



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**INDICADORES FECALES Y SANGUÍNEOS Y SU RELACIÓN CON
LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE BORREGAS
SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ EN PASTIZALES DE
SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.**

Tesis presentada para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al grado de
Magíster en Ciencias Agropecuarias, mención en Producción Animal

JUAN PABLO ANDRES ESCANILLA CRUZAT

Directores de Tesis
GIORGIO CASTELLARO GALDAMES.
JURIJ WACYK GONZALES.

Profesores Consejeros
ALFREDO OLIVARES ESPINOZA.
MARIA SOL MORALES SILVA.

SANTIAGO - CHILE
2017

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE POSTGRADO

**INDICADORES FECALES Y SANGUÍNEOS Y SU RELACIÓN CON
LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE BORREGAS
SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ EN PASTIZALES DE
SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.**

Tesis presentada para optar al Título Profesional de Ingeniero Agrónomo y al grado de
Magíster en Ciencias Agropecuarias, mención en Producción Animal

JUAN PABLO ANDRES ESCANILLA CRUZAT

	Calificaciones	Calificaciones
	(Memoria de Título)	(Tesis de Grado)
DIRECTORES DE TESIS		
Giorgio Castellaro Galdámez Ingeniero Agrónomo, MS.	7,0	Aprobado
Jurij Wacyk Gonzales. Ingeniero Agrónomo, MS, Ph.D.	6,2	Aprobado
PROFESORES CONSEJEROS		
Alfredo Olivares Espinoza. Ingeniero Agrónomo, MS.	6,5	Aprobado
María Sol Morales Silva. Médico Veterinario, MS, Ph.D.	6,4	Aprobado

Santiago, Chile
2017

*A mis angelitos “abuelita Sonia y Uca” y a mi “Juan Baltazar”
A Carla, gracias por siempre confiar en mí
A mis queridos padres y hermanos*

AGRADECIMIENTOS

Por fin se termina este proceso, el cual fue realmente extenso, y no queda más que agradecer a todos los que permitieron que esto fuera posible.

Primero quiero agradecer a mi familia, mis padres Juan Escanilla y Verónica Cruzat, por todo el amor entregado, a mi padre por enseñarme a querer al campo y a mi madre desde niño introducirme al mundo de las plantas, “que tanto le gustan”. A mis hermanos Valentina, Nicolás y Javiera, los amo, gracias por el apoyo. A “platón” y “pituca” mis hermanos perrunos.

A Carla Orellana, por ser la que aguantar mi mal genio, la que siempre sabe subirme el ánimo y decir las palabras justas en el momento indicado. Gracias por formar esta tan linda familia con nuestro angelito que está en el cielo y a nuestro hijo que viene en camino. Los amo.

A mis profesores guías Giorgio Castellaro y Jurij Wacyk por el apoyo, las recomendaciones, las enseñanzas que me entregaron en el desarrollo de esta tesis. También a mis Profesores consejeros, María Sol Morales y Alfredo Olivares, por su compromiso, buena disposición y acertados comentarios durante el desarrollo de la tesis. En especial a Giorgio Castellaro que ser más que un profesor, es un amigo que entrega todo sin pedir nada a cambio, por todos estos años de amistad.

A don Hugo Jiménez e Iván Sánchez por enseñarme todo lo que ellos saben del campo, de los animales y de la vida, por ser unos profesores y amigos desde lo práctico, de sus años de experiencia.

Le agradezco a todos mis amigos que me entregaron su apoyo para poder terminar esta tesis y en mi vida, particularmente a Héctor Illanes, Sebastián Clericus, Manuel Orellana, Iván Gonzales, Víctor Vargas, Giancarlo Frigerio, Ignacio Gübeli, Jorge Karsulovic, y Hugo Sepúlveda. Gracias por estos 12 años de amistad.

A la familia Illanes-Noches, por apoyarme y quererme como un hijo más, a la familia Orellana-Mardones por su amor.

A las fuerzas básicas gracias por su ánimo y amistad Stefan Dipietroantonio, Héctor Rivera, Marcos Tamayo y Pedro Abarca.

A Giovanna Caceres, Maricarmen Zavaleta y Loreto Freire por su gran ayuda y apoyo.

A los funcionarios de la Facultad, a la Sra. Verónica Martínez y Sra. Jeannette Piza por su amistad y apoyo en este proceso.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: MONOGRAFÍA	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	1
Producción ovina zona central de Chile.....	1
Caracterización del pastizal natural	1
Evaluación y composición botánica del pastizal.....	2
Evaluaciones nutricionales en ovinos	2
LITERATURA CITADA.....	6
CAPÍTULO II: CAMBIO DE PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL EN BORREGAS SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ Y SU RELACIÓN CON EL NITRÓGENO FECAL, EN PASTIZALES DE SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.	10
RESUMEN.....	10
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN	13
HIPÓTESIS.....	14
OBJETIVOS	14
MATERIALES Y MÉTODOS	14
Ubicación del estudio.....	14
Selección de animales	15
Período de acostumbramiento	15
Determinación del peso vivo (PV) y condición corporal (CC).....	15
Cambio de peso (Δ PV) y de condición corporal (Δ CC) en las borregas.	15
Determinación del contenido de Nitrógeno Fecal (NF).....	15
Diseño Experimental y Análisis Estadístico.	16
RESULTADOS.....	17
Peso vivo (PV)	17
Condición corporal (CC).....	18
Nitrógeno Fecal (NF)	20
Relación entre el cambio de peso vivo (Δ W, g día ⁻¹), el cambio en la condición corporal (Δ CC, puntaje día ⁻¹) y el contenido de Nitrógeno Fecal (%).	20
DISCUSIÓN	23
Peso vivo (PV) y Condición corporal (CC)	23
Nitrógeno Fecal.....	25
Relación entre NF, PV y CC	25
CONCLUSIONES	26

LITERATURA CITADA.....	27
CAPÍTULO III: COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE BORREGAS SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ Y SU RELACIÓN CON EL NITRÓGENO FECAL EN PASTIZALES DE SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.....	32
RESUMEN.....	32
ABSTRACT	33
INTRODUCCIÓN	34
HIPÓTESIS.....	35
OBJETIVOS	35
MATERIALES Y MÉTODOS	35
Ubicación del estudio.....	35
Composición botánica del pastizal.....	36
Determinación de sitios y mapeo de la vegetación en el potrero.....	36
Composición botánica del pastizal.....	36
Confección de herbario de referencia	37
Selección de animales.	37
Período de acostumbramiento.....	37
Composición botánica de la dieta.	37
Confección de patrones de referencia.	37
Colecta de muestras fecales.	37
Tratamiento de las muestras fecales.....	38
Identificación de los fragmentos en las heces.....	38
Cuantificación de los fragmentos en las heces.....	38
Contribución específica.....	38
Índice de selectividad.....	39
Índice de diversidad.	39
Riqueza dietaria.....	39
Índices de sobreposición (similitud) de dietas.	40
Índice de Pianka.....	40
Índice de Kulczynski	40
Determinación del contenido de Nitrógeno Fecal (NF).....	41
Diseño experimental y análisis estadístico.....	41
RESULTADOS.....	42
Composición botánica del pastizal.....	42

Composición botánica de la dieta.	43
Contribución específica (Ce) de las especies de importancia en la dieta.....	44
Índices de Selectividad (Is) de las especies de importancia en la dieta.	51
Diversidad y Riqueza dietaria	58
Sobreposición dietaria	59
Nitrógeno Fecal (NF).	60
Relación entre la composición botánica de la dieta de borregas Merino Precoz y Suffolk Down, con el contenido de Nitrógeno Fecal.....	61
DISCUSIÓN.	62
Composición botánica del pastizal.....	62
Composición botánica de la dieta	62
Contribución específica e índice de selectividad de las principales especies de importancia de la dieta	64
<i>Cynodon dactylon</i> L.....	64
<i>Thinopyrum ponticum</i> Podp.....	64
<i>Phalaris aquatica</i> L.	64
<i>Hordeum</i> spp.....	65
<i>Vulpia</i> spp.	65
<i>Phalaris minor</i> retz.	66
<i>Erodium</i> spp.....	66
<i>Plagiobothris procumbes</i> Colla.	66
<i>Medicago arabica</i> L.....	67
<i>Malva Parviflora</i> L.	67
Semillas	67
Diversidad y riqueza dietaria.	67
Sobreposición dietaria.....	68
Nitrógeno Fecal (NF).	68
Relación entre la composición botánica de la dieta de borregas Merino Precoz y Suffolk Down, con el contenido de Nitrógeno Fecal.....	69
CONCLUSIONES	70
LITERATURA CITADA	71
CAPÍTULO IV: PARÁMETROS SANGUÍNEOS DE BORREGAS SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ Y SU RELACIÓN CON EL CAMBIO DE PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL EN PASTIZALES DE SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.	79
RESUMEN	79

ABSTRACT	80
INTRODUCCIÓN	81
HIPÓTESIS.....	82
OBJETIVOS	82
MATERIALES Y MÉTODOS	82
Ubicación del estudio.....	82
Selección de animales.	83
Período de acostumbramiento.....	83
Indicadores Bioquímicos sanguíneos.....	83
Lugar de recolección de muestra sanguínea.	83
Toma de muestra.....	83
Preparación de muestras en laboratorio.	83
Análisis de muestras sanguíneas.....	84
Determinación del cambio de peso vivo y condición corporal.	84
Cambio de peso (Δ PV) y de condición corporal (Δ CC) en las borregas.	84
Diseño experimental y análisis estadístico.....	85
RESULTADOS.....	86
Parámetros Bioquímicos Sanguíneos.....	86
Peso vivo (PV)	88
Condición corporal (CC).....	89
Relación entre el cambio de peso vivo (Δ PV) y la condición corporal (Δ CC) con indicadores bioquímicos sanguíneos.....	91
DISCUSIÓN.	93
Parámetros Bioquímicos Sanguíneos.....	93
Proteínas Totales (PT)	93
Albumina(A).....	94
Triglicéridos totales (TT).....	94
Urea (U).....	95
Peso vivo (PV) y Condición corporal (CC)	96
Relación entre parámetros bioquímicos sanguíneos, cambio de peso vivo y condición corporal en borregas MP y SD.....	98
CONCLUSIONES	99
LITERATURA CITADA.....	100

CAPÍTULO V: PARÁMETROS SANGUÍNEOS DE BORREGAS SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ Y SU RELACIÓN CON EL NITRÓGENO FECAL EN PASTIZALES DE SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.	108
RESUMEN.....	108
ABSTRACT.....	109
INTRODUCCIÓN	110
HIPÓTESIS.....	111
OBJETIVOS	111
MATERIALES Y MÉTODOS	111
Ubicación del estudio.....	111
Selección de animales.	112
Período de acostumbramiento.	112
Determinación del contenido de Nitrógeno Fecal (NF).....	112
Indicadores Bioquímicos sanguíneos.....	112
Lugar de recolección de muestra sanguínea.	112
Toma de muestra.....	113
Preparación de muestras en laboratorio.	113
Análisis de muestras sanguíneas.....	113
Diseño experimental y análisis estadístico.....	113
RESULTADOS.....	114
Nitrógeno Fecal.....	114
Parámetros Bioquímicos Sanguíneos.....	115
Relación entre nitrógeno fecal (NF) y parámetros bioquímicos sanguíneos.	117
DISCUSIÓN.	119
Nitrógeno Fecal (NF).....	119
Parámetros Bioquímicos Sanguíneos.....	120
Proteínas Totales (PT).....	120
Albumina(A)	121
Triglicéridos totales (TT)	121
Urea (U)	122
Relación entre nitrógeno fecal (NF) y parámetros bioquímicos sanguíneos.	123
CONCLUSIONES	124
LITERATURA CITADA.....	125

Índice de Figuras

- Figura 1.** Evolución del peso vivo en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar..... 17
- Figura 2.** Tasa de cambio de peso vivo (ΔW , g día⁻¹) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD) en función de los días desde el inicio del ensayo. 18
- Figura 3.** Evolución de la condición corporal (CC) en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar..... 18
- Figura 4.** Tasa de cambio de Condición Corporal (ΔCC , puntos día⁻¹) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), en función de los días desde el inicio del ensayo. 19
- Figura 5.** Evolución del Nitrógeno Fecal (%NF base a MO) en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar. 20
- Figura 6.** Relación entre el cambio de peso vivo (ΔPV , kg día⁻¹) y el contenido de nitrógeno fecal (%) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD). La línea representa la ecuación de regresión de esta relación en el promedio de ambas razas. 21
- Figura 7.** Relación entre el cambio condición corporal (ΔCC , puntos día⁻¹) y nitrógeno fecal (%) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD). La línea representa la ecuación de regresión de esta relación en el promedio de ambas razas. 22
- Figura 8.** Composición botánica del pastizal de clima mediterráneo durante el periodo experimental (mayo 2012 a enero 2013). Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, Chile. 42
- Figura 9.** Composición botánica de la dieta de borregas Suffolk Down durante el periodo experimental (mayo 2012 a enero 2013). Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, Chile. 43
- Figura 10.** Composición botánica de la dieta de borregas Merino Precoz durante el periodo experimental (mayo 2012 a enero 2013). Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, Chile. 43
- Figura 11.** Contribución específica de gramíneas perennes (Ce) de las especies (a) *Cynodon dactylon* L.; (b) *Thinopyrum ponticum* Podp. y (c) *Phalaris aquatica* L. en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$). .. 46
- Figura 12.** Contribución específica de gramíneas anuales (Ce) de las especies (a) *Hordeum* spp.; (b) *Vulpia* spp. y (c) *Phalaris minor* retz en función del tiempo en borregas Suffolk

Down y Merino Precoz. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada barra indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$). 48

Figura 13. Índice de selectividad de hierbas dicotiledóneas (Is) de las especies (a) *Erodium* spp; (b) *Plagiobothrys procumbens* Colla; (c) *Medicago arábica* L. y (d) *Malva parviflora* L. en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,05$). 50

Figura 14. La contribución específica (Ce) de (a) semillas en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,05$). .. 51

Figura 15. Índice de selectividad (Is) de gramíneas perennes de las especies (a) *Cynodon dactylon* L.; (b) *Thinopyrum ponticum* Podp. y (c) *Phalaris aquatica* L. en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$). .. 52

Figura 16. Índice de selectividad de gramíneas anuales (Is) de las especies (a) *Hordeum* spp.; (b) *Vulpia* spp. y (c) *Phalaris minor* retz. en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada barra indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$). 54

Figura 17. Índice de selectividad (Is) de las especies (a) *Erodium* spp.; (b) *Plagiobothrys procumbens* Colla; (c) *Medicago arábica* L. y (d) *Malva parviflora* L. en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,05$). .. 56

Figura 18. Índice de selectividad (Is) de (a) semillas en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,05$). 57

Figura 19. Evolución de la (a) diversidad dietaria y (b) riqueza dietaria en función del tiempo para borregas Suffolk Down y Merino Precoz en crecimiento. Barras sobre columnas indican desviación estándar. Letras distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes (P<0,05).	58
Figura 20. Evolución de sobreposición dietaria para los índices de Pianka (P) y Kulczynski (K) en función del tiempo, para borregas Merino Precoz y borregas Suffolk Down en crecimiento. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras distintas sobre y bajo cada punto indican diferencias estadísticamente significativas entre meses (P<0,01).	59
Figura 21. Evolución del Nitrógeno Fecal (% base de MO) en función del tiempo para borregas Merino Precoz y borregas Suffolk Down en crecimiento. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras mayúsculas distintas entre puntos indican diferencias estadísticamente significativas entre meses (P<0,01).	60
Figura 22. Evolución de Proteínas totales (a); Albumina (b); Triglicéridos (c) y Urea (d) para borregas Merino Precoz y Borregas Suffolk Down en función del tiempo. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras mayúsculas indican diferencia significativa entre meses y minúsculas diferencias entre la interacción raza x mes.	87
Figura 23. Evolución del peso vivo en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar.	88
Figura 24. Tasa de cambio de peso vivo (ΔW , g día ⁻¹) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD) en función de los días desde el inicio del ensayo.	89
Figura 25. Evolución de la condición corporal (CC) en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar.	89
Figura 26. Tasa de cambio de Condición Corporal (ΔCC , puntos día ⁻¹) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), en función de los días desde el inicio del ensayo.	90
Figura 27. Gráficos de regresión entre cambio de peso vivo (ΔPV) Urea para (a) borregas Merino Precoz, (b) borregas Suffolk Down; y gráficos de regresión entre cambio en condición corporal (ΔCC) y Urea para borregas Merino Precoz (c) y (d) borregas Suffolk Down, (e) gráficos de regresión entre cambio en condición corporal (ΔCC) y Triglicéridos para borregas Merino Precoz	92
Figura 28. Evolución del Nitrógeno Fecal (% base de MO) en función del tiempo para borregas Merino Precoz y borregas Suffolk Down en crecimiento. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras mayúsculas distintas entre puntos indican diferencias estadísticamente significativas entre meses (P<0,01).	114

Figura 29 Evolución de Proteínas totales (a); Albumina (b); Triglicéridos (c) y Urea (d) para borregas Merino Precoz y Borregas Suffolk Down en función del tiempo. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras mayúsculas indican diferencia significativa entre meses y minúsculas diferencias entre la interacción raza*mes. 116

Figura 30. Regresiones lineales obtenida entre el nitrógeno fecal (NF) y parámetros sanguíneos (a-MP) Albumina en borregas Merino Precoz, (b-SD) Albumina en borregas Suffolk Down, (c-MP) Urea en borregas Merino Precoz, (d-SD) Urea en borregas Suffolk Down, (e-SD) Proteínas totales y (f-SD) Triglicéridos en borregas Suffolk Down. 118

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Ecuaciones de regresión polinómica entre el peso vivo (kg) y los días desde el inicio del ensayo (t), en borregas Merino Precoz y Suffolk Down. 17

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión polinómica entre la Condición Corporal (puntaje 1-5) y el tiempo (días) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down en crecimiento. 19

Cuadro 3. Correlaciones entre el cambio de peso vivo (ΔPV , kg día⁻¹), la condición corporal (ΔCC , puntos día⁻¹) y el Nitrógeno Fecal (%), en borregas de raza Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), desde Mayo/ 2012 a Enero/ 2013. 20

Cuadro 4. Ecuación de regresión lineal entre el cambio de peso vivo (ΔPV) y el Nitrógeno Fecal (%) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down. 21

Cuadro 5. Ecuación de regresión lineal entre el cambio Condición Corporal (ΔCC) y el Nitrógeno Fecal (%) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down. 22

Cuadro 6. Correlaciones entre el aporte de los principales grupos de especies vegetales de la dieta y el contenido de Nitrógeno Fecal (%NF, base MO) en borregas de raza Merino Precoz (n=53) y Suffolk Down(n=51). 61

Cuadro 7. Correlación entre la Riqueza y Diversidad de la dieta con el Nitrógeno Fecal (%NF, base MO), en borregas de raza Suffolk Down y Merino Precoz. 61

Cuadro 8. Ecuaciones de regresión polinómica entre el peso vivo (kg) y los días desde el inicio del ensayo (t), en borregas Merino Precoz y Suffolk Down. 88

Cuadro 9. Ecuaciones de regresión polinómica entre la Condición Corporal (puntaje 1-5) y el tiempo (días) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down en crecimiento. 90

Cuadro 10. Correlación entre cambio de peso vivo (ΔPV), la condición corporal (ΔCC) y los indicadores bioquímicos sanguíneos (urea, proteínas totales, albúmina, triglicéridos totales) en borregas de raza Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD) desde Mayo/ 2012 a Enero/ 2013. 91

Cuadro 11. Ecuaciones de regresión múltiple entre el cambio de peso vivo (ΔPV), la condición corporal (ΔCC) e indicadores bioquímicos sanguíneos (urea y triglicéridos) en borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD). 91

Cuadro 12. Correlaciones entre Nitrógeno Fecal (% NF, base MO) y parámetros bioquímicos sanguíneos: proteínas totales ($g\ dL^{-1}$), albumina ($g\ dL^{-1}$), triglicéridos ($g\ dL^{-1}$) y urea ($mg\ dL^{-1}$) en borregas de raza Merino Precoz y Suffolk Down, desde Mayo/ 2012 a Enero/ 2013 (N=90). 117

Cuadro 13. Ecuaciones de regresión lineal entre urea (U, $mg\ dL^{-1}$), albumina (A, $g\ dL^{-1}$), proteínas totales (PT, $g\ dL^{-1}$), y triglicéridos (TT, $g\ dL^{-1}$) y el Nitrógeno Fecal (% NF, base MO) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down. 117

CAPÍTULO I: MONOGRAFÍA

Indicadores fecales y sanguíneos y su relación con la composición botánica de la dieta de borregas Suffolk Down y Merino Precoz en pastizales de secano semiárido de Chile.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Producción ovina zona central de Chile

Según Castellaro (2006c) y Castellaro *et al.*, (2007), en Chile el desarrollo de sistemas productivos con ovinos en el secano Mediterráneo, se han realizado tradicionalmente en condiciones extensivas, basándose en gran medida en la utilización del pastizal natural, complementado con rastrojos de cultivos de cereales, como trigo y avena; cultivos suplementarios, como avena y pasturas representadas principalmente por siembras de tréboles subterráneos (*Trifolium subterraneum* L.) y falaris (*Phalaris aquatica* L.).

Soto (1996) indica que estos sistemas ocupan terrenos marginales asociados a bajos niveles productivos de los pastizales, presentando una marcada estacionalidad en la disponibilidad y calidad de forraje, un 60% de la producción de forraje se genera en los meses de primavera. En verano, en cambio, la producción disminuye notablemente por falta de humedad o por exceso de temperatura, lo que impide el desarrollo de algunas especies vegetales que nutricionalmente son importantes para el ganado.

Estas zonas productivas presentan una reducida carga por unidad de superficie, lo que hace imperioso un buen uso del recurso forrajero (Castellaro, 2006c). Dado lo anterior, cobra suma importancia el uso eficiente de los recursos pastoriles (Hidalgo y Urrea, 2009), lo que se verá traducido en decisiones de manejo adecuadas capaces de lograr beneficio económico para el productor y una producción sustentable con el medio ambiente (Villate, 2007).

Los rumiantes en pastoreo tienen una ventaja única en convertir el material vegetal indigerible rico en celulosa, en carne, leche, lana y cuero; por lo que estos animales no compiten directamente con los humanos por los alimentos (Blumer *et al.*, 2015).

Daza (2002) y Gómez *et al.*, (2005) indican que los ovinos son más eficientes que los bovinos para aprovechar zonas áridas y semiáridas con baja disponibilidad y calidad nutritiva de los forrajes producidos, como también zonas de monte con topografía accidentada. Además sus características como habilidad de pastoreo y bajo formato corporal les permiten satisfacer sus necesidades nutritivas más fácilmente que especies de mayor tamaño.

Caracterización del pastizal natural

Los valores nutricionales de estos pastizales presentan fuertes variaciones a lo largo del año. Al inicio del crecimiento, tanto la proteína como la digestibilidad de la materia seca alcanzan valores de 16% y 65%, respectivamente. Estas cifras decrecen linealmente en la

medida que las plantas maduran, estabilizándose en el orden de 3 y 40%, cuando la pradera está completamente seca (Castellaro *et al.*, 2006).

A pesar de la capacidad de los ovinos para utilizar sectores marginales, es importante poder identificar la selección de diferentes especies vegetales, puesto que esta acción define la calidad nutritiva del forraje que es ingerido por los animales (Castellaro, 2006 a). Normalmente se observa una diferencia en cuanto al valor nutritivo de la pradera ofrecida y el de la dieta seleccionada. Este aspecto cobra especial relevancia cuando se trata de predecir el comportamiento productivo del animal en pastoreo (Castellaro, 2006 b).

El conocer la cantidad de unidades animales, la demanda por alimentos de estos, y por otro lado la oferta de forraje y la calidad nutricional de este, en conjunto con la duración del periodo de pastoreo, permiten establecer medidas de manejo adecuadas (Scarnecchia y Kothmann, 1982; Holechek *et al.*, 2011).

Evaluación y composición botánica del pastizal

La condición del área de pastoreo indica el estado del pastizal; en que condición se encuentra, proporcionará una adecuada producción de forraje, contribuyendo a una mejora en la conservación del suelo y del agua (Castellaro *et al.*, 2011; Holechek *et al.*, 2011). La condición del pastizal en el tiempo se verá reflejada en el estado nutricional de los animales (Nakamatsu, 2003).

Los métodos de evaluación del pastizal para cuantificar en que condición se encuentra, permiten calcular su capacidad de carga, siendo considerada una metodología adecuada para determinar ciertos manejos productivos (González *et al.*, 1989). Según Nakamatsu (2003), la evaluación de la composición botánica del pastizal mediante la técnica de “transepto al paso” constituye una herramienta objetiva y rápida para evaluar los diferentes sitios de pastoreo, siendo a su vez no destructiva. De igual manera, la técnica del “Line Point Intercept”, propuesto por Bonham (1989), resulta igualmente eficiente para tales propósitos.

La importancia de evaluar los cambios que presenta el pastizal como recurso forrajero en términos de su disponibilidad y calidad, está en estrecha relación con la oferta de nutrientes hacia los animales (Mobaek *et al.*, 2012). La variación anual inducida por el clima en el crecimiento de las plantas y su fenología es un fenómeno común en ambientes templados (Loe *et al.*, 2005), por lo que se espera una variación anual de la dieta en herbívoros (Mobaek *et al.*, 2012), modificando la nutrición de los individuos (Mysterud *et al.*, 2011).

Evaluaciones nutricionales en ovinos

Existen diversas formas de evaluación del estado nutricional en ovinos, siendo algunos más invasivos que otros. Las variables sanguíneas, por ejemplo, requieren de manipulación directa de los animales y personal especializado para la obtención de las muestras, en tanto que en el caso de la evaluación del peso vivo y condición corporal, el contacto con los animales es menor, sin embargo igualmente se requiere un manejo de éstos.

Por otro lado se pueden mencionar indicadores indirectos como el nitrógeno fecal, el que se ha utilizado como estimador de la ingesta de proteína dado su relación con el metabolismo de las proteínas a nivel ruminal. Dicho indicador no requiere de manipulación de los animales, siendo incluso posible de usar en poblaciones silvestres.

Los parámetros sanguíneos o perfiles metabólicos se han empleado desde la década de los 70 para el diagnóstico de enfermedades metabólicas relacionadas principalmente con desbalances nutricionales. El perfil metabólico es un examen que permite establecer, por medio de análisis sanguíneos, el grado de adecuación de las principales vías metabólicas y la funcionalidad de órganos como el hígado de un grupo representativo de animales de un rebaño (Wittwer, 2003).

La determinación e interpretación de ciertos indicadores bioquímicos es una herramienta de diagnóstico que facilita la evaluación del estado nutricional del rebaño permitiendo estimar en forma precisa el estado metabólico de los animales (Bren *et al.*, 2011). Asimismo, dichos perfiles en rumiantes se pueden utilizar para controlar la adaptación metabólica y diagnosticar enfermedades y desequilibrios nutricionales de los animales en sus diferentes etapas fisiológicas (Campos, 2004; Brito *et al.*, 2006; Couto, 2010).

Dentro de las variables incluidas en los perfiles bioquímicos utilizados en rumiantes, existen un grupo que se relaciona con el metabolismo proteico, siendo los más confiables los niveles de urea, proteínas totales y albúmina.

La urea plasmática es un buen indicador de la cantidad de proteínas en la dieta y su balance con carbohidratos fermentables a nivel ruminal (Bouda *et al.*, 2005). En una dieta pobre en proteínas, se esperaría que la concentración sérica de urea esté disminuida (Quiroz y Bouda, 2007).

La concentración de la proteína total que se sintetiza es posible de determinar en el suero, el plasma y el líquido peritoneal, mediante refractometría o espectrofotometría. (Quiroz y Bouda, 2007). En el caso específico de la albúmina esta proteína se sintetiza en el hígado y su disminución en la concentración plasmática refleja condiciones de insuficiencia hepática o un pobre suministro de aminoácidos provenientes de la proteína de la dieta (Couto, 2010; Bouda *et al.*, 2005; Quiroz y Bouda, 2007).

Según la revisión efectuada por Couto (2010), se indica que la raza ovina, así como la edad, estado fisiológico, el ejercicio físico y el ambiente nutricional, pueden afectar los valores de los parámetros antes mencionados. Al respecto, el mismo autor anterior cita valores de proteína sérica en un rango entre los 6-8 g dl⁻¹, mientras que para albúmina este rango varía entre los 2,4-4,5 g dl⁻¹. El rango de variación de la urea es más amplio, con valores entre los 8,0 y 42,6 mg dl⁻¹.

En el caso del peso vivo y la condición corporal, se han utilizado como indicador nutricional en diferentes estudios, dada su relación con ganancias y/o pérdidas de peso vivo a través de tiempo. Al respecto, Blumer *et al.* (2015) indican que tanto el peso vivo como la condición corporal son un reflejo del efecto de la estacionalidad del recurso forrajero sobre los animales. La condición corporal es considerado un estimador del grado de reservas

corporales de los individuos, puesto que es independiente de la estructura del animal, el peso vivo y el tamaño (Freer y Dove, 2002).

Esta situación es particularmente importante en aquellos lugares donde los animales están muy ligados al medio natural, donde la suplementación alimenticia es poco frecuente, fundamentalmente por razones económicas.

Respecto del nitrógeno fecal como indicador indirecto de estado nutricional, su uso está asociado a que en rumiantes como en pseudorumiantes dicho compuesto proviene de tres fuentes: el nitrógeno dietario (nitrógeno no digerido proveniente del alimento), el nitrógeno microbial (nitrógeno proveniente de la población bacteriana del rumen y ciegos) y nitrógeno endógeno (nitrógeno procedente del metabolismo animal y de las pérdidas dérmicas del intestino). (Crampton, 1961; Van Soest, 1982). Según Church (1993), la fracción de nitrógeno de origen microbial es la más importante, de alrededor del 86 % del N total de las heces. Lo que se relaciona con la composición botánica de la dieta. Sin embargo es importante mencionar que cuando la degradabilidad de la proteína es baja o la especie vegetal consumida tiene algunos compuestos secundarios como taninos, es posible que se reduzca la síntesis de proteína microbiana de manera importante y el contenido de N medido en las heces sea principalmente proteína que no fue utilizada por el rumiante (Hervás, 2001), sin embargo en este comportamiento esta mas bien asociado a rumiantes que utilizan especies arbóreas y/o arbustivas, las que evolutivamente se han especializado en la generación de compuestos secundarios para hacer frente a la herbivoría (Egea *et al.* 2014).

Crampton (1961), sostiene que el nitrógeno fecal endógeno aumentara a medida que aumenta el consumo de materia seca. Al respecto, SCA (2007), indica que en el caso de rumiantes, se producen 2,4 g de N fecal endógeno por cada kg de MS ingerida. Dicho nitrógeno se excreta en forma constante sin importar la cantidad de proteína que la dieta contenga (Pérez, 1971).

Si bien, la relación entre el NF y el contenido de proteína de la dieta consumida está asociada a la capacidad de la dieta de generar un crecimiento ruminal microbial adecuado, la mayoría de las relaciones establecidas entre ambos parámetros mencionan correlaciones entre la dieta y el NF directamente y no entre el contenido de microorganismos ruminales y el NF. Lo anterior ha sido verificado en dietas de bovinos (Wofford *et al.*, 1985), wapití (Gates y Hudson, 1981) y vicuñas (Castellaro *et al.*, 2012). También Mandaluniz *et al.*, (2005) encontraron altas correlaciones ($r=0,79$) entre el nitrógeno fecal y el nitrógeno dietario, en dietas de bovinos en condiciones alta montaña.

Se ha sugerido además, que la cantidad de NF presenta una relación con la ingesta del alimento, la digestibilidad, cambios en el peso vivo de los animales y cambios en densidades en poblaciones tanto en ganado bovino, ovino, caprinos, equino y sarríos. (Wofford *et al.*, 1985; Aldezabal *et al.*, 1993; Wang *et al.*, 2009; Castellaro *et al.*, 2012; Giraudo *et al.*, 2012).

Según Kamler y Homolka (2005) el NF presenta una correlación positiva con la energía metabolizable de la dieta, siempre y cuando la composición botánica del pastizal se mantenga estable en un periodo de tiempo.

La importancia de la determinación del contenido de NF es relevante, ya que si baja de un valor crítico podría indicar deficiencias proteicas en la dieta. En el caso de bovinos, se indican valores críticos del orden del 1,7%, siendo estos valores similares para el caso de ciervos (Gates y Hudson, 1981; Wofford *et al.*, 1985).

Lo anterior tendría relación con cambios en la composición botánica de la dieta, tal como lo sugieren los datos obtenidos en vicuñas (*Vicugna vicugna* Mol.) donde se encontró variaciones en el porcentaje NF, siendo este mayor en la medida que aumenta el contenido de hierbas dicotiledóneas en la dieta, y presentando valores más bajos cuando la dieta está dominada por especies gramíneas (Castellaro *et al.*, 2011). Para el caso de ovinos, si bien varios trabajos han estudiado las características de sus dietas (Castellaro, 2006a; Urrea y Hidalgo, 2009), ninguno de ellos ha abordado la posible relación entre la composición botánica de la dieta y el contenido de NF.

