción en la que se mantuvieron durante el otoño - invierno (Anexo No. 3). Los novillos en tanto permanecieron 48% del tiempo sobre praderas.

En la Figura No. 9B se observa la ocupación de las diferentes opciones de pasturas en RC para el caso de vacas y terneras. Las primeras estuvieron pastoreando un 60% del tiempo verdes de invierno y en el segundo caso se mantuvieron en similar proporción sobre verdes y praderas. Las terneras en invierno - primavera se mantuvieron mayormente sobre PP2 y en verano se dividieron dos lotes (Anexo No. 5).

En lo que respecta a los terneros de RA, en el año se mantuvieron en similar proporción en CN, verdes y MCN (Figura No. 9C). En el invierno se dividieron en dos lotes, que se manejaron también en similar proporción en esta estación, uno sobre verdes y otro sobre MCN (85 y 70% respectivamente, Anexo No. 6).

Los novillos de RF (Figura No. 9D) se mantuvieron pastoreando en distintos lotes las praderas de festuca. La proporción del tiempo del pastoreo de esta pastura fue del 67%, explicado probablemente por ser la única que estaba disponible para pastoreo en otoño – invierno. En primavera- verano ingresa al área de pastoreo el campo natural.

El manejo del pastoreo que se realizó en todos los sistemas con las alturas de ingreso - salida y kg MS disponibles - remanentes para los verdes de invierno concuerda con lo mencionado por Zanoniani y Noël (1997), Zanoniani et al. (2000). En el caso de los verdes de verano los datos obtenidos también concuerdan con los expuesto en la bibliografía por Noël (1996), Fassio et al. (2002) (Anexos No. 8, No. 9, No. 10 y No. 11).



A) R. larga B) R. corta C) R. agrícola D) R. forrajera

Figura No. 9. Tiempo de ocupación de las diferentes pasturas en los cuatro sistemas

4.3. ANIMALES

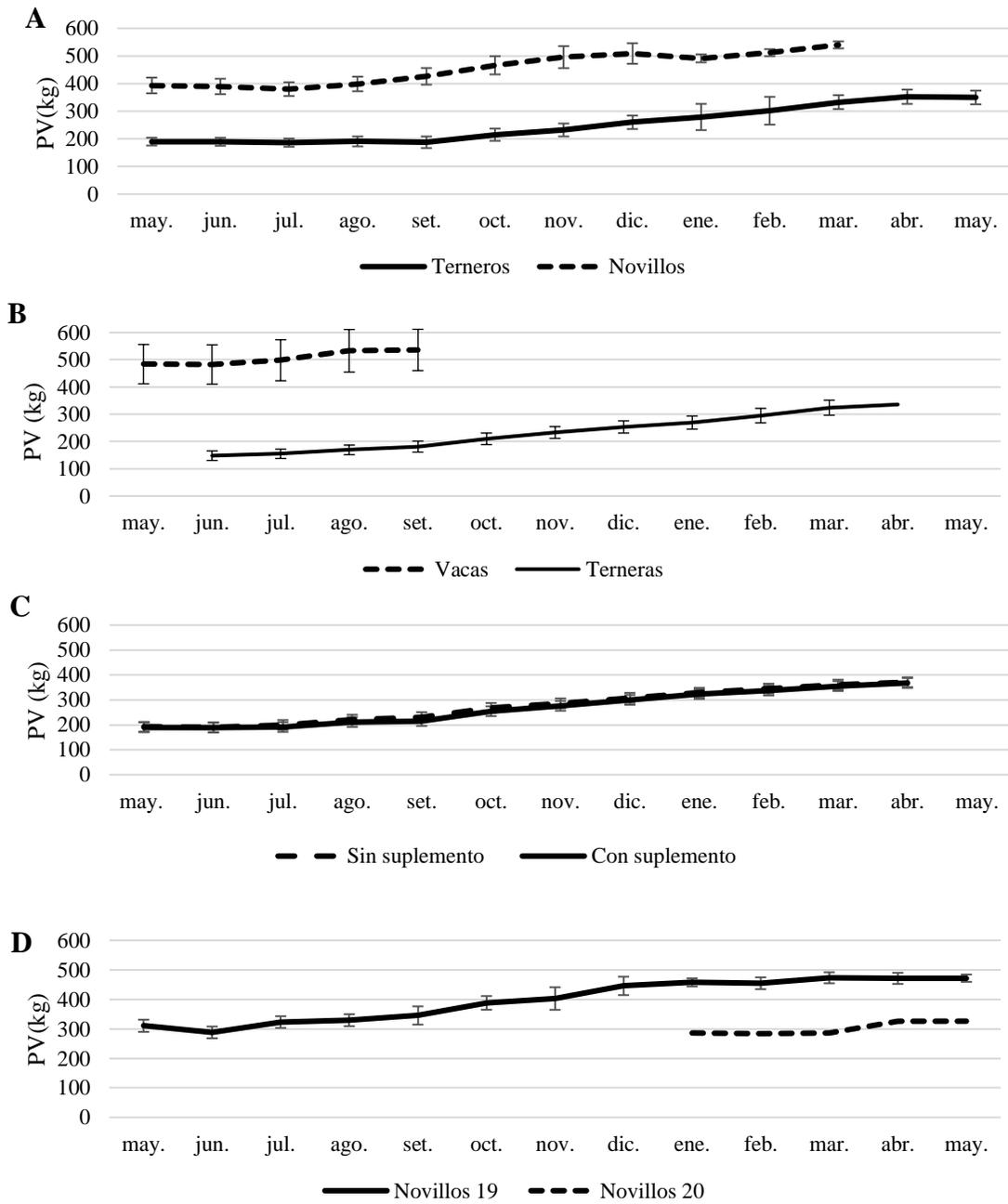
4.3.1. Evolución de peso vivo

En la Figura No. 10A se puede observar la evolución de PV para novillos y terneros de RL. Los terneros alcanzan su peso máximo de 352 ± 26 kg en abril. Los novillos alcanzan a fines de noviembre el peso para embarque (509 ± 37 kg), quedando un remanente de 10 animales (22%) que logran a fines de febrero un peso promedio de 540 ± 13 kg y salen del sistema.

En la evolución de PV de RC (Figura No. 10B), se observa que las vacas permanecieron solamente cuatro meses en el sistema (mayo - junio- julio- agosto), logrando al momento de venta un peso de 536 ± 76 kg. En cambio, las terneras permanecieron hasta abril alcanzando un peso promedio de 336 ± 28 kg.

En cuanto a RA (Figura No. 10C) no se observan diferencias en el peso de terneros con o sin suplemento. Ambos siguieron la misma tendencia llegando a fines de marzo con un peso promedio de 370 ± 23 kg.

En lo que refiere a los novillos de RF (Figura No. 10D), a fines de diciembre 22 animales del lote 2019 alcanzan el peso de embarque con un promedio de 523 ± 18 kg, seguido por 9 animales que a principios de marzo logran 494 ± 16 kg de PV y salen del sistema. Los restantes animales se mantienen en campo natural llegando a un peso promedio de 472 ± 27 kg en mayo. En cambio, el lote 2020 ingresa en diciembre 2019 y logra un peso promedio de 326 ± 22 kg en mayo.



A) R. larga B) R. corta C) R. agrícola D) R. forrajera

Figura No. 10. Evolución mensual del peso vivo (kg) y desvío estándar para las diferentes categorías animales en los cuatros sistemas

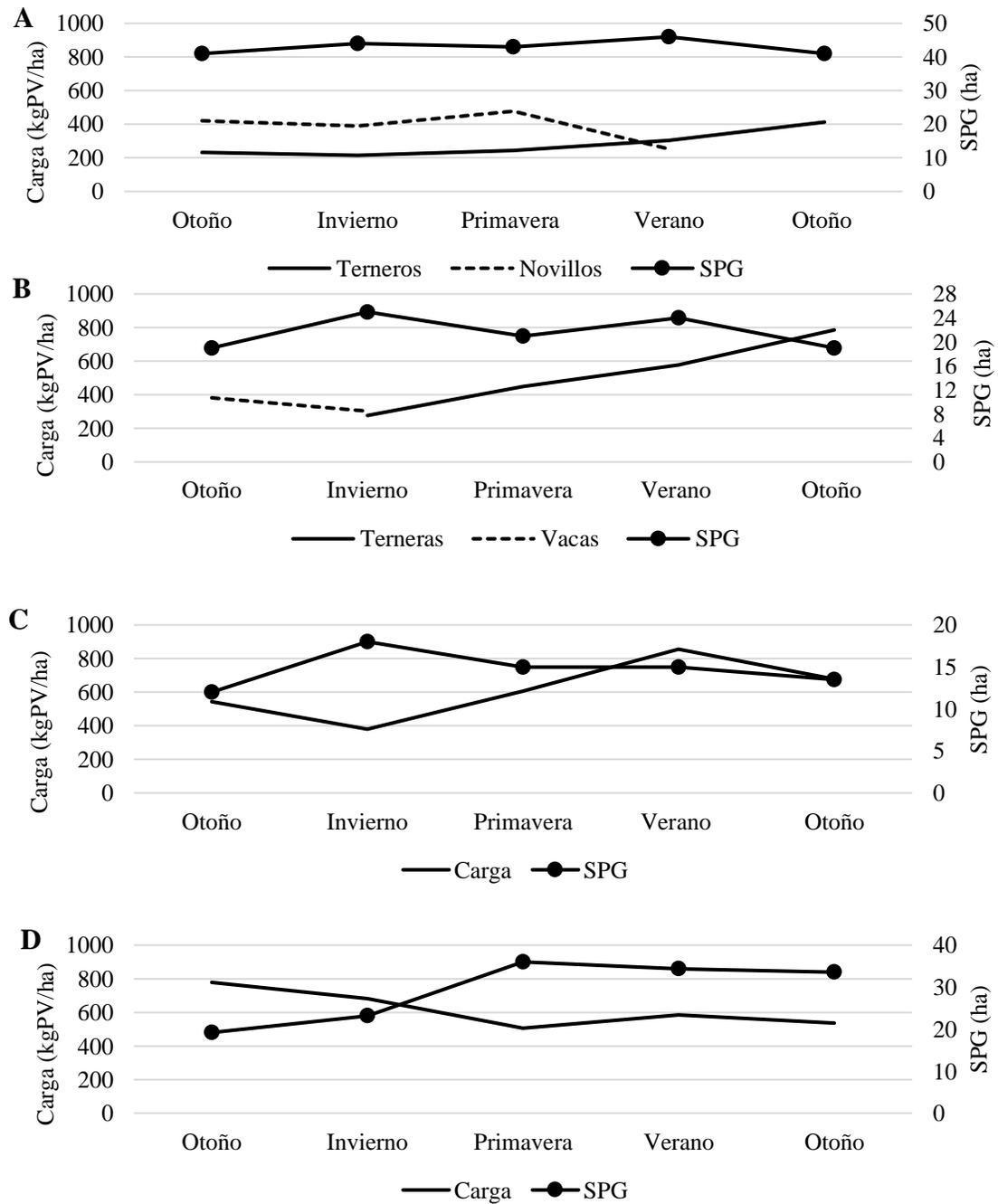
4.3.2. Dotación animal promedio estacional y anual

El sistema con mayor dotación promedio anual fue RF seguido de RA (1.54 y 1.53 UG/ha respectivamente). RL presentó una diferencia de 0.24 UG/ha respecto a RF siendo el sistema con menor carga. Para RC se manejaron dotaciones intermedias con un promedio anual de 1.42 UG/ha.

La mayor carga en RL (Figura No. 11A) se logra en primavera con la presencia de ambas categorías (1.80 UG/ha), luego desciende en verano a 1.39 UG/ha por la venta de novillos. En otoño 2020 la SPG se reduce un 11% como consecuencia de la finalización de los verdeos de verano aumentando la carga del sistema.

Como se observa en la Figura No. 11B y No. 11C, la menor carga de RA se da en invierno (0.9 UG/ha) y en RC en verano (1.27 UG/ha), posiblemente explicadas por el ingreso de los verdeos al área de pastoreo. En el invierno (a partir de junio) la SPG de RA aumenta un 34% mientras que la de RC lo hace en un 24%. En RA la SPG se mantiene igual de primavera hacia verano, en cambio en RC aumenta un 12.5%. En ambos casos la misma desciende hacia el otoño por la finalización de los verdeos de verano.

Para RF (Figura No. 11D) el aumento de SPG y descenso de la carga hacia la primavera se debe al ingreso del campo natural al área de pastoreo. Sumado al área de raigrás, dicho aumento fue del 47%.



A) R. larga B) R. corta C) R. agrícola D) R. forrajera

Figura No. 11. Evolución estacional de la carga animal promedio (kgPV/ha) y de la SPG (ha) para los cuatro sistemas

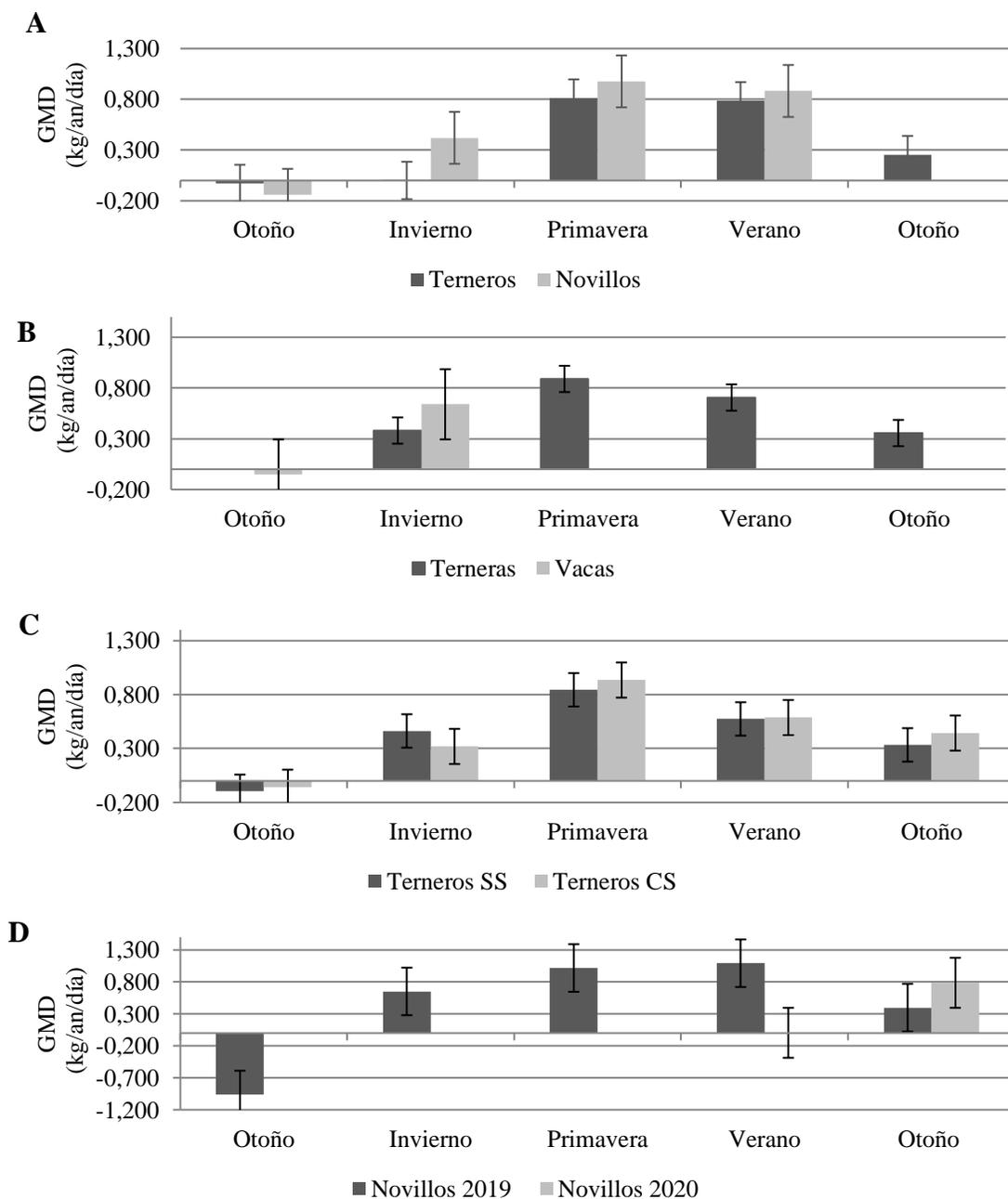
4.3.3. Ganancia media diaria de peso

En la Figura No. 12 se presenta la ganancia media diaria estacional de las diferentes categorías en los distintos sistemas. Para todas las rotaciones en el primer otoño las ganancias presentaron valores negativos. Vale la pena volver a resaltar que en dicha estación fueron considerados sólo los datos de 15 y 20 días de mayo 2019, momento de inicio del año en estudio.

Las ganancias de peso que se registraron en el período invernal para el caso de los novillos de RL (0.400 ± 0.222 kg/animal/día) fueron menores a las reportadas por Beretta y Simeone (2008) en praderas mezcla durante el invierno. En el caso de las vacas, logran ganancias similares a las registradas por Lagomarsino et al. (2015) cuando esta categoría pastorea avena.

Para el caso de las categorías más jóvenes en invierno, los terneros de RL no registran en promedio ganancias de peso, siendo inferiores a los 0.419 kg/animal/día reportado por Rovira y Velazco (2014b). Las terneras de RC alcanzaron 0.382 ± 0.100 kg/animal/día, ganancias similares a las mencionadas por Simeone y Beretta (2005) utilizando únicamente pasturas y superiores a las obtenidas por Quintans et al. (1994) cuando dicha categoría es suplementada sobre campo natural.

En el verano, las ganancias esperadas en novillos pastoreando sorgo rondan los 0.930 kg/animal/día (Berlangieri, 2008), mientras que sobre praderas mezcla Beretta y Simeone (2008) reportan ganancias de 1.327 kg/animal/día. Los novillos de RL registraron ganancias inferiores a las esperadas en 0.300 kg/animal/día cuando esta categoría pastorea verdeos estivales y pasturas. Para el caso de los novillos de RF pastoreando campo natural y teff grass lograron en promedio ganancias de 1.092 ± 0.689 kg/animal/día.



A) R. larga B) R. corta C) R. agrícola D) R. forrajera

Figura No. 12. Ganancias de peso estacionales (kg/animal/día) y desvío estándar de las diferentes categorías animales para los cuatro sistemas

4.3.4. Suplementación

En el Cuadro No. 21 son presentados los kg de MS/ha/mes de suplemento que fueron suministrados en cada rotación. Como ya fue mencionado, RF es el único sistema que no recibió suplementación de ningún tipo. Por otra parte en el Cuadro No. 22 es posible observar los parámetros de calidad del suplemento ofrecido.

En todos los casos, el sorgo GH y núcleo proteico son aportados únicamente en los meses invernales, mientras que los fardos comienzan a ser suministrados a fines de otoño y se extiende hasta la primavera en RL y RC. RA solamente recibe fardos en invierno junto con el sorgo GH y el núcleo proteico. Los kg de MS/ha/mes de fardo recibidos en dicha rotación en promedio fue 64% inferior a los demás sistemas.

Cuadro No. 21. Suministro de sorgo GH, núcleo proteico y fardo (kg de MS/ha/mes) en los tres sistemas

		may.	jun.	jul.	ago.	set.	oct.
		(kgMS/ha)					
RL	Sorgo GH	-	33	84	167	-	-
	Núcleo prot.	-	6	16	32	-	-
	Fardo	19	216	225	363	299	139
RC	Sorgo GH	-	25	66	87	-	-
	Núcleo prot.	-	5	13	17	-	-
	Fardo	120	258	365	456	91	80
RA	Sorgo GH	-	23	40	50	-	-
	Núcleo prot.	-	4	8	9	-	-
	Fardo	-	127	106	106	-	-

Cuadro No. 22. Parámetros de calidad para el sorgo GH, núcleo proteico y fardo suministrado

	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	EM (Mcal/kgMS)	Dig. (%)
Sorgo GH	8.1	7.6	7.6	3.0	78
Núcleo prot.	46.4	26.7	20.2	2.5	66
Fardo	6.6	46.5	70.1	2.0	56

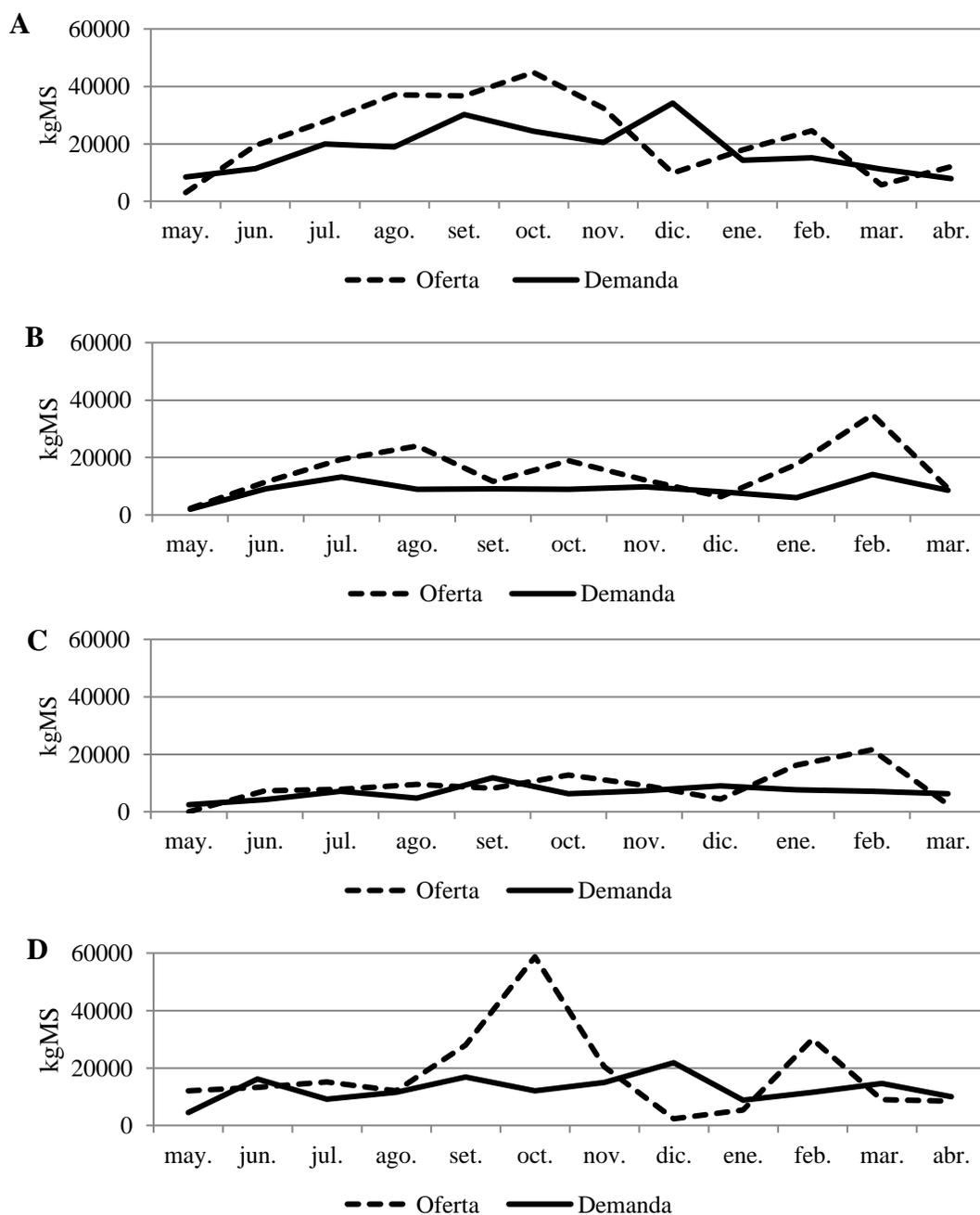
4.3.5. Balance forrajero

En lo que respecta al balance forrajero, para el sistema RL (Figura No. 13A) en el período otoño - invierno - primavera la oferta de MS total estuvo compuesta por suplementos y forrajes. Las proporciones fueron en otoño de 88% pastura, 12% fardo; en invierno 41% pastura, 42% fardo y 16% grano; y primavera 75% pastura y 25% fardo; en verano y otoño 2020 fue 100% pastura. Se puede observar en la figura que hubo un período crítico al inicio del verano donde la demanda superó en un 71.3% a la oferta de MS.

Para RC la oferta de MS total en otoño, invierno y primavera estuvo compuesta por la producción de forraje y suplementos. En una proporción en otoño de 100% fardos (no se registraron tasa de crecimiento para las pasturas en el mes de mayo); invierno 41% pastura, 50% fardos y 9% de grano; y primavera 86% pastura y 14% fardo. En verano y otoño 2020 la dieta estuvo compuesta únicamente por pasturas. En la mayoría del período la oferta de MS fue mayor a la demanda (Figura No. 13B), excepto al inicio del verano donde la demanda fue 17% superior a la oferta de MS.

En la Figura No. 13C se puede observar para RA dos períodos en los que la demanda animal fue mayor que la oferta de MS, a principios de primavera y principios de verano. Cabe destacar que en el invierno la oferta de MS incluye fardo y suplementos en una proporción de 65% pastura, 25% fardo y 10% grano.

En el balance de RF (Figura No. 13D) se observa un pico de oferta de MS en primavera, que luego cae acentuadamente en el inicio del verano quedando 89% por debajo de la demanda de los novillos. En febrero la oferta de MS aumenta 92% en relación diciembre- enero, cubriendo la demanda animal.



A) R. larga B) R. corta C) R. agrícola D) R. forrajera

Figura No. 13. Evolución mensual del balance entre oferta de MS y demanda animal (kgMS) para los cuatro sistemas

4.3.6. Eficiencia de conversión

En el Cuadro No. 23 se presentan los valores de eficiencia de conversión del alimento a carne estacional y anual para los diferentes sistemas. Para su cálculo se consideró un 70% de utilización del forraje el cual proviene de lo sugerido por Quinodoz (2012), el mismo sostiene que la eficiencia de utilización de las pasturas equivale a un valor de eficiencia de cosecha. En este sentido el valor promedio global de eficiencia de cosecha calculado para los sistemas fue de 35%. A su vez para el cálculo de EC también se consideró la producción total de peso vivo en cada estación independientemente de la categoría animal.

Estos valores se encuentran por encima de las eficiencias de pasto a carne mencionadas por Clariget (2019) en pasturas cultivadas, quien reporta valores de 6.5 para pesos entre 150 – 250 kg y de 10 para pesos entre 250 y 350 kg. La mejor eficiencia anual entre sistemas se logró en RA con recría de terneros, asociada a estar integrado en un 100% por una categoría joven, más eficiente.

Cuadro No. 23. Eficiencia de conversión del alimento a carne estacionales y anual para los cuatro sistemas

Sistema	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Anual
Rotación agrícola	12.5	6.4	13.5	9.2	10.0
Rotación corta	16.5	9.0	10.8	16.3	12.2
Rotación larga	37.7	11.4	7.6	16.0	13.9
Rotación forrajera	8.4	15.4	11.3	18.5	14.9

4.3.7. Producción de peso vivo por hectárea

En el Cuadro No. 24 se presenta la producción de peso vivo por unidad de superficie (kg PV/ha) y la contribución realizada por las diferentes categorías animales a la producción estacional y anual para cada uno de los sistemas. Las producciones anuales más altas se lograron con la estrategia recría de terneros en la RA y engorde de vacas y recría de terneras en RC. La más baja fue en engorde de novillos en RF encontrándose un 24 % por debajo de RA. Para todos los sistemas el mayor aporte en la producción se dió en primavera representando un 40 – 50 % de la producción anual.

Cuadro No. 24. Producción de peso vivo total anual y estacional (kgPV/ha) en cada categoría y el total para los cuatro sistemas

Sistema	Categoría	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	Anual
RA	Terneros SS	-2.3	54.3	102.8	71.1	12.5	238
	Terneros CS	-1.1	24.8	79.0	51.7	11.6	166
	Total	-3.4	79.1	181.8	122.7	24.1	404
RC	Vacas	-0.9	34.9	-	-	-	34
	Terneras	-	63.6	138.2	135.1	22.5	359
	Total	-0.9	98.5	138.2	135.1	22.5	393
RL	Terneros	-0.7	-2.0	77.9	83.1	19.3	178
	Novillos	-3.7	37.6	84.5	19.4	-	138
	Total	-4.4	35.6	162.4	102.5	19.3	315
RF	Novillos 2019	-33.4	92.4	148.8	78.6	-20.3	266
	Novillos 2020	-	-	-	0.1	40.9	41
	Total	-33.4	92.4	148.8	78.7	20.6	307

4.4. RESULTADO ECONÓMICO

4.4.1. Producto bruto

En el Cuadro No. 25 se presentan los PB para los diferentes sistemas. Este se compone solamente del PB ganadero en RA, RC y RL y en el caso de RF se suma la producción de fardos del sistema. Para los cálculos, en el caso de ventas se utilizaron valores netos después de impuestos y en el caso de las compras se agregó un 5% más en el precio correspondiente a los gastos de comercialización.

El mayor PB ganadero se obtuvo con la estrategia recría de terneros y engorde de novillos en RL, explicado principalmente por el mejor precio recibido en el año y no por la mayor producción de carne. Este fue 124 U\$S/ha superior que la estrategia con menor PB ganadero (RF).

Al comparar los datos con empresas ganaderas de FUCREA que realizan invernada (ejercicio 2019/20), el promedio de las mismas se ubicó en 341 U\$S/ha, existiendo una diferencia de 103 U\$S/ha a favor de la RL. Por otra parte, RF se encuentra 21 U\$S/ha por debajo a lo logrado por dichas empresas.

Cuando se analiza el PB total, RC pasa a ser el sistema con menor PB con una diferencia de 29 U\$S/ha con RF.

Cuadro No. 25. Producto bruto ganadero, de fardos y total (U\$S/ha) para los cuatro sistemas

Sistema	Ganadería (U\$S/ha)	Fardos (U\$S/ha)	Total (U\$S/ha)
Rotación larga	444	-	444
Rotación corta	338	-	338
Rotación agrícola	357	-	357
Rotación forrajera	320	47	367

4.4.2. Costos totales

En el Cuadro No. 26 se presentan los costos totales por hectárea de las cuatro rotaciones. Para el cálculo de éstos se dividieron cada uno de los costos por la superficie de cada sistema. Además, cabe destacar que en el caso de los verdes se consideró dentro de los costos la instalación y mantenimiento y para las praderas que duran más de un año se incluyen la amortización y mantenimiento.