No obstante lo anterior, se sugiere cautela en la interpretación de los valores de NF debido al error generado al no considerar las diferencias en digestibilidad y aprovechamiento existentes entre especies y grupos etarios de una misma especie (Garin *et al.*, 2001). Peripolli *et al.* (2011), trabajando con ovinos pastoreando pastizales naturales del Estado Río Grande del Sur de Brasil, llegaron a la conclusión de que el uso de NF como un indicador de la calidad de dieta en herbívoros es posible, con la condición de haber realizado anteriormente estudios de composición botánica y nitrógeno de la dieta en el área de pastoreo. Estos autores obtuvieron un alto coeficiente de determinación ($R^2 = 0,71$) entre la excreción de NF (g día^{-1}) y el consumo de materia orgánica (g día^{-1}), lo que demuestra la posibilidad de la utilización de este indicador para estimar la calidad de dieta de ungulados pastoreando praderas de composición botánica heterogénea. Debido a las limitaciones que existen para estimar el contenido de N en la dieta de animales en pastoreo extensivo en comunidades vegetales heterogéneas, tales como los cambios que ocurren en la oferta forrajera entre años y entre ambientes ecológicos, el NF, sumado a otras variables como el peso vivo, condición corporal y la composición botánica de la dieta en conjunto resultan buenos indicadores del estado nutricional de animales en pastoreo (Giraud *et al.*, 2012).

Es de importancia lograr un adecuado conocimiento de la composición botánica de la dieta de los animales en pastoreo para optimizar la distribución de forrajes para los distintos tipos de herbívoros, seleccionar adecuados sistemas de pastoreo compatibles con el recurso forrajero, seleccionar especies para resiembra de terrenos degradados, predecir el resultado del sobrepastoreo por diferentes animales y determinar la posibilidad de realizar una producción mixta con más de una especie en una misma pradera, como también identificar especies “claves” que permiten definir la condición de la pradera (Holechek *et al.*, 1982). Por esto, una adecuada evaluación de la dieta, facilita la aplicación de los principios de la nutrición y del manejo de las praderas (Holechek *et al.*, 2011).

LITERATURA CITADA

- Aldezabal, A., Garin, I., García-Gonzales, R. 1993 Concentración de Nitrógeno fecal en ungulados estivantes en los pastos supra forestales del parque nacional de Ordesa y Monte perdido. *Revista PASTOS: XXIII*, 1: 101-114.
- Bonham, C. D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. J. Wiley & Sons.338 p.
- Bouda, J., Gutiérrez, C.A., Salgado, H.G., y Kawabata, G.K. 2005. Monitoreo, diagnóstico y prevención de trastornos metabólicos en vacas lecheras.Disponible:<http://www.fmzv.unam.mx/bovinotecnia/BtRgCliG005.pdf>. Leído: 10 de junio 2012.
- Brem, J.J., Ortíz, M.L., Trulls, H.E., Zach, A., and Brem, J.C. 2011. Perfil energético-nitrogenado en caprinos del nordeste argentino según estaciones en dos años con diferente régimen pluvial. *Revista Veterinaria*, 22:100-104.
- Brito, M., González, F., Ribeiro, L., Campo, R., Lacerda, L., Barbosa, P., and Bergmann, G. 2006. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. *Ciência. Rural*, 36: 942-948.
- Blumer, S. E., Gardner, G. E., Ferguson, M. B., and Thompson, A. N. 2015. Environmental and genetic factors influence the liveweight of adult Merino and Border Leicester× Merino ewes across multiple sites and years. *Animal Production Science*, 56: 775-788.
- Campos, R., Carreño, E., y González, F. 2004. Perfil metabólico en vacas nativas colombianas. *Revista Orinoquia*, 8:32- 41.
- Castellaro, G a. 2006. Importancia de evaluar las dietas de ungulados en pastoreo. I. Bases anatómicas y fisiológicas que influyen sobre la selección de las dietas y descripción de los métodos más usados para estimar la composición botánica de estas. *Avances en Producción Animal*, 31: 3-16
- Castellaro, G b. 2006. Importancia de evaluar las dietas de ungulados en pastoreo. II. Composición del consumo de algunos ungulados sudamericanos domesticos y silvestres, interpretación de la composición botánica y medidas de competencia potencial entre distintas especies. *Avances en Producción Animal*, 31: 17-34.
- Castellaro, G c. 2006. Algunos elementos básicos para el desarrollo de sistemas de producción ovina en la zona sur del país. Circular de extensión N° 32. Universidad de Chile, Departamento de Producción Animal, Santiago, Chile. p:1-11.
- Castellaro, G., Gompertz, G., Aguilar, C., Vera R., y Allende, R. 2006. Integración de dos modelos de simulación para la evaluación de escenarios productivos de sistemas ovinos en el secano mediterráneo de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 33: 47-56.

- Castellaro G., Squella F., y Muñoz, P. 2007. Efecto de la especie animal y densidad de carga sobre la utilización de un rastrojo de trigo por ovejas y alpacas durante el periodo seco-estival. iii. composición botánica de la dieta e índices de selección de las principales especies consumidas. P. 23-24. In: XXXII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), Frutillar, Chile. 14 -16 de noviembre de 2007. SOCHIPA, Frutillar, Chile.
- Castellaro, G., Araya R., y Escanilla, J. 2011. Buenas prácticas para la actividad ganadera. Capítulo 2.2 Pp. 45-68. En: Fredericksen, N.; J. Pérez y X. Contreras (Eds.). Manual de buenas prácticas para uso sustentable de ecosistemas de montaña. Plan de Acción Santiago Andino. Sistemas de Producción Sustentables para Ecosistemas de Montaña. Sitios Prioritarios para la Conservación N° 4, 5 y 10. INNOVA CHILE de CORFO. Proyecto 07CN13IYM-16. 122 p.
- Castellaro, G., Bastías, C., Orellana, C., Escanilla, J., y Araya, R. 2011. Composición botánica y calidad de la dieta de vicuñas (*vicugna mol.*) en pastizales altiplánicos, durante el período seco-invernal. P. 79-80. In: XXXVI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), Punta Arenas, Chile. 9 -11 de noviembre de 2011. SOCHIPA, Punta Arenas, Chile.
- Couto, A. 2010. Caracterización genética y perfil hematológico y bioquímico en ovinos de raza “criolla lanada serrana” del planalto serrano catarinense – santa catarina, Brasil. Tesis Doctoral en veterinaria. 375 p. Universidad de León, Facultad de veterinaria departamento de medicina, cirugía y anatomía veterinaria, León, España.
- Cramptom, E. W. Nutrición Animal Aplicada 1961. Traducido por A. Marcos Banados y M. Abad Gavin. Zaragoza, Acribia. 415p.
- Church, D. 1993. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragoza, España: Editorial Acribia.
- Daza, A. 2002. Mejora de la productividad y planificación de explotaciones ovinas. Editorial Agrícola Española S.A. Madrid, España. 232 pág.
- Egea, A.V., Allegretti, L., Paez-Lama, S., Grilli, D., Sartor, C., Fucili, M., Guevara J.C., and Passera, C. 2014. Selective behavior of Creole goats in response to the functional heterogeneity of native forage species in the central Monte desert, Argentina. *Small Ruminant Research* 120: 90-99.
- Freer, M., and Dove, H. (Eds.). 2002. Sheep nutrition. CABI. and CSIRO Publishing, Canberra. Australia. 377 p.
- Garin, I, Aldezabal, A., García-González, R., and Aihartza, J. R., 2001. Composición y calidad de la dieta del ciervo (*Cervus elaphus L.*) en el norte de la península ibérica. *Animal Biodiversity and Conservation*, 24: 53–63.
- Gates, C.C., and R.J. Hudson. 1981. Weight dynamics of wapiti in the boreal forest. *Acta Theriologica*, 26:407-418.

- Gómez, M., García, J., Leyton, G., y Barros, M. 2005 Tópicos de producción ovina en el secano central. Fundación Chile, Área Agroindustria. 116 pág.
- González, Y., García-Manteca P., y Álvarez, M.A. 1989. Catalogación y aprovechamiento de los pastos de montaña del concejo de somiedo. *Options Méditerranéennes - Série Séminaires*, 3: 275-278
- Giraud, C., Villar, L., Villagra, S., y Cohen L. 2012. El nitrógeno fecal como indicador del estado nutricional de ovinos en pastoreo en la norpatagonia. *Revista Argentina de Producción Animal*, 32: 1-8.
- Hidalgo, J., y Urra, H. 2009. Composición botánica de la dieta consumida y conducta de pastoreo de ovinos y caprinos, sobre una pradera con agropiro (*Thinopyrum ponticum* (Podp.)). Tesis Ingeniero Agrónomo. 62 p. Universidad de Chile, Facultad de ciencias Agronómicas, Santiago, Chile.
- Hervás, 2001. Los Taninos Condensados de Quebracho en la Nutrición de Ovejas. Efecto sobre la fermentación en el rumen y la digestibilidad, toxicidad y utilización como protectores frente a la degradación ruminal. Memoria presentada para aspirar al grado de Doctor. Universidad de León. Departamento de Producción Animal. León, España. 212 p.
- Holechek J. L., and Gross B. 1982. Evaluation of different calculation procedures for microhistological analysis. *Journal of Range Management*, 35: 721-726
- Holechek, J. L., Pieper, R.D., and Herbel, C. H. 2011. Range Management, Principles and Practices. 6th Edition. Prentice Hall, New Jersey. 444 p.
- Kamler J., and Homolka M. 2005. Faecal nitrogen: a potential indicator of red and roe deer diet quality in forest habitats. *Folia Zoolog-International Journal of Vertebrate Zoology*, 54:89-98.
- Loe, L., Bonenfant, C., Mysterud, A., Gaillard, J., Langvatn, R., and Stenseth, N. 2005. Climate predictability and breeding phenology in red deer: Timing and synchrony of rutting and calving in Norway and France. *Journal of Animal Ecology* 74: 579–588.
- Mandaluniz, N., Aldezabal, A., y Oregui, L.M. Validez del nitrógeno fecal como indicador de la calidad de dieta de ganado vacuno en pastos de montaña del país vasco. Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio natural (Vol. 1), Mayo 2005.
- Mysterud A., Hessen D.O., Mobæk R., Martinsen V., Mulder J., and Austrheim G. 2011. Plant quality, seasonality and sheep grazing in an alpine ecosystem. *Basic and Applied Ecology* 12:195–206.
- Mobæk, R., Mysterud, A., Holanda, Ø., and Austrheim, G. 2012. Age class, density and temporal effects on diet composition of sheep in an alpine ecosystem. *Basic and Applied Ecology* 13: 466–474.

- Nakamatsu, V. 2003. Evaluación del pastizal en campos de meseta. E.E.A INTA Esquel Carpeta Técnica. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-del-pastizal-natural-en-campos-de-meseta/>. Leído el 10 de mayo 2012. Pág. 25-30
- Pérez, A. 1971. Evaluación de métodos para estimar producción fecal de bovinos, usando oxido crómico. Tesis de Magister. 67 p. Instituto interamericano de ciencias agrícola de la O. E. A., Centro tropical de enseñanza e investigación, Turrialba, Costa Rica.
- Peripolli V, Prates E.R., Barcellos J.O.J., and Neto J.B. 2011. Fecal nitrogen to estimate intake and digestibility in grazing ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 163:170–176.
- Quiroz, G. y Bouda, J. 2007. Patología clínica del hígado Pp. 120-135. En: Núñez, L y Bouda, J. (Eds.). Patología clínica veterinaria, Universidad nacional autónoma de México, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Ciudad de México, México. 334 p.
- Scarnecchia, D.L., and Kothmann M.M. 1982. A dynamic approach to grazing management terminology. *Journal of Range Manage*, 35:262-264.
- Soto. 1996. Forrajes suplementarios de invierno y verano. Pp 111. In: RUIZ (1996). Praderas para Chile. N° 734 pag.
- Standing Committee on Agriculture, Ruminants Subcommittee (SCA). 2007. Nutrient Requirement of Domesticated Ruminants. CSIRO Publications. Melbourne, Australia. 296 p.
- Villate, J. 2007. Atlas de capacidad sustentadora potencial para el reino templado de Chile. Taller de licenciatura Ingeniero Agrónomo. 102 p. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile.
- Van Soest, P J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press, Ithaca, NY, USA.
- Wang, C., Tas, B., Glindemann, T., Rave, G., Schmidt, L., Weißbach, F., and Susenbeth, A. 2009. Fecal crude protein content as an estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 149: 199–208
- Wittwer, M. 2003. Perfiles metabólicos en rumiantes. Capítulo 11 Pp. 74-81. En: Rudolph, W (Ed.). Manual de bioquímica clínica animal. Universidad de Chile, Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias, Santiago, Chile. 98 p.
- Wofford, H., Holechek, J., Galyean, M., Wallace, J., and Cardenas, M. 1985. Evaluation of Fecal Indices to Predict Cattle Diet Quality. *Journal of range management*, 38:5.

CAPÍTULO II: CAMBIO DE PESO VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL EN BORREGAS SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ Y SU RELACIÓN CON EL NITRÓGENO FECAL, EN PASTIZALES DE SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.

RESUMEN

Fueron evaluados los cambios de peso vivo (g día^{-1}) y condición corporal (CC) de borregas Suffolk Down y Merino Precoz en crecimiento. Paralelamente se midió el contenido de Nitrógeno Fecal (NF) (% base MO) en los mismos grupos de animales, con el objetivo establecer las relaciones matemáticas existentes entre los parámetros antes mencionados.

El estudio se realizó en la sección de Rumiantes Menores y Pastizales de Secano de la Estación Experimental Germán Greve Silva, perteneciente a la Universidad de Chile, durante la temporada 2012-2013, entre los meses de mayo a enero.

Los animales ingresaron al ensayo con un peso vivo promedio de $40,2 \pm 3,93$ kg y $39,52 \pm 4,61$ kg para Merino Precoz y Suffolk Down, respectivamente y con una condición corporal de $2,86 \pm 0,15$ en Merino Precoz y $2,88 \pm 0,17$ en Suffolk Down. Al finalizar el estudio las borregas Merino Precoz alcanzaron un peso $66,67 \pm 6,13$ con un puntaje de condición corporal de $3,93 \pm 0,17$, en tanto que las borregas Suffolk Down presentaron un peso de $66,3 \pm 5,49$ kg con una CC de $3,96 \pm 0,10$.

El contenido de Nitrógeno Fecal promedio para el periodo evaluado fue de $1,8 \pm 0,6$ %, tanto en ovinos Merino Precoz como en Suffolk Down.

La correlación establecida entre el cambio de peso vivo y el contenido de NF fue de 0,69 ($p < 0,01$) en el caso de las borregas Merino Precoz y de 0,59 ($p < 0,01$) para borregas Suffolk Down. Por su parte, la correlación entre el cambio en CC y la concentración de NF fue de 0,42 ($p < 0,01$) y de 0,28 ($p < 0,01$), para Merino Precoz y Suffolk Down, respectivamente.

Al no encontrarse diferencia estadísticamente significativa entre ambas razas en relación a los parámetros que describen las curvas de peso vivo en función del tiempo, se estableció una regresión entre el cambio de peso vivo y el contenido de NF con la totalidad de los datos independiente de la raza. La ecuación matemática que describió dicha relación fue $y = -200,261 + 159,316 \cdot x$, donde “y” corresponde a la ganancia o pérdida de peso (g día^{-1}) y “x” al contenido de NF (%) ($R^2 = 0,35$; $p < 0,01$).

En el caso de las curvas que describen la CC en función del tiempo, se encontraron diferencias significativas entre ambas razas al comparar los parámetros de las curvas que las describen. Dado lo anterior se obtuvieron dos ecuaciones de regresión distintas para describir la relación entre el cambio de CC y el contenido de NF. En borregas Merino Precoz la regresión encontrada fue $y = -0,0127388 + 0,00850088 \cdot x$, ($R^2 = 0,10$; $p < 0,01$), en tanto que para las borregas Suffolk Down fue $y = -0,013434 + 0,00757396 \cdot x$, ($R^2 = 0,6$; $p < 0,05$), en ambas expresiones “y” corresponde al cambio de CC (1-5) y “x” al contenido de NF (%), respectivamente.

En base a estos resultados, el NF sería un buen estimador para evaluar tanto cambios de peso vivo como cambios en condición corporal en borregas en crecimiento en condiciones extensivas de manejo. Un nivel crítico de NF para identificar pérdidas de peso sería del orden de 1,26%.

Palabras Claves: Indicadores Fecales, Tasa de Crecimiento, Pastoreo.

ABSTRACT

The changes in live weight (g day^{-1}) and body condition (CC) of Suffolk Down and Merino Precoz ewes in growth were evaluated. At the same time, the content of Fecal Nitrogen (NF) (% base MO) was measured in the same groups of animals, aiming to establish the mathematical relationships between the parameters mentioned above.

The study was carried out in the section of Ruminants Minor and Grasslands of the Experimental Station Germán Greve Silva, belonging to the University of Chile, during the season 2012-2013, between the months of May to January.

The animals were admitted to the trial with an average live weight of 40.2 ± 3.93 kg and 39.52 ± 4.61 kg for Merino Precoz and Suffolk Down, respectively, and with a body condition of 2.86 ± 0.15 in Merino Precoz and 2.88 ± 0.17 in Suffolk Down. At the end of the study Merino precoz ewes reached a weight of 66.67 ± 6.13 with a body condition score of 3.93 ± 0.17 , while the Suffolk Down ewe lambs presented a weight of 66.3 ± 5.49 kg with a CC of 3.96 ± 0.10 .

The mean Fecal Nitrogen content for the evaluated period was $1.8 \pm 0.6\%$, in both Merino Precoz and Suffolk Down sheep.

The correlation established between live weight change and NF content was 0.69 ($p < 0.01$) for Merino Precoz ewes and 0.59 ($p < 0.01$) for Suffolk Down ewe lambs. The correlation between the change in WC and NF concentration was 0.42 ($p < 0.01$) and 0.28 ($p < 0.01$) for Merino Precoz and Suffolk Down, respectively.

When no statistically significant difference between the two breeds was found in relation to the plotters describing the live weight curves as a function of time, a regression was established between the change in live weight and the NF content with all the data independent of the race. The mathematical equation describing this relationship was $y = -200,261 + 159,316 x$, where "y" corresponds to the gain or loss of weight (g day^{-1}) and "x" to the content of NF (%) ($R^2=0,35$, $p < 0.01$).

In the case of the curves describing the CC as a function of time, significant differences were found between both breeds when comparing the parameters of the curves that describe them. Given the above, two different regression equations were obtained to describe the relationship between CC change and NF content. In Merino Precoz ewes, the regression found was $y = -0.0127388 + 0.00850088 x$, ($R^2 = 0.10$, $p < 0.01$), whereas for the Suffolk Down ewe was $y = -0.013434 + 0,00757396 x$, ($R^2 = 0.6$, $p < 0.05$), in both expressions "y" corresponds to the change of CC (1-5) and "x" to the content of NF (%), respectively.

Based on these results, NF would be a good estimator to evaluate both changes in live weight and changes in body condition in growing ewes under extensive management conditions. A critical level of NF to identify weight losses would be on the order of 1.26%.

Key Words: Fecal Indicators, Growth Rate, Grazing.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas pastoriles del secano de la zona central de Chile se sustentan principalmente en la productividad del pastizal (Castellaro *et al.*, 2007), el que depende directamente de la cantidad y distribución de la pluviometría del área agroecológica en particular (Soto, 1996). Este tipo de pastizales sufre grandes cambios en cuanto a su velocidad de crecimiento y calidad nutritiva a lo largo del año, por lo que la sincronización entre los requerimientos nutricionales del rebaño y la curva de crecimiento de los pastizales, es de gran importancia para lograr el éxito en estos sistemas (Castellaro *et al.*, 2006). La producción de ovinos en estos ambientes se desarrolla principalmente con la raza de carne Suffolk Down, originaria de Inglaterra, y con la raza Merino Precoz, del tipo doble propósito que proviene de la cruce entre Merino Alemán y Merino Francés (García, 1986; Gómez *et al.*, 2005).

Las zonas del secano mediterráneo de Chile poseen un recurso forrajero que en gran parte del año presenta regular a baja calidad, lo que puede afectar negativamente el comportamiento productivo de los animales (Castellaro *et al.*, 2006). Debido a lo anterior, es necesario evaluar de forma rápida y precisa en que condición nutricional se encuentra el rebaño, para lo cual es necesario determinar la calidad de la dieta ingerida por los animales en pastoreo, proporcionando información para diseñar estrategias de optimización en el uso del recurso forrajero y en el manejo nutricional de los rebaños (Holechek *et al.*, 2011). Estos aspectos son importantes al momento de tomar decisiones respecto de la carga animal, el diseño de los potreros, la distribución de las aguadas y, en especial, las estrategias de suplementación (Castellaro, 2010).

Para estimar el efecto de la calidad de la dieta sobre el comportamiento productivo de rumiantes en pastoreo extensivo, se han utilizado diferentes índices como la condición corporal (CC), el peso vivo (PV), la concentración de nitrógeno fecal (NF) y la composición botánica de la dieta (Giraudó *et al.*, 2012). Entre ellos destaca el NF, puesto que es de fácil obtención y además es una técnica no invasiva para el animal (Castellaro, 2006 a), estando relacionada principalmente con el aporte proteico desde el pastizal (Kamer *et al.*, 2005). De igual manera, se ha utilizado el PV y la CC como indicadores dado su relación con las ganancias y/o pérdidas de peso por parte del rebaño, información que también permitiría estimar la capacidad del recurso forrajero de suplir las demandas nutricionales de los animales. Al respecto, Freer y Dove (2002) indican que la CC es un estimador del grado de reservas corporales puesto que es independientemente de la estructura, el PV y el tamaño del animal, pero al igual que el peso vivo, requiere de contacto físico con los animales. Son pocas las investigaciones que han buscado establecer relaciones entre estos índices y el contenido de NF (Wang *et al.* 2009; Giraudó, 2011), las que de existir, permitiría utilizar la concentración de N en las heces como un estimar del PV o de la condición corporal de los animales.

En base a estos los antecedentes el objetivo de este trabajo fue establecer una relación entre los índices cambios de peso vivo y condición corporal con la concentración de nitrógeno presente en las heces de borregas Merino Precoz y Suffolk Down en crecimiento, como una base para el desarrollo de herramientas de evaluación de performance productiva en rebaños manejados en zona de secano central de Chile bajo condiciones extensivas.

HIPÓTESIS

Existe una correlación entre el porcentaje de Nitrógeno Fecal y los cambios de peso vivo y condición corporal, en borregas de raza Merino Precoz y Suffolk Down, bajo condiciones de pastoreo extensivo.

OBJETIVOS

Determinar un perfil de peso vivo y de condición corporal de borregas Merino Precoz y Suffolk Down, durante 9 meses, en condiciones de pastoreo extensivo.

Determinar un perfil de nitrógeno fecal en borregas Merino Precoz y Suffolk Down, durante 9 meses, en condiciones de pastoreo extensivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se realizó en la sección Rumiantes Menores y Pastizales de Secano de la Estación Experimental Germán Greve Silva (33° 28' Lat. S.; 70° 51' Long. O.; 470 m.s.n.m.), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de Maipú, Región Metropolitana, Chile.

El clima predominante en el área de estudio es del tipo mediterráneo, cuyo régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían en promedio, entre una máxima del mes de enero de 28,2° C y una mínima del mes de julio de 4,4° C. El periodo libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 11 heladas por año (Santibáñez y Uribe, 1990).

El régimen pluviométrico del sector, el cual determina en una alta proporción la productividad del pastizal, se caracteriza por la alta variabilidad. Al analizar una serie histórica de 56 años (1958-2015)¹, se indica un promedio de 305,5 mm año⁻¹, monto que se concentra en un 95% entre los meses de abril y septiembre.

Los suelos del sector pertenecen a las Series Pudahuel y Lo Aguirre. La serie Pudahuel, miembro de la familia de los Durixerolls, son suelos de color pardo oscuro de lomajes suaves, franco arenoso finos, cuya profundidad efectiva varía entre 35 y 70 cm. La serie de suelos Lo Aguirre pertenece a la familia Duric Haploxerolls y son suelos de color negro y pardo rojizo muy oscuro, planos y franco arcilloso (CIREN, 1996).

La superficie del área de estudio correspondió a un potrero de 27,7 ha, en donde crece un pastizal naturalizado, dominado principalmente por especies de gramíneas anuales de

¹ Datos obtenidos de los registros pluviométricos de la Estación Experimental Germán Greve Silva.

crecimiento invernal, hierbas dicotiledóneas que fue reforzado en algunos sectores con la siembra de la especie *Phalaris aquatica* y *Thinopyrum ponticum* hace 35 años.

Selección de animales

Se seleccionaron 47 borregas de la raza Merino Precoz y 47 borregas de la raza Suffolk Down de entre 8 a 10 meses de edad, con un peso vivo promedio de $40,2 \pm 3,93$ kg y $39,52 \pm 4,61$ kg para Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), respectivamente, al inicio del ensayo.

Período de acostumbramiento

Una vez que los animales ingresaron al potrero, se mantuvieron en él por un período de 15 días, con el objetivo de que los animales reconocieran el terreno y se acostumbraran al manejo diario.

Determinación del peso vivo (PV) y condición corporal (CC).

El ensayo tuvo una duración de 9 meses (mayo 2012 a enero de 2013). Cada 15 días fueron medidos tanto el PV como la CC de cada una de las 94 borregas que formaron parte del grupo experimental. El PV fue medido con el uso de una romana para manejo de ovinos equipada con balanza digital Tru-test Eziweigh 7 System, graduada en kilogramos con una precisión de 0,5 kg. Al momento de efectuada la medición los animales se encontraban destarados. En cuanto a la CC, esta fue determinada paralelamente al PV, utilizando la escala propuesta por Thompson y Meyer (1994) y SCA (2007), con un puntaje de 1 a 5.

Cambio de peso (Δ PV) y de condición corporal (Δ CC) en las borregas.

Las tasas de Δ PV (g día^{-1}) y Δ CC (1-5) para cada raza fueron calculadas utilizando la derivada de primer orden de las ecuaciones de regresión múltiple establecidas entre el PV y la CC respecto del tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo.

Determinación del contenido de Nitrógeno Fecal (NF).

Las muestras de heces fueron obtenidas directamente del recto de un grupo de 10 borregas escogidas al azar dentro de cada grupo (10 de la raza MP y 10 de la raza SD), las cuales fueron muestreadas durante 3 días consecutivos al final de cada mes, con el propósito de obtener un “pool” de heces representativo de cada animal. Las borregas elegidas como donantes de heces fueron las mismas durante todo el periodo experimental.

Las muestras de heces fueron deshidratadas durante 48 horas a 60°C en una estufa con aire forzado y molidas a 1 mm en un molino Willey. Posteriormente, en una fracción de cada muestra se determinó la concentración de nitrógeno total a través del método de Kjeldhal (AOAC, 2000). El NF fue expresado en porcentaje base materia orgánica (% MO) de heces (Wang *et al.*, 2009), para lo cual fue necesario determinar el contenido de materia orgánica en las muestras fecales a través de la metodología de cenizas (AOAC, 2000).

Diseño Experimental y Análisis Estadístico.

El peso vivo y la condición corporal a través de los días desde el inicio del ensayo fueron analizados mediante regresión polinómica, utilizando el método de mínimos cuadrados (Steel y Torrie, 1985). Las funciones de regresión obtenidas para cada una de las razas, fueron sometidas a test de paralelismo (Cumsille, 1995) basado en la prueba de hipótesis bilateral t de Student, para identificar diferencias significativas entre sus coeficientes. Un procedimiento similar fue realizado en el caso de la condición corporal.

Las correlaciones establecidas entre las variables cambio de peso vivo, cambio de condición corporal y contenido de nitrógeno fecal fueron realizadas a través de correlación ordinal de Sperman para variables sin distribución normal. En el caso de las regresiones entre los mismos parámetros, fueron analizadas a través de análisis de regresión lineal, utilizando una significancia de 95% (Kaps y Lamberson, 2004).

Todos los análisis anteriores fueron realizados utilizando el programa estadístico Statgraphics Centurion®.

RESULTADOS

Peso vivo (PV)

En la Figura 1 se presenta la evolución del PV en función de los días desde el inicio del ensayo, para las borregas MP y SD, durante todo el periodo experimental.

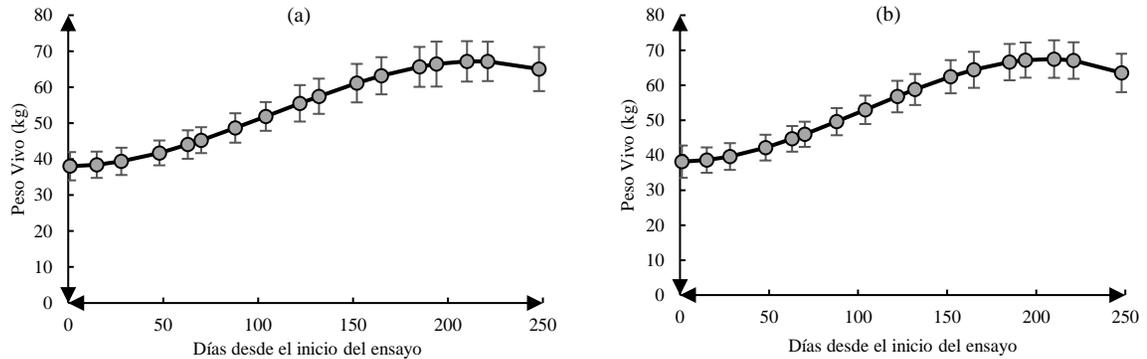


Figura 1. Evolución del peso vivo en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar.

La expresión matemática que describe las curvas presentadas en la Figura 1 fue del tipo polinómica de grado tres, cuyos parámetros se presentan en el Cuadro 1. Ambas curvas fueron significativas al igual que sus coeficientes ($P < 0,01$), presentando un R^2 mayor a 0,8.

Cuadro 1. Ecuaciones de regresión polinómica entre el peso vivo (kg) y los días desde el inicio del ensayo (t), en borregas Merino Precoz y Suffolk Down.

<i>Ecuación</i>	<i>Raza</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>n</i>	R^2	Error estándar (kg)	Valor <i>P</i>
$a + b \cdot t^2 + c \cdot t^3$	Merino Precoz	38,03	$1,89 \cdot 10^{-3}$	$-5,84 \cdot 10^{-6}$	792	0,83	4,91	<0,01
	Suffolk Down	38,14	$2,06 \cdot 10^{-3}$	$-6,65 \cdot 10^{-6}$	783	0,84	4,73	<0,01

Al someter cada uno de los parámetros de las ecuaciones a una prueba de comparación t Student, no se encontraron diferencias significativas entre ellas ($P > 0,05$).

A través de la derivada de las ecuaciones de regresión múltiple presentadas en el Cuadro 1 se obtuvieron las tasas de cambio de peso (ΔW , g día⁻¹) para cada raza evaluada, en función de los días desde el inicio del ensayo (t). En el caso de las borregas MP, la tasa de cambio de peso vivo fue descrita a través de la ecuación $\Delta W = 3,774 \cdot t - 1,751 \cdot 10^{-2} \cdot t^2$, en tanto que para las borregas SD, dicha ecuación fue $\Delta W = 4,124 \cdot t - 1,996 \cdot 10^{-2} \cdot t^2$ (Figura 2).

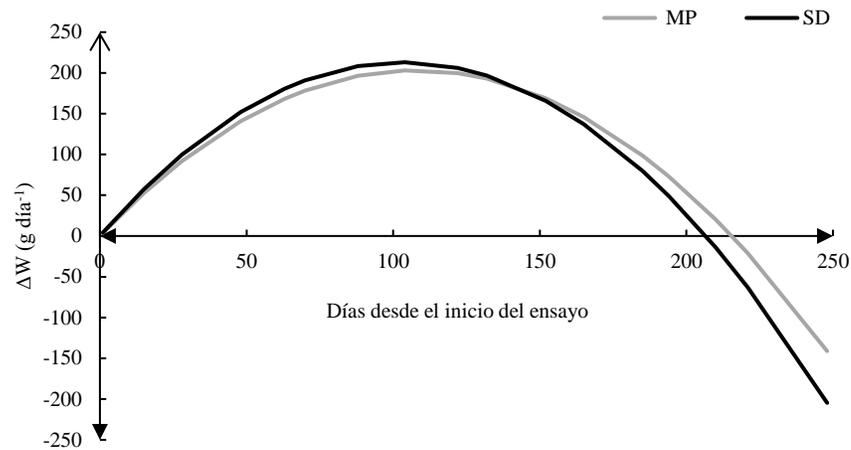


Figura 2. Tasa de cambio de peso vivo (ΔW , g día^{-1}) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD) en función de los días desde el inicio del ensayo.

Condición corporal (CC)

La evolución de la CC en función de los días desde el inicio del ensayo para ambas razas de borregos, se presenta en la Figura 3.

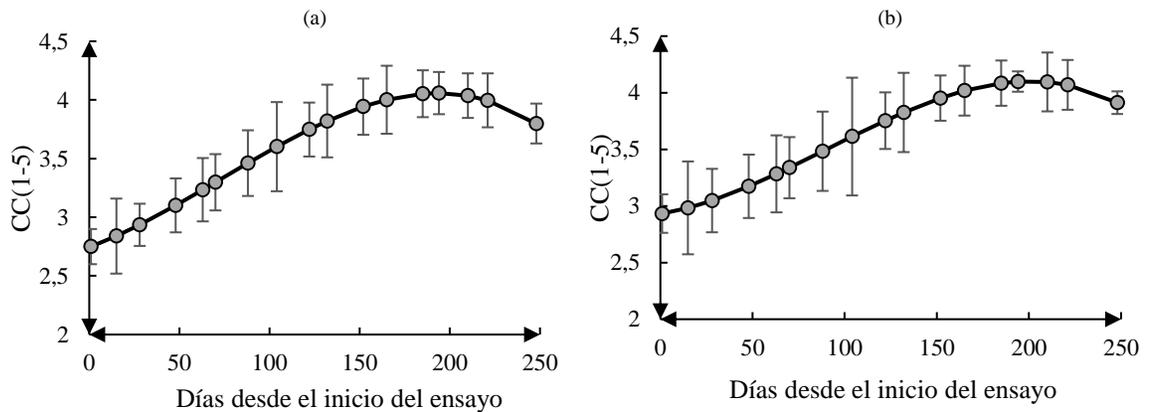


Figura 3. Evolución de la condición corporal (CC) en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar.