Los sistemas más intensivos en el uso de los recursos (RA y RC) fueron los que presentaron mayores costos totales por hectárea. Estos se ubicaron en promedio 68 U\$\$/ha por encima de RL y RF.

Cuadro No. 26. Costos totales y su estructura (U\$\$/ha) para los cuatro sistemas

	RL	RC	RA	RF
	U\$\$/ha			
Costos totales	267	321	345	263
Compra fardos	115	87	44	-
Producción fardos	-	17	-	24
Suplementos	56	36	25	-
Sanidad	10	8	8	5
Pradera	17	36	45	157
Verdeos	69	137	223	78

En el Cuadro No. 27 se presentan los diferentes costos por kg de MS producido en los sistemas. Para su cálculo se tomó en cuenta la producción de forraje anual (kg MS/ha) incluyendo además la producción del campo natural y los costos incurridos en las praderas y verdes (U\$\$/ha).

Cuadro No. 27. Costo de producir un kg de MS (U\$\$/kg) en los cuatro sistemas

	RL	RC	RA	RF
U\$\$/kg de MS	0.02	0.03	0.05	0.04

4.4.3. Margen bruto

El margen bruto permite medir el resultado económico. RL y RF fueron los sistemas que presentaron mayor MB por hectárea explotada con una diferencia de 73 U\$\$/ha entre ellos (Cuadro No. 28). Las empresas ganaderas invernadoras de FUCREA en promedio se encuentran 75 U\$\$/ha por debajo de RL, mientras que RF las supera en 2 U\$\$/ha. Los demás sistemas, obtuvieron menor resultado económico que las empresas, ubicándose 90 U\$\$/ha por debajo para RA y 85 U\$\$/ha para RC respectivamente.

Cuadro No. 28. Margen bruto (U\$\$/ha) obtenido de los cuatro sistemas y de empresas ganaderas invernadoras de FUCREA

	RL	RC	RA	RF	FUCREA
	U\$\$/ha				
Producto bruto	444	338	357	367	-
Costos totales	267	321	345	263	-
Margen bruto	177	17	12	104	102

4.4.4. Análisis de sensibilidad

Se realizó un análisis de sensibilidad sobre los márgenes brutos de cada sistema en base a las variables precio de venta, precio de compra de animales y costo de praderas y verdeos.

Para considerar la variación en el precio de venta y compra de animales se utilizaron los precios de INAC, Pantalla Uruguay y ACG (ver Anexos No. 12, No. 13 y No. 14).

En el caso del costo de praderas y verdeos, según publica Lombardo (2020), la variación en los costos está asociada al precio del petróleo. Entre los insumos que más varían están el fertilizante y el gasoil, como promedio plantea un 7% de baja entre los años 2019 y 2020. En el mismo sentido Ramírez (2018), pero en un escenario de aumentos en los costos, menciona también un 7% para el otoño 2018.

4.4.5.1. Rotación larga

Se plantearon dos escenarios, el primero considera que el precio recibido en 2019 fue el más alto de la serie 2019-2020 (ver Anexo No. 12). Por lo que se formula una baja en el precio de venta del novillo y una variación de 7% en los costos de praderas y verdeos (Cuadro No. 29).

El segundo escenario se dirigió a la recría de terneros. Fueron consideradas variaciones en el precio de compra de un 4% y variaciones en el costo de las praderas y verdeos al igual que en el primer escenario (Cuadro No. 30).

Para ambas situaciones, ante los diferentes cambios en las variables el margen bruto del sistema presenta valores positivos.

Cuadro No. 29. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$/ha) de RL ante variaciones en el precio de venta de novillos y los costos praderas y verdes

		Precio venta novillos (U\$/kg)						
		177	3.09	3.32	3.54	3.77	3.99	4.22
Costo praderas y verdes (U\$/ha) del sistema	MB	75.00	25.70	65.86	106.02	146.17	186.33	226.48
	76.50	24.20	64.36	104.52	144.67	184.83	224.98	
	78.00	22.70	62.86	103.02	143.17	183.33	223.48	
	79.50	21.20	61.36	101.52	141.67	181.83	221.98	
	81.00	19.70	59.86	100.02	140.17	180.33	220.48	
	82.50	18.20	58.36	98.52	138.67	178.83	218.98	
	84.00	16.70	56.86	97.02	137.17	177.33	217.48	
	85.50	15.20	55.36	95.52	135.67	175.83	215.98	
	87.00	13.70	53.86	94.02	134.17	174.33	214.48	

Cuadro No. 30. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$/ha) de RL ante variaciones en el precio de compra de terneros y costos de praderas y verdes

		Precio compra terneros (U\$/kg)						
		177	2.05	2.08	2.14	2.17	2.19	2.22
Costo praderas y verdes (U\$/ha) de sistema	MB	75.00	203.64	199.18	187.57	183.11	178.64	174.18
	76.50	202.14	197.68	186.07	181.61	177.14	172.68	
	78.00	200.64	196.18	184.57	180.11	175.64	171.18	
	79.50	199.14	194.68	183.07	178.61	174.14	169.68	
	81.00	197.64	193.18	181.57	177.11	172.64	168.18	
	82.50	196.14	191.68	180.07	175.61	171.14	166.68	
	84.00	194.64	190.18	178.57	174.11	169.64	165.18	
	85.50	193.14	188.68	177.07	172.61	168.14	163.68	
	87.00	191.64	187.18	175.57	171.11	166.64	162.18	

4.4.5.2. Rotación corta

Ambos escenarios planteados en este sistema se dirigieron a la recría de hembras. El primero considera un aumento en el precio mínimo recibido por las vaquillonas y variaciones en el costo de las praderas y verdes (Cuadro No. 31).

El segundo escenario plantea la variación en el precio de compra de las terneras entre 2018 - 2019 y variaciones en el costo de praderas y verdes (Cuadro No. 32).

Con aumentos entorno a un 7% en el precio de venta de las vaquillonas y aumentos en los costos de praderas y verdes el MB cuadruplica el obtenido. La misma

tendencia sucede cuando el valor de compra desciende a valores dados en 2018. En cambio, con aumentos en el precio de compra entornos a un 4% el MB disminuye y pasa a ser negativo.

Cuadro No. 31. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$\$/ha) de RC ante variaciones en el precio de venta de vaquillonas y costos praderas y verdes

MB	Precio venta vaquillonas (U\$\$/kg)						
	16.26	1.55	1.67	1.79	1.91	2.03	2.15
Costo praderas y verdes (U\$\$/ha) del sistema	160.00	30.41	85.47	140.53	195.59	250.66	305.72
	163.00	27.41	82.47	137.53	192.59	247.66	302.72
	166.00	24.41	79.47	134.53	189.59	244.66	299.72
	169.00	21.41	76.47	131.53	186.59	241.66	296.72
	171.80	18.61	73.67	128.73	183.79	238.86	293.92
	174.80	15.61	70.67	125.73	180.79	235.86	290.92
	177.80	12.61	67.67	122.73	177.79	232.86	287.92
	180.80	9.61	64.67	119.73	174.79	229.86	284.92
	183.80	6.61	61.67	116.73	171.79	226.86	281.92

Cuadro No. 32. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$\$/ha) de RC ante variaciones en el precio de compra de terneras y costos de praderas y verdes

MB	Precio compra terneras (U\$\$/kg)						
	16.26	1.67	1.85	1.95	2.05	2.15	2.25
Costo praderas y verdes (U\$\$/ha) del sistema	160.00	113.49	74.13	52.27	30.41	8.55	-13.31
	163.00	110.49	71.13	49.27	27.41	5.55	-16.31
	166.00	107.49	68.13	46.27	24.41	2.55	-19.31
	169.00	104.49	65.13	43.27	21.41	-0.45	-22.31
	171.80	101.69	62.33	40.47	18.61	-3.25	-25.11
	174.80	98.69	59.33	37.47	15.61	-6.25	-28.11
	177.80	95.69	56.33	34.47	12.61	-9.25	-31.11
	180.80	92.69	53.33	31.47	9.61	-12.25	-34.11
	183.80	89.69	50.33	28.47	6.61	-15.25	-37.11

4.4.5.3. Rotación agrícola

Para este sistema se plantearon dos escenarios. Éstos consideran las variaciones en el precio de compra o de venta de los animales y la variación en el costo de MCN y verdes (ver Cuadros No. 33 y No. 34).

Ante aumentos en el precio de compra, venta y costo de MCN y verdes el margen pasa a ser negativo.

Cuadro No. 33. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$\$/ha) de RA ante variaciones en el precio de compra de terneros y costo praderas y verdes

MB	Precio compra terneros (U\$\$/kg)						
	12.44	2.05	2.08	2.14	2.18	2.20	2.23
Precio MCN y verdes (U\$\$/ha) del sistema	248.00	62.19	53.76	31.83	18.34	11.59	3.15
	252.50	57.69	49.26	27.33	13.84	7.09	-1.35
	257.00	53.19	44.76	22.83	9.34	2.59	-5.85
	261.50	48.69	40.26	18.33	4.84	-1.91	-10.35
	267.00	43.19	34.76	12.83	-0.66	-7.41	-15.85
	271.50	38.69	30.26	8.33	-5.16	-11.91	-20.35
	276.00	34.19	25.76	3.83	-9.66	-16.41	-24.85
	280.50	29.69	21.26	-0.67	-14.16	-20.91	-29.35
	285.00	25.19	16.76	-5.17	-18.66	-25.41	-33.85

Cuadro No. 34. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$\$/ha) de RA ante variaciones en el precio de venta de novillos y costo praderas y verdes

MB	Precio de venta novillos (U\$\$/kg)						
	12.44	1.56	1.73	1.85	1.94	2.03	2.12
Precio MCN y verdes (U\$\$/ha) del sistema	248.00	-157.15	-46.37	31.83	90.48	149.13	207.78
	252.50	-161.65	-50.87	27.33	85.98	144.63	203.28
	257.00	-166.15	-55.37	22.83	81.48	140.13	198.78
	261.50	-170.65	-59.87	18.33	76.98	135.63	194.28
	267.00	-176.15	-65.37	12.83	71.48	130.13	188.78
	271.50	-180.65	-69.87	8.33	66.98	125.63	184.28
	276.00	-185.15	-74.37	3.83	62.48	121.13	179.78
	280.50	-189.65	-78.87	-0.67	57.98	116.63	175.28
	285.00	-194.15	-83.37	-5.17	53.48	112.13	170.78

4.4.5.4. Rotación forrajera

Al igual que con el sistema anterior se plantea la variación en precio de compra - venta de animales y la variación en el costo de pradera y verdes (Cuadros No. 35 y No. 36).

Cuando el precio de venta alcanza los valores más bajos, junto con aumentos en el costo de praderas y verdes, el margen bruto baja y pasa a ser negativo. En cambio, en el escenario de costos y precio de compra más altos el margen se mantiene por encima de 40 U\$\$/ha.

Cuadro No. 35. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$\$/ha) de RF ante variaciones en el precio de venta de novillos y costo de praderas y verdes

MB	Precio venta novillos (U\$\$/kg)						
	104	3.09	3.34	3.59	3.84	4.00	4.25
Costo praderas y verdes (U\$\$/ha) del sistema	218.00	-15.58	21.70	58.99	96.27	120.28	157.57
	223.00	-20.58	16.70	53.99	91.27	115.28	152.57
	228.00	-25.58	11.70	48.99	86.27	110.28	147.57
	234.00	-31.58	5.70	42.99	80.27	104.28	141.57
	239.00	-36.58	0.70	37.99	75.27	99.28	136.57
	244.00	-41.58	-4.30	32.99	70.27	94.28	131.57
	249.00	-46.58	-9.30	27.99	65.27	89.28	126.57
	254.00	-51.58	-14.30	22.99	60.27	84.28	121.57

Cuadro No. 36. Análisis de sensibilidad sobre el MB (U\$\$/ha) de RF ante variaciones en el precio de compra de novillos y costo de praderas y verdes

MB	Precio compra novillo (U\$\$/kg)					
	104	1.79	2.05	2.30	2.33	2.50
Costo praderas y verdes (U\$\$/ha) del sistema	218.00	231.85	176.06	120.28	113.72	76.53
	223.00	226.85	171.06	115.28	108.72	71.53
	228.00	221.85	166.06	110.28	103.72	66.53
	234.00	215.85	160.06	104.28	97.72	60.53
	239.00	210.85	155.06	99.28	92.72	55.53
	244.00	205.85	150.06	94.28	87.72	50.53
	249.00	200.85	145.06	89.28	82.72	45.53
	254.00	195.85	140.06	84.28	77.72	40.53

4.4.5. Indicadores

En el Cuadro No. 37 se presenta la relación insumo/producto para los sistemas y los publicados por FUCREA (promedio país) para el ejercicio 2019 – 2020. Esta relación permite saber cuánto se gasta por cada dólar generado en el ejercicio. Si se compara la obtenida de los sistemas con la presentada por las empresas FUCREA, RA, RC y RF son menos eficientes respecto a éstas, mientras que RL presenta valores similares.

Cuadro No. 37. Relación insumo – producto para los cuatro sistemas y el promedio productores FUCREA en el ejercicio 2019-2020

	RL	RC	RA	RF	FUCREA
Rel. I/P	0.6	0.9	1	0.72	0.57

En el Cuadro No. 38 fueron calculados los diferentes precios implícitos y relaciones compra/venta para las estrategias ganaderas.

Para realizar el cálculo se tomaron en cuenta algunas consideraciones. Para RL y RF los diferentes momentos de venta. En el peso de los animales tanto en el momento de compra como de venta se utilizó peso vacío. El precio utilizado para la compra incluye un 5% de gastos de comercialización y en el precio de venta ese mismo valor es descontado debido también a gastos incurridos en la venta.

Cuadro No. 38. Precio implícito (U\$/kg) y relación compra/venta para las categorías en los diferentes momentos de venta para los cuatro sistemas

		PI (U\$/kg)	C/V
RL	Novillos dic.	1.86	1.13
	Novillos marzo	1.57	1.25
RC	Vaquillonas abril	0.51	1.74
	Vacas set.	7.13	0.77
RA	Novillitos marzo	1.09	1.36
RF	Novillos dic.	2.23	0.91
	Novillos marzo	1.83	1.00

5. DISCUSIÓN

5.1. VARIABLES FÍSICAS

Como comentario general, el presente trabajo resume el primer año de evaluación de los cuatro sistemas de producción, algunos de ellos aún en el proceso de instalación y consolidación. Los sistemas que lograron una mayor producción de PV/ha fueron RA y RC con 404 y 393 kg PV/ha respectivamente (Cuadro No. 24). Para el caso de RL y RF estuvieron 85 y 93 kg PV/ha por debajo del objetivo principal (400 kg PV/ha); además presentaron valores extremos en la variable dotación animal, siendo máxima en RF (1.54 UG/ha) y mínima en RL (1.30 UG/ha).

En primavera - verano en RA, RC y RL e invierno - primavera para RF se contribuyó en más del 50% a la producción anual de carne, coincidiendo con los momentos de mayor producción de forraje de los sistemas (Cuadro No. 20). Por otra parte, la producción física anual obtenida en RA y RC se podría asociar a un mayor acceso a pasturas de calidad. En estos sistemas los verdes ocupan una mayor proporción respecto a RL y RF. También podría estar asociado a que se integran en un 100 y 75% por categorías más jóvenes y livianas, logrando así una mejor eficiencia de conversión del alimento a carne (Cuadro No. 23). Esto coincide con lo mencionado por Cibils et al. (2002) los cuales sostienen que los animales jóvenes usan más eficientemente los nutrientes que los adultos.