Al igual que en el caso del peso vivo, la expresión matemática que describe las curvas presentadas en la Figura 3 fue del tipo polinómica de grado tres, cuyos parámetros se presentan en el Cuadro 2. Ambas curvas fueron significativas, al igual que sus coeficientes ($P < 0,01$) y en este caso el R^2 fue mayor a 0,65.

Cuadro 2. Ecuaciones de regresión polinómica entre la Condición Corporal (puntaje 1-5) y el tiempo (días) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down en crecimiento.

Ecuación	Raza	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	R ²	Error estándar	Valor <i>P</i>
$a+b\cdot t+c\cdot t^2-d\cdot t^3$	Merino Precoz	2,74	$5,70\cdot 10^{-3}$	$4,64\cdot 10^{-6}$	$-2,11\cdot 10^{-7}$	792	0,72	0,21	<0,01
	Suffolk Down	2,93	$2,68\cdot 10^{-3}$	$6,01\cdot 10^{-5}$	$-2,24\cdot 10^{-7}$	783	0,65	0,30	<0,01

Las ecuaciones anteriores presentaron diferencias estadísticamente significativas entre razas, al comparar cada parámetro de la ecuación mediante una prueba de comparación *t* Student (1%), siendo *a* y *c* los coeficientes que presentaron diferencias.

Las tasas de cambio de CC (Δ CC, puntos día⁻¹) en función de los días desde el inicio del ensayo (*t*), para cada raza fueron calculadas utilizando la derivada de primer orden de las ecuaciones de regresión múltiple indicadas en el Cuadro 2. La tasa de cambios de CC de borregas MP fue Δ CC = $5,703\cdot 10^{-3} + 9,276\cdot 10^{-5}\cdot t - 6,315\cdot 10^{-7}\cdot t^2$, y para borregas SD dicha ecuación fue Δ CC = $2,680\cdot 10^{-3} + 1,212\cdot 10^{-4}\cdot t - 6,705\cdot 10^{-7}\cdot t^2$ (Figura 4).

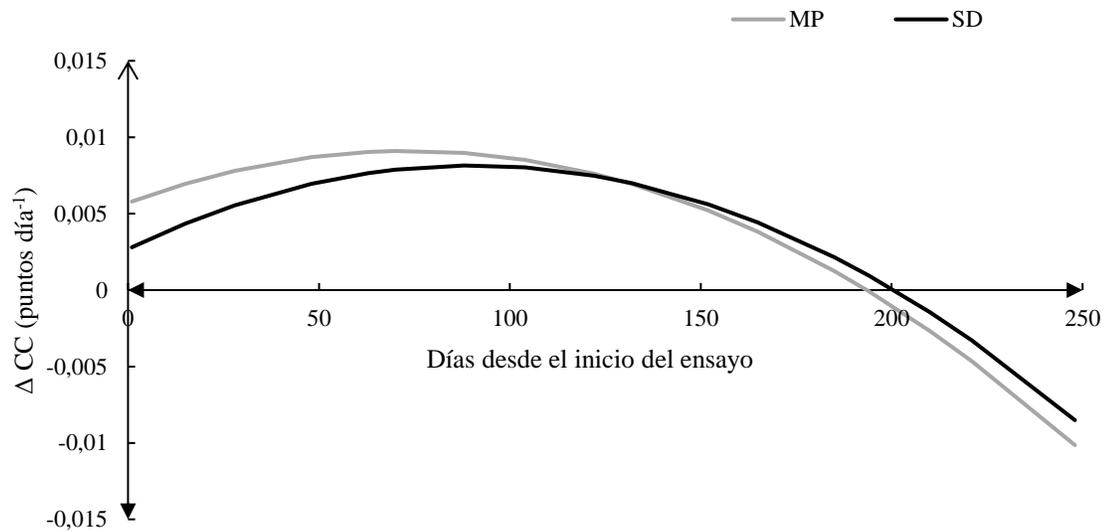


Figura 4. Tasa de cambio de Condición Corporal (Δ CC, puntos día⁻¹) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), en función de los días desde el inicio del ensayo.

Nitrógeno Fecal (NF)

En borregas Merino precoz, el máximo contenido de NF fue determinado durante los meses de julio y agosto, con un peak promedio de 2,6%, en tanto que para borregas Suffolk Down, este máximo fue en el mes de agosto con 2,8%. En contraste, el mínimo observado para ambas razas fue en el mes de enero con 1,1 y 1,2 % en borregas Merinos y Suffolk, respectivamente (Figura 5).

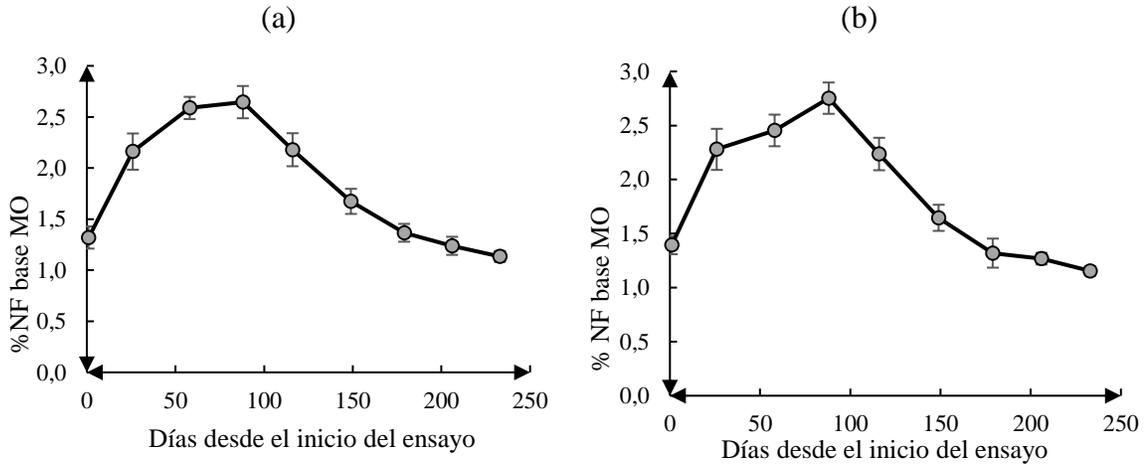


Figura 5. Evolución del Nitrógeno Fecal (%NF base a MO) en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar.

Relación entre el cambio de peso vivo (ΔW , g día⁻¹), el cambio en la condición corporal (ΔCC , puntaje día⁻¹) y el contenido de Nitrógeno Fecal (%).

Las correlaciones encontradas entre el cambio de peso vivo y la condición corporal respecto del contenido de nitrógeno fecal para borregas MP y SD, fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Correlaciones entre el cambio de peso vivo (ΔPV , kg día⁻¹), la condición corporal (ΔCC , puntos día⁻¹) y el Nitrógeno Fecal (%), en borregas de raza Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), desde Mayo/ 2012 a Enero/ 2013.

	ΔCC	ΔPV	Raza
Nitrógeno Fecal	0,42** (n=90)	0,69** (n=90)	Merino Precoz
	0,28** (n=86)	0,59** (n=86)	Suffolk Down

** $P < 0,01$; * $P < 0,05$

Debido a que ambas razas presentaron significancia en las correlaciones establecidas, se procedió a asociar las variables involucradas a través del cálculo de ecuaciones de regresión lineal (Cuadro 4 y 5).

Como las ecuaciones de regresión lineal que relaciona el cambio de peso vivo (kg día^{-1}) y el tiempo (días) en borregas MP y SD fueron estadísticamente iguales, se incluyó una ecuación de regresión utilizando la totalidad de datos independiente de la raza (Cuadro 4).

Cuadro 4. Ecuación de regresión lineal entre el cambio de peso vivo (ΔPV) y el Nitrógeno Fecal (%) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down.

Ecuación	Raza	<i>a</i>	<i>b</i>	n	R ²	Error estándar (ΔPV)	Valor <i>P</i>
$a+b \cdot \text{NF}$	Merino Precoz	-217,17	170,23	89	37,0	127,0	P<0,01
	Suffolk Down	-182,65	147,99	85	31,0	126,7	P<0,01
	Promedio ¹	-200,26	159,32	174	35,0	126,3	P<0,01

¹ Se refiere a una ecuación promedio obtenida al utilizar todos los valores de ambas razas.

La representación gráfica de las ecuaciones de regresión informadas en el Cuadro 4, se presentan en las Figura 6.

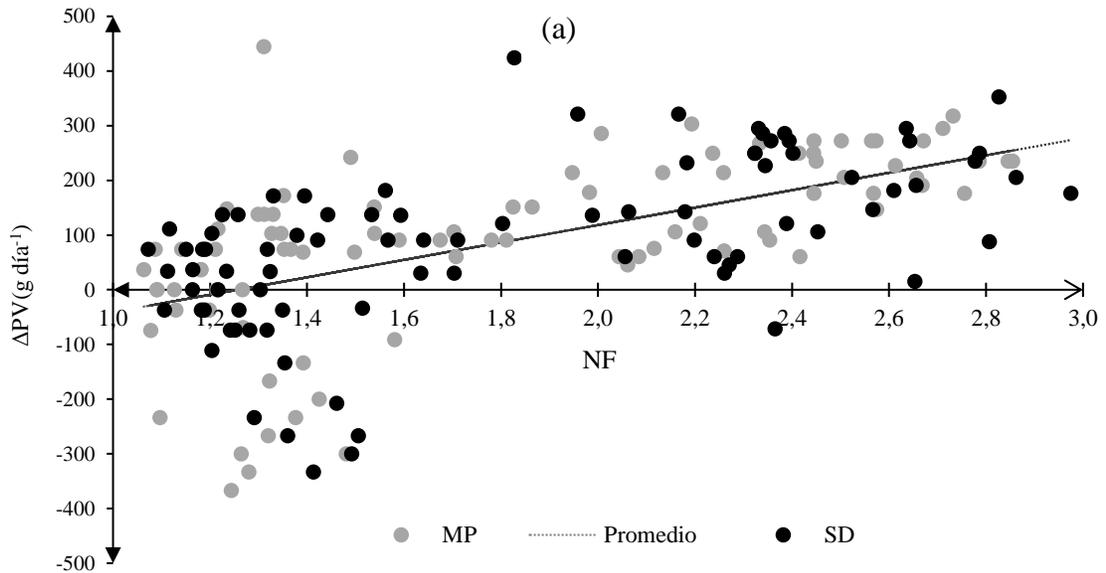


Figura 6. Relación entre el cambio de peso vivo (ΔPV , kg día^{-1}) y el contenido de nitrógeno fecal (%) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD). La línea representa la ecuación de regresión de esta relación en el promedio de ambas razas.

Cuadro 5. Ecuación de regresión lineal entre el cambio Condición Corporal (ΔCC) y el Nitrógeno Fecal (%) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down.

Ecuación	Raza	a	b	n	R^2	Error estándar	Valor P
$a+b \cdot NF$	Merino Precoz	$-1,27 \cdot 10^{-2}$	$8,50 \cdot 10^{-3}$	89	10,3	0,009	$P < 0,01$
	Suffolk Down	$-1,34 \cdot 10^{-2}$	$7,57 \cdot 10^{-3}$	85	6,0	0,015	$P < 0,05$

La representación gráfica de las ecuaciones de regresión informadas en el Cuadro 5, se presentan en las Figura 7.

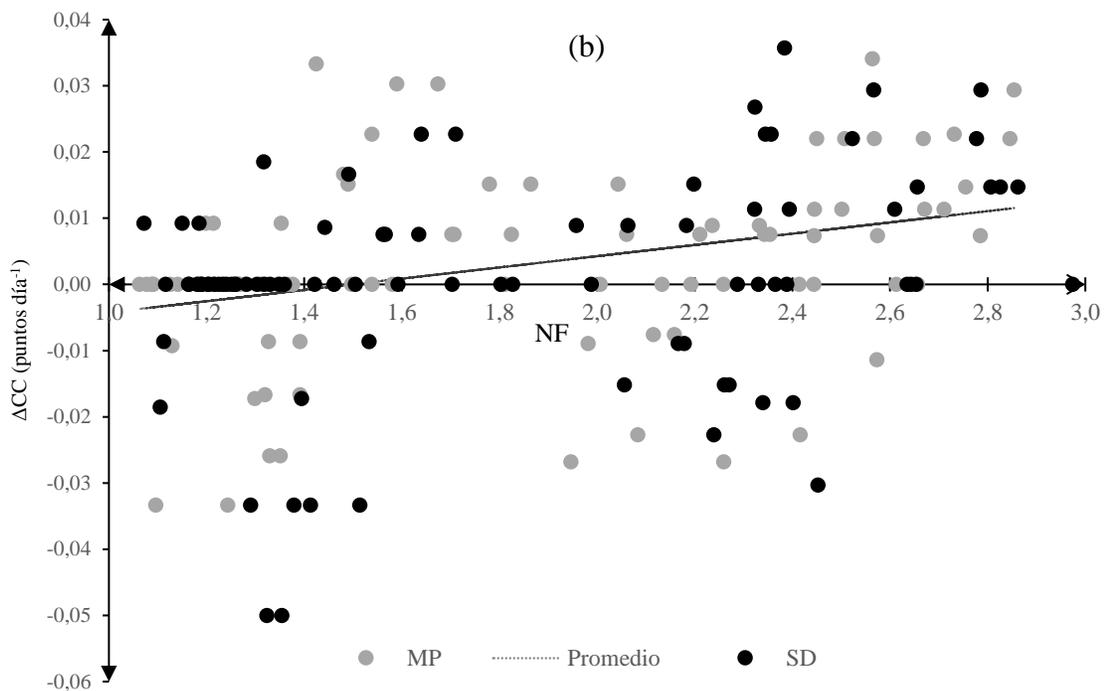


Figura 7. Relación entre el cambio condición corporal (ΔCC , puntos día⁻¹) y nitrógeno fecal (%) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD). La línea representa la ecuación de regresión de esta relación en el promedio de ambas razas.

DISCUSIÓN

Peso vivo (PV) y Condición corporal (CC)

Tanto el PV como la CC fueron aumentando de forma sostenida en el tiempo, hasta llegar a un *plateau*, para después disminuir. Este comportamiento guardaría directa relación con la fenología, producción de materia seca y capacidad de carga del pastizal en uso (Castellaro, 2010). En países de clima templado, donde los animales consumen pastizales naturales durante todo el año, las variaciones estacionales en la cantidad y calidad de los pastos modifican las ganancias de peso a lo largo del año (Quintans, 2008; Blumer *et al.* 2015), pudiendo incluso dar origen a periodos de subnutrición, cuyo impacto depende del estado fisiológico y la condición corporal del animal (Blanc *et al.*, 2006).

Considerando todo el periodo de evaluación, las borregas MP presentaron, en promedio, ganancias del orden de 104,2 g día⁻¹, siendo máximas en el mes agosto (203,0 g día⁻¹) y observando pérdidas de peso cercanas a los 141,2 g día⁻¹ a partir del mes de diciembre (día 221, desde el inicio del ensayo). En caso de borregas SD, la ganancia promedio fue de 97,57 g día⁻¹, cuyo valor máximo fue también en agosto (213,1 g día⁻¹), en tanto, las pérdidas de peso comenzaron en noviembre (día 210, desde el inicio del ensayo) las que fueron cercanas a los 204,7 g día⁻¹. Al margen de ello, las ecuaciones que describen este comportamiento fueron iguales.

En relación a estos resultados, merece mencionar que son pocos los estudios que han buscado describir las tasas de crecimiento en borregas en pastoreo, puesto que la gran parte de los ensayos publicados se concentran en el análisis de la evolución del peso vivo en individuos desde el destete hasta su sacrificio (Valencia, 2008; Castellaro *et al.* 2016a), a pesar de la importancia que tiene la recria de borregas para mantener o aumentar el número vientres que producen corderos dentro del sistema (productividad vital del vientre) y la producción total de la explotación (Kenyon *et al.*, 2006; Morel *et al.*, 2010; Young *et al.*, 2011). Dove (2010) indica que la mayoría de los sistemas de crianza de borregas en el mundo se basa en la utilización de pastizales, de donde obtienen los nutrientes para suplir los requerimientos diarios, al margen de que estos sistemas presentan ganancias más lentas pero a menores costos (Awgichew, 2000).

Algunos datos de referencia de ganancias de peso vivo en condiciones extensivas pero con ovejas cruza de raza Gallega y Castellana, son 41,5 g día⁻¹ como promedio anual (Celaya *et al.*, 2007). García *et al.* (2015), trabajando con oveja Gallega post destete sobre un pastizal de la zona Asturiana (España), indica ganancias de 25 g día⁻¹. Otro antecedente, pero con crianza de borregas West African en sistemas extensivos de Venezuela, es el de Dickson-Urdaneta *et al.* (2004), quienes observaron valores de 69 g día⁻¹. Antecedentes más cercanos a las condiciones de este ensayo, es el presentado por Adams *et al.* (2002) con Merino Australiano del tipo Peppin y Occidental, con ganancias de 78 y 75 g día⁻¹, respectivamente, en sistemas extensivos de Australia. En el secano mediterráneo árido de Chile, Meneses *et al.* (1990), reportan ganancias de peso del orden de 31 g día⁻¹ para borregas Merino Australiano pastoreando pastizales naturales.

Respecto de ganancias asociadas a la raza Suffolk Down, existen pocos datos reportados para borregas en condiciones extensivas. En corderos, Squella *et al.* (2007), reporta ganancias de 322 g día⁻¹ desde el nacimiento hasta los 3 meses en el secano costero de la zona central de Chile. En las mismas condiciones, Valencia (2008), reporta ganancia de 264 g día⁻¹. En el secano interior de la zona central de Chile, Castellaro *et al.* (2016a), indica ganancias de 232 g día⁻¹ para corderos hasta los 4 meses, mientras que en ovejas Suffolk Down, entre el inicio del encaste y el parto se reportan ganancias de 37 g día⁻¹ (García *et al.*, 2006). Gallardo *et al.* (2014), en el sur de Chile y para cordero sSuffolk Down, señala ganancias de 230 g día⁻¹.

En el caso de la raza MP, al comparar las ganancias de peso estimadas en el presente estudio respecto a las reportadas para ovinos de similares características en la literatura, estas se encuentran por sobre los datos publicados. Dicha situación podría tener relación con la composición nutritiva del pastizal y su disponibilidad de materia seca. Al respecto, Ochoa², indica concentraciones de energía metabolizable de 10,4±0,3 MJ kg⁻¹ y de proteína del orden de 19,8±4,8% en el mismo pastizal utilizado en este ensayo. Estos valores estarían asegurando una ingesta adecuada de energía y proteína, que serían la base de las tasas de crecimiento registradas en este estudio. Respecto de la raza SD, las ganancias son menores a las reportadas para corderos de la misma raza, puesto que estos son animales que están en plena etapa de crecimiento, por lo cual exhiben mayores tasas de crecimiento en comparación a borregas (Nicol y Brookes, 2007).

Las variaciones de la CC a través del tiempo fueron distintas entre razas. MP presentó una tasa de depósito mayor que SD durante los primeros 100 días de ensayo. Así también comienza a perder CC antes que SD, entre los días 194 (noviembre) y 210 (diciembre), respectivamente. Court (2010) indica que comparar cambios en la CC entre razas sería dificultoso puesto que la distribución del tejido graso tanto subcutáneo como interno, es diferente. Lo anterior también es explicado por Kenyon *et al.* (2014), quienes señalan que la magnitud de diferencia de peso vivo por unidad de condición de corporal difiere entre razas, dado el tamaño del cuerpo, la conformación, peso estándar de referencia de la raza y distribución de grasa en el cuerpo. De acuerdo a los datos de este ensayo, la relación de cambio entre la CC y el PV fueron similares entre razas, siendo del orden de 18,85 kg por unidad de CC, cifra que más alta a las reportadas en la literatura, donde se señalan valores entre 6,1 y 11,3 (SCA, 2007). Razas de mayor tamaño, similares a las de este ensayo, requieren mayor cantidad de energía depositada en forma de grasa para obtener una unidad adicional de condición corporal en comparación con razas más pequeñas (Freer *et al.*, 2007).

² Isai Ochoa, 2017. Comunicación personal. Datos sin publicar.

Nitrógeno Fecal.

El contenido de NF aumentó entre mayo y agosto, disminuyendo a medida que avanzó el estado fenológico del pastizal, comportamiento también encontrado por Giraudo *et al.* (2012), quienes indican que el contenido de NF varía en función de la fenología de la pradera. El “peak” encontrado en el periodo vegetativo, puede ser explicado por el mayor contenido celular de las especies vegetales durante dicho estado (FDN de $44,9 \pm 4,9\%$ ³), las que además presentarían paredes celulares más delgadas y de fácil digestión (Mellado *et al.*, 2005).

Respecto del rango de NF encontrado en ovinos (1,14 – 2,69 %), otros autores indican valores entre 1,3% y 1,7%, para años malos y buenos en términos de calidad forrajera, respectivamente (Giraudo, 2011). Wang *et al.* (2009) encontró un rango NF entre 1,2 a 4,3%. Por su parte, Borgnia (2009), menciona valores que van desde los 0,95% a los 1,2%, en tanto que Aldezabal *et al.* (1993) reporta un rango de entre 1,8% y 2,3% de NF. Los últimos autores citados mencionan en trabajos previos un promedio de $2,8 \pm 0,26$ % NF para ovinos (Aldezabal *et al.*, 1992). Más recientemente, Mellado *et al.* (2005), reporta concentraciones de 1,9% NF en primavera, 2,7% en verano, 1,9% en otoño y 2,1% en invierno.

La literatura señala un amplio rango en relación al contenido de NF en ovinos. Sin embargo, es importante mencionar que aparentemente un valor por debajo del 1%, estaría demostrando una deficiencia proteica en la dieta (Giraudo, 2011), situación que no ocurrió en el presente estudio. Peripolli *et al.* (2011), indica que es posible utilizar el NF como un indicador de la calidad de dieta en herbívoros. Sin embargo, previo a su utilización como indicador de calidad de la dieta, se debe realizar estudios de composición botánica y nitrógeno de la dieta en el área de pastoreo. Dichos autores, trabajando con ovinos pastoreando pastizales naturales del Estado Río Grande del Sur de Brasil, observaron un alto coeficiente de determinación ($R^2 = 0,71$) entre la excreción de NF (g día^{-1}) y el consumo de materia orgánica (g día^{-1}).

La relación que existe entre el NF y la ingesta de proteína en rumiantes se basa en que un aumento en el contenido de proteína de las especies vegetales que son seleccionadas por los ovinos, incrementaría la actividad ruminal y con ello la producción de proteína de origen microbial, considerando que la proteína bruta de los tejidos vegetales es altamente degradable (CSIRO, 2007). Esta situación aumentaría los restos microbiales que pasan al tracto digestivo posterior y que pueden ser identificados dentro de las fracciones que componen el NF (Church, 1993).

Relación entre NF, PV y CC

Ambas razas de borregas presentaron relaciones lineales positivas y significativas entre el contenido de NF y los cambios tanto de peso (ΔW) como de condición corporal (ΔCC). Sin embargo, el R^2 fue mayor cuando se relacionó el NF con el ΔW . Estos resultados podrían estar asociados a la relación que existiría entre el NF y la actividad microbial a nivel

³ Isai Ochoa, 2017. Comunicación personal. Datos sin publicar.

ruminal (Castellaro *et al.*, 2016b). La síntesis de proteína microbiana y el aporte de aminoácidos provenientes del material vegetal ingerido, serían la fuente de proteína que es finalmente absorbida por el animal en el tracto digestivo posterior, y que son la base de la síntesis de músculo la que sería expresada a través del cambio de peso vivo (Giraud *et al.*, 2012). Squires y Siebert (1983), trabajando con bovinos de carne, encontraron una relación lineal, positiva y significativa entre el NF y cambio de peso vivo. Así también, Gates y Hudson (1981), trabajando con wipiti (*Cervus canadensis*), reportan una relación positiva y directa entre estas variables. Por lo anterior, un mayor contenido de NF estaría asociado a un mayor crecimiento en borregas bajo condiciones de pastoreo extensivo.

A pesar que la relación entre el NF y el cambio en CC también fueron positivos y significativos, el bajo coeficiente de correlación encontrado en comparación con el observado con el cambio de peso vivo, indicaría que el contenido de NF estaría más bien relacionado con aspectos de metabolismo proteico que del asociado al depósito de grasa en el individuo.

Dado el nivel de ajuste de las ecuaciones de regresión establecidas, aquella que relaciona los cambios de peso vivo de ambas razas y el NF, sería la que explicaría en mayor grado la variación de los datos, pudiendo de esta forma ser utilizada para predecir el cambio de peso vivo utilizando el contenido de NF. Por tanto, en este caso un contenido de NF por debajo de 1,26%, podría estar asociado a pérdidas de peso vivo. Esta cifra es algo superior a la reportada por Giraud (2011), quien indica un valor umbral del 1%, mientras que para bovinos de carne se reportan un umbral de 1,37% (Squires y Siebert, 1983). El valor de NF umbral obtenido en el presente estudio podría ser utilizada como criterio para identificar los periodos en que la suplementación proteica pudiese ser necesaria (Holechek *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente ensayo, el NF se encuentra directa y positivamente relacionado con el cambio de PV y el cambio en la CC de borregas MP y SD.

En ambas razas de borregas, un valor bajo 1,26% de NF (base MO), podría estar asociado a pérdidas de peso, lo que permitiría identificar los periodos en los cuales se debiesen establecer medidas de manejo de suplementación proteica.

Tanto las borregas MP y SD recriadas en pastizales anuales de clima mediterráneo de la zona central de Chile, presentan tasas de cambios de peso vivo similares. En tanto, las tasas de cambio en la condición corporal presentan diferentes magnitudes en función del periodo de evaluación, lo que sugiere diferentes magnitudes en la velocidad de movilización y ganancia de reservas adiposas.

LITERATURA CITADA

- Aldezabal, A., Bas, J., Fillat, F., García-gonzález, R., Garin, I., Gómez, D., y Sanz, J.L. 1992. Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. CSIC-ICONA. Informe Final.
- Aldezabal, A., Garin, I., y Garcia-gonzales, R. 1993. Concentración de Nitrógeno fecal en ungulados estivantes en los pastos supra forestales del parque nacional de Ordesa y Monte perdido. Revista PASTOS: XXIII, 1: 101-114.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA.
- Adams, N.R., Blache, D., and Briegel, J.R. 2002. Feed intake, liveweight and wool growth rate in Merino sheep with different responsiveness to low-or high-quality feed. Animal Production Science, 42: 399-405.
- Awgichew, K. 2000. Comparative performance evaluation of Horro and Menz sheep of Ethiopia under grazing and intensive feeding conditions (Doctoral dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin).
- Blanc, F, Bocquier, F., Agabriel, J., D'hour, P., and Chilliard, Y. 2006. Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. Animal Research, 55: 489-510.
- Blumer, S.E., Gardner, G. E., Ferguson, M. B., and Thompson, A. N. 2015. Environmental and genetic factors influence the liveweight of adult Merino and Border Leicester× Merino ewes across multiple sites and years. Animal Production Science, 56: 775-788.
- Borgnia, M. 2009. Aproximaciones metodológicas para el estudio de la calidad de dieta de ungulados en Laguna Blanca. Área ecológica, estudios aplicados al manejo ambiental en la reserva Laguna Blanca, Catamarca. Disponible en: www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/ecologia/Capitulo%203%20Borgnia-UNCa.pdf.
- Castellaro, G a. 2006. Importancia de evaluar las dietas de ungulados en pastoreo. I. Bases anatómicas y fisiológicas que influyen sobre la selección de las dietas y descripción de los métodos más usados para estimar la composición botánica de estas. Avances en Producción Animal, 31: 3-16
- Castellaro, G. Gompertz, G. Aguilar, C. Vera R., y Allende R. 2006. Integración de dos modelos de simulación para la evaluación de escenarios productivos de sistemas ovinos en el secano mediterráneo de Chile. Ciencia e Investigación Agraria, 33: 47-56.

- Castellaro, G., Squella, F., y Muñoz, P. 2007. Efecto de la especie animal y densidad de carga sobre la utilización de un rastrojo de trigo por ovejas y alpacas durante el periodo seco-estival. iii. composición botánica de la dieta e índices de selección de las principales especies consumidas. P. 23-24. In: XXXII Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), Frutillar, Chile. 14 -16 de noviembre de 2007. SOCHIPA, Frutillar, Chile.
- Castellaro, G. 2010. Determinación de la capacidad de carga en sistemas extensivos de producción caprina. En Azocar P. (Ed) Producción caprina leche, carne, pelo y piel. Editorial universitaria Santiago, Chile. 167-184 p.
- Castellaro, G., Orellana, C., Escanilla, J., y Raggi A. 2012. Calidad de la dieta de vicuñas (*vicugna mol.*) en pastizales altiplánicos estimada a través del contenido de nitrógeno fecal. P. 169. In: VI congreso mundial de camélidos sudamericanos, Chile. 21 -23 de noviembre de 2012. Arica, Chile.
- Castellaro, G., García, X., Magofke, J.C., y Marín, G. 2016a. Peso vivo y crecimiento de corderos merinos precoces, suffolk y mestizos en praderas mediterráneas semiáridas de Chile. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32: 60-69.
- Castellaro, G., Orellana, C., Escanilla, J., Bastías, C., y Raggi A. 2016b. Estimación de la proteína cruda de la dieta de vicuñas (*Vicugna mol.*) pastoreando en praderas altiplánicas, mediante el nitrógeno fecal. P. 159-160. In: XLI Reunión Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G. (SOCHIPA), Chile. 11 -13 de octubre de 2016. SOCHIPA, Parral, Chile.
- Celaya, R., Oliván, M., Ferreira, L.M.M., Martínez, A., García U., and Osoro K. 2007. Comparison of grazing behaviour, dietary overlap and performance in non-lactating domestic ruminants grazing on marginal heathland areas. *Livestock Science*, 106: 271–281.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 1996. Descripción de suelos materiales y símbolos. Estudio Agroecológico Región Metropolitana. Pp 274-279. Publicación IIS. CIREN – CORFO.425 p.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). 2007. Nutrient requirement of domesticated ruminants. Collinwood, Australia. 267p.
- Court, J., Webb Ware, J., and Hides, S. (Eds.). 2010. Sheep farming for meat and wool. CSIRO Publishing. Victoria. Australia. 322 p.
- Church, D. 1993. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragoza, España: Editorial Acribia. 652 p
- Cumsille, F. 1995. Métodos estadísticos. 37-45 p. Publicaciones Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Santiago, Chile.

- Dove, H. 2010. Balancing nutrient supply and nutrient requirements in grazing sheep. *Small Ruminant Research* 92: 36-40.
- Dickson-Urdaneta, L., Torres-Hernández, G., Dáubeterre, R., and García, O. 2004. Crecimiento en ovinos West African bajo un sistema de pastoreo restringido en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.*, 21: 59-67.
- Freer, M., and Dove, H. (Eds.). 2002. Sheep nutrition. CABI. and CSIRO Publishing, Canberra. Australia. 377 p.
- Freer, M., Dive, H., and Nolan, J.V. 2007. Nutrient requirements of domesticated ruminants. Collingwood, CSIRO Publishing. Pp. 50–61.
- García, G. 1986. Producción ovina. Facultad Ciencias agronómicas. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 344 p.
- García, U., Celaya, R., Jáuregui, B.M., and Osoro, K. 2005. Comportamiento productivo de ovinos y caprinos pastando sobre brezales-tojales previamente quemados. Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural. XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Gijón (Asturias), 1, 213-219.
- García, X., Magofke, J.C., and Aubert, C. 2006. Comportamiento productivo del Merino Precoz y Suffolk en el secano interior de la Región Metropolitana, Chile. *Avances en Producción Animal*, 31: 35-56.
- Gallardo, M.A., Noro, M., De La Barra, R., and Pulido, R. 2014. Metabolic profile in Chilota lambs grazing Calafatal. *Tropical animal health and production*, 46: 685-689.
- Gates, C.C., and Hudson, R. J. 1981. Habitat selection by wapiti in a boreal forest enclosure. *Naturaliste Canadien*.
- Giraudó, C.G. 2011. Suplementación de ovinos y caprinos. INTA EEA Bariloche, Argentina. 53 p.
- Giraudó, C., Villar, L., Villagra, S., y Cohen, L. 2012. El nitrógeno fecal como indicador del estado nutricional de ovinos en pastoreo en la Norpatagonia. *Revista Argentina de Producción Animal*, 32:1-8.
- Gómez, M., García, J., Leyton, G., y Barros, M. 2005 Tópicos de producción ovina en el secano central. Fundación Chile, Área Agroindustria. 116 pág.
- Holechek, J.L., Pieper, R.D., and Herbel, C.H. 2011. Range Management, Principles and Practices. 6th Edition. Prentice Hall, New Jersey. 444 p.
- Kenyon, P.R., Morel, P.C.H., West, D.M., and Morris, S.T. 2006. Effect of live weight and teasing of ewe hoggets prior to breeding on lambing pattern and weight of singleton lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 49: 341–347.

- Kenyon, P.R., Maloney, S.K., and Blache, D. 2014. Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57(1), 38-64.
- Kamler J. and Homolka M. 2005. Faecal nitrogen: a potential indicator of red and roe deer diet quality in forest habitats. *Folia Zoolog-International Journal of Vertebrate Zoology*, 54:89-98.
- Kaps, M., and Lamberson W. 2004. Biostatistics for animal science. CABI Publishing, Oxfordshire, UK. 445 p.
- Meneses, R., Squella, F., y Crempien, C. 1990. Sistema de producción ovina para la franja costera de la zona de clima mediterráneo árido de Chile. II. *Agricultura Técnica*, 50: 243-251.
- Mellado, M., Olvera A., Quero A., and Mendoza G. 2005. Diets of Prairie Dogs, Goats, and Sheep on a Desert Rangeland. *Journal of Rangeland ecology y management*, 58:373-379.
- Morel, P.C.H., Wickham, J.L., Morel, J.P., and Wickham, G.A. 2010. Effect of birth rank and yearling lambing on long-term ewe reproductive performance. *In Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 70: 88-90.
- Nicol, A.M. and Brookes, I.M. 2007. The metabolisable energy requirements of grazing livestock. Cap. 10. pp. 151-172. In: Rattray, P.V., Brookes, I.M and Nicol, A.M. Pasture and supplements for grazing animals. Hamilton, New Zeland. 309 p.
- Peripolli V., Prates E.R., Barcellos J., and Neto J.B., 2011. Fecal nitrogen to estimate intake and digestibility in grazing ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 163:170-176.
- Quintans, G. 2008. Algunas estrategias para disminuir la edad al primer servicio en vaquillonas. Serie técnica. Seminario de actualización técnica: Cría vacuna. INIA. (174): 53-55.
- Santibáñez, Q.F., y Uribe M.J. 1990 Atlas Agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Laboratorio de Agroclimatología. Departamento de Ingeniería y Suelos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. 97 pag.
- Squella, F. 2007. Los animales y su manejo. p. 91-120. In F. Squella (ed.) Técnicas de Producción Ovina para el Secano Mediterráneo de la VI Región. Boletín INIA N° 166. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué, Centro Experimental Hidango, Litueche, Chile.
- Squires, V.R., and Siebert, B.D. 1983. Botanical and chemical components of the diet and liveweight change in cattle on semi-desert rangeland in central Australia. *The Rangeland Journal*, 5: 28-34.

- Soto. 1996. Forrajes suplementarios de invierno y verano. Pp 111. In: RUIZ (1996). Praderas para Chile. N° 734 p.
- Standing Committee on Agriculture, Ruminants Subcommittee (SCA). 2007. Nutrient Requirement of Domesticated Ruminants. CSIRO Publications. Melbourne, Australia. 296 p.
- Steel, R., Torrie, J.H., and Martínez, R. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos (Vol. 2). Bogotá: McGraw-Hill.
- Thompson, J., and Meyer H. 1994. Body condition scoring of sheep. 1994. Oregon State University Extension Service. EC 1433. 4 p.
- Wang C.J., Tas B.M., Glindemann T., Rave G., Schmidt L., Weißbach F., and Susenbeth A. 2009. Fecal crude protein content as an estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 149: 199–208
- Young, J.M., Thompson, A.N., Curnow, M., and Oldham, C.M. 2011. Whole-farm profit and the optimum maternal liveweight profile of Merino ewe flocks lambing in winter and spring are influenced by the effects of ewe nutrition on the progeny's survival and lifetime wool production. *Animal Production Science*, 51: 821-833.
- Valencia, A. 2008. Efecto del peso de sacrificio sobre algunas características de la canal y de calidad de la carne de corderos de la raza Suffolk Down. Memoria presentada para optar al título de médico veterinario. Universidad de Chile, Facultad de Ciencia Veterinarias y Pecuarias. Santiago, Chile. 128 p.

CAPÍTULO III: COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE BORREGAS SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ Y SU RELACIÓN CON EL NITRÓGENO FECAL EN PASTIZALES DE SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.

RESUMEN

El estudio se realizó en la sección de Rumiantes Menores y Pastizales de Secano de la Estación Experimental Germán Greve Silva, perteneciente a la Universidad de Chile, durante la temporada 2012-2013, donde fue evaluado la composición botánica de la dieta y el contenido de Nitrógeno Fecal (NF) (base MO) de borregas Suffolk Down y Merino Precoz en crecimiento, con el objetivo establecer las relaciones existentes entre los parámetros antes mencionados.

La composición botánica se caracterizó por la alta presencia de gramíneas anuales y perennes, con contribuciones superiores al 20%, en especial *Cynodon dactylon* y *Hordeum* spp. Por su parte, las especies dicotiledóneas del género *Erodium* y la especie *Plagiobothrys procumbens*, contribuyeron en promedio con un 7% a la dieta, durante todo el periodo de ensayo, siendo especialmente importante durante los meses de primavera. Cabe señalar que se encontraron diferencias entre las razas para algunos de los meses evaluados.

El contenido de NF promedio para el periodo evaluado fue de $1,8 \pm 0,6$ g N Kg OM⁻¹, tanto en ovinos Merino Precoz como en Suffolk Down. Dicho contenido presentó variaciones importantes en función del mes de evaluación, el que se atribuyó principalmente al contenido de proteína de las especies vegetales consumidas.

Los más altos y significativos coeficientes de correlación ($P < 0,001$) encontrados fueron entre el contenido de NF y la presencia de gramíneas anuales en la dieta ($r = 0,7$) y gramíneas perennes ($r = -0,8$), así como también con el índice de riqueza dietaria de ambas razas, con un $r = -0,6$ en el caso de la raza Suffolk Down y de $r = -0,4$ para Merino Precoz.

Palabras Claves: Diversidad Dietaria, Índice de Selectividad, Traslape de dieta.

ABSTRACT

The study was carried out in the section of Ruminants Minor and Grasslands of the Experimental Station Germán Greve Silva, belonging to the University of Chile, during the season 2012-2013, where the botanical composition of the diet and the content of Nitrogen Fecal (NF) (MO basis) of Suffolk Down and Merino Early growing ewes, with the aim of establishing the relationships between the aforementioned parameters.

The botanical composition was characterized by the high presence of annual and perennial grasses, with contributions greater than 20%, especially *Cynodon dactylon* and *Hordeum* spp. On the other hand, the dicotyledonous species of the genus *Erodium* and the species *Plagiobothrys procumbens*, contributed on average with 7% to the diet, during the whole period of the test, being especially important during the spring months. It should be noted that differences were found between breeds for some of the months evaluated.

The mean NF content for the evaluated period was 1.8 ± 0.6 g N Kg OM⁻¹, in both Merino Precoz and Suffolk Down sheep. This content presented important variations according to the month of evaluation, which was attributed mainly to the protein content of the vegetal species consumed.

The highest and significant correlation coefficients ($P < 0.001$) were found between NF content and the presence of annual grasses in the diet ($r = 0.7$) and perennial grasses ($r = -0.8$), as well as Also with the dietary wealth index of both breeds, with $r = -0.6$ for the Suffolk Down breed and $r = -0.4$ for Precocious Merino.

Key words: Dietary Diversity, Selectivity Index, Diet Overlap.

INTRODUCCIÓN

La base de sustentación de la alimentación de los sistemas extensivos de producción ovina de la zona central de Chile lo constituye la utilización de praderas de clima anual mediterráneo, las que se caracterizan por presentar cambios en cuanto a calidad y productividad a lo largo del año (Castellaro *et al.*, 2006). El conocimiento y la comprensión de los hábitos dietarios en estas condiciones de pastoreo, es fundamental tanto para el manejo de ungulados domésticos como silvestres, puesto que proporciona información acerca del valor forrajero de las especies vegetales, calidad de la dieta de los animales y entrega directrices para una adecuada utilización del recurso pratense. La interacción planta animal se hace evidente en este tipo de sistemas de producción, donde el efecto que tiene el pastoreo sobre la dinámica de la comunidad vegetal también es un aspecto importante a la hora de buscar estrategias enfocadas a una utilización sustentable de los recursos forrajeros (Rutter, 2006).

En condiciones extensivas de pastoreo (“*free range*”), el manejo nutricional de los animales es uno de los aspectos de mayor importancia, siendo una temática compleja debido a la dificultad para valorar la calidad de la dieta consumida y el “*status*” nutricional de los animales. Lo anterior se atribuye al comportamiento selectivo de los animales que pastorean, a la variabilidad estacional y espacial en las características de los pastizales que estos utilizan y por la dificultad de manipulación de los individuos. Bajo tales condiciones, el contenido de nitrógeno fecal (NF), ha sido utilizado en ungulados silvestres como un indicador de calidad dietaria, debido a su alta correlación con el contenido de proteína cruda de la dieta, siendo por ello una alternativa metodológica capaz de proporcionar elementos indicadores del valor nutritivo de las dietas consumidas (Leslie y Starkey, 1985; Kamler y Homolka, 2005).

A partir de lo anterior, el presente trabajo tuvo como propósito estudiar las relaciones existentes entre la composición botánica de la dieta y el contenido de NF en dos razas de ovinos en condiciones de pastoreo extensivo, con el objetivo de identificar el o los grupos de especies vegetales capaces de modificar dicho contenido, lo que estaría reflejando la ingesta proteica en estos animales.

HIPÓTESIS

En la dieta de borregas de raza Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), mayores contenidos de Nitrógeno Fecal (NF) están asociados a un mayor contenido de hierbas dicotiledóneas y menor contenido de gramíneas.

OBJETIVOS

Estimar un perfil mensual de la composición botánica de la dieta consumida por borregas MP y SD, durante 9 meses.

Determinar un perfil de NF en borregas MP y SD, durante 9 meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se realizó en la sección Rumiantes Menores y Pastizales de Secano de la Estación Experimental Germán Greve Silva (33° 28' Lat. S.; 70° 51' Long. O.; 470 m.s.n.m.), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de Maipú, Región Metropolitana, Chile.

El clima predominante en el área de estudio es del tipo mediterráneo, cuyo régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían en promedio, entre una máxima del mes de enero de 28,2° C y una mínima del mes de julio de 4,4° C. El periodo libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 11 heladas por año (Santibáñez y Uribe, 1990).

El régimen pluviométrico del sector, el cual determina en una alta proporción la productividad del pastizal, se caracteriza por la alta variabilidad. Al analizar una serie histórica de 56 años (1958-2015)⁴, se indica un promedio de 305,5 mm año⁻¹, monto que se concentra en un 95% entre los meses de abril y septiembre.

Los suelos del sector pertenecen a las Series Pudahuel y Lo Aguirre. La serie Pudahuel, miembro de la familia de los Durixerolls, son suelos de color pardo oscuro de lomajes suaves, franco arenoso finos, cuya profundidad efectiva varía entre 35 y 70 cm. La serie de suelos Lo Aguirre pertenece a la familia Duric Haploxerolls y son suelos de color negro y pardo rojizo muy oscuro, planos y franco arcilloso (CIREN, 1996).

La superficie del área de estudio correspondió a un potrero de 27,7 ha, en donde crece un pastizal naturalizado, dominado principalmente por especies de gramíneas anuales de crecimiento invernal, hierbas dicotiledóneas que fue reforzado en algunos sectores con la siembra de la especie *Phalaris aquatica* y *Thinopyrum ponticum* hace 35 años.

⁴ Datos obtenidos de los registros pluviométricos de la Estación Experimental Germán Greve Silva.

Composición botánica del pastizal.

Para caracterizar el recurso forrajero de los animales durante todo el periodo de ensayo y calcular los índices de selectividad dietaria, se determinó la composición botánica del pastizal utilizando la metodología que se describe a continuación.

Determinación de sitios y mapeo de la vegetación en el potrero.

Los criterios de pendiente, textura superficial y grado de hidromorfismo de los suelos se utilizaron para la determinación y caracterización de los sitios (Gastó *et al.*, 1993). Se realizó en cada sitio un mapeo de la vegetación determinando elementos o áreas homogéneas tanto en altura, densidad de la vegetación y especies dominantes, lo que permitió mejorar la estimación de la composición botánica del pastizal (Etienne *et al.*, 1979; Ovalle *et al.*, 1981; Etienne y Prado, 1982). Mediante la fotointerpretación de una fotografía aérea pancromática georreferenciada, se determinaron los distintos elementos vegetaciones, siendo posteriormente verificados en terreno.

Composición botánica del pastizal.

En cada sector homogéneo, se determinó la composición botánica utilizando el método “Transecto de Punto” (Bonham, 1989). Dicha metodología consiste en evaluar la contribución de cada especie vegetal mediante la lectura de 100 puntos sobre una línea permanente, de longitud variable de acuerdo con la estructura de la vegetación. Se realizó un muestreo de la cubierta vegetal y edáfica con una aguja en cuyo extremo presentó un anillo horizontal de 3/4 de pulgada. La longitud de las líneas de evaluación varió entre 20 – 50 m (Passera *et al.*, 1986). El número de transectos (o líneas) dentro de cada elemento, se definió en función de la proporción del elemento con respecto a la superficie total evaluada (Etienne *et al.*, 1979; Ovalle *et al.*, 1981).

La composición botánica se determinó considerando la contribución específica de cada especie vegetal, determinando el número de anillos ocupados por cada una de las especies vegetales con relación al total de anillos ocupados por las plantas del pastizal en cada transecto (Bonham, 1989). Para lo anteriormente expuesto se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Porcentaje de composición} = \frac{\text{suma de medidas para cada especie}}{\text{suma de todas las especies}} \cdot 100 \quad [\text{Ec.1}]$$

Se registró si en el anillo hubo presencia de musgos y líquenes, suelo desnudo, piedras, rocas y mantillo, dependiendo de la fracción dominante dentro del mismo. Los resultados de cada transecto se sumaron y promediaron, obteniendo así la composición botánica y cobertura de cada elemento evaluado en el potrero.

Confección de herbario de referencia

Se colectaron en terreno muestras de plantas pertenecientes a las principales especies vegetales dominantes en el área de estudio (Colección de Referencia), las que se herborizaron para su identificación botánica. Posteriormente fueron confeccionados patrones epidérmicos de referencia que fueron comparados con aquellas especies que formaron parte de las dietas de las borregas.

Selección de animales.

Se seleccionaron 47 borregas de la raza Merino Precoz y 47 borregas de la raza Suffolk Down de entre 8 a 10 meses de edad, con un peso vivo promedio de $40,2 \pm 3,93$ kg y $39,52 \pm 4,61$ kg para Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), respectivamente, al inicio del ensayo.

Período de acostumbramiento.

Una vez que los animales ingresaron al potrero, se mantuvieron en él por un período de 15 días, con el objetivo de que los animales reconocieran el terreno y se acostumbraran al manejo diario.

Composición botánica de la dieta.

Esta fue estimada mediante análisis microhistológico de heces (Spark y Malechek, 1968; Holechek *et al.*, 2011), el cual se basa en la identificación bajo microscopio de fragmentos epidérmicos vegetales que poseen caracteres que permiten diferenciar las especies vegetales. Estos fragmentos son comparados con patrones epidérmicos de las plantas del lugar (Sparks y Malechek, 1968; Holechek y Gross, 1982).

Confección de patrones de referencia.

Para la obtención y reconocimiento de la epidermis de las especies vegetales, se utilizaron las técnicas propuestas por Castellaro *et al.* (2007) y Catán *et al.* (2003). La epidermis de los patrones de referencia fueron observadas bajo microscopio, utilizando aumentos de 100X y 400X, siendo estas caracterizadas con los criterios y la nomenclatura propuesta por Ortega *et al.* (1993). Fue utilizado en este proceso un microscopio óptico con cámara fotográfica digital incorporada (marca Olympus, modelo CX21) con el fin de generar material fotográfico de respaldo.

Colecta de muestras fecales.

Las muestras de heces fueron recolectadas según se indica en la sección Determinación del contenido de Nitrógeno Fecal (NF).

Tratamiento de las muestras fecales.

Las muestras de heces fueron deshidratadas en una estufa con aire forzado a 70 °C por 48 h y molidas en un molino tipo Willey con tamiz de 1 mm. Posteriormente, fueron decoloradas con una solución comercial de hipoclorito de sodio y lavadas con agua corriente sobre un tamiz de 140 Mesh, eliminando así las partículas vegetales extremadamente pequeñas y el exceso de hipoclorito de sodio. El material resultante fue montado en un portaobjetos, usando gelatina glicerinada con fenol como medio de montaje. Fueron preparados cinco portaobjetos por muestra compuesta de heces correspondiente a cada animal, en cada uno de ellos se evaluaron 100 campos bajo el microscopio óptico, utilizando un aumento de 100X. Se consideró como campo válido para la identificación bajo el microscopio, a aquel que presentó al menos un fragmento de planta identificable (Castellaro *et al.*, 2007).

Identificación de los fragmentos en las heces.

Los fragmentos epidérmicos presentes en las heces fueron identificados a través de la comparación de lo observado en el microscopio, con las fotos y dibujos de los patrones epidérmicos de referencia en base a las siguientes características: presencia, frecuencia, forma, tamaño y distribución de tricomas, forma de los estomas, ausencia o presencia de otras células epidérmicas, como células silíceas y células suberosas. Fue identificada la especie cuando fue posible, en otros casos a nivel de géneros, clasificándolas posteriormente dentro de cuatro grandes grupos: gramíneas (poáceas) anuales, gramíneas perennes, hierbas dicotiledóneas y especies arbustivas. En el caso de las semillas, su presencia fue registrada pero no se identificaron a nivel de especie por lo que se analizó como un gran grupo.

Cuantificación de los fragmentos en las heces.

El resultado de la lectura microscópica fue expresado como frecuencia relativa, la que es considerada como un buen estimador del peso seco en mezclas de composición conocida (Holechek y Gross, 1982). Posteriormente, la frecuencia obtenida de cada especie fue transformada en densidad, utilizando para ello las tablas propuestas por Fracker y Brischle (1944) (citados por Spark y Malechek, 1968 y Ortega *et al.*, 1993).

Contribución específica.

La contribución específica fue evaluada a través del porcentaje de aporte de las diferentes especies vegetales que compusieron la dieta de los individuos. Para lo anterior fueron consideradas aquellas especies que presentaron una contribución mayor al 10% en al menos uno de los nueve meses evaluados.

Índice de selectividad.

Adicionalmente a los objetivos propuestos en este estudio, fue cuantificado el grado de selección de las principales especies vegetales consumidas por las borregas mediante el cálculo del índice de selectividad de Ivlev (E_i) (Krebs, 2014):

$$E_i = \frac{r_i - p_i}{r_i + p_i}$$

[Ec. 2]

Donde r_i es la proporción de la especie i presente en la dieta y p_i es la proporción de la misma especie, presente en el pastizal.

Los valores de E_i fluctúan entre -1 (que implica rechazo o selección negativa por un alimento) y 1 (que implica preferencia o selección positiva), mientras que un valor de E_i igual a cero, supone un consumo de alimento aleatorio (al azar o en proporción a su oferta ambiental) (Krebs, 1989).

Índice de diversidad.

A partir de los datos de composición botánica de la dieta de cada animal, se estimó la diversidad de las mismas, mediante el cálculo del índice de diversidad de Shannon – Wiener (H), el cual se expresará como diversidad relativa o equiparidad (J) (Smith y Smith, 2008):

$$H = -\sum_{i=1}^n P_i \cdot \text{Log}_2(P_i)$$

[Ec. 3]

$$J = \frac{H}{H_{\max}}$$

[Ec. 4]

En las ecuaciones anteriores, P_i es la proporción de la especie i en la dieta y n es el número de especies en la misma. H_{\max} , representa el valor que tendría H si todas las especies encontradas en la dieta tuviesen la misma frecuencia, lo cual se estimará con la siguiente ecuación (Smith y Smith, 2008):

$$H_{\max} = \text{Log}_2(n)$$

[Ec. 5]

Riqueza dietaria

La riqueza dietaria fue estimada a través del número total de especies identificadas en la composición botánica de la dieta, en cada mes de evaluación a lo largo de todo el periodo de ensayo.

Índices de sobreposición (similitud) de dietas.

Con el propósito de evaluar el grado de similitud y de sobreposición dietaria entre la raza SD y MP, se calculó el índice de sobreposición dietaria de Pianka (Pianka, 1973) y Kulczynski (Olsen y Hansen, 1977). Dichos índices relacionan los valores de composición dietaria de dos especies animales bajo comparación. Las ecuaciones matemáticas de los índices mencionados son las siguientes:

Índice de Pianka

$$O_{jk} = \frac{\left(\sum_i^n p_{ij} \cdot p_{ik} \right)}{\sqrt{\sum_i^n p_{ik}^2 \cdot \sum_i^n p_{ij}^2}}$$

[Ec. 6]

Donde p_{ij} es la proporción de la especie vegetal i en la dieta del animal j , y p_{ik} es la proporción de la especie vegetal i encontradas en la dieta del tipo animal k .

Índice de Kulczynski

$$IS = \left[\frac{\sum_{i=1}^n 2 \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n (a + b)_i} \right] \cdot 100$$

[Ec. 7]

Donde W_i es el porcentaje menor de una determinada especie vegetal cuando se comparan sus porcentajes de consumo por dos animales diferentes y $(a + b)_i$ es la suma de estos dos porcentajes.

Los valores de los índices están comprendidos entre un rango de 0 y 1 (ó entre 0 y 100%). Un valor de 0 indica dietas totalmente diferentes, mientras que un valor de 1 (ó 100%), indica que las dietas son totalmente idénticas (Holechek *et al.*, 2011).

Para calcular los índices de sobreposición de dietas, fue necesario realizar previamente una asignación de parejas entre los diferentes individuos pertenecientes a las distintas razas de borregas evaluadas. La asignación anterior fue efectuada mediante un sorteo al azar y se mantuvieron a lo largo de todo el periodo de evaluación.

Determinación del contenido de Nitrógeno Fecal (NF).

Las muestras de heces fueron obtenidas directamente del recto de un grupo de 10 borregas escogidas al azar dentro de cada grupo (10 de la raza MP y 10 de la raza SD), las cuales fueron muestreadas durante 3 días consecutivos al final de cada mes, con el propósito de obtener un “pool” de heces representativo de cada animal. Las borregas elegidas como donantes de heces fueron las mismas durante todo el periodo experimental.

Las muestras de heces fueron deshidratadas durante 48 horas a 60 °C en una estufa con aire forzado y molidas a 1 mm en un molino Willey. Posteriormente, en una fracción de cada muestra se determinó la concentración de nitrógeno total a través del método de Kjeldhal (AOAC, 2000). El NF fue expresado en porcentaje base materia orgánica (% MO) de heces (Wang *et al.*, 2009), para lo cual fue necesario determinar el contenido de materia orgánica en las muestras fecales a través de la metodología de cenizas (AOAC, 2000).

Diseño experimental y análisis estadístico

Los resultados correspondientes a la composición botánica de la dieta (contribución de las principales especies vegetales), los índices de diversidad y selectividad, así como también el contenido de nitrógeno fecal fueron analizados mediante análisis de varianza usando un modelo para medias repetidas, verificando previamente sus supuestos (independencia de los errores; normalidad de los datos y homogeneidad de varianza). La excepción a lo anterior fue la variable relacionada con la similitud dietaria, la que se analizó tomando en consideración solamente el efecto del mes de evaluación. Cuando existió diferencias atribuidas al mes de evaluación y/o a raza de las borregas, estas fueron evaluadas mediante el test de Duncan, con un nivel de significancia del 95% (Kaps y Lamberson, 2004).

Complementariamente al análisis anterior, se calculó la correlación ordinal de Spearman para variables sin distribución normal para establecer el grado de asociación entre las variables evaluadas (Kaps y Lamberson, 2004). Todos los análisis anteriores fueron realizados utilizando el programa estadístico SAS® (Statistics Analysis System).

En el caso de las variables asociadas a la composición botánica del pastizal, estos fueron evaluados de forma descriptiva mediante el uso de promedios.

RESULTADOS

Composición botánica del pastizal.

La composición botánica del pastizal se caracterizó por un porcentaje importante de hierbas dicotiledóneas (39,08%), seguido de gramíneas anuales (29,68%) y gramíneas perennes (28,29%). Por su parte, las especies arbustivas y graminoides sólo aportaron 2,27 y 0,08%, respectivamente (Figura 8).

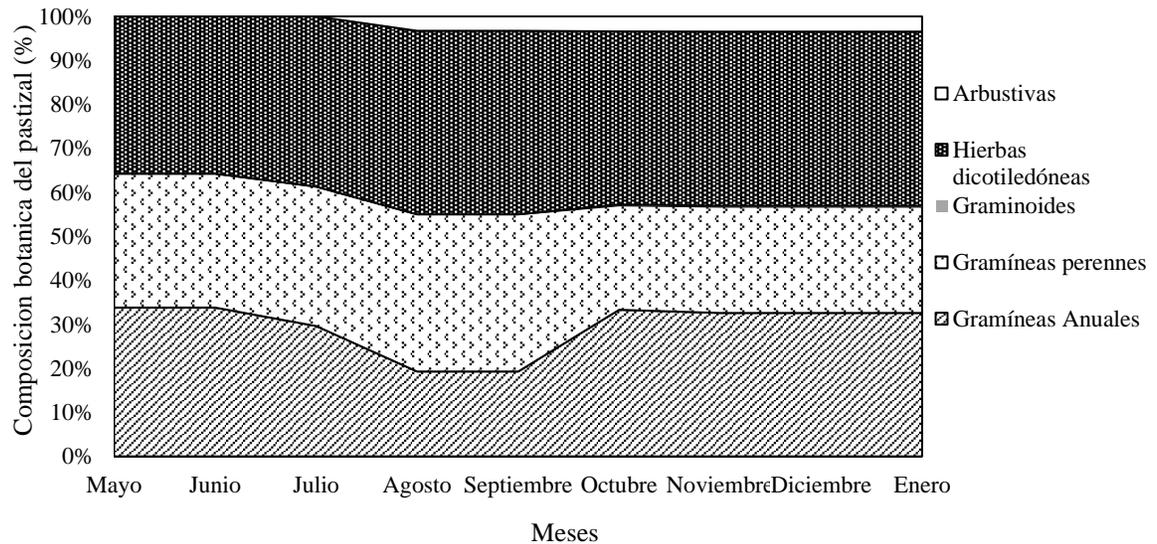


Figura 8. Composición botánica del pastizal de clima mediterráneo durante el periodo experimental (mayo 2012 a enero 2013). Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, Chile.

En el grupo de las hierbas dicotiledóneas destacaron *Erodium* spp (suma de la contribución de las especies *Erodium botrys*, *Erodium mochatum* y *Erodium cicutarium*); *Brassica rapa* (L.) y *Cynara cardunculus* (L.) con porcentajes de 15,68; 7,74 y 6,14%, respectivamente. Dentro de las gramíneas anuales fueron importantes las especies del genero *Hordeum* spp (suma de la contribución de las especies *Hordeum murinum* y *Hordeum. marinum*) con un aporte de 27,62%, en tanto que dentro del grupo de las gramíneas perennes, *Phalaris acuática* fue la más abundante con 21%. Dentro de las especies arbustivas destacó *Muehlenbeckia hastulata* (J.E. Sm) con un aporte de 2,27%, mientras que en el grupo de especies graminoides se detectó la presencia de *Carex gayana* E. (0,08%).

Composición botánica de la dieta.

La evolución que mostró la contribución de cada uno de los grandes grupos de especies a la dieta de las borregas SD y MP, se presentan en la Figura 9 y 10, respectivamente.

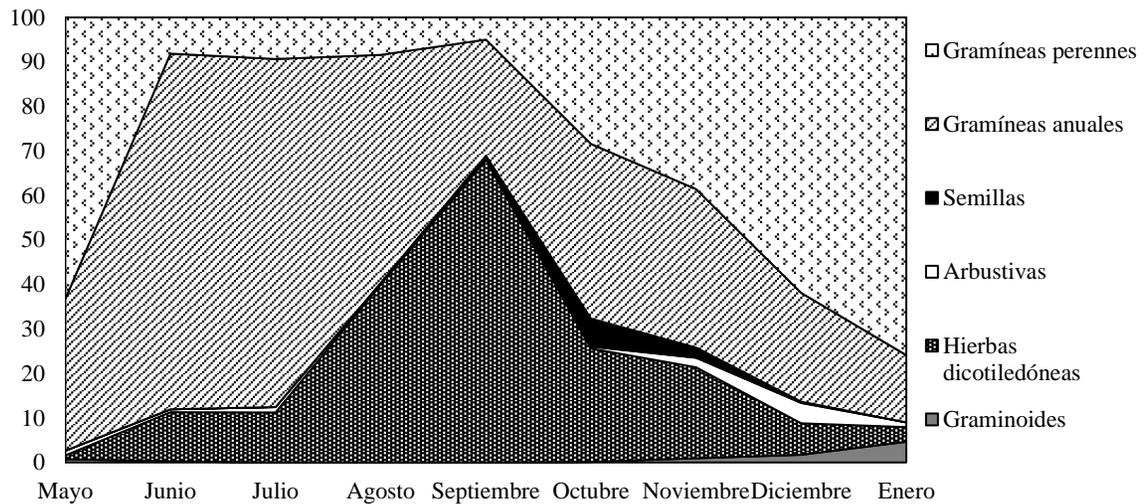


Figura 9. Composición botánica de la dieta de borregas Suffolk Down durante el periodo experimental (mayo 2012 a enero 2013). Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, Chile

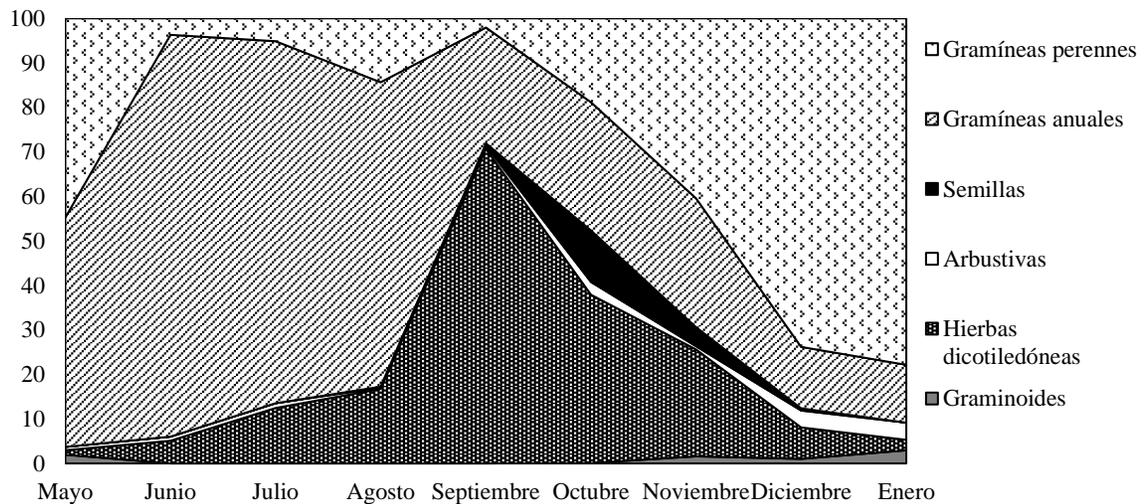


Figura 10. Composición botánica de la dieta de borregas Merino Precoz durante el periodo experimental (mayo 2012 a enero 2013). Rinconada de Maipú, Región Metropolitana, Chile.

La composición botánica de la dieta presentó diferencias estadísticamente significativas en la interacción mes x raza en los grupos de especies gramíneas anuales ($P=0,001$), gramíneas perennes ($P=0,0022$), arbustivas ($P=0,0240$) y el grupo de semillas ($P=0,0118$). En el caso

de las especies gramíneas y de hierbas dicotiledóneas, sólo el efecto del mes de evaluación resultó ser significativo ($P = 0,0001$).

Dentro del grupo de las gramíneas perennes y considerando todo el periodo de evaluación, destacó la especie *Cynodon dactylon* (L.) con un 22,65 y 21,76 % de contribución en SD y MP, respectivamente; siendo especialmente importante durante los meses de mayo y entre octubre y enero. *Phalaris aquatica* (L.) también fue importante, con un 8,13% de contribución en SD y un 6,96 % en MP; siendo especialmente relevante durante los meses de mayo y agosto. Finalmente, otra especie importante dentro del grupo de gramíneas perennes fue *Thinopyrum ponticum*, presentando un 2,43% y 2,50 % de contribución en SD y MP, respectivamente, donde en el mes noviembre fue un ítem dietario importante.

En el grupo de las gramíneas anuales *Hordeum* spp. fue el género de mayor relevancia con un aporte de 22,94% en la dieta de SD y de 26,45% en MP. La contribución de este género fue importante entre los meses de mayo y octubre. *Vulpia* spp. (Suma de las especies *Vulpia bromoides* y *Vulpia sp.*) tuvo una contribución de un 10,16% y 11,06% en la dieta de SD y MP, respectivamente; siendo especialmente importante durante los meses de julio, agosto, noviembre y diciembre. Otra especie observada fue *Phalaris minor* retz, la que con un 7,75% en SD y 5,46 en MP, mostró su mayor aporte en los meses de octubre y noviembre.

Dentro de las hierbas dicotiledóneas destacaron *Erodium* spp., *Plagiobothrys procumbens* (colla) A. Gray, *Medicago arábica* (L.) y *Malva parviflora* (L.). En el caso de *Erodium* spp. sus contribuciones fueron del orden de 9,25% y 3,65% para SD y MP; *P.procumbens* fue observada en un 6,79% en la dieta de SD y en 5,86% en MP. Por su parte, *M. arábica* presentó un aporte promedio de 3% y 1,93% en SD y MP, respectivamente, en tanto que *M. parviflora* contribuyó con un 0,89% a la dieta de SD y con un 1,39% en el caso de MP. *Erodium* spp. y *M. arábica* fueron importantes durante los meses de agosto y septiembre, en tanto que *P. procumbens* solo lo fue durante el mes de septiembre y *M. parviflora* en el mes de octubre.