En la evolución de peso vivo (Figura No. 10) es posible observar la menor tasa en las ganancias de peso de las diferentes categorías en el otoño - invierno. Es importante destacar la respuesta obtenida en otoño. En esta estación la información presentada es parcial, dado que en el otoño 2019 la evaluación comenzó a mediados de mayo, mientras que en el otoño 2020 la misma culminó a principios del mes de abril. Es además en las pasturas, el período de recuperación post verano y en los verdes el momento de instalación. También es en algunos casos el momento de venta o ingreso de animales al sistema, por lo cual corresponde además a un período de adaptación. Por ejemplo, en otoño 2019 los novillos de RF tuvieron un bajo desempeño asociado a una alta carga animal, ausencia de suplementación y baja producción y calidad de pasturas; los niveles de PC en promedio se ubicaron 46% por debajo de los valores publicados por Pereyra (2019). Este sistema aún no tenía disponible el área de CN en el otoño, por lo cual los animales debieron mantenerse sobre el área de festuca.

Durante el invierno en RL y RC la dieta se compuso en más del 50% de suplemento + fardo. Si bien la calidad de las pasturas coincide con la reportada en bibliografía, la producción de forraje fue inferior a la esperada (Cuadro No. 20). En las categorías más jóvenes, para evitar posibles pérdidas de peso y obtener mayores ganancias, se suministró fardos y una mezcla de SGH + NP a un nivel de 1.1% PV. En

este caso, la diferencia entre las ganancias obtenidas en los sistemas radica probablemente en la base forrajera a la que tuvo acceso esta categoría (Anexos No. 3, No. 5 y No. 6). La alta acumulación de forraje de mala calidad en el CN probablemente explique la baja performance registrada en los terneros de RL (0.000 ± 0.170 kg/animal/día). Éstos se mantuvieron únicamente pastoreando CN en invierno. Por otra parte, las ganancias más altas (0.463 ± 0.150 kg/animal/día) se lograron con los terneros de RA, que pastorearon avena y raigrás con suministro de fardo.

El exceso de precipitaciones ocurrido en otoño - invierno (Figura No. 5) no solo afectó la falta de piso para el ingreso de los animales a las pasturas, sino que también perjudicó la instalación y productividad de los verdes. Los mismos registraron producciones que tienden a los mínimos reportados en la bibliografía (Anexo No. 15, García, 2003). Esto determinó en los novillos de RL una menor ocupación de verdes (32% del tiempo) y baja respuesta; aun cuando fueron suplementados hacia fines del invierno con SGH a un nivel de 1.1 % PV promedio. En otro sentido, las vacas presentaron una mayor ocupación en verdes (53% del tiempo) y lograron una respuesta similar a la obtenida por Lagomarsino et al. (2015) en la misma categoría. Por otra parte, los novillos de RF registraron ganancias similares a las obtenidas por Pereyra (2019) en el mismo sitio, con la misma carga animal y realizando el mismo manejo de pastoreo sobre festuca.

El aumento de respuesta obtenida en la primavera respecto al invierno, se podría atribuir a un crecimiento compensatorio en los animales. Esto podría estar asociado a un uso más eficiente de los recursos forrajeros dado una mayor disponibilidad y calidad del forraje en dicha estación. En lo que respecta al manejo en las categorías jóvenes, las terneras de RC y los terneros de RL logran ganancias entorno a los 0.800 kg/animal/día pastoreando pradera y CN (Anexos No. 3 y No. 5) con suministro de fardo, lo que permitió mantener la carga de los sistemas. En cambio, los terneros de RA no recibieron fardo y lograron ganancias que se asemejan a los demás sistemas (Figura No. 12). Éstos únicamente se mantuvieron sobre raigrás, MCN y CN en una proporción en la ocupación de 13, 52 y 35% respectivamente.

La mayor disponibilidad de forraje durante la primavera admitió que la categoría de mayor edad permaneciera más tiempo sobre praderas. En el caso de RL pastorearon PP2 - PP3 66% del tiempo. Recibieron además suministro de fardo, lo que permitió mantener la carga del sistema y lograr el peso de embarque tal como es sugerido por Irigoyen (2009). Respecto a RF, hubo un exceso en la oferta de forraje en setiembre - octubre - noviembre (Figura No. 13D), que posteriormente cubrió la baja producción de forraje en el mes de diciembre. Si bien los novillos logran ganancias similares a los de RL, con el ingreso de animales al sistema se podrían haber capitalizado 38 kg de carne/ha potencialmente logrables. Esto probablemente afectó el no haber llegado a la meta anual.

El déficit hídrico ocurrido en el verano (precipitaciones 38% por debajo de los promedios históricos, Figura No. 5) afectó las tasas de crecimiento de las pasturas. Las mismas se ubicaron por debajo de 20 kg de MS/ha/día, siendo inferiores a los datos publicados por Formoso (2011), Montossi et al. (2013), Pereyra (2019) para pradera perenne, bianual y festuca respectivamente. Esto determinó menores producciones y ofertas de forraje en dichas pasturas. Posteriormente en enero y febrero el aumento en la oferta de MS estaría dado por la producción de los verdes de verano.

En el mes de diciembre la demanda animal supera a la oferta de MS en todos los sistemas (Figura No. 13). Esta diferencia es más acentuada en RL y RF, por presentar la categoría novillos una demanda aproximada de 534 y 700 kg de MS/ha SPG respectivamente. La menor oferta de MS dada por la baja producción de forraje mencionada anteriormente, probablemente explique esta diferencia. En el caso del lote novillos 2020 de RF, registraron una menor respuesta en comparación a lo publicado por Pereyra (2019) sobre festuca. Esto se podría atribuir a la mayor edad de la pastura y menor calidad respecto al invierno (PC 39% inferior).

La menor respuesta lograda en la categoría joven de RA en comparación con RC y RL (Figura No. 12) podría deberse a un aumento en la carga en verano (800 kg PV/ha), explicada por una menor SPG de este sistema. También cabe resaltar que RC y RL lograron una mejor respuesta animal individual, aun cuando la proporción en la ocupación en verdes de verano fue similar en los tres sistemas. Esto estaría explicado por una menor carga en los potreros, ya que RC y RL se subdividieron en dos lotes durante esta estación.

Es de destacar el rol que cumplió el campo natural en los sistemas en un año atípico climáticamente. La proporción del pastoreo total del año promedio para todos los sistemas fue de 36%, con un máximo de 61% en el caso de los terneros de RL y un mínimo de 23% en los novillos de RF (Figura No. 9). El mismo funcionó como soporte forrajero durante algunas estaciones. En el caso del otoño - invierno fue una opción ante la falta de piso o baja productividad de verdes. En el caso del verano ante las bajas producciones, permitió que no se sobre pastorearan las praderas perennes para no afectar la persistencia de las mismas.

En síntesis, el logro del objetivo de producción anual de carne en RA y RC (~400 kg/ha) coincide con un ajuste mejor de la oferta y la demanda de materia seca, sin grandes excedentes o déficits de alimento. Precisamente las estrategias ganaderas diseñadas para estos sistemas fueron seleccionadas con dicho objetivo. En el caso de RF, es importante recordar que el año de estudio coincidió con la incorporación de verdes en forma coyuntural que preceden a la resiembra de festuca. A consecuencia de esto, se observa en el balance (Figura No. 13D) un excedente de forraje en primavera, dado por la alta producción de festuca y raigrás en el mismo momento.

Es importante resaltar, que en RF sería posible alcanzar el objetivo productivo con ajustes en el manejo. En este caso particular los novillos tuvieron una baja respuesta otoñal sobre festuca. Con pastoreos estacionales que se ajusten a las recomendaciones mencionadas por Carámbula (2002), se aumentaría la respuesta en esta estación. Dicho autor sugiere remanentes de 10 cm que son más ajustados en invierno - primavera y más aliviados en otoño - verano. De esta manera se lograría controlar la floración, bajar la presencia de restos secos y mejorar las condiciones de rebrote otoñales (Pereyra, 2019). También se podría realizar suplementación de forma estratégica para aumentar las ganancias de dicha estación.

Otro ajuste posible en este sistema sería en el suministro de N en festuca, actualmente se aplican 100 kg/ha de urea en cada estación. Si bien el agregado de N es una herramienta importante para el aumento en la producción de forraje (Sardiña et al., 2009); ajustar el fraccionamiento a las mejores dosis y momentos de respuesta permitiría una mayor eficiencia en su uso, minimizando perjuicios ambientales y contribuyendo a la sustentabilidad en los sistemas productivos (Marino y Agnusdei, 2007). En este sentido Marino y Agnusdei (2004, 2007), Sardiña et al. (2009), Mendez et al. (2016), afirman que las mayores respuestas se dan a fines de invierno y principios de primavera, en cambio en otoño y verano las respuestas son menores. A consecuencia de esto, Bertín (2020) sugiere fraccionar la fertilización con N en un 60 - 70% a fines de invierno y el restante 30 - 40% a principio del otoño; a su vez estas dosis no deberían superar los 125 kg N/ha en la primavera (Marino y Agnusdei, 2007).

El otro sistema que no logró el objetivo productivo fue RL. En este caso la mayor acumulación de forraje del CN en invierno determinó ganancias inferiores a las esperadas, en consecuencia, los animales tuvieron crecimiento compensatorio en primavera. A modo de manejar el excedente de forraje en este período Montossi et al. (2010) sugieren realizar una limpieza del tapiz previo al ingreso de las categorías jóvenes. Esto podría llevarse a cabo por ejemplo con la utilización de altas cargas instantáneas con categorías adultas o de forma mecánica con una rotativa. A su vez también mencionan conveniente la priorización de potreros de mayor calidad para categorías más exigentes. Por otra parte, se podría mejorar la respuesta animal a la suplementación estratégica sobre CN. Como mencionan Echeverría et al. (2014) con recorridas periódicas sería posible actuar a tiempo para mejorar la dieta, detectando bajas ganancias, suplementos sin consumir o restos de forraje que sean indicios de una baja eficiencia en la realización de la práctica. Además, se deberían realizar mediciones de disponibles y remanentes al igual que en las pasturas en el CN, de modo de ajustar el pastoreo y por consiguiente mejorar la calidad y utilización de la pastura. Es importante resaltar que mediante la implementación de estos ajustes, se lograría en la recría llegar antes a la edad de faena. Como menciona Pigurina (1993), el crecimiento compensatorio si bien mejora peso y estado corporal retrasa el crecimiento potencial.

Por último y con respecto al CN, con fertilizaciones en verano se podría aumentar la oferta de forraje. En este sentido, Ayala y Carámbula (1994) aseguran que la mayor respuesta a la fertilización se da en primavera – verano con N, aunque la misma se ve incrementada cuando a este nutriente se le suman P y K. El implemento de la fertilización con NPK, tanto en RL como RF, permitiría cubrir el desbalance en la oferta y demanda de MS a principios de verano. Este desbalance está dado por una baja oferta de MS al no estar disponible para pastoreo los verdeos de verano y por una alta demanda de la categoría novillos previo a la salida del sistema.

5.2. VARIABLES ECONÓMICAS

Es importante recordar, como fue mencionado anteriormente, que tres de las rotaciones integran en el sistema la producción de cultivo de grano, y a los efectos de esta tesis sólo se estudió la producción ganadera; por lo que hay que considerar que el análisis económico realizado es un análisis parcial. También cabe aclarar que el ejercicio en evaluación se destacó por precios del ganado inusualmente altos en el período noviembre-diciembre 2019, asociado a la fiebre porcina que afectó la producción de carne de China, aumentando la demanda de carne por dicho país.

El sistema que presentó mayor PB ganadero fue RL, asociado principalmente al mayor precio recibido en el ejercicio por la venta de novillos (Anexo No. 12) que a la producción de carne. El mismo se situó 124 U\$\$/ha por encima del sistema con menor PB (RF con 320 U\$\$/ha). A RL le sigue RA con una diferencia de 87 U\$\$/ha. Éste explica su PB por la mayor producción de carne siendo el sistema que logró 404 kg PV/ha y no por el precio recibido. En RA al momento de cierre de este estudio se realizó una valorización de los animales, suponiendo que los mismos fueran vendidos en forma particular, para esto se utilizó el precio de referencia de ACG.

Respecto a los costos totales, RA fue el sistema que presentó los costos más elevados, seguido por RC con una diferencia de 24 U\$\$/ha. En ambas rotaciones fueron considerados los costos de instalación de teff grass, verdeo que no prosperó por fallas en implantación, realizando una resiembra con moha. Esto podría estar explicando la alta proporción que ocupan dentro de los costos totales la instalación y mantenimiento de los verdeos (64 y 43% respectivamente). Este es un riesgo que generalmente se corre en sistemas ganaderos basados en rotaciones de praderas y verdeos, en donde la alta carga animal no permite fallas en la implantación de pasturas y verdeos ya que afecta significativamente el balance de oferta y demanda de materia seca. Por otro lado, RF presenta una diferencia de 4 U\$\$/ha con RL, la mayor proporción de sus costos se explica por el mantenimiento de las praderas debido a las refertilizaciones anuales de festuca (60%). Como ya se mencionó anteriormente y para paliar el déficit forrajero invernal la dieta de RL, RC y RA se compuso de una alta proporción de suplemento y fardo lo que significó un 64, 38 y 20 % de sus costos totales respectivamente.

Por otra parte, el costo de producir un kg de MS fue más alto en RA situándose 20% por encima del costo de RF, 40% por encima del costo de RC y 60% por encima de RL. Cabe mencionar que los niveles de producción de materia seca, denominador para el cálculo del costo del kg de MS, estuvieron por debajo de lo esperado en el ejercicio 2019/20 asociado a una primavera “corta” con temperaturas por debajo de lo normal y con exceso de precipitaciones y a un verano con importante déficit hídrico.

En cuanto al margen bruto, se puede decir que los sistemas RL y RF obtuvieron mayor resultado económico luego de cubrir sus costos totales respecto a RC y RA. Esto está explicado no solo por tener menores costos totales, asociados a una mayor proporción de pasturas perennes en la rotación, sino por la menor eficiencia de los sistemas RC y RA reflejada en la mayor relación I/P.

Para medir el riesgo que puede afectar a las variables que inciden en el negocio se realizó un análisis de sensibilidad del margen bruto. En el caso de RL se observa que la alternativa es sustentable económicamente, dado que ante variaciones en los precios de compra - venta y variaciones en los costos de las praderas y verdeos el margen se mantiene positivo (Cuadros No. 29 y No. 30). No ocurre lo mismo con RF, el cual presenta mayor sensibilidad ante cambios en el precio de venta de los novillos; esto se refleja en el PB ganadero del sistema, dado mayormente por los precios recibidos y no por la producción física/ha lograda (Cuadro No. 35). Para el caso de RA y RC presentan una menor sustentabilidad económica ya que ante mínimas variaciones posibles en las variables los impactos son mayores, esto podría estar dado por el menor margen y eficiencia económica que presentan estas alternativas.