Ninguna especie dentro del grupo de gramíneas y arbustivas superó el 5% de contribución a la dieta. En el caso de semillas, solo fue posible identificar presencia pero no al género al que pertenecían, de manera que en términos de su contribución como gran grupo esta fue del orden del 1,92% en MP y de 1,07% en SD.

Contribución específica (Ce) de las especies de importancia en la dieta.

En el grupo de las gramíneas perennes destacaron *C. dactylon*, *Phalaris aquatica* L., *Thinopyrum ponticum* (Figura 11), en tanto que dentro del grupo de las gramíneas anuales destacaron *Hordeum* spp., *Vulpia* spp. y *Phalaris minor* retz. (Figura 12). Paralelamente, dentro del grupo de las hierbas dicotiledóneas fueron las especies *Erodium* spp., *P. procumbens*, *Medicago arábica* (L.) y *Malva parviflora* (L.) las más importantes (Figura 13). Adicionalmente se consideró el grupo de semillas como un ítem dietario de importancia dado la contribución por estas alcanzada (Figura 14).

La Ce de la especie *C. dactylon* presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0181$). Las razas presentaron diferencias en los meses de mayo, octubre y diciembre. Sólo durante este último mes la raza MP superó a la SD (Figura 11a).

Thinopyrum ponticum (Podp.) presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar el mes de evaluación tanto para su Ce como para el Is ($P=0,0001$ en ambos casos). La Ce fue importante en los meses de octubre y noviembre (Figura 11b).

En el caso de la especie *P. aquatica*, la Ce presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0482$), siendo mayor en mayo, único mes que presentó diferencias entre razas, con una mayor contribución en la dieta de las borregas de la raza SD (Figura 11c).

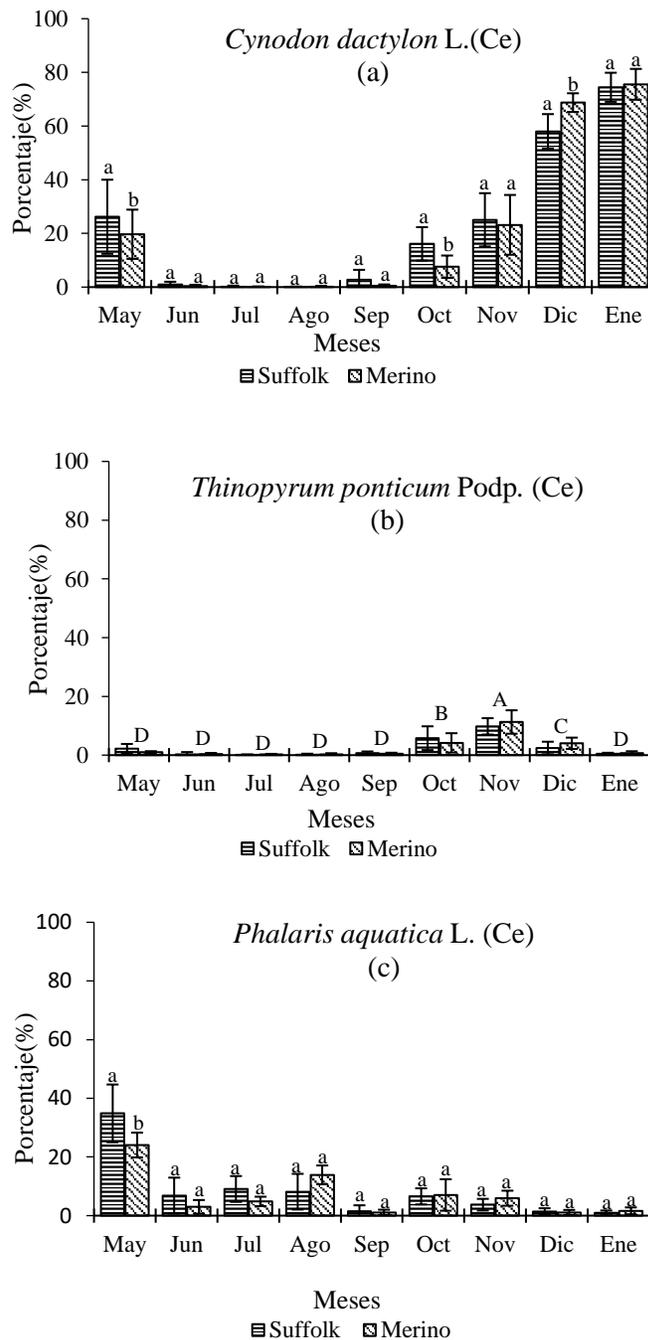


Figura 11. Contribución específica de gramíneas perennes (Ce) de las especies (a) *Cynodon dactylon* L.; (b) *Thinopyrum ponticum* Podp. y (c) *Phalaris aquatica* L. en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$).

Hordeum spp. tuvo una Ce que presentó diferencias estadísticamente significativas respecto de la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0088$). Las diferencias fueron identificadas durante los meses de mayo, junio y agosto, donde la raza MP siempre presentó mayor contribución en su dieta (Figura 12a).

En el caso de *Vulpia* spp., la Ce presentó diferencias estadísticamente significativa solo para mes de evaluación ($P=0,0037$), siendo máxima en el mes de julio y mínima en septiembre (Figura 12b).

La Ce de *Phalaris minor* retz. presentó diferencias estadísticamente significativas tanto para el mes de evaluación ($P = 0,0007$) como para la raza ($P=0,0133$). Al respecto, el mes de noviembre presento una contribución significativamente mayor de esta especie en la dieta independiente de la raza, en tanto que si se considera todo el periodo de evaluación la raza MP fue superior a la de SD, en términos de la participación de *P. minor* en la dieta (Figura 12c).

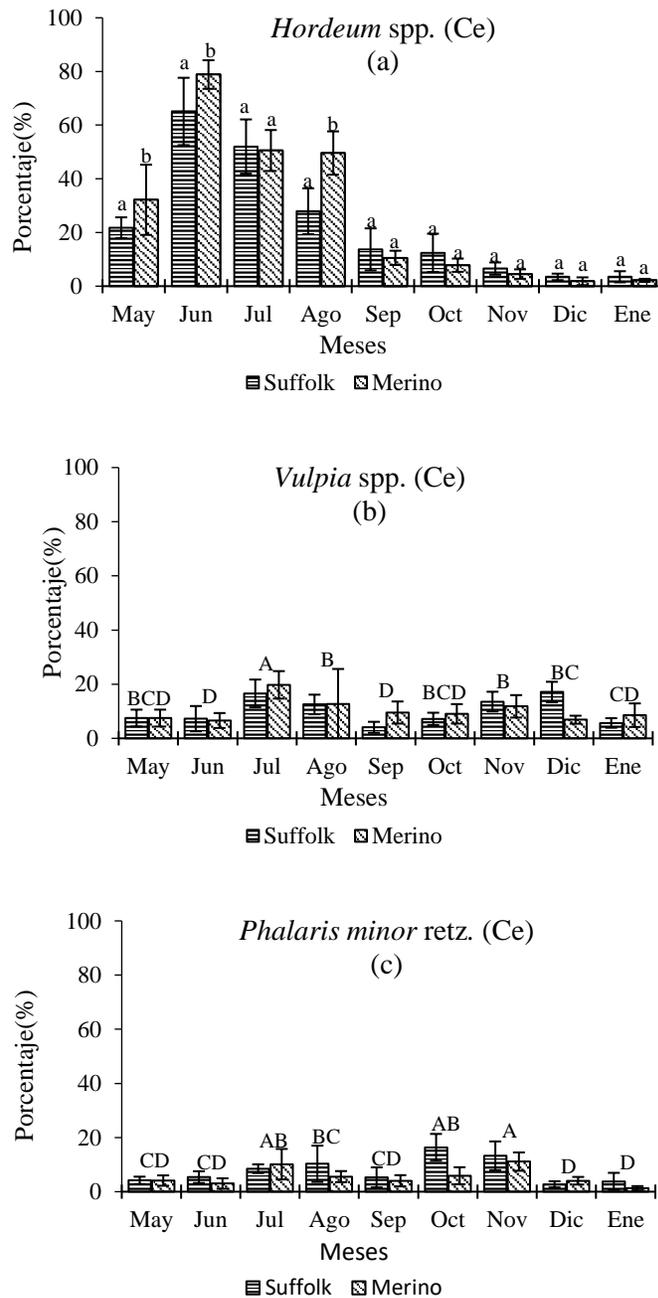


Figura 12. Contribución específica de gramíneas anuales (Ce) de las especies (a) *Hordeum spp.*; (b) *Vulpia spp.* y (c) *Phalaris minor retz.* en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada barra indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$).

Erodium spp. destacó dentro del grupo de hierbas dicotiledóneas, con un Ce que presentó diferencias estadísticamente significativas respecto de la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0296$). Las diferencias fueron identificadas durante los meses de agosto y septiembre, donde la raza MP siempre presentó menor Ce de *Erodium* spp. (Figura 13a).

Plagiobothrys procumbens presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar interacción de los factores mes x raza ($P=0,0002$), siendo los meses de septiembre y octubre los que presentaron diferencias entre razas, con una mayor contribución de dicha especie en la dieta de las borregas MP (Figura 13b).

La contribución específica de la hierba dicotiledónea *Medicago arábica* L. presentó diferencias estadísticamente significativas tanto para el mes de evaluación ($P = 0,0001$) como para la raza ($P=0,0141$). Al considerar todo el periodo de evaluación, el Ce de la especie a la dieta de MP fue superior a la de SD. El mes de noviembre presentó el mayor valor de Ce (Figura 13c).

En el caso de *Malva parviflora*, esta presentó una Ce estadísticamente significativas al considerar la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0263$), siendo octubre el mes en que las razas presentaron diferencias, con una mayor contribución de dicha especie en la dieta de las borregas de la raza MP (Figura 13d).

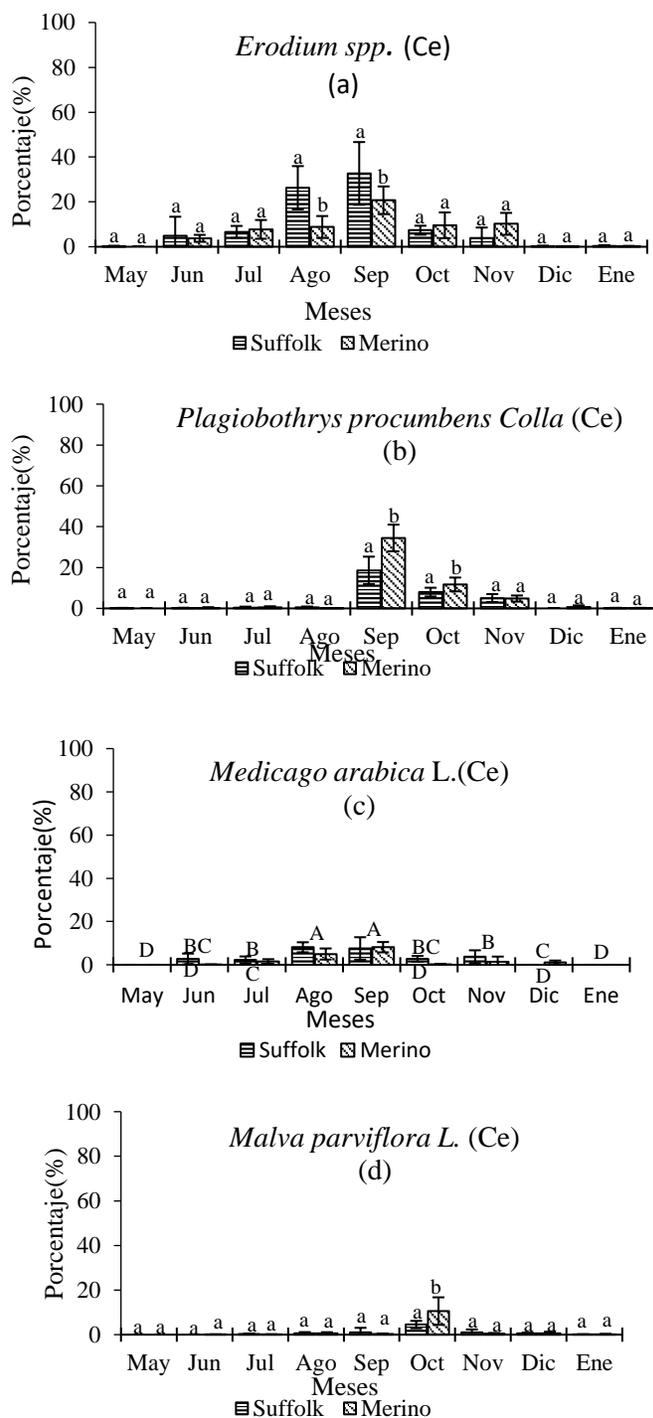


Figura 13. Índice de selectividad de hierbas dicotiledóneas (Is) de las especies (a) *Erodium spp*; (b) *Plagiobothrys procumbens Colla*; (c) *Medicago arábica L.* y (d) *Malva parviflora L.* en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,05$).

Las semillas presentaron diferencias estadísticamente significativas respecto de la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0118$). Las diferencias fueron identificadas durante los meses de octubre y noviembre, donde la raza MP siempre presentó mayor aporte de semillas a su dieta (Figura 14).

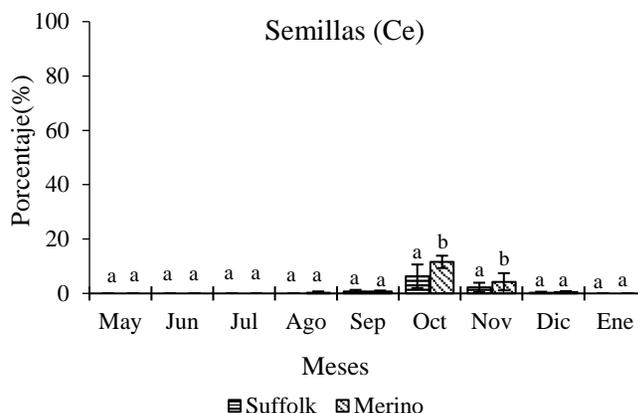


Figura 14. La contribución específica (Ce) de (a) semillas en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P<0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P<0,05$).

Índices de Selectividad (Is) de las especies de importancia en la dieta.

Dentro del grupo de las gramíneas perennes se observó que el Is de *C. dactylon* sólo presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar el mes de evaluación ($P=0,0001$), siendo los Is negativos desde el mes de junio hasta septiembre y positivos en el mes de mayo y entre octubre y enero, donde fueron máximos (Figura 15a).

En el caso de *Thinopyrum ponticum* (Podp.), se observaron diferencias estadísticamente significativas al considerar el mes de evaluación ($P=0,0001$), donde el Is fue positivo durante los meses de octubre y diciembre, negativo en enero y también entre los meses de mayo a septiembre (Figura 15b).

El Is de *P. aquaticum* presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar el mes de evaluación ($P=0,0001$), siendo solo positivo durante el mes de mayo y negativo desde el mes de junio a enero (Figura 15c).

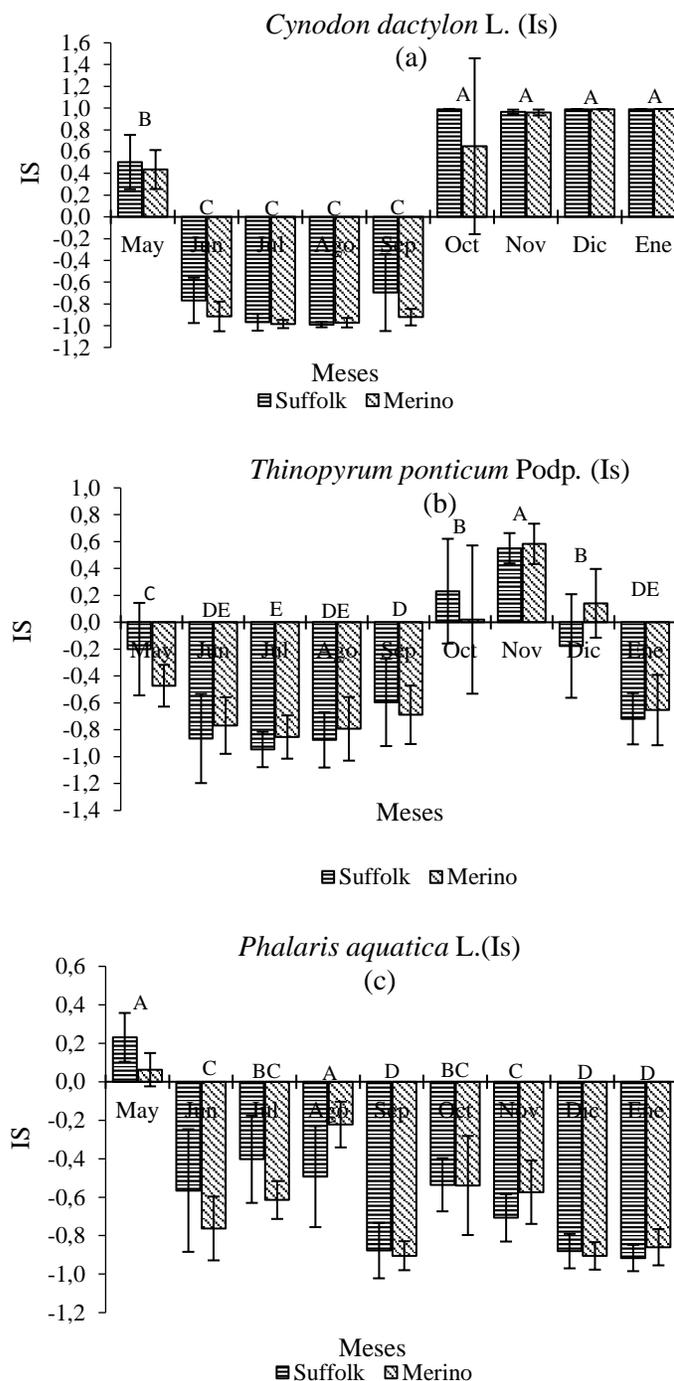


Figura 15. Índice de selectividad (Is) de gramíneas perennes de las especies (a) *Cynodon dactylon* L.; (b) *Thinopyrum ponticum* Podp. y (c) *Phalaris aquatica* L. en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$).

Dentro del grupo de las gramíneas anuales, el Is de *Hordeum* spp. presentó diferencias estadísticamente significativas respecto de la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0234$). Las diferencias fueron identificadas durante los meses de mayo y agosto. En mayo ambas razas mostraron rechazo, sin embargo en el caso de SD, este fue mayor. Contrariamente a lo anterior, el comportamiento hacia esta especie vegetal durante el mes de agosto fue positivo, donde la raza MP duplica el Is presentado por SD (Figura 16a).

En el caso de *Vulpia* spp., el Is presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0391$), diferencias que fueron identificadas en los meses de septiembre y diciembre, donde el mayor aporte fue en la dieta de las borregas SD (Figura 16b).

El Is de *P. minor*, éste fue alto ($Is=1$) y constante durante todo el periodo de evaluación (Figura 16c).

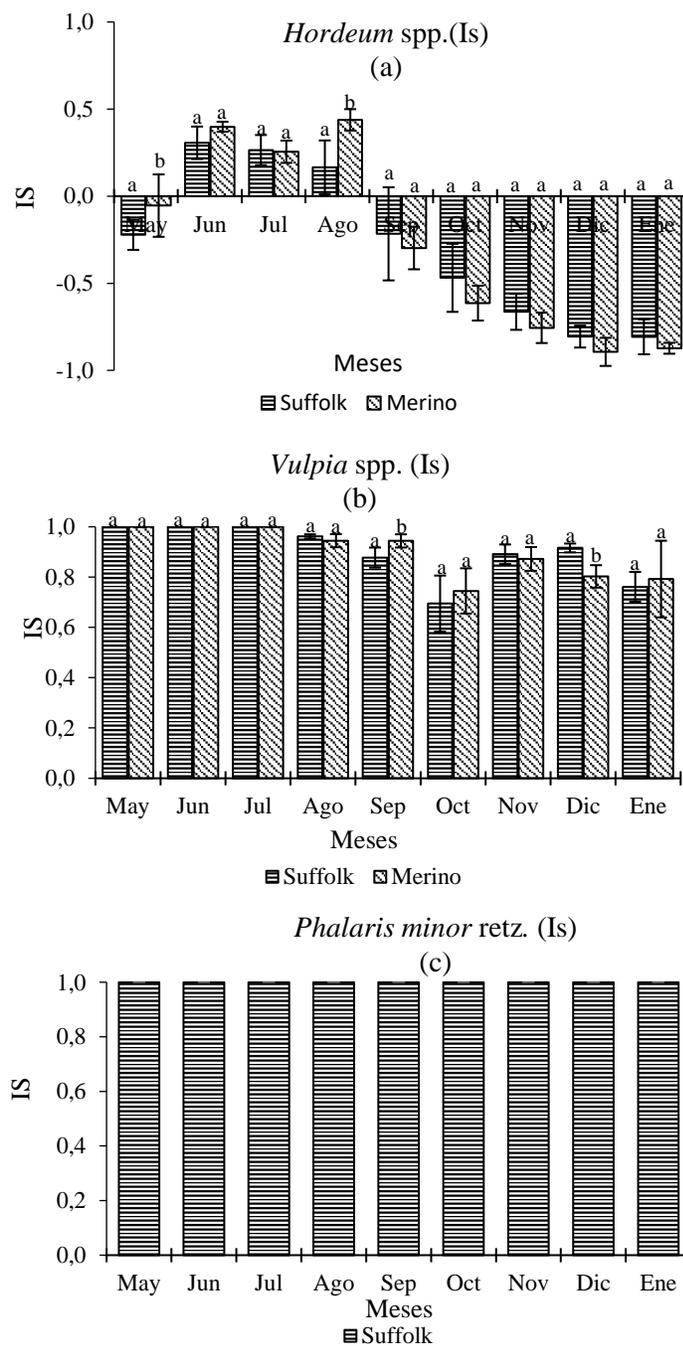


Figura 16. Índice de selectividad de gramíneas anuales (Is) de las especies (a) *Hordeum spp.*; (b) *Vulpia spp.* y (c) *Phalaris minor retz.* en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada barra indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$).

En el caso del grupo de las especies dicotiledóneas, *Erodium* spp. , presentó diferencias estadísticamente significativas en si Is respecto de la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0023$). Las diferencias fueron identificadas durante los meses de agosto y noviembre. En noviembre ambas razas mostraron rechazo, sin embargo en el caso de SD, este fue mayor. Contrariamente a lo anterior, el comportamiento hacia esta especie vegetal durante el mes de agosto fue positivo para la raza SD y negativo para MP (Figura 17a).

Plagiobothrys procumbens presentó un Is con diferencias estadísticamente significativas al considerar el mes de evaluación ($P=0,0001$), siendo negativo solo durante el mes de agosto y positivo durante el resto del periodo de evaluación (Figura 17b).

El Is de *Medicago arábica* presentó diferencias estadísticamente significativas respecto de la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0038$). Las diferencias fueron identificadas durante los meses de junio, octubre, noviembre y diciembre, siendo siempre negativos, donde MP constantemente presentó mayor rechazo que la raza SD, contrario a lo ocurrido en el mes de diciembre (Figura 17c).

En el caso de *Malva parviflora*, el Is presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar el mes de evaluación ($P=0,0041$), siendo negativo durante los meses de septiembre y enero, y positivo durante el resto del periodo (Figura 17d).

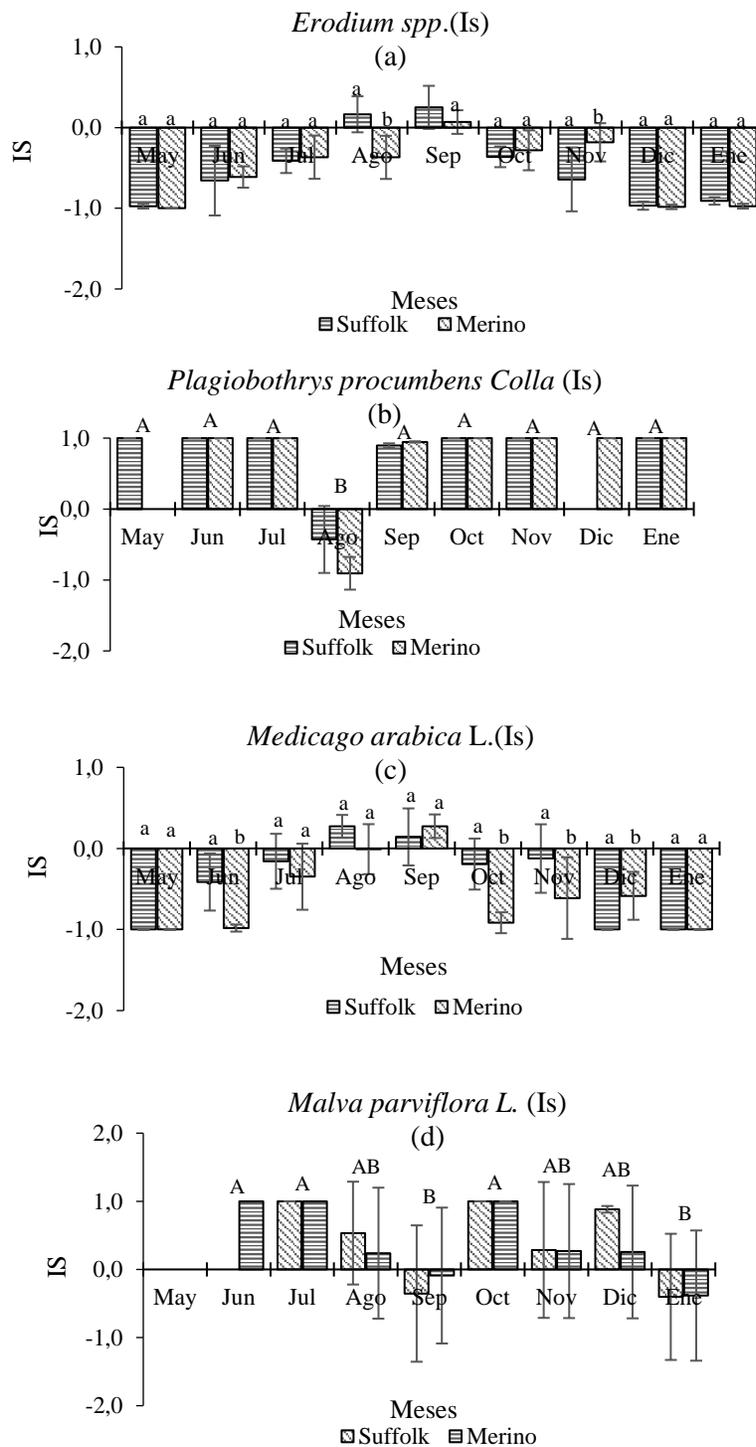


Figura 17. Índice de selectividad (Is) de las especies (a) *Erodium spp.*; (b) *Plagiobothrys procumbens* Colla; (c) *Medicago arábica* L. y (d) *Malva parviflora* L. en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,05$).

Respecto del Is de semillas, éste fue alto ($Is=1$) y constante durante los meses que fueron evaluados (Figura 18).

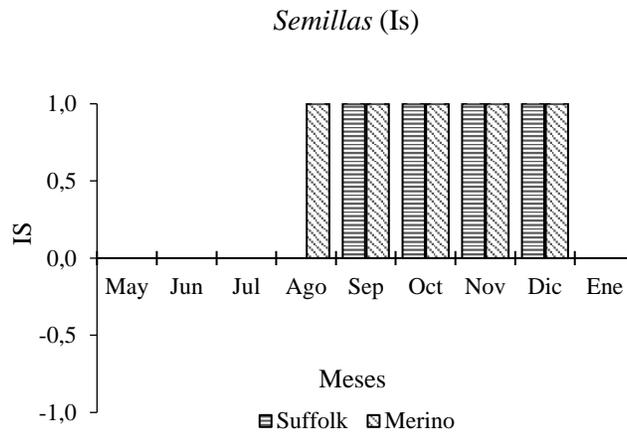


Figura 18. Índice de selectividad (Is) de (a) semillas en función del tiempo en borregas Suffolk Down y Merino Precoz. Barras sobre columna indican desviación estándar. Letras minúsculas distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P<0,05$) y letras mayúsculas distintas entre indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P<0,05$).

Diversidad y Riqueza dietaria

Tanto la diversidad como la riqueza de especies en la dieta, presentaron diferencias estadísticamente significativas para la interacción raza x mes, con un P de 0,0495 y 0,0074, respectivamente.

La diversidad dietaria presentó diferencias entre razas solo en los meses de junio, agosto y diciembre, en donde los valores obtenidos en borregas SD fueron mayores. Al margen de ello, la máxima diversidad se presentó en ambas razas durante el mes de octubre, con un valor de 0,85 y de 0,88 para SD y MP, respectivamente. El mínimo valor de diversidad dietaria en SD fue en el mes de enero (0,39) y durante el mes de junio (0,38) en la raza MP (Figura 19a). Las diferencias entre razas respecto de la riqueza dietaria se presentaron en los meses de julio y enero. En julio la riqueza fue mayor en el caso de la raza MP, en tanto que en enero, dicha relación se revirtió. SD presentó la máxima riqueza en el mes de enero (21,17) en tanto que para MP fue en el mes de diciembre (19,67). Por su parte, la mínima riqueza dietaria fue en los meses de julio y mayo, para SD y MP, respectivamente (Figura 19b).

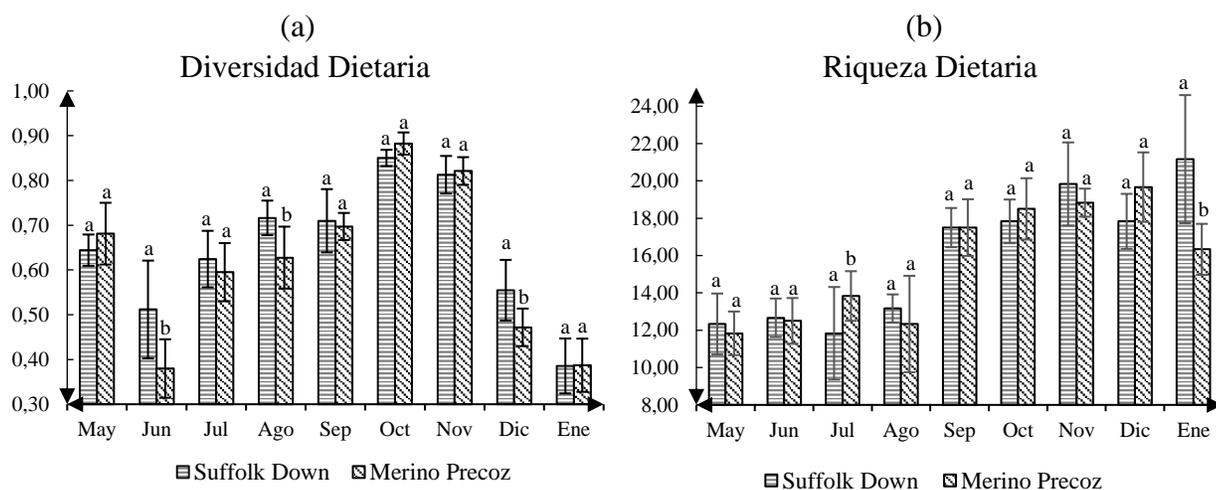


Figura 19. Evolución de la (a) diversidad dietaria y (b) riqueza dietaria en función del tiempo para borregas Suffolk Down y Merino Precoz en crecimiento. Barras sobre columnas indican desviación estándar. Letras distintas sobre cada columna indican diferencias estadísticamente significativas entre razas dentro de cada mes ($P < 0,05$).

Sobreposición dietaria

La evolución en función del tiempo de los índices de sobreposición dietaria, Kulczynski (K) y Pianka (P), se presenta en la Figura 20

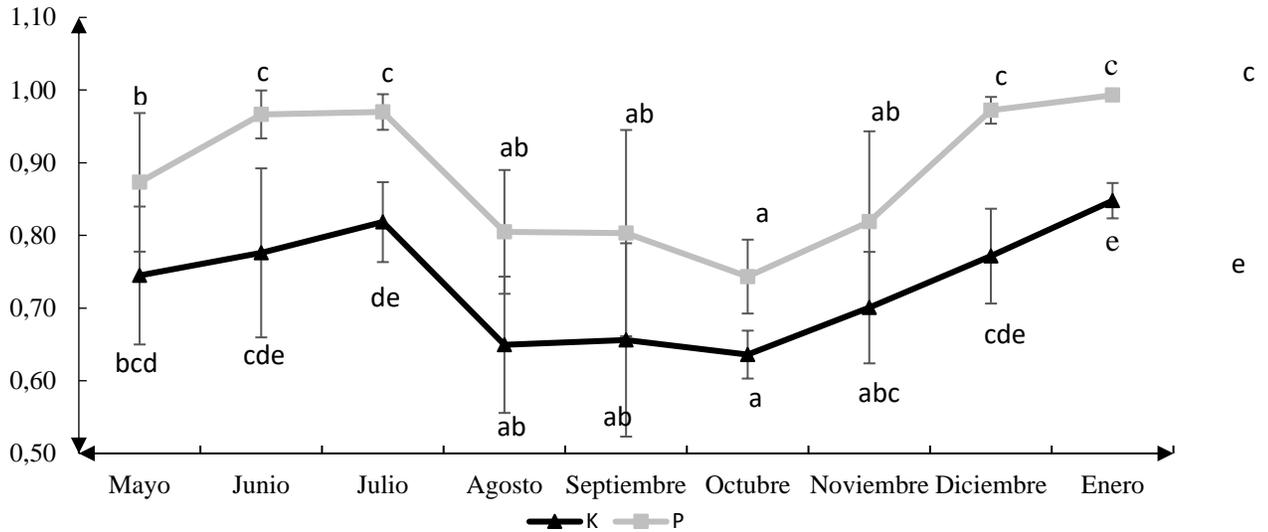


Figura 20. Evolución de sobreposición dietaria para los índices de Pianka (P) y Kulczynski (K) en función del tiempo, para borregas Merino Precoz y borregas Suffolk Down en crecimiento. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras distintas sobre y bajo cada punto indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$).

La máxima sobreposición dietaria fue medida durante el mes de enero, tanto para el índice de K y P, con valores de 0,85 y 0,99, respectivamente. Por su parte la mínima sobreposición fue determinada en el mes de octubre, con valores de 0,64 para K y de 0,74 para P. Ambos índices presentaron diferencias estadísticamente significativas considerando el mes de evaluación como fuente de variación ($P < 0,01$).

Nitrógeno Fecal (NF).

El contenido de nitrógeno fecal presentó diferencias estadísticamente significativas para el efecto mes de evaluación ($P = 0,0001$). Con un promedio máximo de 2,69%, en el mes de agosto y un mínimo en el mes de enero con un valor de 1,14%. La evolución del contenido de NF en función del tiempo para ambas razas se presenta en la Figura 14.

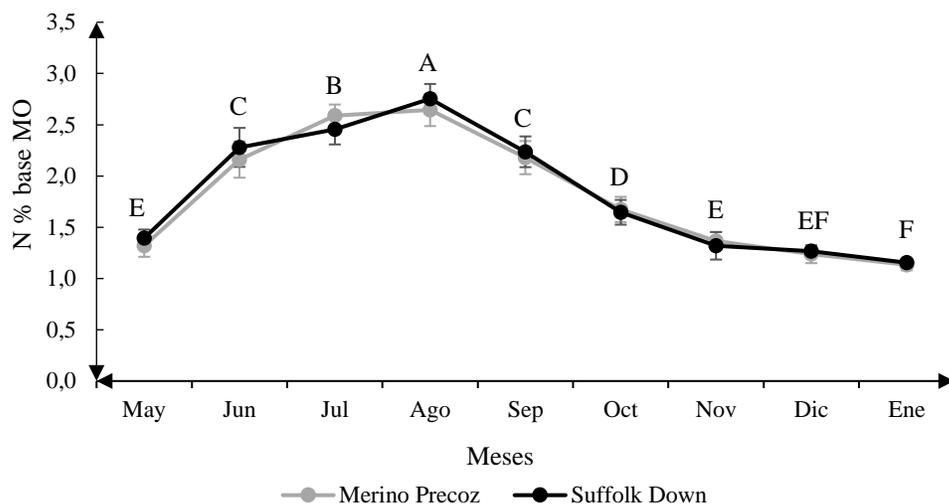


Figura 21. Evolución del Nitrógeno Fecal (% base de MO) en función del tiempo para borregas Merino Precoz y borregas Suffolk Down en crecimiento. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras mayúsculas distintas entre puntos indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$).

Relación entre la composición botánica de la dieta de borregas Merino Precoz y Suffolk Down, con el contenido de Nitrógeno Fecal.

Las correlaciones encontradas entre el aporte de los principales grupos de especies vegetales de la dieta y el contenido de NF para borregas Merino Precoz y Suffolk Down, se presenta en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Correlaciones entre el aporte de los principales grupos de especies vegetales de la dieta y el contenido de Nitrógeno Fecal (%NF, base MO) en borregas de raza Merino Precoz (n=53) y Suffolk Down(n=51).

	Raza	Total Gramíneas Anuales	Total Gramíneas Perennes	Total Graminoides	Total Dicotiledóneas	Total Arbustivas	Semillas
% NF, base MO	Merino Precoz	0,71**	-0,80**	-0,79**	0,40**	-0,52**	-0,10 ^{ns}
	Suffolk Down	0,65**	-0,83**	-0,75**	0,48**	-0,41**	-0,21 ^{ns}

** P<0,01; *P<0,05; ns: no significativo.

En el Cuadro 1 se observa que la mayoría de las correlaciones obtenidas fueron significativas (P<0,01) y con un grado de ajuste de al menos 0,40 tanto para borregas MP como SD. La excepción a lo anterior se presentó en el caso de la correlación entre el NF y semillas en la dieta, las que tuvieron un bajo ajuste y no fueron estadísticamente significativas (P>0,05).

Las correlaciones encontradas entre el contenido de NF y la riqueza y diversidad de la dieta de ambas razas se presentan en el Cuadro 2. El NF se correlacionó negativa y significativamente con la riqueza de especies vegetales de la dieta tanto en SD como en MP, presentando un grado de ajuste del orden de -0,6 y -0,4, respectivamente. No se observó una correlación significativa entre el NF y la diversidad de la dieta en ninguna de las dos razas evaluadas (Cuadro 7).

Cuadro 7. Correlación entre la Riqueza y Diversidad de la dieta con el Nitrógeno Fecal (%NF, base MO), en borregas de raza Suffolk Down y Merino Precoz.

	Riqueza de la dieta		Diversidad de la dieta	
	Suffolk Down	Merino Precoz	Suffolk Down	Merino Precoz
% NF, base MO	-0,61**	-0,41**	0,21 ^{ns}	-0,07 ^{ns}
N	51	54	51	54

** P<0,01; *P<0,05; ns: No significativo

DISCUSIÓN.

Composición botánica del pastizal

La composición botánica del pastizal estuvo dominada por el grupo de especies gramíneas y hierbas dicotiledóneas, composición típica de un pastizal de clima mediterráneo (Rodríguez, 1979; Hidalgo y Urra, 2009).

Las especies vegetales encontradas fueron similares a las reportadas por Rodríguez (1979), Segarra (1980), Hidalgo y Urra (2009) y Vera *et al.* (2013), en términos de la importancia de los géneros de gramíneas *Bromus*, *Vulpia* y *Hordeum* en este tipo de pastizales. La alta contribución de las especies dicotiledóneas herbáceas del género *Erodium* también fue indicada por Riveros *et al.* (1978) con aportes que van desde los 18% en el mes de junio hasta 49% en diciembre y enero, cuya presencia fue máxima durante el periodo reproductivo.

Desde el punto de vista nutricional, los cambios que presentaron la fenología y composición botánica del pastizal tendrían un efecto sobre aspectos como la concentración de proteína bruta (PB, %). Durante la temporada de crecimiento temprano George *et al.* (2001), informan valores de hasta 15% de PB en gramíneas, sobre un 25% en especies del género *Erodium* y de casi 30% para leguminosas en pastizales anuales de clima mediterráneo de California, sistema equivalente al presente en la zona central de Chile. El incremento sostenido de la concentración de la MS y la MO del pastizal está relacionado con el proceso de crecimiento y desarrollo de cada una de las especies vegetales que lo componen, puesto que a medida que avanza el estado fenológico, disminuye el contenido celular, aumentando la importancia de la pared celular en la estructura vegetal, con la consecuente disminución de la concentración de proteína bruta (Lyons *et al.* 1999; Marshall *et al.* 2005; Olson *et al.* 2010).

Composición botánica de la dieta

La importancia de las especies gramíneas en la dieta de ambas razas ovinas a los largo del estudio también fue reportada por Castellaro (2006^a), quien indica que las dietas de ovinos se componen en un 54% de especies gramíneas, 15,4% por hierbas dicotiledóneas y un 30,6% de especies arbustivas.

La composición botánica de la dieta se vio modificada por el efecto de la interacción entre la especie animal (MP y SD) y el mes de evaluación para los grupos vegetales de gramíneas anuales, perennes, especies arbustivas y semillas. Paralelamente, los grupos de especies graminoides y hierbas dicotiledóneas, solo presentaron variaciones en función del mes. Lo anterior tiene relación con la composición botánica del pastizal en sus distintos estados fenológicos, lo que genera cambios en la calidad, producción y disponibilidad de materia seca del pastizal (Castellaro *et al.*, 2006) y con ello cambios en el perfil de selección de ítems dietarios en los animales (Borrelli y Oliva, 2001).

En el caso de las gramíneas anuales, estas fueron mayormente consumidas por MP, a excepción del mes de diciembre donde presentaron un mayor aporte en la dieta de la raza SD. En el caso de las gramíneas perenes, los meses en que existió diferencia entre razas, su consumo fue mayor en borregas SD. La importancia del uso de las gramíneas anuales por parte de la raza MP puede ser explicado por el nivel de adaptación de esta a las condiciones agroecológicas del lugar, dado que presentaría una mayor movilidad en búsqueda de alimento (Band, 2000) y reconocería aquellas especies propias del área de estudio, no así en el caso de las gramíneas perenes las que corresponden principalmente a especies introducidas (Ovalle *et al.*, 2015).

A medida que avanzó la temporada se observó un incremento del aporte de las hierbas dicotiledóneas a la dieta de ambas razas, siendo máxima en el mes de septiembre. Lo anterior dice relación con la fenología propia del pastizal, el que presenta una mayor contribución de hierbas dicotiledóneas en su composición durante el periodo reproductivo de éste (Riveros *et al.*, 1978).

El bajo consumo de graminoides en ambas razas, puede ser explicado por la baja proporción de este grupo de especies en el área de estudio, donde solo se observó cierta demanda durante los meses de verano. Las especies graminoides se caracterizan por desarrollarse en sectores de cursos de agua o con niveles freáticos altos (Castellaro y Araya, 2012), por lo que durante el verano sean posiblemente las únicas especies nutricionalmente más atractivas en comparación con el resto de vegetación que compone el pastizal.

La importancia del aporte de las especies arbustivas a la dieta en los meses de octubre y enero en la raza MP, pudo deberse, al igual que en el caso de las gramíneas anuales, por la mayor adaptabilidad de esta raza al sitio de estudio y a la búsqueda de forraje de mejor calidad en verano, donde el resto del pastizal se encontraba seco. Al respecto Reine *et al.* (2009) y Osoro *et al.* (2005), mencionan que el ovino es capaz de seleccionar aquellas especies más nutritivas y rechazar las menos digestibles, utilizando incluso especies que tienen una producción de materia seca moderada pero de alto valor nutritivo, como sería el caso de *Acacia caven*.

En términos generales se observó un mayor aporte de las gramíneas a la dieta al inicio del crecimiento del pastizal, la que es sustituida en cierta forma por las dicotiledóneas durante el periodo reproductivo. Dicho comportamiento fue similar al encontrado por Riveros *et al.* (1978), quienes indican que, dado que las primeras especies del pastizal en desarrollarse son las gramíneas, estas constituyen la base del consumo en esa primera etapa. Posteriormente, al crecer las especies del género *Erodium* y alcanzar una altura de cosecha, los animales aumentan su consumo. Lo anterior estaría asociado a que el grado de consumo de cada especie dependería tanto del contenido en nutrientes las plantas como de su abundancia (Gañán *et al.*, 2002).

Contribución específica e índice de selectividad de las principales especies de importancia de la dieta

***Cynodon dactylon* L.**

Al final del periodo seco y reproductivo los ovinos consumieron una mayor cantidad de *C. dactylon*, debido principalmente a que esta especie es una de las pocas que se encuentra verde en el pastizal natural en esta época del año. San Miguel (2008) plantea que *C. dactylon* no es importante a nivel de producción forrajera, pero su interés está dado por que se mantiene verde y crece en verano, característico de especies vegetales con metabolismo C₄, razón por la que presentaría una buena utilización en ovinos en zonas mediterráneas secas. Por su parte, Dietl *et al.* (2009), sostienen que es una especie de alto valor forrajero, con un rendimiento mediano y rica en vitamina C. Dichos antecedentes explicarían el alto índice de selectividad observado principalmente en los meses secos, y el alto rechazo presentado en los meses de máximo crecimiento del pastizal. El servicio de información de alimentos (SIA, 2016) de la Universidad de Córdoba reporta valores de proteínas bruta promedios para esta especie de 10,91%, en tanto que Passera *et al.* (1983), indican que presenta un alto valor pastoral de 4 (en una escala de 1 a 10).

***Thinopyrum ponticum* Podp.**

T. ponticum fue consumido en los meses de octubre, noviembre y diciembre, periodo en esta especie se encuentra en pleno proceso de crecimiento, generando brotes tiernos, lo que sugeriría que los animales consumieron la mayor proporción de esta especie en el momento de mayor valor nutritivo (Ricci *et al.*, 2007), y presentaron un alto rechazo en el resto del periodo de evaluación. Lo anterior fue similar a lo observado por Hidalgo y Urra (2009) en ovinos Suffolk Down, Merino Precoz y caprinos Mestizo Boer. Sierra (2006), indica una baja selectividad por *T. ponticum* en corderos Corriedale, quien además menciona que son los brotes tiernos los que presentan un mayor grado de aceptabilidad por parte del ganado, posiblemente relacionado con los cambios en el valor de proteína que tiene esta especie en cada uno de sus estados fenológicos, del orden de 27% el periodo reproductivo y 7% en el periodo seco. Al respecto Miranda (2014) reporta un rango de 7,3-12,5% de PB, en tanto que el nivel de FDN de esta especie estaría entre los 61,7% y 64,8% dependiendo de la altura de corte.

***Phalaris aquatica* L.**

La proporción de *P. aquatica* en la composición botánica de la dieta fue importante en el periodo vegetativo, disminuyendo en los periodos reproductivos y seco; siendo rechazada por los animales en todos sus estados fenológicos, a excepción del mes de mayo, donde se observó un importante aporte en la dieta, en especial en ovinos SD. Lo anterior podría ser debido es una de las primeras especies perennes que rebrotan, se convierte en un recurso verde para los animales, en especial para la raza SD.

Según Ovalle *et al.* (2015) *P. aquatica* correspondería a una especie de alto valor forrajero, lo que concuerda con lo expuesto por San Miguel (2008), quien la califica como una

especie muy productiva, proporcionando forraje de buena calidad, pero que debido a su gran talla es más adecuada para el ganado vacuno. Respecto de su valor nutritivo, Avendaño (1996) reporta tenores de 17,65% de PB para el periodo vegetativo, 9% en reproductivo y 7% en el periodo seco.

Hordeum spp.

Durante el periodo vegetativo, ovinos SD y MP consumieron la mayor proporción de las especies del genero *Hordeum spp.*, esto principalmente debido a ser una de las primeras especies en emerger, entregando un forraje de buena calidad y cantidad. MP presentaron un mayor consumo de este ítem en comparación con SD debido a la adaptabilidad de esta raza al medio. Su selección fue principalmente en los meses de junio, julio y agosto, siendo rechazada en el resto del periodo de evaluación. En agosto, término del periodo vegetativo e inicio del reproductivo, se observó una mayor preferencia por esta especie en MP. Los altos valores de selectividad por *Hordeum spp.* en el periodo de crecimiento activo de la pradera y posterior baja en dicho índice son similares a los presentados por Hidalgo y Urra (2009). Según Ovalle *et al.* (2015) esta especie presenta valores pastorales medios, de baja palatabilidad y de alto valor nutritivo hasta la madurez, similar a lo presentado por Castellaro (2010), quien la clasifica como una especie menos deseable. Squella (2000) indica que presenta regulares valores forrajeros, con un 22% de proteína bruta, similar a lo expuesto por Diet *et al.* (2009) en relación a sus valores medios de nivel forrajero, presentando un alto valor pastoral de 3 según Passera *et al.* (1983) y cuya palatabilidad sería del orden de 77% (López, 1989). Siffredi *et al.* (2015), la clasifica como una especie forrajera preferida por ovinos, con valores de proteínas bruta fluctuantes entre 10,25% y 30,90% (SIA, 2016). Por su parte Manterola *et al.* (1998), informan valores de proteína de 22% en el periodo vegetativo, 20-25% en el reproductivo y 6,75% en el periodo seco. SAG (2003) indica que tendría un valor proteico promedio de 12,45%.

Vulpia spp.

Esta especie vegetal presentó una contribución estable en la dieta, en torno al 20%, siendo mayormente consumida en julio. El índice de selectividad alto en todo el periodo de estudio pudo tener relación con el contenido de proteína de esta especie, al margen del bajo rendimiento en pastoreo indicado por Dietl *et al.* (2009), el escaso a regular valor pastoral (Ovalle *et al.*, 2015; Squella, 2000) y su clasificación como una especie menos deseable por Castellaro (2010), sin embargo, el mismo autor indica que al ser una de las primeras especies vegetales en emerger con la lluvia efectiva, es muy seleccionada por los animales (Castellaro, 2006b). Manterola *et al.* (1998), reportan contenidos proteicos de 18% en el periodo vegetativo, 20-25% en el reproductivo y 4,75% en el periodo seco. Para esta gramínea, Vázquez de Aldana *et al.* (2009) en Salamanca, España, informan tenores de proteína cruda de 8,34% para el periodo reproductivo del pastizal, en tanto que SIA (2016) reporta valores de 8,69%.

***Phalaris minor* retz.**

La proporción de *P. minor* en la composición botánica de la dieta fue similar en ambas razas de ovinos, la que fue aumentando de acuerdo al estado fenológico de la especie dentro pastizal. Dicha especie fue seleccionada por los ovinos durante todo el periodo experimental, lo que difiere de lo expuesto por Ovalle *et al.* (2015), quienes califican a *P. minor* como una especie con escaso valor pastoral.

***Erodium* spp.**

Esta especie fue importante en el periodo reproductivo del pastizal (agosto y septiembre), tanto para MP como para SD, sin embargo esta última raza presentó un mayor consumo. Lo anterior concuerda con la fenología y composición botánica observada del pastizal. Estos resultados fueron similares a los encontrados por Riveros *et al.* (1978) en un ensayo utilizando ovinos MP con fistula esofágica, donde el mayor consumo de estas especies fue durante el periodo reproductivo del pastizal, así como también con lo reportado por Hidalgo y Urra (2009), para ovinos SD en un pastizal de las mismas características, sin embargo estos mismos autores indican que el grupo de especies *Erodium* spp. también sería importante para la raza MP durante el periodo vegetativo, comportamiento que no fue encontrado en el presente estudio.

No se observó selección en el inicio y final de la temporada, lo que se explicaría por el alto consumo de gramíneas en relación a su disponibilidad. En el periodo reproductivo las especies del género *Erodium* pasan a ser preferidas principalmente por SD, hasta que su disminuye su disponibilidad en el periodo seco. El aporte en términos nutritivos de estas especies a la dieta de los ovinos dice relación con el contenido de proteína en los distintos estados fenológicos. Al respecto Melvin *et al.* (2001) determinaron que el porcentaje de digestibilidad y proteína cruda de *Erodium* disminuyen a medida que avanza el periodo de madurez. Manterola *et al.* (1998) reportan un contenido de PB en el estado vegetativo entre 19-22%, en el reproductivo 12% y en el periodo seco 4-5%, observando una menor calidad a avanzar su fenología. Ovalle (2015) y Squella (2000) coinciden en que esta especie vegetal presenta un alto valor pastoral, muy palatables y de alto valor nutritivo, siendo clasificadas en cuanto a su respuesta ecológica al pastoreo como una especie deseable (Castellaro, 2010), pero limitante en productividad (Squella, 2000). Sin embargo, Dietl *et al.* (2009), sostienen que es una especie de valor pastoral medio, de poco rendimiento y algo toxica. Siffredi *et al.* (2015), la clasifican como una especie forrajera preferida por ovinos, con un valor pastoral de 9 (Passera *et al.*, 1983).

***Plagiobothris procumbens* Colla.**

La proporción de *P. procumbens* en la composición botánica de la dieta fue de importancia en los meses de septiembre y octubre, llegando a aportes de un 40 %, en especial para MP. Al igual que las otras hierbas dicotiledóneas, su aporte adquiere importancia en el periodo de mayor producción vegetal, el periodo reproductivo. Cabe destacar que según Ovalle *et al.* (2015), esta especie presenta un bajo valor pastoral y una escasa producción, a pesar de

esto, en este ensayo se observó una importante demanda por los ovinos mostrando un alto índice de selectividad.

***Medicago arabica* L.**

Al igual que en el caso de las otras hierbas dicotiledóneas, se observó un aporte importante en los meses reproductivos del pastizal (agosto y septiembre), siendo consistente con el nivel de selección por parte de los animales. En el resto del periodo de estudio se observó un rechazo. Según Ovalle *et al.* (2015) y Diet *et al.* (2009) esta especie presenta muy alto valor pastoral. Siffredi *et al.* (2015) la clasifican como una especie forrajera preferida por ovinos, siendo categorizada como una especie deseable desde el punto de vista de su respuesta al pastoreo (Castellaro, 2010), presentando valores de proteína bruta en torno al 32-27% en el periodo vegetativo, 27% en reproductivo y 7-10% en el seco (Manterola *et al.*, 1998). Squella (2000) indica valores de 32% de PB sin mencionar el periodo estudiado, en tanto que SIA (2016) reporta valores de proteínas cercanos a 15,80%, similares a los indicados por Vazquez de Aldan *et al.* (2009) del orden del 4,5% de PB en el periodo reproductivo del pastizal. Respecto al índice de calidad, Pasera *et al.* (1983) le confieren un valor de 6.

***Malva Parviflora* L.**

Esta especie vegetal fue importante en el mes de octubre, principalmente para MP, observándose una importante selección por el animal, situación contraria a lo ocurrido en el mes de septiembre y enero. Lo anterior pudo deberse a que en septiembre, dado el estado fenológico del pastizal, los animales tuvieron acceso a otras especies vegetales que le reportaran una mayor ingesta de nutrientes, en tanto que el rechazo ocurrido en enero dice relación con la senescencia de la especie y la baja palatabilidad. El consumo presentado en octubre estaría explicado por qué *M. parviflora* era una de las pocas especies que a esa época del año aún se encontraba verde. Al respecto SIA (2016) de la U. de Córdova reporta valores de 26,7% de proteína bruta para dicha especie.

Semillas

El consumo de semillas fue observado durante el periodo de transición del pastizal desde el estado reproductivo al estado seco, donde MP presentó un mayor consumo de este ítem dietario. Squella (1992) también reporta consumo de semillas por ovinos, especialmente durante la etapa final del estado reproductivo, cuando la semilla acumula el mayor cantidad de nutrientes (Matilla, 2000).

Diversidad y riqueza dietaria.

La mayor diversidad dietaria fue observada durante el periodo reproductivo del pastizal, respondiendo a una mayor oferta, en términos cuantitativos y cualitativos de especies vegetales como recurso alimenticio para el animal (Soto, 1996; Castellaro, 2003). La baja diversidad encontrada en los meses secos (diciembre y enero) se debió al proceso de senescencia del pastizal, el que está acompañado de una menor oferta forrajera (Castellaro,

2003). La mayor diversidad dietaria que presentó SD en los meses de junio y diciembre, podía responder a diversos motivos, como la teoría del muestreo que se basa en la búsqueda de nuevos sabores por el animal, el mantenimiento de la función ruminal y el balance de carbono y nitrógeno de la ingesta (Rulter, 2006). Es posible que diferencias en términos de requerimientos entre ambas razas haya sido un factor determinante en la diversidad de la dieta que consumen, ya sea para suplir sus demandas o equilibrar los nutrientes ingeridos (García, 1986).

En cuando a la riqueza dietaria, la diferencia encontrada en el mes de julio que denotó una mayor riqueza en la raza MP, y la observada en diciembre respecto de la supremacía de la raza SD, podría tener relación con los factores que condicionan la búsqueda de alimento en este tipo de herbívoros y cuya explicación necesitaría nuevos ensayos. Al respecto Wang (2011) indica que los ovinos no suelen mantener patrones de preferencia estables, y que estos varían significativamente con los cambios que presenta la riqueza del pastizal que utilizan. Lo anterior sumado a las diferencias en términos de requerimientos entre ambas razas (García y Gligo, 1963; Manterola, 1979; Simmons y Ekarius, 2011) podría modular el comportamiento observado.

Sobreposición dietaria.

Durante todo el ensayo el grado de sobreposición dietaria fue alto, tanto para los índices de Pianka (P) como de Kulczynski (K), lo que sugiere una potencial competencia por el recurso forrajero, en especial por aquellas especies de mayor palatabilidad. En los meses de mayor calidad y cantidad de materia seca del pastizal, se observaron los menores traslapes dietarios, en cambio en los meses en que el estado de madurez del pastizal se encontraba más avanzado se presentaron los mayores valores de traslape. Dichos resultados son similares a los presentados por Hidalgo y Urra (2009) quienes reportan traslapes dietarios del orden de 96,4% entre las mismas razas. Por su parte, Brand (2000) trabajando con la raza Dorper y Merino, indica sobreposiciones dietarias de hasta un 95%. La sobreposición dietaria varía ampliamente, variación que se debe a la época del año, la presión de pastoreo y la diversidad de la comunidad vegetal del lugar de estudio (Squires, 1982).

Nitrógeno Fecal (NF).

El contenido de NF aumentó entre mayo y agosto, disminuyendo a medida que avanzó el estado fenológico del pastizal, comportamiento también encontrado por Giraudo *et al.* (2012), quienes indican que el contenido de NF varía en función de la fenología de la pradera. El peak encontrado en el periodo vegetativo, puede ser explicado por el mayor contenido celular de las especies vegetales durante dicho estado (FDN de $44,9 \pm 4,9\%$ ⁵), las que además presentarían paredes celulares más delgadas y de fácil digestión (Mellado *et al.*, 2005).

Respecto del rango de NF encontrado en ovinos (1,14 – 2,69 %), otros autores indican valores entre 1,3% y 1,7%, para años malos y buenos desde el punto de vista de la oferta de forraje desde el pastizal, respectivamente (Giraudo, 2011). Wang *et al.* (2009) encontró un

⁵ Isai Ochoa, 2017. Comunicación personal. Datos sin publicar.

rango NF de entre 1,2 a 4,3%. Por su parte, Borgnia (2009), menciona valores que van desde los 0,95% a los 1,2%, en tanto que Aldezabal *et al.* (1993) reporta un rango de entre 1,8% y 2,3% de NF. Los últimos autores citados mencionan en trabajos previos un promedio de $2,8 \pm 0,26$ % NF para ovinos (Aldezabal *et al.*, 1992). Más recientemente, Mellado *et al.* (2005), reporta concentraciones de 1,9% NF en primavera, 2,7% en verano, 1,9% en otoño y 2,1% en invierno.

La literatura señala un amplio rango en relación al contenido de NF en ovinos. Sin embargo, es importante mencionar que aparentemente un valor por debajo del 1%, estaría demostrando una deficiencia proteica en la dieta (Giraudó, 2011), situación que no ocurrió en el presente estudio. Peripolli *et al.* (2011), indica que es posible utilizar el NF como un indicador de la calidad de dieta en herbívoros, sin embargo, previo a su utilización como indicador de calidad de la dieta, se debe realizar estudios de composición botánica y nitrógeno de la dieta en el área de pastoreo. Dichos autores, trabajando con ovinos pastoreando pastizales naturales del Estado Río Grande del Sur de Brasil, observaron un alto coeficiente de determinación ($R^2 = 0,71$) entre la excreción de nitrógeno fecal (g día^{-1}) y el consumo de materia orgánica (g día^{-1}).

La relación que existe entre el NF y la ingesta de proteína en rumiantes se basa en que un aumento en el contenido de proteína de las especies vegetales que son seleccionadas por los ovinos, incrementaría la actividad ruminal y con ello la producción de proteína de origen microbiana, considerando que la proteína bruta de los tejidos vegetales es altamente degradable (CSIRO, 2007). Esta situación aumentaría los restos microbianos que pasan al tracto digestivo posterior y que pueden ser identificados dentro de las fracciones que componen el NF (Church, 1993).

Relación entre la composición botánica de la dieta de borregas Merino Precoz y Suffolk Down, con el contenido de Nitrógeno Fecal.

Tanto en la raza MP como SD, se observó una relación alta, positiva y significativa entre el contenido de NF y el consumo de gramíneas anuales. Dicho comportamiento estaría relacionado con la alta contribución de las gramíneas anuales a la dieta justo en el momento en que se presentó la mayor concentración de NF, en el mes de agosto. Sin embargo, en el caso de los ovinos SD, además de encontrarse dicha relación entre el NF y las gramíneas anuales, también se observó asociación con las hierbas dicotiledóneas, pero de menor magnitud.

La baja correlación encontrada entre la contribución de las especies dicotiledóneas de la dieta y el NF se contraponen a lo que indica Mandalubis *et al.* (2005), quien trabajando en dietas y NF en vacunos, reporta valores de correlación de 0,86. La preferencia de los ovinos por el consumo de gramíneas fue descrito por Bonino y Pelliza (1991), Bartolomé *et al.* (1998), Brand (2000), Aldezabal *et al.* (2002), Beck y Peek. (2005), Mellado *et al.* (2005), Animut *et al.* (2005), Lamorgia y Bassano (2009) y Scasta *et al.* (2016), además de mostrar inclinación por el consumo de pastos más bajos (Bartolomé *et al.*, 1998; Animut *et al.*, 2008; Borreli y Oliva, 2001). Dicho comportamiento podría explicar la relación entre las gramíneas anuales y el NF. Posiblemente los ovinos seleccionan este tipo de especies vegetales hasta que estas ya no logran aportar los nutrientes necesarios en relación a los

requerimientos de los animales, periodo después del cual recién comienzan a consumir hierbas dicotiledóneas, las que a pesar de ser altas en N (Karmiris y Nastis, 2010), estas no se encuentra en el “peak” puesto que las especies no estarían en periodo vegetativo.

La relación negativa entre el NF y el consumo de gramíneas perenes, graminoides y especies arbustivas en ambas razas, estaría asociada a la baja disponibilidad y baja selección de estas especies, las que además fueron solo consumidas cuando el resto de especies que componen el pastizal se encuentran senescentes, posiblemente en busca del escaso componente proteico que les pudiese proporcionar (Myrsterud *et al.*, 2011).

La correlación negativa y significativa encontrada entre la riqueza dietaria y el NF en ambas razas, podría sustentar lo expuesto en relación al NF y los grandes grupos de especies vegetales de la dieta. A medida que avanza el estado fenológico del pastizal, los animales podrían verse obligados a ampliar el número de especies que consumen para de esta forma suplir sus requerimientos, situación que es más crítica en el caso de la raza SD. Los ovinos disminuirían su selectividad en épocas de escases de alimento y de alta carga ganadera (Karmiris y Nastis, 2010), aumentando el número de especies que son consumidas (Wang *et al.*, 2011). Respecto de la capacidad de selección de los ovinos Borrelli y Oliva (2001) indican que las características como bajo tamaño corporal, alta relación del volumen rumen/peso corporal y boca pequeña, les permitiría desarrollarse en pastizales de baja calidad seleccionando plantas o partes más nutritivas de estas, siendo más selectivos.

CONCLUSIONES

La dieta de borregas MP y SD en pastoreo extensivo sobre un pastizal de clima mediterráneo, es similar en términos de la contribución de las principales especies vegetales, las que varían en función del estado fenológico del pastizal, presentando un alto grado de traslape dietario.

El contenido de NF, tanto en borregas MP como SD, varía en función de la composición botánica de la dieta, estando asociado positivamente con el porcentaje de gramíneas anuales y dicotiledóneas, y negativamente con la proporción de gramíneas perenes, arbustivas y graminoides en la dieta.

La concentración de NF está asociado de forma negativa con la riqueza de especies vegetales de la dieta, y no se encuentra relacionada linealmente con la diversidad de la misma.

LITERATURA CITADA

- Aldezabal, A., Bas, J., Fillat, F., García-González, R., Garín, I., Gómez, D., y Sanz, J.L. 1992. Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. CSIC-ICONA. Informe Final.
- Aldezabal, A., Garín, I., and García-Gonzales, R. 1993. Concentración de Nitrógeno fecal en ungulados estivantes en los pastos supra forestales del parque nacional de Ordesa y Monte perdido. *Revista PASTOS: XXIII*, 1: 101-114.
- Aldezabal, A., García-González R., Gómez D., y Fillat F. 2002. El papel de los herbívoros en la conservación de los pastos. Ecosistemas 2002/3. Disponible en: <http://www.aet.org/ecosistemas/investigacion6.htm>.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA.
- Animut, G., Goetsch A.L., Aiken G.E., Puchala R., Detweiler G., Krehbiel C.R., Merkel R.C., Sahlu T., Dawson L.J., Johnson Z.B., and Gipson T.A. 2005. Performance and forage selectivity of sheep and goats co-grazing grass/forb pastures at three stocking rates. *Small Ruminant Research*, 59: 203–215.
- Animut G. and Goetsch A.L. 2008. Co-grazing of sheep and goats: Benefits and constraints. *Small Ruminant Research*, 77:127–145.
- Avendaño, J. 1996. Praderas sembradas en zonas mediterráneas. En: I. Ruiz (Ed.) Praderas para Chile. 2 Edición. Capítulo 24. Ministerio de agricultura, Instituto de investigaciones agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. 476- 494 p.
- Brand, T. S. 2000. Grazing behaviour and diet selection by Dorper sheep. *Small Ruminant Research*, 36:147–158.
- Bartolome, J., Franch J., Plaixats J., and Seligman N.J.1998. Diet selection between sheep and goats on Mediterranean heath-woodland range. J. *Range Management*, 51: 383–391.
- Beck, J.L. and Peek J.M. 2005. Diet Composition, Forage Selection, and Potential for Forage Competition Among Elk, Deer, and Livestock on Aspen-Sagebrush Summer Range. *Rangeland Ecology and Management* 58:135-147
- Borgnia, M. 2009. Aproximaciones metodológicas para el estudio de la calidad de dieta de ungulados en Laguna Blanca. Área ecológica, estudios aplicados al manejo ambiental en la reserva Laguna Blanca, Catamarca. Disponible en: www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/ecologia/Capitulo%203%20Borgnia-UNCa.pdf.
- Bonino, N. y Pelliza A. 1991. Comparación de las dietas de guanaco, ovino y bovino en Tierra del Fuego, Argentina. *Turrialba*, 41: 452-457.