Según Moreira (2017) el precio implícito es un buen estimador del resultado de las empresas, el mismo se calculó junto con la relación compra/venta para las diferentes estrategias (Cuadro No. 38). El alto precio implícito de RC y RF en setiembre y diciembre (7.13 y 2.23 U\$S/kg respectivamente) y la relación compra/venta (0.77 y 0.91 respectivamente) reflejan una valorización de los kilogramos iniciales. Como mencionan Montes y Morales (2017) esto ocurre cuando el precio implícito es mayor al precio de venta. No ocurre lo mismo con la recría de hembras en RC, la cual obtuvo el menor precio implícito (0.51 U\$S/kg). Esta categoría fue la única que se vendió por pantalla, incurriendo en costos adicionales que hicieron disminuir el precio de venta. A su vez el momento de venta coincidió con el inicio de la pandemia covid- 19 lo que afectó los mercados ganaderos. Como mencionan Montes y Morales (2017) esta categoría perdió en el mercado lo que ganó en el proceso productivo, ya que se trata de una categoría eficiente que produjo 160 kg. En RC, el alto precio implícito del negocio del engorde de vacas fue diluido debido a la baja contribución de dicha estrategia en el total del sistema, fundamentalmente basado en la recría de terneras.

En conclusión, en un ejercicio atípico marcado por los altos precios en el mercado ganadero y por el inicio de la pandemia covid-19, el sistema RL fue el que mejor se comportó económicamente. En el caso de los sistemas más intensivos, como fue mencionado anteriormente, las variables precios de compra - venta y costos asociados a la producción son las que generarían mayor impacto en estos sistemas. En este sentido, sería posible obtener una producción con mayor resultado económico con mejoras en el precio implícito o ajustes en los costos. Además, también es importante considerar que los precios post - zafra en general son más elevados, por lo que decidir el mejor momento de venta le daría mayor valor a la producción.

En el caso de los sistemas que tienen recría de machos y sobre todo en RA, se podría comenzar con animales más livianos y eficientes que lleguen al año con menos peso respecto a los actuales. Como menciona Bartaburu (2013) el precio implícito disminuye a medida que el peso de compra y venta de los animales aumenta, debido a una desfavorable relación de precios compra/venta. Ingresando al sistema con un promedio de 160 kg/animal se lograría al año animales por encima de 300 kg PV en promedio en los meses de abril - mayo. Aquí es importante resaltar que para no comprometer el resultado productivo es necesario mantener la dotación ya usada en estos sistemas, implicando la compra de un número mayor de animales. El margen obtenido de haber realizado la medida planteada se presenta en el Anexo No. 17.

Por otra parte, en lo que concierne a la recría de hembras ingresando terneras al sistema en el mes de mayo (150 kg/animal promedio) y considerando el excedente de forraje ocurrido en enero y febrero, se podría realizar una IATF (inseminación a tiempo fijo) al comienzo del verano. Se lograría así, vender otra categoría de mayor valor en el siguiente otoño. La implementación de esta medida hubiera permitido elevar el margen bruto de 17 a 140 U\$\$/ha en este sistema (Anexo No. 17). Respecto a los costos, en el caso de las vaquillonas que fueron vendidas en pantalla sería posible disminuir los gastos asociados a este negocio, estableciendo relaciones directas con compradores de hacienda o reposición.

Por último, también hay que resaltar que los ajustes propuestos en el plano productivo además de mejorar dicho resultado también impactarían de forma positiva en el resultado económico. Claro es el ejemplo de la suplementación estratégica, un aumento en la eficiencia logrando efectos aditivos permitirían disminuir los costos de este alimento.

6. CONCLUSIONES

En un año atípico climáticamente, marcado por precios inusuales en el mercado ganadero y estando los sistemas aún en proceso de estabilización, no fue posible lograr una compatibilización entre la intensificación productiva y la sustentabilidad económica.

En este año en particular, cuando el objetivo es lograr altas producciones por hectárea los sistemas más intensivos RA y RC parecen ser los más adecuados; éstos logran 404 y 393 kg PV/ha respectivamente. En contraparte, cuando el objetivo es la sustentabilidad económica RL es el que obtiene mejor resultado económico y una mayor estabilidad ante variaciones de precios.

Es importante tener en cuenta que los sistemas son dinámicos, y para lograr una mayor eficiencia y respuesta requieren de ajustes permanentes. En el corto y mediano plazo cuando los sistemas estén estabilizados será posible alcanzar altas producciones físicas por hectárea, que obtengan un buen resultado económico y estabilidad ante las variables que más impactan en el negocio.

Dado que el diseño de los sistemas presenta una escala semi- comercial, no hay repeticiones en el espacio. Sumado esto a que los datos corresponden solamente a un año de evaluación no fue posible la realización de un análisis estadístico. Para llevar a cabo este tipo de análisis en estos sistemas se requieren repeticiones entre años. También hay que tener en cuenta que en el presente trabajo únicamente se contempla la fase ganadera de cada rotación. Sería relevante incluir en próximos ensayos la fase agrícola, con la cual se obtendría una visión global del funcionamiento de los sistemas. De esta manera también se lograría visualizar mayores oportunidades para la inserción de la producción ganadera.

En otro orden, se puede señalar la relevancia que tienen los estudios ambientales en la generación de empresas competitivas y sostenibles mediante el uso responsable de los recursos naturales. En función de lo planteado y teniendo en cuenta que en la presente tesis sólo se abordaron aspectos productivos y económicos, sería pertinente incluir la medición de variables como el balance de nitrógeno y la emisión de metano, generando información sobre el impacto ambiental de estos sistemas en investigaciones futuras.

7. RESUMEN

El objetivo de la presente tesis fue evaluar cuatro estrategias ganaderas contrastantes (duración, categorías, relación recría/terminación) sobre distintas rotaciones forrajeras - agrícolas con suplementación y campo natural en forma estratégica en la región Este. Este trabajo fue llevado a cabo en la Unidad Experimental “Palo a Pique” de INIA Treinta y Tres entre los meses de mayo 2019 y abril 2020. El ensayo está conformado por cuatro sistemas: rotación larga (RL), rotación corta (RC), rotación agrícola (RA) y rotación forrajera (RF). RL consta de una rotación pastura – cultivos forrajeros de seis años con dos años de verdeos (avena – sorgo forrajero – raigrás – moha) y cuatro años de una pradera de festuca (*Festuca arundinacea*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus corniculatus*). Sobre esta alternativa se realiza una recría de 50 terneros y el engorde de 44 novillos. RC se compone de una rotación pastura - cultivo de cuatro años; presentando dos años de cultivos forrajeros (misma secuencia que en RL) y dos años de una pradera compuesta por trébol rojo (*Trifolium pratense*) y *Holcus lanatus* y/o raigrás perenne, realizando una recría de 44 terneras de refugio y el engorde de 15 vacas de descarte. RA está compuesto por dos años de cultivos forrajeros, con la misma secuencia planteada para RL y RC. A diferencia de los anteriores el área de pastura mejorada en RA no rota con los cultivos forrajeros, sino que se mantienen en áreas separadas. Se realiza la recría de 34 terneros. RF, sistema que no presenta cultivos forrajeros en forma estructural, se compone de festuca pura, realizándose la terminación de 47 novillos. Por otra parte, todos los sistemas agregan un área de campo natural correspondiendo a un 25- 30 % del área de cada rotación. Además 3 de los 4 sistemas utilizan la suplementación de forma estratégica. Para la asignación de las diferentes categorías a los sistemas se realizó un ajuste de la mejor estrategia ganadera para cada rotación forrajera a modo de potenciar su productividad. Los animales en pastoreo son de raza Hereford, Aberdeen Angus o cruza HE x AA. Las variables analizadas fueron medidas mensualmente, siendo en pasturas: existencia de forraje mensual de cada sistema, tasa de crecimiento, producción de forraje mensual y estacional, forraje desaparecido, eficiencia de cosecha, valor nutritivo y tiempo de ocupación de las diferentes pasturas. Por otra parte, en los animales se evaluó: evolución de PV, dotación animal promedio estacional y anual, ganancia diaria de peso, eficiencia de conversión, balance forrajero y producción de PV/ha. En el primer año de evaluación y teniendo en cuenta que se trató de un año atípico en distintos aspectos, se constató que los sistemas RA y RC lograron el objetivo de producción anual (~400 kg/ha), en cambio RL y RF estuvieron 85 y 93 kg PV/ha por debajo del objetivo principal. Desde el punto de vista de las variables económicas RL fue el sistema que obtuvo mejor resultado. Esto se reflejó en un mayor producto bruto (U\$S/ha) y margen bruto (U\$S/ha), menores costos respecto a sistemas más intensivos y mejor relación insumo/producto, menor costo de producción del kg MS, mayor estabilidad ante variaciones de precios, y alto precio implícito de la estrategia ganadera (>1.5 U\$S/kg).

Palabras clave: Rotación pastura - cultivo; Ganadería; Intensificación; Sustentabilidad económica.

8. SUMMARY

The objective of this thesis was to evaluate four contrasting livestock strategies (duration, categories, background / fattening relationship) on different forage- crops rotations with supplementation and natural grasslands strategically in the eastern region. This work was carried out in the Experimental Unit "Palo a Pique" of INIA Treinta y Tres between the months of May 2019 and April 2020. The test is made up of four systems: long rotation (RL), short rotation (RC), agricultural rotation (RA) and forage rotation (RF). RL consists of a six-year pasture-forage crop rotation with two years of annual forages (oats - forage sorghum - ryegrass - moha) and four years of a tall fescue (*Festuca arundinacea*), white clover (*Trifolium repens*) and birdsfoot (*Lotus corniculatus*). On this alternative, 50 calves are background and 44 steers are fattened. RC is made up of a four-year pasture-crop rotation; presenting two years of forage crops (same sequence as in RL) and two years of a pasture composed of red clover (*Trifolium pratense*) and *Holcus lanatus* and / or perennial ryegrass, carrying out a rearing of 44 refuge calves and the fattening of 15 cows discard. RA is composed of two years of forage crops, with the same sequence proposed for RL and RC. Unlike the previous ones, the area of improved pasture in RA does not rotate with the forage crops, but they are kept in separate areas. 34 calves are background. RF, a system that does not present forage crops in a structural way, is made up of pure fescue, with the fattening of 47 steers. On the other hand, all systems add a natural grasslands field area corresponding to 25-30% of the area of each rotation. In addition, 3 of the 4 systems use supplementation strategically. For the assignment of the different categories to the systems, an adjustment of the best livestock strategy was made for each forage rotation in order to enhance their productivity. Grazing animals are Hereford, Aberdeen Angus, or HE x AA crosses. The variables analyzed were measured monthly, being in pastures: monthly existence of each system, growth rate, monthly and seasonal forage production, missing or consumed forage, harvest efficiency, nutritional value and occupation time of the different pastures. On the other hand, the animals were evaluated: liveweight gain, average seasonal and annual animal supply, daily weight gain, conversion efficiency, forage balance and production of LW/ha. In the first year of evaluation and taking into account that it was an atypical year in different aspects, it was found that the RA and RC systems achieved the annual production objective (~ 400 kg/ha), whereas RL and RF were 85 and 93 kg LW/ha below the main objective. From the point of view of economic variables, RL was the system that obtained the best result. This was reflected in a higher gross product (U\$S/ha) and gross margin (U\$S/ha), lower costs compared to more intensive systems and better input / product ratio, lower production cost of kg DM, greater stability in the face of price variations, and high implicit price of the livestock strategy (> 1.5 U\$S/kg).

Key words: Forage - crop rotation; Cattle raising; Intensification; Economic sustainability.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. ACG (Asociación de Consignatarios de Ganado, UY). 2020. Mercado de hacienda. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2021. Disponible en https://www.acg.com.uy/mercado_hacienda
2. Agnusdei, M. G.; Di Marco, O. N.; Insúa, J. 2014 Calidad nutritiva de festuca alta. *Visión Rural*. no. 89:5 - 9.
3. Altamirano, A.; Durán, A.; Da Silva, H.; Echevarría, A.; Puentes, R.; Panario, D. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, Uruguay, MAP. DSF. t. 1, 96 p.
4. Amigone, M. A.; Kloster, A. M. 1997. Verdeos de invierno. *In*: Latimori, N. J.; Kloster, A. M. eds. *Invernada bovina en zonas mixtas: claves para una actividad más rentable y eficiente*. Córdoba, Argentina, INTA. pp. 37-56 (Serie INTA Agro no. 2).
5. Ayala, W.; Carriquiry, E.; Carámbula, M. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la Región Este. *In*: *Jornada de Campo Natural (1993, Treinta y Tres)*. Campo natural: estrategia invernal, manejo y suplementación. Montevideo, INIA. pp. 1-28 (Actividades de Difusión no. 49).
6. _____.; Carámbula, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. *In*: *Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia)*. Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 51).
7. _____.; _____. 1996. Mejoramientos extensivos en la Región Este: implantación y especies. *In*: Risso, D.; Berreta, E. J.; Morón, A. eds. *Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 169-183 (Serie Técnica no. 80).
8. _____.; Bermúdez, R.; Carámbula, M.; Risso, D. F.; Terra, J. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de la región Este. *In*: Risso, D.; Beretta, E. eds. *Tecnologías forrajeras para*

sistemas ganaderos de Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 69-103 (Boletín de Divulgación no. 76).

9. _____.; Bemhaja, M.; Coto, B.; Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Forrajeras: catálogo de cultivos 2010. Montevideo, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).

10. Azanza, A.; Panissa, R. J.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 78 p.

11. Bartaburu, D. 2013. El precio implícito en el negocio de la cría vacuna. Algunos análisis y comentarios. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 148:26-27. Consultado may. 2021.
https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R148/R_148_26.pdf

12. Bartaburu, S.; Cooper, P.; Lanfranconi, M.; Olivera, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño- invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 93 p.

13. Benítez, S.; Cunha, F.; Fernández, G.; Velazco, J.; Rovira, P. 2014. Efecto de la sustitución de proteína verdadera por nitrógeno no proteico en el desempeño productivo de terneros suplementados con grano húmedo de sorgo sobre campo natural. *In*: Rovira, P. J. ed. Suplementación de bovinos con grano húmedo de sorgo y fuentes proteicas sobre campo natural. Montevideo, INIA. pp. 29-47 (Serie Técnica no. 212).

14. Berlangieri, M. S. 2008. Efecto del manejo y el material genético en la productividad de sorgo bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 189 p.

15. Bermúdez, R.; Ayala, W.; Ferrés, S.; Queheille, P. 2003. Opciones forrajeras para la región Este. *In*: Seminario de Actualización Técnica en Producción de Carne Vacuna y Ovina de Calidad (2003, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-10 (Actividades de Difusión no. 317).

16. _____.; _____. 2005. Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del Este. *In*: Seminario de Actualización Técnica en

Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 33-40 (Serie Técnica no. 151).

17. Berretta, J. E.; Bemhaja, M. 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de basalto de la unidad Queguay Chico. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11-20 (Serie Técnica no. 102).
18. Beretta, V.; Simeone, A. 2008. Producción de carne a pasto: asignación de forraje, respuesta animal y utilización del forraje. In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú). Una década de investigación para una ganadería más eficiente. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 20-23.
19. Bertín, O. 2020. Respuesta productiva y económica a la fertilización de pasturas perennes. (en línea). Producir XXI (Buenos Aires). no. 343:10-17. Consultado may. 2021. Disponible en https://issuu.com/producirxxi/docs/producirxxi_343-may2020
20. Bidegain, I.; García Pintos, F.; Maissonave, F.; Trajtemberg, G. 2007. Potencial de uso de forraje conservado como fuente adicional de fibra para vacunos pastoreando verdeos de invierno, efecto sobre la tasa de ganancia, características de canal y calidad de carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 124 p.
21. Camps, G.; Castro, M.; Boggiano, P. 2009. Revisión de la red de ensayos de evaluación de cultivares de especies forrajeras. Resultados experimentales. (en línea). La Estanzuela, INIA. 122 p. Consultado jun. 2020. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/fpta222.pdf
22. Carámbula, M. 2002. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. v.1, 357 p.
23. _____. 2007. Verdeos de verano. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 226 p.
24. Carrera, M.; González, R.; González, D.; Rovira, P. 1996. Efecto de la dotación y manejo del pastoreo en la productividad del campo natural y mejorado.

Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República.
Facultad de Agronomía. 97 p.

25. Carriquiry, J.; García Pintos, R.; Pardiñas, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño- invierno. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 88 p.
26. Cepeda, M.; Scaiewicz, A.; Villagrán, J. 2005. Manejo de la frecuencia de suplementación en la recría de terneros sobre pasturas mejoradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.
27. Cibils, R.; Fernández, E.; Acosta, Y. 1997. Suplementación estratégica de la recría vacuna. (en línea). Plan Agropecuario. Cartilla no. 4. 8 p. Consultado ago. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3853/1/Cartilla-4-Plan-INIA-1997.pdf>
28. Clariget, J. M.; Pérez, E.; La Manna, A. 2015. Alternativas estivales para una mayor ganancia diaria de peso en invernada intensiva bovina. (en línea). Revista INIA. no. 43:12-16. Consultado dic. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5465/1/revista-INIA-43.p.12-16-CLARIGET.pdf>
29. _____. 2019. Mejora en la eficiencia de conversión. Sistemas pastoriles intensivos. *In*: Día de Campo de Ganadería Intensiva (2019, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 15-16 (Actividades de Difusión no. 791).
30. Contatore, L. A.; Rodríguez, D.; Vago, M. 2007. Potencial de uso de forraje conservado como fuente adicional de fibra para vacunos pastoreando verdeos de invierno (Año II). Efecto sobre la tasa de ganancia, características de la canal y calidad de carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 94 p.
31. Cuitiño, M. J.; Morales, X.; Cardozo, V. 2020. Resultados del sorgo forrajero para pastoreo. (en línea). *In*: Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de sorgo forrajero: período 2019. La Estanzuela, Uruguay, INIA/INASE. pp. 11-17. Consultado dic. 2020. Disponible en

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14568/1/Publicacion-Sorgo-Forrajero-Periodo-2019-20.pdf>

32. Damonte, I.; Irazabal, G.; Reinante, R.; Shaw, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdes durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 193 p.
33. De León, M.; Ustarroz, E. 2004. Hacia los 1000 kg/ha de carne. (en línea). Córdoba, Argentina, INTA. 12 p. Consultado dic. 2020. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/19-hacia_los_mil_kg.pdf
34. Díaz Lago, J.; García, J. A.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
35. Di Marco, O. N.; Aello, M. 2003. Costo energético de la actividad de vacunos en pastoreo y su efecto en la producción. (en línea). Balcarce, Unidad Integrada INTA. Balcarce/Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 6 p. Consultado ago. 2020. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/01-costo_energetico_de_actividad_en_pastoreo_efecto.pdf
36. Echeverría, J.; Rovira, P.; Montossi, F. 2014. Manejo de la alimentación invernal de la recria sobre campo natural. (en línea). Revista INIA. no. 37:14-18. Consultado may. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/3254/1/Revista-INIA-37-p.-14-pdf.pdf>
37. Elizondo, L.; Gil, A.; Rubio, L. 2003. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Hereford pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigrás en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Paysandú, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p.
38. Fassio, A.; Cozzolino, D.; Ibáñez, W.; Fernández, E. 2002. Sorgo: destino forrajero. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 33 p. (Serie Técnica no. 127). Consultado dic. 2020. Disponible en

<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2871/1/111219240807141139.pdf>

39. Ferreira Chaves, E.; Figares, C. L.; Rodríguez, J. F. 2002. Efecto de la suplementación con heno sobre verdes de invierno en el engorde de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 157 p.
40. Formoso, D. 1997. Productividad y manejo de pasturas naturales en Cristalino. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 51-58 (Serie Técnica no. 13).
41. Formoso, F. 2008. Principales variables a considerar para aumentar la eficiencia de la producción y utilización del forraje, especialmente durante otoño e invierno. In: Jornada de Producción Animal (2008, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 1-20 (Actividades de Difusión no. 532).
42. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, Uruguay, INIA. 200 p. (Serie Técnica no. 182).
43. _____. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) pers). Montevideo, Uruguay, INIA. 291 p. (Serie Técnica no. 188).
44. FUCREA (Federación Uruguaya de los Grupos CREA, UY). 2020. Resultados ejercicio 19-20. Sectorial ganadera de FUCREA. (en línea). Montevideo. 12 diapositivas. Consultado ene. 2021. Disponible en <http://fucrea.org/institucional/documentos/conferencia-de-prensa-2020>
45. Gamio, J. I.; Rodríguez, F. Y.; Volonté, R.; Zeballos, S. 1995. Utilización de mejoramiento de campo en la recria de terneros durante el período

invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 107 p.

46. García, J. A. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no. 133).
47. INAC (Instituto Nacional de Carnes, UY). 2020. Precios. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2021. Disponible en <https://www.inac.uy/innovaportal/v/5541/10/innova.front/precios>
48. INIA. GRAS (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Unidad de Agro-clima y Sistema de Información, UY). 2020. Banco datos agroclimático. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado jun. 2020. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
49. Irigoyen, A. 2009. Rol de las reservas forrajeras en los sistemas ganaderos. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 130:46-52. Consultado dic. 2020. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R130/R_130_46.pdf
50. Lagomarsino, X.; Brito, G.; Montossi, F. 2015. Engorde de vacas de refugio: sistemas de alimentación, productividad y calidad del producto. (en línea). Revista INIA. no. 41:13-17. Consultado mar. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/4776/1/Revista-INIA-41p13-17.pdf>
51. Leborgne, R. 2008, Antecedentes técnicos y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. 2ª. ed. corr. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.
52. Lombardo, S. 2020. Planificando un engorde y recría a campo. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 189:29-37. Consultado ene. 2021. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/magazines/articles/189_29_37.pdf
53. Luzardo, S.; Cuadro, R.; Montossi, F.; Mederos, A.; Albernaz, F.; González, E.; Presa, O.; Lima, D.; Costales, J.; De Souza, G.; Zamit, W.; Bentancur, M. 2010. Efecto del nivel de oferta de forraje y la suplementación energética otoño – invernal en una pastura permanente sobre la performance y calidad del producto de terneros y novillos Hereford. *In*: Día de Campo

de la Unidad Experimental Glencoe (2010, Paysandú). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 13-16 (Actividades de Difusión no. 619).

54. Marichal, M. de J.; Trujillo, A. I. 2000. Valoración energética de los alimentos. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 10 p.
55. Marino, M. A.; Agnusdei, M. 2004. Conceptos básicos para el manejo de la nutrición nitrogenada y fosfatada de las pasturas. (en línea). In: Jornada de Actualización Ganadera (2ª., 2004, Balcarce). Memorias. Balcarce, INTA. pp. 12-13. Consultado abr. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/03-nutricion_nitrogenada_fosfatada.pdf
56. _____.; _____. 2007. Manejo estacional del suministro de nitrógeno en pasturas de *Festuca arundinacea* Scrb. (Sudeste bonaerense, Argentina): crecimiento y eficiencia en el uso de los recursos. (en línea). In: Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal (20º., 2007, Cusco). Trabajos presentados. Cusco, Perú, ALPA. s.p. Consultado abr. 2021. Disponible en https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/33-Marino-Festuca_alta.pdf
57. Méndez, D. G.; Barraco, M.; Berone, G. 2016. Fertilización nitrogenada de pasturas de festuca y agropiro. (en línea). Balcarce, INTA. 2 p. Consultado may. 2021. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_mt2016_mendez_fertilizacion_pasturas.pdf
58. Messa, A.; Bono, S. 2005. Efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con grano y heno en la performance de novillos que pastorean una mezcla de leguminosas y gramíneas durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
59. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2020. Anuario estadístico agropecuario 2020. (en línea). Montevideo, Uruguay. 268 p. Consultado mar. 2021. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio->

[ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/estadisticas/anuario-estadistico-agropecuario-2020](#)

60. Mieres, J. M.; Assandri, L.; Cúneo, M. 2004. Tablas de valor nutritivo de alimentos. *In*: Mieres, J. M. ed. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. pp. 13-66 (Serie Técnica no. 142).
61. Montes, E.; Morales, H. 2017. ¿Dónde está el control del negocio? *In*: Montes, E.; Morales, H. eds. Recría de novillos. El posible equilibrio entre el negocio y productividad. Montevideo, IPA. pp. 37-70.
62. Montossi, F.; Silveira, C.; Soares de Lima, M.; Luzardo, S.; De Barbieri, I. 2010. Manejo del exceso de forraje en el período otoño- invernal: cantidad no es calidad. (en línea). Revista INIA. no. 22:6-10. Consultado may. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2166/1/14432220710123704.pdf>
63. _____; Gutiérrez, D.; Pravia, M. I.; Porcile, V.; Cuadro, R.; Jaurena, M.; Ayala, W. 2013. Caracterización del componente pasturas y forrajes en predios del GIPROCAR II: disponibilidad, crecimiento, composición botánica y valor nutritivo. *In*: Montossi, F. ed. Invernada de precisión: pasturas, calidad de carne, genética, gestión empresarial e impacto ambiental (GIPROCAR II). Montevideo, INIA. pp. 69-109 (Serie Técnica no. 211).
64. _____; Lagomarsino, X. 2017. Resultados experimentales. *In*: Montossi, F. ed. Propuestas tecnológicas para el engorde de vacas de descarte en las regiones ganaderas de areniscas y basalto de Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 47-90 (Serie Técnica no. 236).
65. Moreira, J. A. 2017. Razones y estrategias aplicadas por los productores para realizar la recría de machos. *In*: Montes, E.; Morales, H. eds. Recría de novillos: el posible equilibrio entre el negocio y productividad. Montevideo, IPA. pp. 37-70.
66. Moreyra, F.; Giménez, F.; López, J. R.; Tranier, E.; Real Ortellado, M.; Kruger, H.; Mayo, A.; Labarthe, F. 2014. Verdeos de invierno: utilización de

verdeos de invierno en planteos ganaderos del Sudoeste bonaerense. Buenos Aires, Argentina, INTA. 52 p.

67. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Reading). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
68. NRC (National Research Council, US). 2016. Nutrient requirements of beef cattle. 8th. rev. ed. Washington, D. C., National Academic Press. 249 p.
69. Ochoa, P.; Vidal, M. 2004. Evaluación de la respuesta a la suplementación proteica de terneros de destete pastoreando sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 95 p.
70. Pantalla Uruguay. 2021. Promedios. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado ene. 2021. Disponible en <http://www.pantallauruguay.com.uy/promedios>
71. Pereira, M. 2017. Opciones de intensificación y exploración de la multifuncionalidad de nuestros campos para la ganadería extensiva de Uruguay. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 162:50-52. Consultado mar. 2021. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/Revista_on_line/Revista_162/files/assets/common/downloads/publication.pdf
72. Pereyra Goday, F. 2019. Efecto de la inclusión del endófito AR584 en la producción de *Festuca arundinacea* y la performance animal asociada. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 67 p.
73. Perrachón, J. 2010. Verdeos de verano: un seguro para veranos difíciles: sorgo forrajero, sudangras, moha, maíz. (en línea). Revista del Plan Agropecuario. no. 135:61-65. Consultado dic. 2020. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R135/R_135_61.pdf
74. Pigurina, G. 1993. Aspectos nutricionales de la suplementación de terneros en condiciones de pastoreo. In: Jornada de Campo Natural (1993, Treinta y Tres). Campo natural: estrategia invernal, manejo y suplementación. Montevideo, INIA. pp. 29-34 (Actividades de Difusión no. 49).
75. _____; Brito, G.; Pittaluga, O.; Scaglia, G.; Risso, D. F.; Berretta, E. J. 1997. Suplementación de la recría en vacunos. In: Jornada de Suplementación

Ovina y Vacuna (1997, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 1-6 (Actividades de Difusión no. 129).

76. _____.; Soares de Lima, J. M.; Berretta, E. J.; Montossi, F.; Pittaluga, O.; Ferreira, G.; Silva, J. A. 1998. Características del engorde a campo natural bovinos de carne. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 137-145 (Serie Técnica no. 102).
77. Pittaluga, O.; Berretta, E. J.; Risso, D. F. 1998. Factores que afectan la recría vacuna en campo natural en basalto. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 147-151 (Serie Técnica no. 102).
78. Pordomingo, A. J. 2001. Las reservas forrajeras en la producción animal; el balance de las dietas. (en línea). s.n.t. 4 p. Consultado jul. 2020. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_en_general/18-las_reservas_forrajeras.pdf
79. Quinodoz, E. 2012. Utilización de pasturas: desmitificando la eficiencia de cosecha. (en línea). Producir XXI (Buenos Aires). no. 249:34-41. Consultado dic. 2020. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/156-eficiencia.pdf
80. Quintans, G.; Vaz Martins, D.; Carriquiry, E. 1994. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. In: Jornada Campo Natural (1993, Treinta y Tres). Campo natural: estrategia invernal, manejo y suplementación. Montevideo, INIA. pp. 35-53 (Actividades de Difusión no. 49).
81. _____. 2008. Algunas estrategias para disminuir la edad al primer servicio de vaquillonas. In: Seminario de Actualización Técnica sobre Cría Vacuna (2008, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 53-58 (Serie Técnica no. 174).
82. Ramírez, C. 2018. Costos de pasturas aumentaron 7%. (en línea) In: Catálogo remate 190 Pantalla Uruguay. Montevideo. p.7. Consultado ene. 2021.

Disponible en <https://www.rural-ftp.com/remates/catalogos/1eFloiCUbMZHYHmr.pdf>

83. Rearte, D. H.; Pieroni, G. A. 2001. Supplementation of temperate pastures. In: International Grassland Congress (19th., 2001, Balcarce). Memories. Balcarce, INTA. pp. 679-689.
84. Risso, D. F. 1997a. Producción de carne sobre pasturas. In: Vaz Martins, D. ed. Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp. 1-7 (Serie Técnica no. 83).
85. _____; Ahunchain, M.; Cibils, R.; Zarza, A. 1997b. Suplementación en invernadas del litoral. In: Restaino, E.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 51-65 (Serie Técnica no. 15).
86. Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
87. Rovira, P.; Benítez, S.; Cunha, F.; Fernández, G. 2014a. Antecedentes. In: Rovira, P. J. ed. Suplementación de bovinos con grano húmedo de sorgo y fuentes proteicas sobre campo natural. Montevideo, INIA. pp. 3-11 (Serie Técnica no. 212).
88. _____; Velazco, J. 2014b. Inclusión de fuentes proteicas al grano húmedo de sorgo en esquemas de suplementación de bovinos sobre campo natural. In: Rovira, P. J. ed. Suplementación de bovinos con grano húmedo de sorgo y fuentes proteicas sobre campo natural. Montevideo, INIA. pp. 17-28 (Serie Técnica no. 212).
89. _____; Ayala, W.; Terra, J. A.; García- Préchac, F.; Harris, P.; Lee, M. R. F.; Jordana Rivero, M. 2020. The “Palo a Pique” long-term research platform: first 25 years of a crop- livestock experiment in Uruguay. (en línea). *Agronomy*. 10:1-15. Consultado jul. 2020. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14325/1/Agronomy-2020-Rovira.pdf>
90. Sardiña, C.; Ceconi, I.; Bandera, R. 2009. Fertilización nitrogenada y respuesta productiva de festuca (*Festuca arundinacea*) y agropiro (*Tynopirum ponticum*). (en línea). General Villegas, INTA. pp. 83-85. Consultado

may. 2021. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-mt2010_sardinia_fertilizacion_nitrogenada.pdf

91. Simeone, A.; Beretta, V. 2004. Uso de alimentos concentrados en sistemas ganaderos. ¿Es buen negocio suplementar el ganado? *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú). Memorias. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. EEMAC. pp. 10-17.
92. _____.; _____. 2005. Suplementación y engorde a corral: cuándo y cómo integrarlos al sistema ganadero. *In*: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (2005, Paysandú). Memorias. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. EEMC. pp. 8-30.
93. Souza, P. A.; Presno, J. P. 2013. Productividad invierno- primaveral de praderas mezclas con *Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos Holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 110 p.
94. Terra, J. A.; Scaglia, G.; García- Préchac, F. 2000. Moha: características del cultivo y comportamiento en rotaciones forrajeras con siembra directa. (en línea). Montevideo, Uruguay, INIA. 62 p. (Serie Técnica no. 111). Consultado feb. 2021. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2854/1/111219240807140316.pdf>
95. _____.; García Préchac, F. 2001. Siembra directa y rotaciones forrajeras en las lomadas del Este: síntesis 1995-2000. Montevideo, Uruguay, INIA. 100 p. (Serie Técnica no. 125).
96. _____.; _____.; Scaglia, G.; Rovira, P. 2003. Producción intensiva de carne en rotaciones forrajeras con tecnologías de siembra directa en lomadas del Este. *In*: Seminario de Actualización Técnica (2003, Treinta y Tres). Producción de carne vacuna y ovina de calidad. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 35-44 (Actividades de Difusión no. 317).
97. _____.; Pravia, M. V.; Salvo, L.; Carbone, A. M.; García- Préchac, F. 2009. Desde la viabilidad de la siembra directa en suelos marginales hasta la oportunidad del manejo sitio específico de los mismos. *In*: Simposio

Nacional de Agricultura de Secano (1^o., 2009, Paysandú). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 91-110.

98. Zanoniani, R.; Noël, S. 1997. Verdeos de invierno. (en línea). UEDY. Cartilla no. 2. s.p. Consultado feb. 2021. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart2/Cart2.htm>
99. _____.; Ducamp, F.; Bruni, M. 2000. Utilización de verdeos de invierno en sistemas de producción animal. (en línea). UEDY. Cartilla no. 17. s.p. Consultado feb. 2021. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart17/Cart17.htm>

10. ANEXOS

Anexo No. 1. Estimación de los requerimientos totales de materia seca por animal y por día en base a NRC

1. Requerimientos de mantenimiento de los animales a partir del peso vivo vacío

$$(a) \text{ EN mant. (Mcal/día)} = (0,077 * \text{peso vacío}^{0,75}) * 1,15$$

Nota: el factor 1,15 estima un 15% de requerimientos adicionales por pastoreo (la fórmula original de NRC es para ganado estabulado). En verano, se puede subir a 20% por estrés térmico.

2. Requerimientos para ganancia de peso (GDP) de los animales en función de GDP observada entre pesadas

(b) EN gan. (Mcal/día) = (peso vacío ^{0,75}) * [(GDP*0,956) ^{1,097}] * 0,0635	medium-frame steers
EN gan. (Mcal/día) = (peso vacío ^{0,75}) * [(GDP*0,956) ^{1,119}] * 0,0783	medium-frame heifers
EN gan. (Mcal/día) = (peso vacío ^{0,75}) * [(GDP*0,956) ^{1,119}] * 0,0693	large-frame heifers

Nota: si GDP era negativa, se asumía “cero” para el cálculo

3. Cálculo de EN mantenimiento y ganancia en la dieta ofrecida a partir de la energía metabolizable (EM)

$$(c) \text{ EN mant. (Mcal/kg MS)} = (1,37 * EM) - (0,138 * EM * EM) + (0,0105 * EM * EM * EM) - 1,12$$

$$(d) \text{ EN gan. (Mcal/kg MS)} = (1,42 * EM) - (0,174 * EM * EM) + (0,0122 * EM * EM * EM) - 1,65$$

4. Cálculo de kg de materia seca (MS) para mantenimiento y ganancia a partir de concentración de EN en la dieta

$$(e) \text{ Kg MS/d mant.} = a/c$$

$$(f) \text{ Kg MS/d gan.} = b/d$$

5. Requerimientos totales de MS por animal y por día

$$(g) \text{ Kg MS/d} = e + f$$

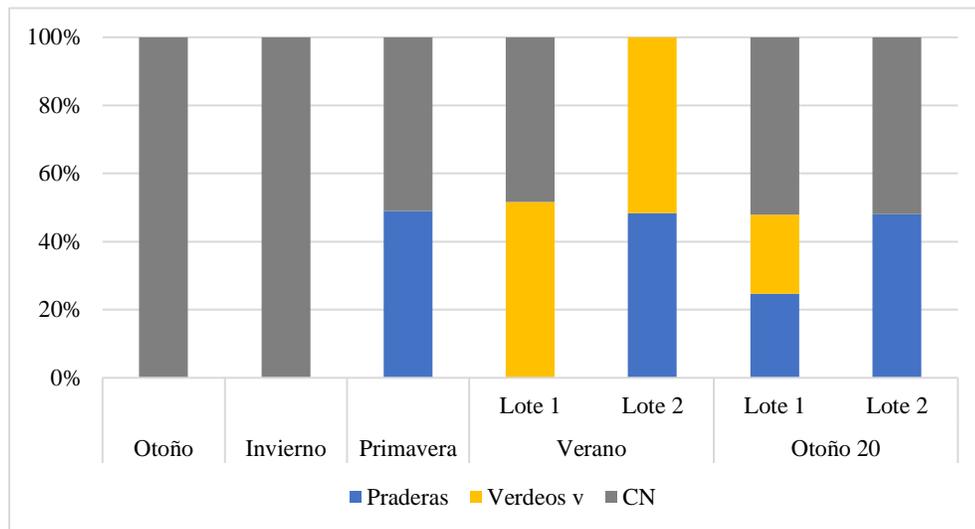
6. Requerimientos totales de MS por lote y mes

$$(h) \text{ Kg MS/lote/mes} = (e + f) * \text{no. de animales} * \text{días}$$

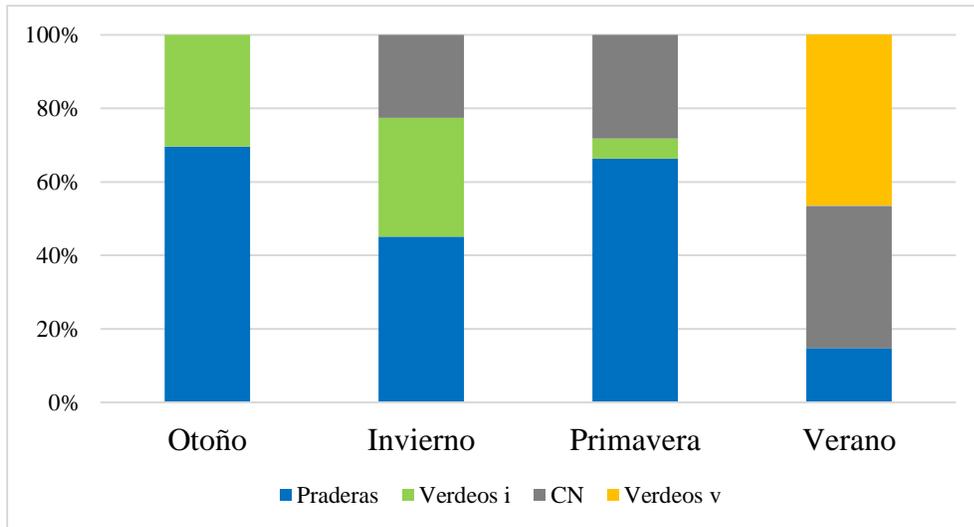
Anexo No. 2. Energía metabolizable (Mcal/kgMS) estacional para las cuatro rotaciones

Sistemas	Otoño	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Rotación larga	2.1	2.2	2.3	2.3	2.3
Rotación corta	2.1	2.3	2.3	2.3	2.3
Rotación agrícola	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3
Rotación forrajera	2.2	2.2	2.3	2.2	2.3

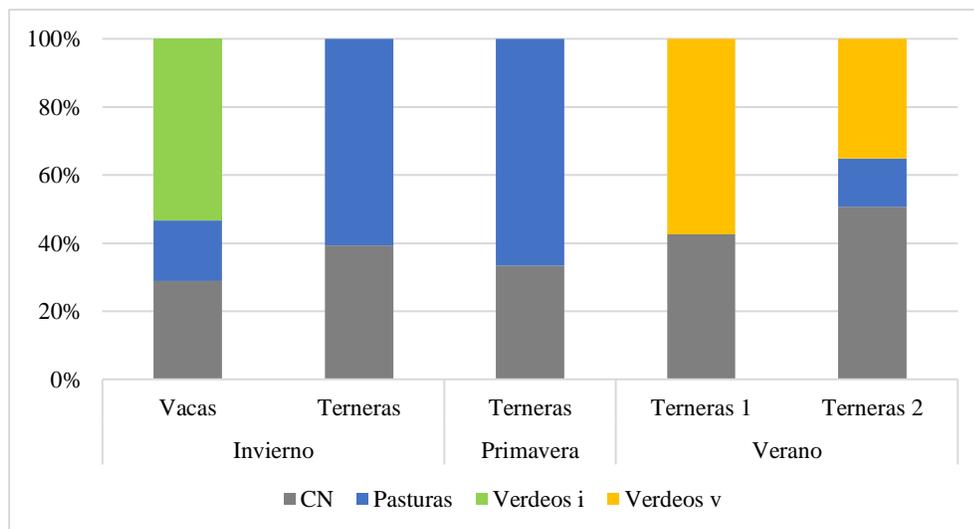
Anexo No. 3. Tiempo de ocupación estacional de las diferentes pasturas por la categoría terneros en RL



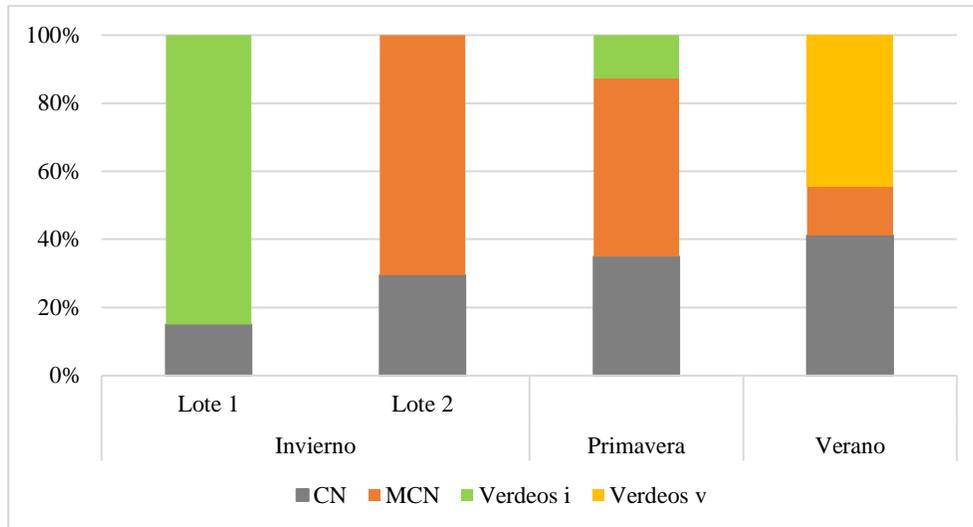
Anexo No. 4. Tiempo de ocupación estacional de las diferentes pasturas por la categoría novillos en RL



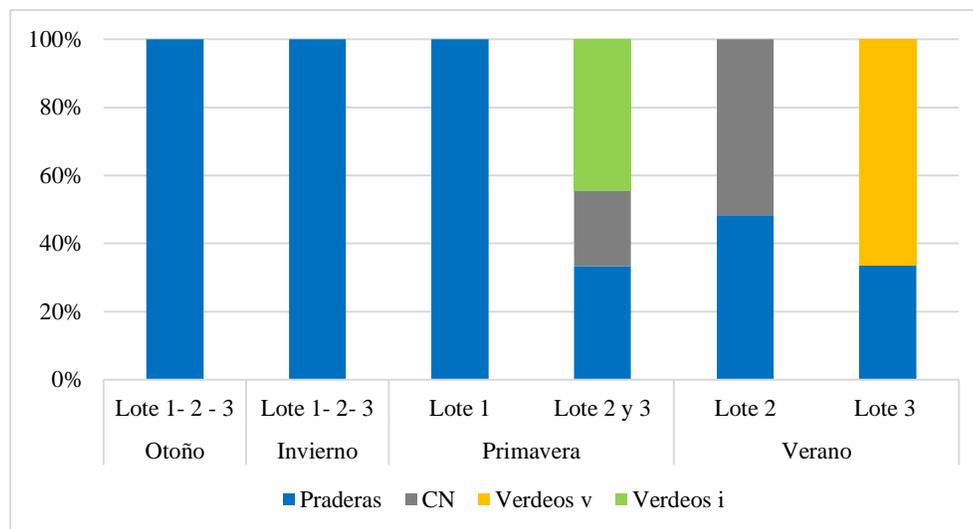
Anexo No. 5. Tiempo de ocupación estacional de las diferentes pasturas en RC



Anexo No. 6. Tiempo de ocupación estacional de las diferentes pasturas en RA



Anexo No. 7. Tiempo de ocupación estacional de las diferentes pasturas en RF



Anexo No. 8. Disponibles y remanentes (kgMS/ha) y altura de ingreso- salida (cm) estacionales de las diferentes pasturas en RL

		PP1	PP2	PP3	PP4	Avena	Raigrás
O	Disp. (kgMS/ha)	--	3870	--	2714	2615	--
	Disp. (cm)	--	25	--	15	31	--
	Rem. (kgMS/ha)	--	4625	--	3254.3	2645	--
	Rem. (cm)	--	9	--	9	17	--
I	Disp. (kgMS/ha)	--	2983 ± 33.6	2361 ± 1098	2453	2128 ± 476	1684 ± 382
	Disp. (cm)	--	14	11	9	26	14
	Rem. (kgMS/ha)	--	1966 ± 234	1541 ± 104	1494	1354 ± 727	1242 ± 446
	Rem. (cm)	--	7	8	8	10	7
P	Disp. (kgMS/ha)	3891 ± 967	2703 ± 476.4	2189 ± 480	2144 ± 504	--	1471
	Disp. (cm)	16	18	13	12	--	16
	Rem. (kgMS/ha)	2248	1692 ± 341	1514 ± 292	1635 ± 358	--	871
	Rem. (cm)	10	7	8	7	--	5
						Sorgo	Moha
V	Disp. (kgMS/ha)	3516	2010 ± 2.82	1503 ± 574	1837 ± 510	8771 ± 3695	10047 ± 5086
	Disp. (cm)	17	9	10	12	74	68
	Rem. (kgMS/ha)	3117	1286 ± 60	1071 ± 359	1596 ± 293	5329 ± 2508	3336 ± 1945
	Rem. (cm)	12	5	8	6	51	44
O	Disp. (kgMS/ha)	2351 ± 23.33	2046 ± 391	1996 ± 774	--	7321	9114 ± 1837
	Disp. (cm)	13	9	8	--	79	60
	Rem. (kgMS/ha)	2223 ± 0.33	1271 ± 456	1538 ± 472	--	3866	4360 ± 2119
	Rem. (cm)	8	5	7	--	51	55