- Borrelli P. y Oliva G. 2001. Efecto de los animales sobre los pastizales. En: Borrelli P y Oliva G (Eds) Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Ediciones INTA EEA Santa Cruz, Argentina, 99-129 p.
- Bonham, C. D. 1989. Measurements for terrestrial vegetation. J. Wiley & Sons. 338 p.
- Castellaro, G.G. 2003. Crecimiento de praderas mesofíticas a largo plazo, en respuesta a factores edafoclimáticos y modalidades de defoliación. Tesis Magíster en Ciencias Animales. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Chile. 132 p.
- Castellaro, G. Gompertz, G. Aguilar, C. Vera R., y Allende R. 2006. Integración de dos modelos de simulación para la evaluación de escenarios productivos de sistemas ovinos en el secano mediterráneo de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria*, 33: 47-56.
- Castellaro, G a. 2006. Importancia de evaluar las dietas de ungulados en pastoreo. I. Bases anatómicas y fisiológicas que influyen sobre la selección de las dietas y descripción de los métodos más usados para estimar la composición botánica de estas. *Avances en Producción Animal*, 31: 3-16
- Castellaro, G b. 2006. Importancia de evaluar las dietas de ungulados en pastoreo. II. Composición del consumo de algunos ungulados sudamericanos domésticos y silvestres, interpretación de la composición botánica y medidas de competencia potencial entre distintas especies. *Avances en Producción Animal*, 31: 17-34.
- Castellaro, G., Squella, F., Ullrich, T., León, F., y Raggi, A. 2007. Algunas técnicas microhistológicas utilizadas en la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros. *Agricultura Técnica*, 67:86-93.
- Castellaro, G. 2010. Determinación de la capacidad de carga en sistemas extensivos de producción caprina. En Azocar P. (Ed) Producción caprina leche, carne, pelo y piel. Editorial universitaria Santiago, Chile. 167-184 p.
- Castellaro, G. y Araya, R. 2012. Manejo de Praderas Altiplánicas: Antecedentes, descripción, evaluación y manejo.
- Catán, A., Degano C.A.M., y Larcher L. 2003. Modificaciones a la técnica microhistológica de Peña-Neira para especies forrajeras del Chaco Argentino. Quebracho. Revista de Ciencias Forestales. Diciembre N° 010. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina, pp. 71-75.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 1996. Descripción de suelos materiales y símbolos. Estudio Agroecológico Región Metropolitana. Pp 274-279. Publicación IIS. CIREN – CORFO. 425 p.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). 2007. Nutrient requirement of domesticated ruminants. Collinwood, Australia. 267p.

- Church, D. 1993. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragoza, España: Editorial Acribia. 652 p.
- Dirtl, W., Fernández F., y Venegas C. (Eds.) 2009. Manejo sostenible de praderas. Su flora y vegetación. ODEPA, Santiago, Chile. 188 p.
- Etienne, M., Caviedes, E., y Contreras D. 1979. Un nuevo enfoque en la evaluación de la productividad de las praderas. Tomo II. In: Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales (IREN). Seminario Metodología para el Desarrollo de Zonas en Desertificación, La Serena. 8 de mayo de 1978. IREN, CORFO, Santiago Chile.
- Etienne, M. y Prado, C. 1982. Descripción de la vegetación mediante la cartografía de ocupación de tierras. Conceptos y Manual de uso práctico. Universidad de Chile, UNESCO, MAB. Ciencias Agrícolas N°10. 120 p.
- García, G. y Gligo, N. 1963. Estudio de la adaptación de tres razas ovinas en la zona centro - sur (Talca a Ñuble). Boletín técnico N° 17. Facultad Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 40 p.
- García, G. 1986. Producción ovina. Facultad Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 344 p.
- Gañán, N., Hernández, Y., Aldezabal, A., Gómez, D., and García-González, R. 2002. Plant selection by large herbivores in supraforestal Pyrenean pastures. REU Technical Series FAO, 66, 86-88.
- Gastó J., Cosió, F., y Panario, D. 1993. Clasificación de Ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de Aplicación a municipios y predios rurales. Red de Pastizales Andinos. Santiago, Chile. 254 p
- Giraudó, C.G. 2011. Suplementación de ovinos y caprinos. INTA EEA Bariloche, Argentina. 53 p.
- Giraudó, C., Villar, L., Villagra, S., y Cohen, L. 2012. El nitrógeno fecal como indicador del estado nutricional de ovinos en pastoreo en la Norpatagonia. *Revista Argentina de Producción Animal*, 32:1-8.
- George, M. and Bell, M.E. 2001. Using Stage of Maturity to Predict the Quality of Annual Range Forage. Rangeland Management Series, Division of Agriculture and Natural Resources Publ. University of California, Oakland. 8019:1-7.
- Hidalgo, J. y Urra, H. 2009. Composición botánica de lá dieta consumida y conducta de pastoreo de ovinos y caprinos, sobre una pradera con agropiro (*Thinopyrum ponticum*). Tesis presentada para optar al Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 62 p.
- Holechek J.L. and Gross B. 1982. Evaluation of different calculation procedures for microhistological analysis. J. *Range Management*, 35: 721-726

- Holechek, J.L., Pieper, R.D., and Herbel, C.H. 2011. Range Management, Principles and Practices. 6th Edition. Prentice Hall, New Jersey. 444 p.
- Karmiris, I.E., and Nastis A.S. 2010. Diet overlap between small ruminants and the European hare in a Mediterranean shrubland. *Cent Eur J Biol* 5:729–737
- Kaps, M., and Lamberson, W. 2004. Biostatistics for animal science. CABI Publishing, Oxfordshire, UK. 445 p.
- Kamler, J. and Homolka, M. 2005. Faecal nitrogen: a potential indicator of red and roe deer diet quality in forest habitats. *Folia Zoolog-International Journal of Vertebrate Zoology*. 54:89-98.
- Krebs C.J. 2014. Ecological methodology. Harper Collins Publisher, New York, New York. 654 p.
- La Morgia, V., and Bassano, B. 2009. Feeding habits, forage selection, and diet overlap in Alpine chamois (*Rupicapra L.*) and domestic sheep. *Ecological Research*, 24: 1043-1050.
- Lyons, R., Machen, R., and Forbes, T. 1999. ¿Por qué cambia la calidad del forraje de los pastizales? AgriLife Extension Texas A&M System. Disponible en <http://www.co.cowlitz.wa.us/DocumentCenter/View/1333>.
- Leslie, D.M., and Starkey, E.E. 1985. Fecal indices to dietary quality of cervids in old-growth forests. *The Journal of Wildlife Management*, 49(1):142-146.
- Lopez, I. 1989. Caracterización de sitios y pastizales; determinación de condición y capacidad sustentadora. Estancia Baño nuevo, estepa fría, Coyhaique. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de agronomía. UCV. 212 pp
- Mantilla, A. 2000. Germinación y dormición de las semillas. *Fisiología vegetal*, 445-449.
- Manterola, H. 1979. Nutrición y producción ovina. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía.
- Manterola, H., Cerda, D., y Contreras, D. 1998. Estudio del nivel de proteína bruta de los componentes florísticos de la pradera anual mediterránea en diferentes estados fenológicos. En: XIII Reunión anual Sociedad Chilena Producción Animal: resúmenes. Osorno, Chile.
- Marshal, J., Krausman, P., and Bleich, V. 2005. Rainfall, Temperature, and Forage Dynamics Affect Nutritional Quality of Desert Mule Deer Forage. *Rangeland Ecology & Management*, 58:360-365.

- Mandaluniz, N., Aldezabal, A., y Oregui, L.M. 2005. Validez del Nitrógeno fecal como indicador de la calidad de dieta de ganado vacuno en pastos de montaña del país vasco. Producciones agroganaderas: gestión eficiente y conservación del medio natural (Vol. 1).
- Melvin G., Nader G., Mcdougald N., Connor, M., and Frost B. 2001. Annual range forage quality. Rangeland Management Series, Division of Agriculture and Natural Resources Publ.University of California, Oakland. 8022:1–12.
- Mellado, M., Olvera A., Quero A., and Mendoza G. 2005. Diets of Prairie Dogs, Goats, and Sheep on a Desert Rangeland. *Journal of Rangeland ecology y management*, 58:373–379.
- Miranda, C. 2014. Cuantificación de la tasa de recuperación y valor nutritivo en *Thinopyrum ponticum* sometidos a diferentes alturas y frecuencia de corte. Tesis presentada para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 21 p.
- Mysterud A., Hessen D.O., Mobæk R., Martinsen V., Mulder J., and Austrheim G. 2011. Plant quality, seasonality and sheep grazing in an alpine ecosystem. *Basic and Applied Ecology*, 12:195–206
- Osoro K., Martínez A., Oliván M., García U., y Celaya R. 2005. Manejo de los herbívoros domésticos para la biodiversificación y el desarrollo rural sostenible. Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación Del medio natural .XLV Reunión Científica de la S.E.E.P 2005 Gijón. España. 1:45-72.
- Olson, K., Murray, M., and Fuller, T. 2010. Vegetation Composition and Nutritional Quality of Forage for Gazelles in Eastern Mongolia. *Rangeland Ecology & Management* 63:593–598.
- Olsen, F. W., and Hansen, R. M. 1977. Food relations of wild free-roaming horses to livestock and big game, Red Desert, Wyoming. *Journal of Range Management*, 17-20.
- Ortega, I.M., Berger M.I., y Flores M. 1993. Manual de técnica microhistológica. 48 p. IBTA 113/Textos y Manuales 04/Rumiantes Menores (SR-CRSP) 05/ 1993. La Paz, Bolivia.
- Ovalle, C., Avendaño J., Etienne M., Muñoz M., y Serra M. 1981. Determinación del valor pastoral en praderas naturales de la zona Mediterránea subhúmeda y su relación con la carga animal. *Agricultura técnica*, 41: 221-231.
- Ovalle, C., Casado, M.A., Del Pozo, A., Aravena, T., De Miguel, J.M., Sánchez Jardon, L., Barahona, V., Acosta Gallo, B., Martín Forés, I. y Castro, I. 2015 El espinal de la región mediterránea chilena. Colección libros INIA nº 34. Centro Regional de Investigación La Cruz. La Cruz, Chile. 206 pp.

- Passera C., Dalmasso A., y Borsetto O. 1983. Método de Point Quadrat Modificado. Pp. 71-79. En: Taller de arbustos forrajeros para zonas áridas y semiáridas. 2da Ed. FAO/IADIZA. Mendoza. 107 p.
- Pianka, E. R. 1973. The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 53-74.
- Ricci, P. 2007. Consumo y digestibilidad in vivo de bovinos alimentados con heno y henolaje de agropiro. Tesis Ms Sc. UNMDP. FCA Balcarce, 82 p.
- Rodriguez, D. 1979. Influencia del momento de utilización de la pradera natural, de la zona mediterránea central de Chile, en el consumo ovino. Tesis presentada para optar al Grado de Magíster en Ciencias Agropecuaria con mención en Producción Animal. Universidad de Chile, Programa Permanente para Graduados en Ciencias Agropecuarias y Forestales. Santiago, Chile. 83 p.
- Riveros, E., Neuman E., Olivares A., Manterola H., y Ramírez R. 1978. Variaciones estacionales en el contenido de caroteno y proteína de la pradera natural y del forraje consumido por ovinos en ecosistemas semiáridos. *Avances en Producción Animal* 3: 23 -30.
- Reiné R., Barrantes O., Broca A., y Ferrer C. 2009. La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas, pp. 678. Huesca, España. SEEP.
- Rutter, S.M. 2006. Diet preference for grass and legumes in free-ranging domestic sheep and cattle: Current theory and future application. *Applied Animal Behaviour Science*, 97: 17–35.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), 2003. El pastizal de Tierra del Fuego. Guía de uso, condición actual y propuesta de seguimiento para determinación de tendencia. Gobierno de Chile. Punta Arenas, XII Región de Magallanes y Antártica Chilena, Chile.
- Santibáñez, Q.F., y Uribe M.J. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Laboratorio de Agroclimatología. Departamento de Ingeniería y Suelos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. 97 pag.
- San Miguel, A. 2008. Gramíneas de interés para la implantación de praderas y la revegetación de zonas degradadas. Ecología y pautas básicas de utilización. Departamento de Silvopascicultura Universidad Politécnica de Madrid E.T.S. Ingenieros de Montes. Madrid. España. 25 p.
- Scasta J.D., Beck J.L., and Angwin C.J. 2016. Meta-analysis of diet composition and potential conflict of wild horses with livestock and wild ungulates on western rangelands of North América. *Rangeland Ecology & Management*, 69: 310–318.

- Sierra, P., Cid M.S., Brizuela M.A., y Cendoya G. 2006. Selección de especies y consumo relativo de láminas foliares por ovinos en una pastura dominada por agropiro con dos estructuras de canopeo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Disponible en: <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/posters/6/sierra.htm>. Leído el 1 de septiembre de 2009.
- Siffredi, G., Boggio, F., Giorgetti, H., Ayesa, J., Kröpfl, A., y Alvarez, J. 2015. Guía para la evaluación de pastizales: Para las áreas ecológicas de Sierras y Mesetas Occidentales y de Monte de Patagonia Norte. Ediciones INTA, Bariloche, Argentina. 69 p.
- Simmons, P. and Ekarius, C. 2011. Guía de la cría de ovejas: reproducción, cuidados, instalaciones. Ediciones Omega. Barcelona, España. 485 p
- Segarra, F. 1980. Caracterización de la curva de crecimiento de la pradera natural, en el secano interior mediterráneo. Tesis Licenciado en Agronomía. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Escuela de Agronomía. 52 p.
- SERVICIO DE INFORMACIÓN SOBRE ALIMENTOS (SIA). Universidad de Córdoba
Disponible en: <http://www.uco.es/sia/paginas.php?pagina=index>. Leído el 25 de octubre de 2016.
- Squires, V. 1982. Dietary Overlap between Sheep, Cattle, and Goats When Grazing in Common. *Journal of Range Management*, 35:116-119.
- Squella, F. 1992. The ecological significance of seed size in Mediterranean annual pasture legumes. 466 p (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis. The University of Australia, South Australia, Adelaide, Australia).
- Squella, F. 2000. Recursos forrajeros para el secano Mediterráneo Central de Chile. p. 5-92. In: C. Crempien (ed.) Curso de Producción Ovina. Serie Actas No 5. Centro Experimental Hidango (INIA), Santiago, Chile.
- Smith, R.L. and Smith T.M. 2008. Ecología, 6a ed. Addison Wesley Longman, Inc. Pearson Education. Madrid, España. 776 p.
- Soto. 1996. Forrajes suplementarios de invierno y verano. Pp 111. In: RUIZ (1996). Praderas para Chile. N° 734 pag.
- Sparks, D.R., and Malechek J.C. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *Journal of Range Management*, 21:264-265.
- Vázquez de Aldana B.R., García-Ciudad A., y García-Criado B. 2009 Relación entre compuestos fenólicos y calidad nutritiva en especies pratenses. En: Reiné R. et al. (Ed.) La multifuncionalidad de los pastos: producción ganadera sostenible y gestión de los ecosistemas, pp. 273-278. Huesca, España. SEEP.

- Vera, R., Aguilar, C., Toro, P., Squella, F., and Perez, P. 2013. Performance of lambs grazing an annual Mediterranean pasture or fed supplements based on olive oil cake or maize and its influence on system outputs. *Animal Production Science*, 53: 516–522.
- Wang C.J., Tas, B.M., Glindemann, T., Rave, G., Schmidt, L., Weißbach, F., y Susenbeth, A. 2009. Fecal crude protein content as an estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 149: 199–208
- Wang, L., Wang, D.L., Liu, J.S., Huang, Y., and Hodgkinson K.C. 2011. Diet selection variation of a large herbivore in a feeding experiment with increasing species numbers and different plant functional group combinations. *Acta Oecologica*, 37:263–268.

**CAPÍTULO IV: PARÁMETROS SANGUÍNEOS DE BORREGAS SUFFOLK
DOWN Y MERINO PRECOZ Y SU RELACIÓN CON EL CAMBIO DE PESO
VIVO Y CONDICIÓN CORPORAL EN PASTIZALES DE SECANO
SEMIÁRIDO DE CHILE.**

RESUMEN

Fueron evaluados el cambio de peso vivo (Δ PV, g día⁻¹), condición corporal (Δ CC, 1-5), concentración sérica de proteínas totales (PT, g mL⁻¹), albúmina (A, g mL⁻¹), triglicéridos totales (TT, g mL⁻¹) y urea (U, g mL⁻¹) en borregas en crecimiento de la raza Suffolk Down (SD) y Merino Precoz (MP).

El estudio se realizó en la sección de Rumiantes Menores y Pastizales de Secano de la Estación Experimental Germán Greve Silva, perteneciente a la Universidad de Chile, durante la temporada 2012-2013.

Los animales ingresaron al ensayo con un peso vivo promedio de $40,2 \pm 3,93$ kg y $39,52 \pm 4,61$ kg para Merino Precoz y Suffolk Down, respectivamente y con una condición corporal de $2,86 \pm 0,15$ en Merino Precoz y $2,88 \pm 0,17$ en Suffolk. Al finalizar el estudio las borregas Merino Precoz alcanzaron un peso $66,67 \pm 6,13$ con un puntaje de condición corporal de $3,93 \pm 0,17$, en tanto que las borregas Suffolk Down presentaron un peso de $66,3 \pm 5,49$ kg con una CC de $3,96 \pm 0,10$.

En cuando a las concentraciones sanguíneas de PT, A y U, estas presentaron variaciones significativas en función del mes de evaluación, lo que indicaría un efecto del contenido de nutrientes del pastizal sobre el metabolismo de los individuos independiente de la raza, puesto que no fue posible identificar diferencias entre ambas. En el caso de los TT, estos fueron distintos entre razas en el mes de agosto, lo que estaría relacionado con la capacidad de selección de la dieta en MP.

La correlación establecida entre el cambio de peso vivo y el contenido de U fue de 0,51 ($p < 0,01$) en el caso de las borregas Merino Precoz y de 0,41 ($p < 0,01$) para borregas Suffolk Down. Por su parte, la correlación entre el cambio en CC y la concentración de U fue de 0,33 ($p < 0,01$) y de 0,31 ($p < 0,01$), para Merino Precoz y Suffolk Down, respectivamente. En el caso de la correlación entre el cambio de condición corporal y los TT, MP presentó un $r = 0,26$ ($p < 0,01$), en tanto que SD no observó significancia estadística.

Palabras Claves: Proteínas Totales, Albumina, Urea.

ABSTRACT

The change in live weight (ΔPV , g day⁻¹) and body condition (ΔCC , 1-5) and serum concentration of total proteins (PT, g mL⁻¹), albumin, Total triglycerides (TT, g mL⁻¹), and urea (U, g mL⁻¹) in Suffolk Down (SD) and Merino Precoz (MP) ewes.

The study was carried out in the section of Ruminants Minor and Grasslands of the Experimental Station Germán Greve Silva, belonging to the University of Chile, during the season 2012-2013.

The animals were admitted to the trial with an average live weight of 40.2 ± 3.93 kg and 39.52 ± 4.61 kg for Merino Precoz and Suffolk Down, respectively, and with a body condition of 2.86 ± 0.15 in Merino Precoz and 2.88 ± 0.17 in Suffolk. At the end of the study Merino precoz ewes reached a weight of 66.67 ± 6.13 with a body condition score of 3.93 ± 0.17 , while the Suffolk Down ewe lambs presented a weight of $66.3 \pm 5, 49$ kg with a CC of 3.96 ± 0.10 .

When the blood concentrations of PT, A and U presented significant variations as a function of the month of evaluation, indicating an effect of the nutrient content of the pasture on the metabolism of individuals independent of the breed, since it was not Possible to identify differences between the two. In the case of TT, these were different between breeds in the month of August, which would be related to the capacity of selection of the diet in MP.

The correlation established between live weight change and U content was 0.51 ($p < 0.01$) for Merino Precoz ewes and 0.41 ($p < 0.01$) for Suffolk Down ewe lambs. The correlation between the change in CC and the U concentration was 0.33 ($p < 0.01$) and 0.31 ($p < 0.01$) for Merino Precoz and Suffolk Down, respectively. In the case of the correlation between body condition change and TT, MP presented $r = 0.26$ ($p < 0.01$), while SD did not observe statistical significance.

Key words: Total Proteins, Albumin, Urea.

INTRODUCCIÓN

La nutrición es uno de los pilares de la producción animal, siendo un aspecto determinante en el desarrollo poblacional tanto de ganado doméstico como de fauna silvestre. Una correcta evaluación del estado nutricional juega un rol fundamental en la toma de decisiones relacionadas con la suplementación o estrategias de mitigación cuando la dieta no es capaz de aportar los nutrientes necesarios, sobre todo cuando el sistema corresponde a uno del tipo extensivo, donde la ingesta de nutrientes depende directamente de la oferta del pastizal.

Una de las herramientas más utilizadas para la evaluación nutricional de los animales ha sido los perfiles metabólicos, siendo empleados desde la década de los 70 (Wittwer, 2003). Dentro de las variables incluidas en estos perfiles en rumiantes, aquellos relacionados con el metabolismo proteico serían los niveles de urea, proteínas totales y albúmina (Cruz *et al.*, 1999), en tanto que para el metabolismo energético el nivel de triglicéridos séricos sería un buen indicador (Couto, 2010).

Dichas herramientas tienen la complejidad característica de requerir personal especializado, ser de un costo considerable y necesitar manipular los individuos, por lo que el desarrollo de indicadores indirectos asociados a estos metabolitos sanguíneos sería un aporte importante en la evaluación nutricional de ganado en condiciones extensivas, donde la manipulación de los animales sea mínima (Núñez- Hernández *et al.* 1992; Kamler *et al.* 2003; Kamler *et al.* 2005).

El presente estudio tuvo como propósito encontrar relaciones matemáticas que permitan predecir los niveles sanguíneos de urea, proteínas totales, albúmina y triglicéridos totales a través del ΔPV y ΔCC .

HIPÓTESIS

Existe correlación entre los indicadores bioquímicos sanguíneos urea, proteínas totales, albúmina, triglicéridos totales y los cambios de peso vivo y condición corporal en borregas de raza Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD).

OBJETIVOS

Determinar un perfil de indicadores bioquímicos sanguíneos (urea, proteínas totales, albúmina, triglicéridos totales), en borregas MP y SD, durante 9 meses.

Determinar un perfil de peso vivo y de condición corporal de borregas MP y SD, durante 9 meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se realizó en la sección Rumiantes Menores y Pastizales de Secano de la Estación Experimental Germán Greve Silva (33° 28' Lat. S.; 70° 51' Long. O.; 470 m.s.n.m.), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de Maipú, Región Metropolitana, Chile.

El clima predominante en el área de estudio es del tipo mediterráneo, cuyo régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían en promedio, entre una máxima del mes de enero de 28,2° C y una mínima del mes de julio de 4,4° C. El periodo libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 11 heladas por año (Santibáñez y Uribe, 1990).

El régimen pluviométrico del sector, el cual determina en una alta proporción la productividad del pastizal, se caracteriza por la alta variabilidad. Al analizar una serie histórica de 56 años (1958-2015)⁶, se indica un promedio de 305,5 mm año⁻¹, monto que se concentra en un 95% entre los meses de abril y septiembre.

Los suelos del sector pertenecen a las Series Pudahuel y Lo Aguirre. La serie Pudahuel, miembro de la familia de los Durixerolls, son suelos de color pardo oscuro de lomajes suaves, franco arenoso finos, cuya profundidad efectiva varía entre 35 y 70 cm. La serie de suelos Lo Aguirre pertenece a la familia Duric Haploxerolls y son suelos de color negro y pardo rojizo muy oscuro, planos y franco arcilloso (CIREN, 1996).

La superficie del área de estudio correspondió a un potrero de 27,7 ha, en donde crece un pastizal naturalizado, dominado principalmente por especies de gramíneas anuales de

⁶ Datos obtenidos de los registros pluviométricos de la Estación Experimental Germán Greve Silva.

crecimiento invernal, hierbas dicotiledóneas que fue reforzado en algunos sectores con la siembra de la especie *Phalaris aquatica* y *Thinopyrum ponticum* hace 35 años.

Selección de animales.

Fueron seleccionadas 10 borregas de la raza Merino Precoz (MP) y 10 borregas de la raza Suffolk Down (SD) de entre 8 a 10 meses de edad, con un peso vivo promedio de $40,2 \pm 3,93$ kg y $39,52 \pm 4,61$ kg para MP y SD, respectivamente, al inicio del ensayo.

Período de acostumbramiento.

Una vez que los animales ingresaron al potrero, se mantuvieron en él por un período de 15 días, con el objetivo de que los individuos reconocieran el terreno y se adecuaran al manejo diario.

Indicadores Bioquímicos sanguíneos.

El protocolo de toma de muestra de indicadores sanguíneos se basó en lo propuesto por Morton *et al.* (1993), Rudolph y Villouta (2002), Wittwer (2003), García *et al.* (2006), Núñez y Bouda (2007), Couto (2010) y Perez y Esain (2011).

Lugar de recolección de muestra sanguínea.

Las muestras de sangre fueron obtenidas desde la vena yugular de los animales, puesto que es la zona más recomendable para la extracción sanguínea en ovinos (Morton *et al.*, 1993; Rudolph y Villouta, 2002).

Antes de la obtención de la muestra de sangre, se hizo una limpieza de la zona, esquilando parte del cuello del animal y rasurando los restos de lana, de forma que la piel superficial por encima de la vena yugular quede expuesta y libre de agentes de infección y contaminación (Pérez y Esain, 2011).

Toma de muestra.

Para tomar la muestra el animal fue sujeto por un manipulador con experiencia en manejo de los animales. La vena fue localizada y extraída la sangre mediante venojet utilizando tubos con sistema de vacío (Vacutainer®) sin anticoagulante. Una vez obtenida la muestra, se mantuvo una presión suave sobre la zona de la punción, lo que impidió cualquier sangrado posterior.

Las muestras sanguíneas obtenidas fueron refrigeradas a 5°C y posteriormente transportadas al Laboratorio de Nutrición Animal para su posterior proceso.

Preparación de muestras en laboratorio.

Una vez en el laboratorio de Nutrición Animal, las muestras obtenidas fueron dejadas sin movimiento y a temperatura ambiente durante 24 horas, lo que permitió la formación

adecuada del coágulo y un buen rendimiento de la cantidad de suero extraído. Pasadas las 24 horas, fue recolectado el suero de cada uno de los tubos Vacutainer® y dispuesto en tubos Eppendorf de 2 ml.

Dichos tubos fueron centrifugados a 3000 rpm durante 10 minutos, mejorando de esta forma la calidad de la muestra por posibles hemólisis de estas. El sobrenadante resultante fue depositado en 3 tubos Eppendorf de 2 ml para disponer de contra muestras de ser necesario. Todas las muestras así obtenidas fueron congeladas a -20°C para su posterior análisis.

Análisis de muestras sanguíneas

Los parámetros sanguíneos analizados fueron Proteínas Totales (PT), Albumina (A), Triglicéridos Totales (TT) y Urea (U), cuya concentración sérica fue medida utilizando analizador clínico Metrolab 2300, que a través de espectrofotometría, cuantifica el contenido del compuesto de interés.

Determinación del cambio de peso vivo y condición corporal.

El ensayo tuvo una duración de 9 meses (mayo 2012 a enero de 2013). El día 15 y 30 de cada mes fueron medidos tanto el peso vivo como la condición corporal de cada una de las 94 borregas que formaron parte del grupo experimental. El peso vivo fue medido con el uso de una balanza mecánica para ovinos con precisión de 0,5 kg. Al momento de efectuada la medición los animales se encontraban destarados. En cuanto a la condición corporal, esta fue determinada paralelamente al peso vivo, utilizando la escala propuesta por Thompson, J. y H. Meyer. (1994) y SCA. (2007), con un puntaje de 1 a 5.

Cambio de peso (ΔPV) y de condición corporal (ΔCC) en las borregas.

Las tasas de ΔPV (g día^{-1}) y ΔCC (1-5) para cada raza fueron calculadas utilizando la derivada de primer orden de las ecuaciones de regresión múltiple establecidas entre el PV y la CC respecto del tiempo transcurrido desde el inicio del ensayo.

Diseño experimental y análisis estadístico.

Las concentraciones de proteínas totales, albúmina, triglicéridos totales y urea en el suero de los ovinos fueron analizados mediante análisis de varianza usando un modelo para medias repetidas, verificando previamente sus supuestos (independencia de los errores; normalidad de los datos y homogeneidad de varianza). El programa estadístico utilizado fue SAS® (Statistics Analysis System), y cuando existieron diferencias atribuidas al mes de evaluación y/o a raza de las borregas, estas fueron evaluadas mediante una prueba de comparación múltiple (Duncan) al 95%.

El cambio de peso vivo y de condición corporal fue evaluado mediante la estimación de las rectas de regresión que se realizó mediante un método de mínimos cuadrados (Steel y Torrie, 1985). Las funciones de regresión obtenidas para ambas razas fueron sometidas a test de paralelismo (Cumsille, 1995) basado en las prueba de hipótesis bilateral tipo t de Studet para identificar diferencias significativas entre sus coeficientes.

Paralelamente fueron calculadas las correlaciones ordinales de Spearman (Kaps y Lamberson, 2004), para establecer el grado de asociación entre las variables evaluadas (cambio de peso vivo, condición corporal y contenido de NF), utilizando una significancia de 95%.

RESULTADOS

Parámetros Bioquímicos Sanguíneos.

Las PT presentaron diferencias estadísticamente significativa respecto del mes de evaluación ($P=0,0001$), no existiendo un efecto de la raza ($P=0,3079$). En los meses de agosto, noviembre, diciembre y enero se presentaron las mayores concentraciones de PT, contrario a lo ocurrido con los meses mayo, junio, julio, septiembre y octubre (Figura 22a).

Al igual que en el caso de las PT, la A presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar el efecto mes de evaluación ($P=0,0123$). El mes de enero fue el que presentó mayor cantidad de A en sangre, con un valor promedio de $4,97\pm 0,47$ g dL⁻¹, en tanto que el mes de julio mostró la menor concentración de este compuesto, del orden de $3,66\pm 1,03$ g dL⁻¹ (Figura 22b).

Los TT presentaron diferencias estadísticamente significativas para la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0083$). En el mes de agosto las razas presentaron diferencias, donde MP tuvo una mayor concentración de TT sanguíneos en comparación con SD (Figura 22c).

Respecto de U sanguínea, solo se presentaron diferencias estadísticamente significativas atribuidas al efecto del mes de evaluación ($P=0,0001$), siendo su concentración mayor durante los meses de julio y agosto valores de $66,05\pm 11,4$ y $72,97\pm 9,7$ mg dL⁻¹, respectivamente (Figura 22d).

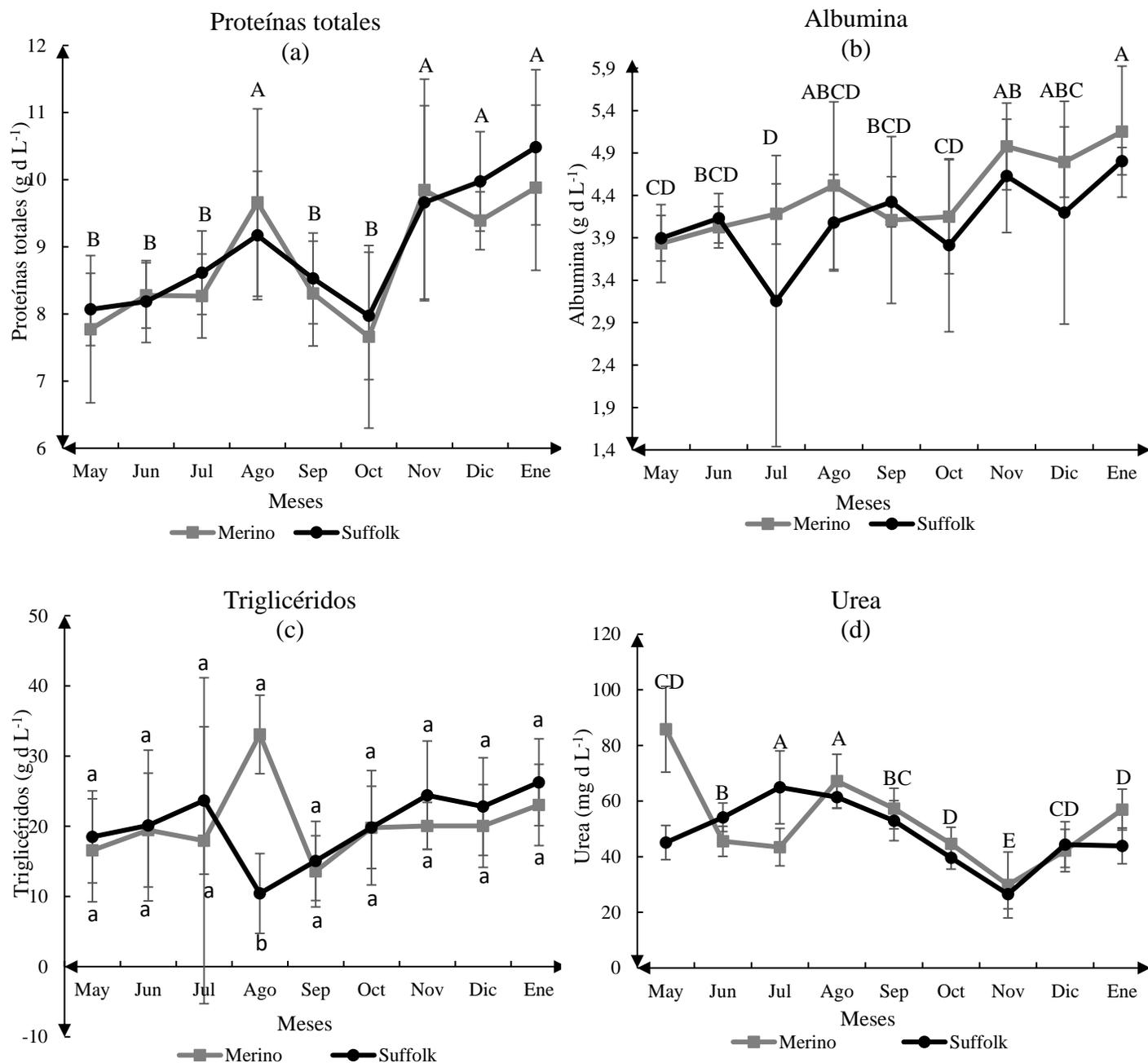


Figura 22. Evolución de Proteínas totales (a); Albumina (b); Triglicéridos (c) y Urea (d) para borregas Merino Precoz y Borregas Suffolk Down en función del tiempo. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras mayúsculas indican diferencia significativa entre meses y minúsculas diferencias entre la interacción raza x mes.