Anexo No. 9. Disponibles y remanentes (kgMS/ha) y altura de ingreso- salida (cm) estacionales de las diferentes pasturas en RC

		PP1	PP2	Avena	Raigrás
O	Disp. (kgMS/ha)	--	--	3309	--
	Disp. (cm)	--	--	29	--
	Rem. (kgMS/ha)	--	--	1770	--
	Rem. (cm)	--	--	18 ± 1.5	--
I	Disp. (kgMS/ha)	--	1873 ± 492	2001 ± 173	1681 ± 98
	Disp. (cm)	--	12 ± 0.3	21 ± 4.4	12 ± 1.8
	Rem. (kgMS/ha)	--	1019 ± 207	1416 ± 400	1319 ± 414
	Rem. (cm)	--	7 ± 0.2	12 ± 0	8 ± 0
P	Disp. (kgMS/ha)	2137.8	2376	--	1816
	Disp. (cm)	9 ± 1.6	15 ± 0	--	10 ± 0
	Rem. (kgMS/ha)	1920.0	1574	--	1296.9
	Rem. (cm)	8 ± 1.8	6 ± 1.7	--	8 ± 4.3
				Sorgo	Moha
V	Disp. (kgMS/ha)	4358	1878 ± 1060	10318 ± 3211	8850 ± 2003
	Disp. (cm)	30 ± 0	16 ± 0	91 ± 13	75 ± 9
	Rem. (kgMS/ha)	1805	1521 ± 1013	5693 ± 1475	3836 ± 1874
	Rem. (cm)	6 ± 1.3	20 ± 10	51 ± 8	46 ± 8.3
O	Disp. (kgMS/ha)	--	--	--	11860
	Disp. (cm)	--	--	--	86
	Rem. (kgMS/ha)	--	--	--	1603
	Rem. (cm)	--	--	--	38

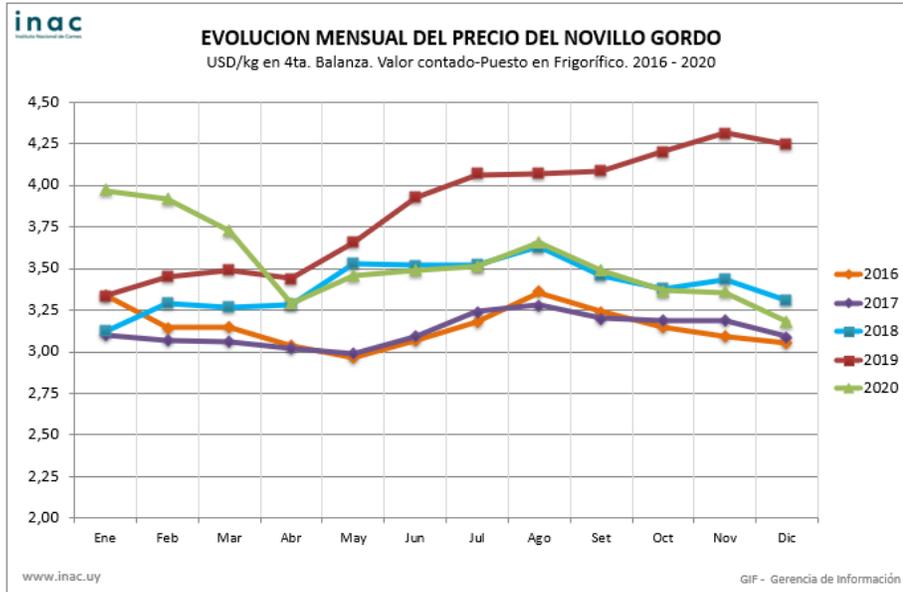
Anexo No. 10. Disponibles y remanentes (kgMS/ha) y altura de ingreso- salida (cm) estacionales de las diferentes pasturas en RA

		CNM	Av+tr	Raigrás
I	Disp. (kgMS/ha)	3888 ± 602	2460 ± 567	1525 ± 136
	Disp. (cm)	15 ± 2.8	26 ± 9.7	14 ± 5
	Rem. (kgMS/ha)	2635 ± 514	1285 ± 265	1175 ± 433
	Rem. (cm)	12 ± 1.8	11 ± 3.5	8 ± 1.4
P	Disp. (kgMS/ha)	3495	--	--
	Disp. (cm)	12	--	--
	Rem. (kgMS/ha)	2230	--	--
	Rem. (cm)	9.7	--	--
			Sorgo	Moha
V	Disp. (kgMS/ha)	--	7806 ± 1685	6918 ± 1640
	Disp. (cm)	--	96.6 ± 24	75 ± 11
	Rem. (kgMS/ha)	--	3601 ± 1668	2420 ± 863
	Rem. (cm)	--	41 ± 10	31 ± 14

Anexo No. 11. Disponibles y remanentes (kgMS/ha) y altura de ingreso- salida (cm) estacionales de las diferentes pasturas en RF

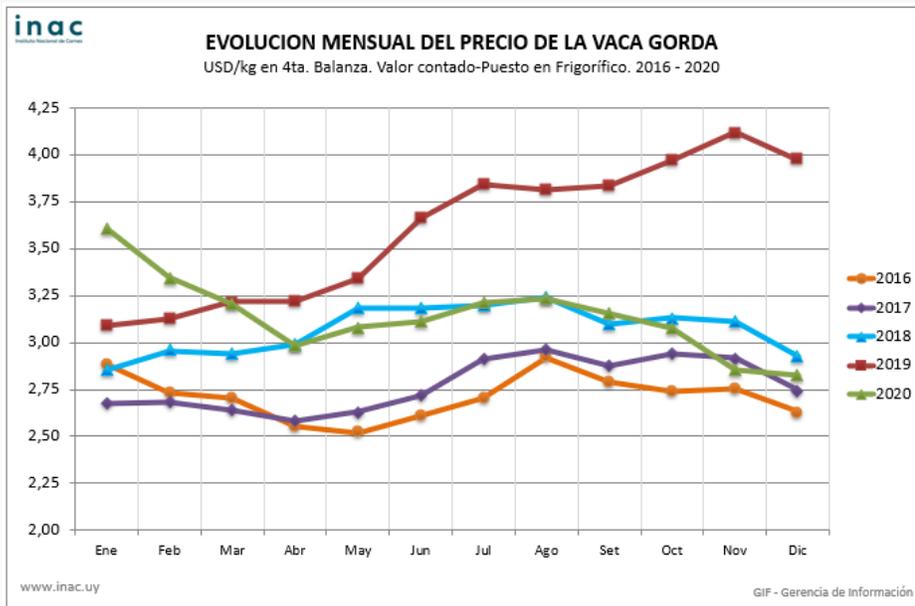
		Fortuna	Aurora	Raigrás	Teff grass
O	Disp. (kgMS/ha)	4144	3770	--	--
	Disp. (cm)	10	10	--	--
	Rem. (kgMS/ha)	2823	2781	--	--
	Rem. (cm)	9	11	--	--
I	Disp. (kgMS/ha)	3129 ± 230	3063 ± 509	--	--
	Disp. (cm)	13.5 ± 1.7	15.5 ± 2.7	--	--
	Rem. (kgMS/ha)	1729 ± 327	2047 ± 133	--	--
	Rem. (cm)	9 ± 1	10 ± 1	--	--
P	Disp. (kgMS/ha)	2424	2797	3385 ± 815	--
	Disp. (cm)	12	13.5	28.5 ± 6.8	--
	Rem. (kgMS/ha)	1452	1390	1587 ± 517	--
	Rem. (cm)	7.5	8.5	11 ± 3.4	--
V	Disp. (kgMS/ha)	3315 ± 319	3538 ± 468	--	6149 ± 1749
	Disp. (cm)	12 ± 0,5	12 ± 0.6	--	53 ± 13
	Rem. (kgMS/ha)	2308 ± 493	2457 ± 252	--	2983 ± 955
	Rem. (cm)	9.5 ± 0.8	10 ± 1	--	25 ± 8
O	Disp. (kgMS/ha)	2484 ± 491	2487 ± 268	--	--
	Disp. (cm)	13 ± 3.2	13 ± 2	--	--
	Rem. (kgMS/ha)	1963 ± 225	2047 ± 376	--	--
	Rem. (cm)	8 ± 2.2	8 ± 1.5	--	--

Anexo No. 12. Evolución mensual del precio del novillo gordo



Fuente: tomado de INAC (2020).

Anexo No. 13. Evolución mensual del precio de la vaca gorda



Fuente: tomado de INAC (2020).

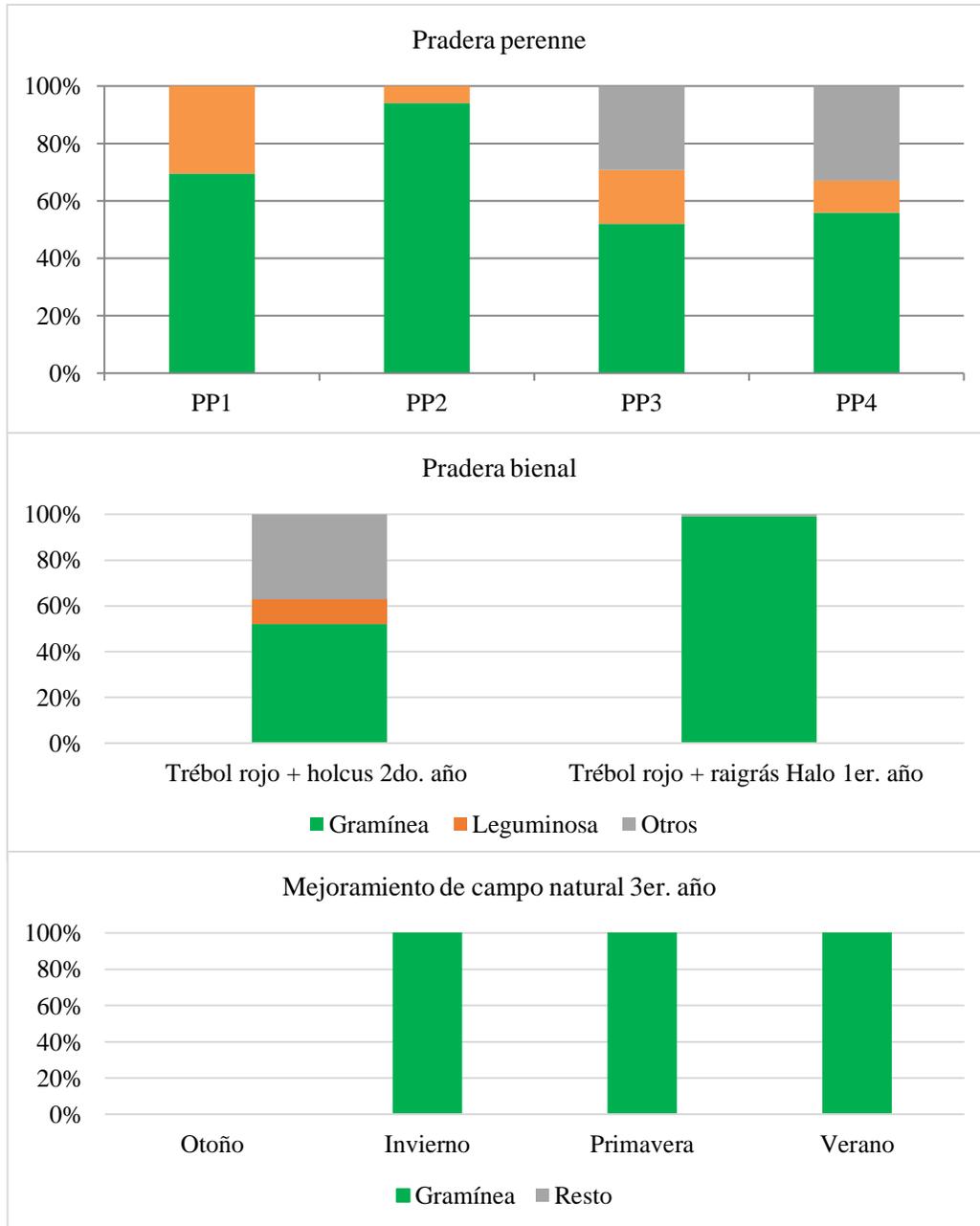
Anexo No. 14. Precios utilizados en análisis de sensibilidad

Categoría	U\$/kg	Momento	Fuente
Vaquillona sin serv. 1 - 2 años	1.55 – 2.12	Min. – Max. abr. 2020	Pantalla Uy
Novillo 301 - 360 kg	1.56 – 1.90	mar. 2018 – mar. 2019	ACG
Novillo 241 - 300 kg	1.79 – 2.30	dic. 2018 – dic. 2019	
Ternero más de 180 kg	2.05 – 2.14	may. 2018 – may. 2019	
Ternera 141 - 200 kg	1.67 – 2.05	jun. 2018 – jun. 2019	

Anexo No. 15. Producción de forraje estacional y anual (kg de MS/ha) en RL, RC y RA

RL	otoño	invierno	primavera	verano	otoño	anual
PP1	-	-	5361	1196	1436	6557
PP2	378	1843	2907	0	530,5	5128
PP3	405	1078	2747	1204	807,5	5434
PP4	135	989	3003	256	0	4383
CN	0	0	1244	549	270	1793
avena	0	1517	-	-	-	1517
raigrás	-	2027	484	-	-	2511
sorgo	-	-	-	6400	-	6400
moha	-	-	-	3200	-	3200
RC	otoño	invierno	primavera	verano	otoño	anual
PP1	-	1551	1963	0	637	3514
PP2	0	1346	3432	2870	1100	7648
CN	0	0	1050	1288	417	2338
avena	0	1046	126	-	-	1172
raigrás	-	2221	567	-	-	2788
sorgo	-	-	-	6400	-	6400
moha	-	-	-	3200	-	3200
RA	otoño	invierno	primavera	verano	otoño	anual
MCN	0	1011	2600	1024	410	5045
avena	-	1196	532	-	-	8228
sorgo	-	-	-	6500	-	6500
raigrás	-	2142	868	-	-	6310
moha	-	-	-	3300	-	3300
CN	0	0	1717	1099	545	3361

Anexo No. 16. Composición botánica de pradera perenne, pradera bienal y MCN



Anexo No. 17. Nuevo margen bruto RC y RA

RC	(U\$\$/ha)	RA	(U\$\$/ha)
PB actual	338	PB actual	357
PB con preñadas	492	PB con ajustes	500
Total costos directos	322	Total costos directos	345
IATF (U\$\$/ha) *	30	MB actual	12
Total costos + IATF	352	MB con ajuste	155
MB actual	16		
MB con preñadas	140		

* 24 U\$\$/animal