Peso vivo (PV)

En la Figura 1 se presenta la evolución del PV en función de los días desde el inicio del ensayo, para las borregas MP y SD, durante todo el periodo experimental.

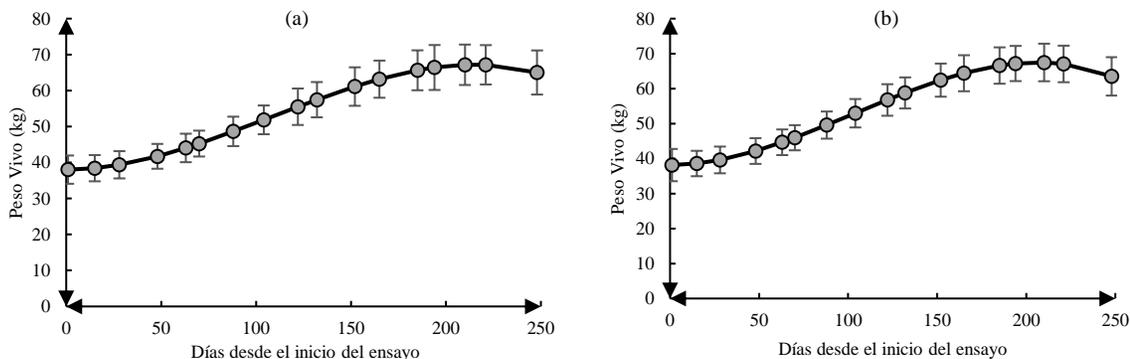


Figura 23. Evolución del peso vivo en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoz y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar.

La expresión matemática que describe las curvas presentadas en la Figura 23 fue del tipo polinómica de grado tres, cuyos parámetros se presentan en el Cuadro 8. Ambas curvas fueron significativas al igual que sus coeficientes ($P < 0,01$), presentando un R^2 mayor a 0,8.

Cuadro 8. Ecuaciones de regresión polinómica entre el peso vivo (kg) y los días desde el inicio del ensayo (t), en borregas Merino Precoz y Suffolk Down.

Ecuación	Raza	a	b	c	n	R^2	Error estándar (kg)	Valor P
$a + b \cdot t^2 + c \cdot t^3$	Merino Precoz	38,03	$1,89 \cdot 10^{-3}$	$-5,84 \cdot 10^{-6}$	792	0,83	4,91	$<0,01$
	Suffolk Down	38,14	$2,06 \cdot 10^{-3}$	$-6,65 \cdot 10^{-6}$	783	0,84	4,73	$<0,01$

Al someter cada uno de los parámetros de las ecuaciones a una prueba de comparación t Student, no se encontraron diferencias significativas entre ellas ($P > 0,05$).

A través de la derivada de las ecuaciones de regresión múltiple presentadas en el Cuadro 8 se obtuvieron las tasas de cambio de peso (ΔW , g día⁻¹) para cada raza evaluada, en función de los días desde el inicio del ensayo (t). En el caso de las borregas MP, la tasa de cambio de peso vivo fue descrita a través de la ecuación $\Delta W = 3,774 \cdot t - 1,751 \cdot 10^{-2} \cdot t^2$, en tanto que para las borregas SD, dicha ecuación fue $\Delta W = 4,124 \cdot t - 1,996 \cdot 10^{-2} \cdot t^2$ (Figura 24).

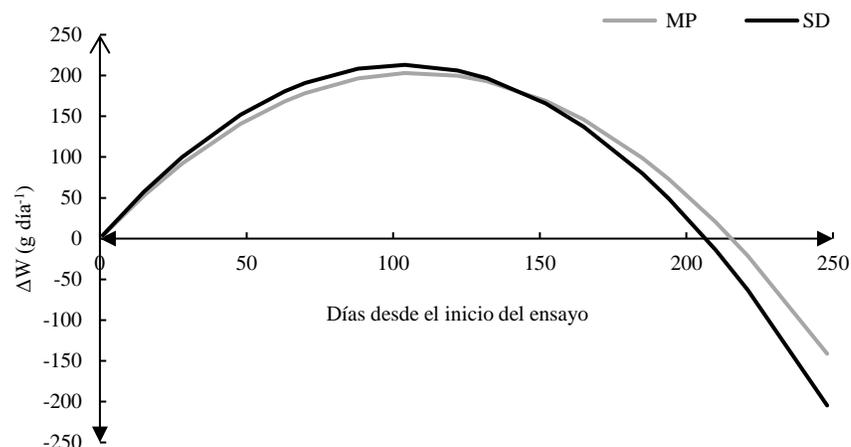


Figura 24. Tasa de cambio de peso vivo (ΔW , g día^{-1}) para borregas Merino Precoc (MP) y Suffolk Down (SD) en función de los días desde el inicio del ensayo.

Condición corporal (CC)

La evolución de la CC en función de los días desde el inicio del ensayo para ambas razas de borregas, se presenta en la Figura 25.

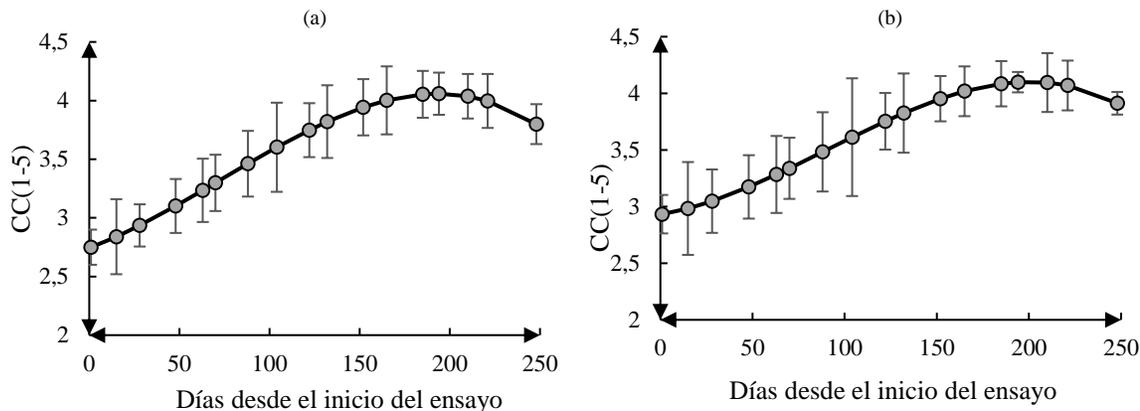


Figura 25. Evolución de la condición corporal (CC) en función de los días desde el inicio del ensayo, para (a) borregas Merino Precoc y (b) borregas Suffolk Down. Barras de error por sobre y bajo el promedio, indican una desviación estándar.

Al igual que en el caso del peso vivo, la expresión matemática que describe las curvas presentadas en la Figura 3 fue del tipo polinómica de grado tres, cuyos parámetros se presentan en el Cuadro 9. Ambas curvas fueron significativas, al igual que sus coeficientes ($P < 0,01$) y en este caso el R^2 fue mayor a 0,65.

Cuadro 9. Ecuaciones de regresión polinómica entre la Condición Corporal (puntaje 1-5) y el tiempo (días) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down en crecimiento.

Ecuación	Raza	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>n</i>	R ²	Error estándar	Valor <i>P</i>
$a+b\cdot t+c\cdot t^2-d\cdot t^3$	Merino Precoz	2,74	$5,70\cdot 10^{-3}$	$4,64\cdot 10^{-6}$	$-2,11\cdot 10^{-7}$	792	0,72	0,21	<0,01
	Suffolk Down	2,93	$2,68\cdot 10^{-3}$	$6,01\cdot 10^{-5}$	$-2,24\cdot 10^{-7}$	783	0,65	0,30	<0,01

Las ecuaciones anteriores presentaron diferencias estadísticamente significativas entre razas, al comparar cada parámetro de la ecuación mediante una prueba de comparación *t* Student (1%), siendo *a* y *c* los coeficientes que presentaron diferencias.

Las tasas de cambio de CC (Δ CC, puntos día⁻¹) en función de los días desde el inicio del ensayo (*t*), para cada raza fueron calculadas utilizando la derivada de primer orden de las ecuaciones de regresión múltiple indicadas en el Cuadro 2. La tasa de cambios de CC de borregas MP fue Δ CC = $5,703\cdot 10^{-3} + 9,276\cdot 10^{-5}\cdot t - 6,315\cdot 10^{-7}\cdot t^2$, y para borregas SD dicha ecuación fue Δ CC = $2,680\cdot 10^{-3} + 1,212\cdot 10^{-4}\cdot t - 6,705\cdot 10^{-7}\cdot t^2$ (Figura 26).

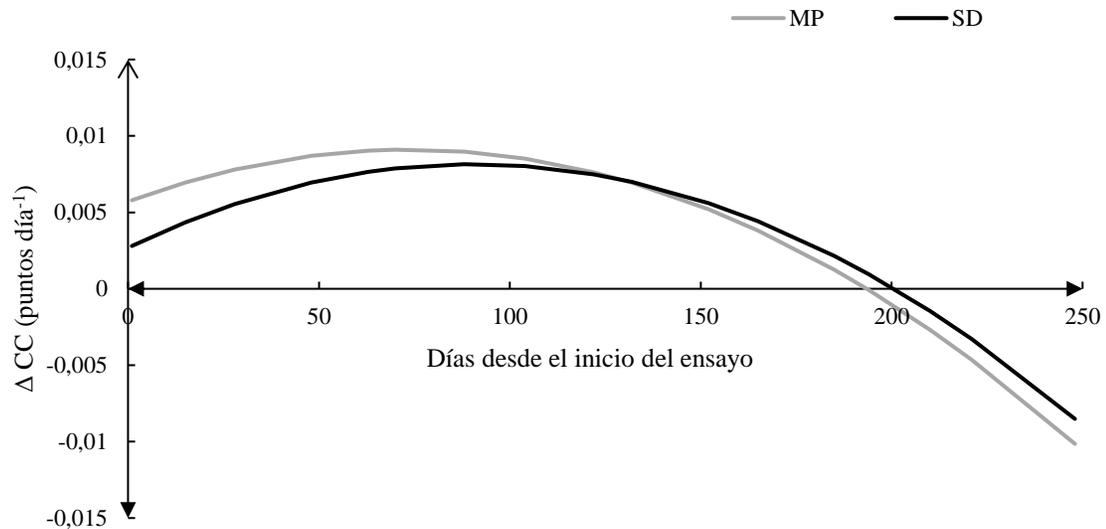


Figura 26. Tasa de cambio de Condición Corporal (Δ CC, puntos día⁻¹) para borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD), en función de los días desde el inicio del ensayo.

Relación entre el cambio de peso vivo (ΔPV) y la condición corporal (ΔCC) con indicadores bioquímicos sanguíneos.

Las correlaciones encontradas entre el cambio de peso vivo y la condición corporal respecto de los indicadores bioquímicos sanguíneos para borregas MP y SD, fue estadísticamente significativa ($p < 0,05$) para ambos parámetros (Cuadro 10).

Cuadro 10. Correlación entre cambio de peso vivo (ΔPV), la condición corporal (ΔCC) y los indicadores bioquímicos sanguíneos (urea, proteínas totales, albúmina, triglicéridos totales) en borregas de raza Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD) desde Mayo/ 2012 a Enero/ 2013.

	Raza	Proteínas Totales	Albúmina	Urea	Triglicéridos
Cambio Peso Vivo (gr día ⁻¹)	Merino Precoz	0,03 ^{ns} (n= 88)	0,1 ^{ns} (n= 88)	0,51** (n= 88)	-0,09 ^{ns} (n= 88)
	Suffolk Down	-0,13 ^{ns} (n= 90)	-0,10 ^{ns} (n= 90)	0,41** (n= 90)	-0,17 ^{ns} (n= 90)
Cambio Condición Corporal	Merino Precoz	-0,06 ^{ns} (n= 88)	-0,07 ^{ns} (n= 88)	0,33** (n= 88)	0,26** (n= 88)
	Suffolk Down	0,18 ^{ns} (n= 90)	0,04 ^{ns} (n= 90)	0,31** (n= 90)	-0,13 ^{ns} (n= 90)

**P<0,01; *P<0,05; ns: no significativo

Debido a que ambas razas presentaron significancia en las correlaciones establecidas, se procedió a asociar los parámetros a través de ecuaciones de regresión, que se presentan en el Cuadro 11, las que resultaron todas estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 11. Ecuaciones de regresión múltiple entre el cambio de peso vivo (ΔPV), la condición corporal (ΔCC) e indicadores bioquímicos sanguíneos (urea y triglicéridos) en borregas Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD).

Ecuación	Raza	a	b	Variable	n	R ²	Error estándar	Valor P
	Merino Precoz	-104,95	3,73	Urea	88	16,80	146,72	P<0,01
	Suffolk Down	-96,04	3,87	Urea				
a+b·NF	Merino Precoz	-0,014	3,15x10 ⁻⁴	Urea	88	14,37	0,014	P<0,01
	Suffolk Down	-0,015	3,07 x10 ⁻⁴	Urea				
	Merino Precoz	-7,88 x10 ⁻³	5,37 x10 ⁻⁴	Triglicéridos	87	9,19	0,014	P<0,01

La representación gráfica de las ecuaciones de regresión informadas en el Cuadro 11, se observan en la Figura 27.

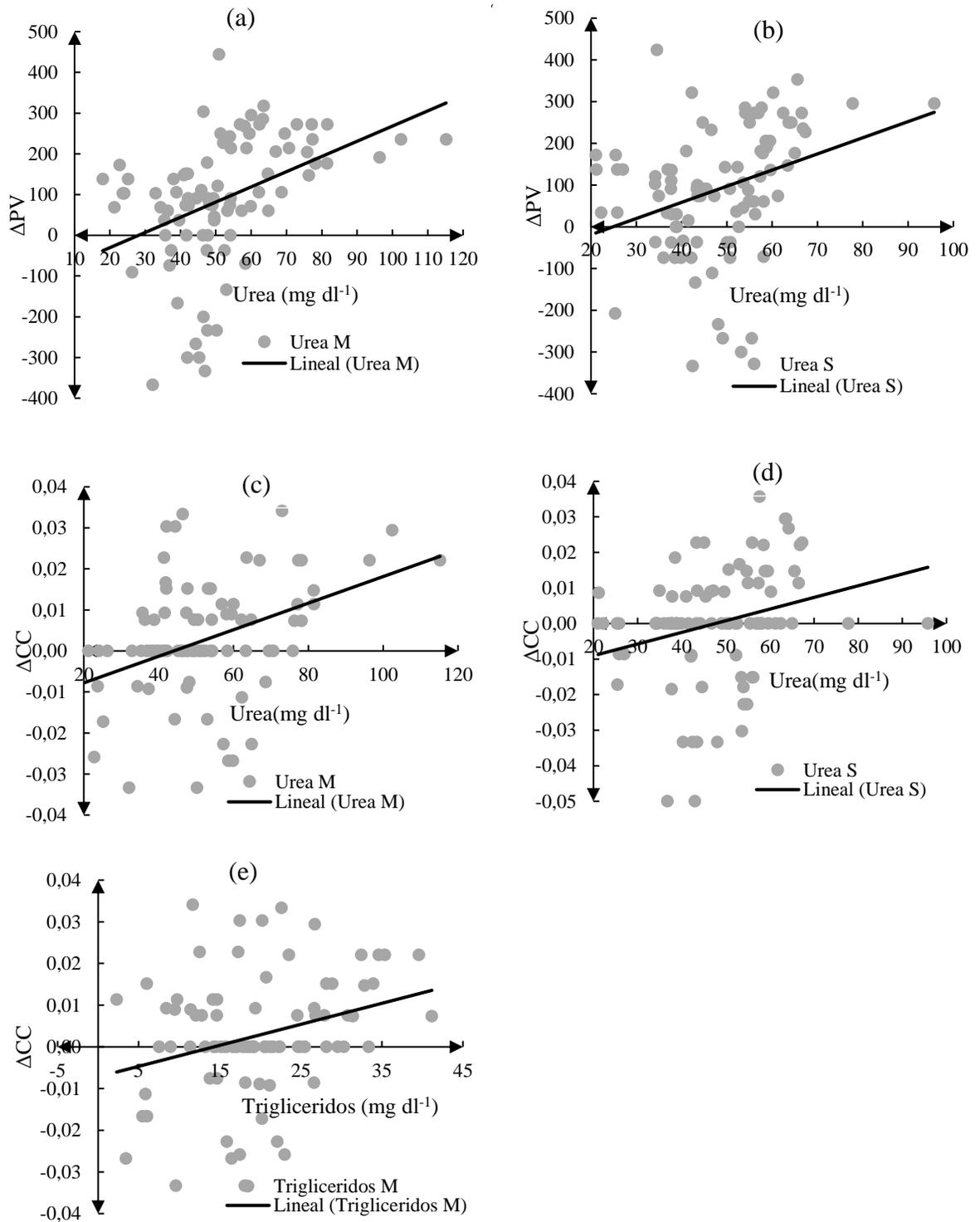


Figura 27. Gráficos de regresión entre cambio de peso vivo (ΔPV) Urea para (a) borregas Merino Precoz, (b) borregas Suffolk Down; y gráficos de regresión entre cambio en condición corporal (ΔCC) y Urea para borregas Merino Precoz (c) y (d) borregas Suffolk Down, (e) gráficos de regresión entre cambio en condición corporal (ΔCC) y Triglicéridos para borregas Merino Precoz

DISCUSIÓN.

Parámetros Bioquímicos Sanguíneos.

Proteínas Totales (PT)

Los valores medios de PT considerados por diferentes autores para la especie ovina (distintas razas, diferentes edades y categorías etarias), presentan un rango que va desde los 5,2 a los 9,7 g dL⁻¹, con un promedio 7,0 g dL⁻¹ (Fubini *et al.*, 1991; Pieragostini *et al.*, 1991; Alonso *et al.*, 1997; Torio, 1998; Allen y Borkowski, 1999; Radostits *et al.*, 2002; Martin y Aitken, 2002; Brito *et al.*, 2006; Yokus *et al.*, 2006; Antón y Mayayo, 2007; Sandoval *et al.*, 2007; Avellanet *et al.*, 2007; Rios *et al.*, 2007; Lephherd *et al.*, 2009; Di mauro, 2009; Couto, 2010; Maza *et al.*, 2011; Simpraga *et al.*, 2013; Antunovic *et al.*, 2014; Durak *et al.*, 2015; Dubreuil *et al.*, 2016). En este estudio, la concentración de PT promedio fue de 8,87 g dL⁻¹, con un rango de entre 7,65 a 10,48 g dL⁻¹. En el caso de las borregas SD, la concentración de PT varió entre 7,91-10,48 g dL⁻¹, con una media de 8,96 g dL⁻¹, mientras que en MP, el promedio fue de 8,78 g dL⁻¹, con un rango de entre 7,65 y 9,88 g dL⁻¹.

Las PT en sangre cumplen una serie de funciones relacionadas con la coagulación, metabolismo del agua, además interviene en la mantención de la presión osmótica en la sangre, son agentes de solubilización y transportan distintas sustancias (Grass, 1983; Duncan y Prasse's, 2005). Dichas proteínas se encuentran compuestas por albúmina, globulina y fibrinógeno (Ganong, 2014), y cuyas concentraciones pueden ser modificadas por factores ambientales, nutricionales, la edad de los animales y cambios hormonales, entre otros (Rottshild, 1988).

La alta concentración sanguínea de PT durante el mes de agosto, podría explicarse debido a la alta ingesta de proteínas provenientes del pastizal. En este periodo, la concentración de proteína bruta del recurso forrajero deriva en un aporte importante de aminoácidos hacia el animal, lo que se reflejaría en un aumento de PT en el suero para almacenar dichos compuestos (Couto, 2010). En general, las PT constituyen un medio de transporte para las proteínas derivadas de la dieta (Ganong, 2014), que en este caso corresponde a los aminoácidos absorbidos que derivan de los cuerpos bacterianos o de los aminoácidos *by pass* provenientes de las proteínas que forman parte del tejido vegetal ingerido (NRC, 2007).

Paralelamente, el incremento en la concentración de PT durante los meses de noviembre, diciembre y enero, podría deberse a dos factores. Uno de ellos sería la deshidratación que presentarían los animales en este tipo de sistemas durante el periodo seco, puesto que esta condición provocaría efectos tisulares (Descomposición de las grasas, carbohidratos y por ultimo proteínas) aumentando las PT y el contenido de urea en sangre (Radotis *et al.*, 2002; Yokus *et al.*, 2006). Por otro lado, como las borregas de este estudio correspondieron a animales en crecimiento, hay autores que indican que la cantidad de proteína total varía en

función de la edad dado los procesos de formación y degradación de proteína (Arruda, 2006; Kaneko, 2008 y Dubreuil et al., 2016). Al respecto, Alonso (1986), reporta que ovejas merinas primíparas presentan niveles proteicos sanguíneos más altos que ovejas adultas, lo que podría ser similar a lo que se observó en el presente ensayo, puesto que se trata de ovinos en pleno proceso de crecimiento, donde la concentración de PT debiese ir incrementándose paulatinamente en el tiempo en función de sus tasa de crecimiento.

Albumina(A)

Los valores medios de albumina, considerados por diferentes autores para la especie ovina (distintas razas, diferentes edades y categorías etarias), presentan un rango entre 1,1-8,2 g dL⁻¹, con un promedio 3,4 g/dL⁻¹ (Fubini *et al.*, 1991; Pieragostini *et al.*, 1991; Torio, 1998; Allen y Borkowski, 1999; Radostits *et al.*, 2002; Martin y Aitken, 2002; Brito *et al.*, 2006; Yokus *et al.*, 2006; Antón y Mayayo, 2007; Sandoval *et al.*, 2007; Avellanet *et al.*, 2007; Rios *et al.*, 2007; Lephherd *et al.*, 2009; Couto, 2010; Maza *et al.*, 2011; Simpraga *et al.*, 2013; Antunovic *et al.*, 2014; Durak *et al.*, 2015; Dubreuil *et al.*, 2016).

En promedio la A alcanzó los 4,26 g dL⁻¹, con una variación entre 3,15 y 4,26 g dL⁻¹. Dicho rango fue de 3,15 a 4,80 g dL⁻¹ en las borregas SD, con una media de 4,11 g dL⁻¹, en tanto que en MP, el promedio de la A fue de 4,41 g dL⁻¹, con variaciones entre 3,83 y 5,15 g dL⁻¹. Las diferencias encontradas solo fueron atribuidas al mes de evaluación, donde el mes de junio fue el más bajo, a partir del cual fue aumentado paulatinamente hasta llegar al máximo en el mes de enero. Este comportamiento sigue un patrón similar al de las PT, puesto que alrededor del 50% de las PT corresponden a A (Ussa y Salgado, 2009; Burtis y Ashwood, 2008).

Eckersall (2008) plantea que la albumina es una importante reserva para ser utilizada en periodos de deficiencia nutricional, lo que explicaría su aumento hacia los meses de verano cuando la cantidad de nutrientes y en especial de proteína, que son ofrecidos por el pastizal disminuyen en función de su estado fenológico, obligando posiblemente a la movilización de reservas desde los tejidos corporales (Couto, 2010). Ahora bien, Ussa y Salgado (2009) plantean que la albumina tiende a disminuir cuando los animales se enfrentan a una dieta baja en proteínas, sin embargo, como se trata de animales en periodo de pleno crecimiento, dicho comportamiento podría verse modificado considerando que la A también es un importante transportador bilirrubina, ácidos grasos y minerales (Torio, 1998) y sus concentraciones pueden variar en función de la edad y cambios hormonales (Schalm *et al.*, 1981; Rottshild *et al.*, 1988).

Triglicéridos totales (TT)

La concentración de triglicéridos totales en suero sanguíneo de ovinos van desde los 20,55 a los 70,06 g dL⁻¹, con un promedio 40,34 g dL⁻¹, lo anterior considerando distintas razas, edades y categorías etarias (Jenkins *et al.*, 1982; Hallford y Sanson, 1983; Kaneko, 1989; Desco *et al.*, 1989; Torio, 1998; Martin y Aitken, 2002; Yokus *et al.*, 2006; Avellanet *et al.*, 2007; Couto, 2010; Durak *et al.*, 2015).

En este caso, la concentración de TT fue desde los 10,42 a los 33,07 g dL⁻¹, con un promedio de 20,25 g dL⁻¹. Las borregas SD tuvieron una variación de entre 10,42 y 26,27 g dL⁻¹, con una media de 20,12 g dL⁻¹, en tanto que en MP se observó un rango de 13,57-33,07 g dL⁻¹, promediando 20,39 g dL⁻¹.

La concentración de TT fue estable durante el periodo de ensayo, no presentando variaciones importantes en función del tiempo.

La diferencia asociada a las razas observada en el mes de agosto, donde MP tiene mayor concentración de TT en comparación a SD, podría deberse a la mayor adaptación de MP a las condiciones agroecológicas del pastizal de clima mediterráneo, posiblemente seleccionado especies vegetales que le aporten mayor contenido de lípidos o sustancias precursoras de ácidos grasos volátiles asociados a la formación de compuestos grasos dentro del organismo que se ve reflejado a nivel sanguíneo (Kolb, 1987; Couto, 2010). Velasco (2004) indica que la falta de proteína y energía es uno de los responsables del aumento de TT en la sangre de ovinos, situación que no habría ocurrido en este estudio, considerando el alto contenido de PT en sangre y la concentración de NF por sobre el 1,8%.

Urea (U)

Los valores medios de urea, considerados por diferentes autores para la especie ovina (distintas razas, diferentes edades y categorías etarias), presentan un rango entre los 22 a 96,5 mg dL⁻¹, con un promedio 46,03 mg dL⁻¹ (Torio, 1998; Allen y Borkowski, 1999; Cruz *et al.*, 1999; Radostits *et al.*, 2002; Martin y Aitken, 2002; Yokus *et al.*, 2006; Antón y Mayayo, 2007; Avellanet *et al.*, 2007; Rios *et al.*, 2007; Lopherd *et al.*, 2009; Di mauro 2009; Couto, 2010; Maza *et al.*, 2011; Simpraga *et al.*, 2013; Antunovic *et al.*, 2014;Gallardo *et al.*, 2014; Durak *et al.*, 2015).

En promedio, la U fue de 50,36 mg dL⁻¹ con un rango de entre 26,50 y 85,81 mg dL⁻¹. En este caso, SD presentó variaciones de 26,50 a 64,93 mg dL⁻¹, con una media de 48,10 mg dL⁻¹, en tanto que la de MP fue de 52,55 mg dL⁻¹, y con un rango de 29,83 a 85,81 mg dL⁻¹. Las variaciones en este compuesto sanguíneo estuvieron relacionadas con el mes de evaluación, donde en los meses de julio y agosto se observan los mayores valores. Esto podría ser explicado por el aumento en la cantidad de proteína altamente degradable en el pastizal en este periodo del ensayo. Este contenido de proteína, al ser degradado en el rumen, sobrepasa la capacidad de absorción en forma de proteína microbiana, quedando nitrógeno en forma de amoníaco en exceso que es absorbido por la pared ruminal y llevado al hígado para transformarlo a urea, reciclarlo al rumen vía saliva y expulsarlo del organismo a través de la orina (Folman *et al* 1981; Couto 2010 y Noro *et al.*, 2012), el que es identificado en el torrente sanguíneo de los animales durante ambos meses.

En noviembre, final del periodo reproductivo, se registró la menor concentración de urea plasmática, que estaría relacionado, al igual que en el caso anterior, a la cantidad de nitrógeno derivado de la fermentación ruminal (Kolb, 1987).

La disminución paulatina de la U sanguínea entre mayo y noviembre sería un reflejo de la sincronía entre el contenido de proteína degradable del pastizal y el contenido de carbohidratos del mismo, lo que permite la formación óptima de proteína microbial, sin grandes pérdidas de N en forma de amoníaco hacia el torrente sanguíneo (Hristov *et al.*, 2004).

El aumento de la U hacia los meses de diciembre y enero, podría ser atribuido al proceso de desanimación derivado del déficit proteico del pastizal (kaneko., *et al* 2008). Por otro lado, Radotis *et al.* (2002) y Yokus *et al.* (2006) indican que algún grado de deshidratación en los animales aumenta la concentración de U en sangre, situación que podría estar sucediendo considerando las condiciones ambientales imperantes en esta época del año, al margen que algunos autores mencionan que la U en sangre aumenta con la edad de los animales (Jenkins *et al.* 1982), efecto que podría también explicar los valores observados.

Peso vivo (PV) y Condición corporal (CC)

Tanto el PV como la CC fueron aumentando de forma sostenida en el tiempo, hasta llegar a un *plateau*, para después disminuir. Este comportamiento guardaría directa relación con la fenología, producción de materia seca y capacidad de carga del pastizal en uso (5,9 DSE) (Castellaro, 2010). En países de clima templado, donde los animales consumen pastizales naturales durante todo el año, las variaciones estacionales en la cantidad y calidad de los pastos modifican las ganancias de peso a lo largo del año (Quintans, 2008; Blumer *et al.* 2015), pudiendo incluso dar origen a periodos de subnutrición, cuyo impacto depende del estado fisiológico y la condición corporal del animal (Blanc *et al.*, 2006).

En promedio, considerando todo el periodo de evaluación, las borregas MP presentaron ganancias del orden de 104,2 g día⁻¹, siendo máximas en el mes agosto (203,0 g día⁻¹) y observando pérdidas de peso cercanas a los 141,2 g día⁻¹ a partir del mes de diciembre (día 221, desde el inicio del ensayo). En caso de borregas SD, la ganancia promedio fue de 97,57 g día⁻¹, cuyo valor máximo fue también en agosto (213,1 g día⁻¹), en tanto, las pérdidas de peso comenzaron en noviembre (día 210, desde el inicio del ensayo) las que fueron cercanas a los 204,7 g día⁻¹. Al margen de ello, las ecuaciones que describen este comportamiento fueron iguales.

En relación a estos resultados, merece mencionar que son pocos los estudios que han buscado describir las tasas de crecimiento en borregas en pastoreo, puesto que la gran parte de los ensayos publicados se concentran en el análisis de la evolución del peso vivo en individuos desde el destete hasta su sacrificio (Valencia, 2008; Castellaro *et al.* 2016a), a pesar de la importancia que tiene la cría de borregas para mantener o aumentar el número de vientres que producen corderos dentro del sistema (productividad vital del vientre) y la producción total de la explotación (Kenyon *et al.*, 2006; Morel *et al.*, 2010; Young *et al.*, 2011). Dove (2010), indica que la mayoría de los sistemas de crianza de borregas en el mundo se basa en la utilización de pastizales, de donde obtienen los nutrientes para suplir los requerimientos diarios, al margen de que estos sistemas presentan ganancias más lentas pero a menores costos (Awgichew, 2000).

Algunos datos de referencia de ganancias de peso vivo en condiciones extensivas pero con ovejas cruza de raza Gallega y Castellana, son 41,5 g día⁻¹ como promedio anual (Celaya *et al.*, 2007). García *et al.* (2015), trabajando con oveja Gallega post destete sobre un pastizal de la zona Asturiana (España), indica ganancias de 25 g día⁻¹. Otro antecedente, pero con crianza de borregas West African en sistemas extensivos de Venezuela, es el de Dickson–Urdaneta *et al.* (2004), quienes observaron valores de 69 g día⁻¹. Antecedentes más cercanos a las condiciones de este ensayo, es el presentado por Adams *et al.* (2002) con Merinos Australiano del tipo Peppin y Occidental, con ganancias de 78 y 75 g día⁻¹, respectivamente, en sistemas extensivos de Australia. En el secano mediterráneo árido de Chile, Meneses *et al.* (1990), reportan ganancias de peso del orden de 31 g día⁻¹ para borregas Merino Australiano pastoreando pastizales naturales.

Respecto de ganancias asociadas a la raza Suffolk Down, existen pocos datos reportados para borregas en condiciones extensivas. En corderos, Squella *et al.* (2007), reportan ganancias de 322 g día⁻¹ desde el nacimiento hasta los 3 meses en el secano costero de la zona central de Chile. En las mismas condiciones, Valencia (2008), reporta ganancia de 264 g día⁻¹. En el secano interior de la zona central de Chile, Castellaro *et al.* (2016a), indica ganancias de 232 g día⁻¹ para corderos hasta los 4 meses, mientras que en ovejas Suffolk Down, entre el inicio del encaste y el parto se reportan ganancias de 37 g día⁻¹ (García *et al.*, 2006). Gallardo *et al.* (2014), en el sur de Chile y para cordero Suffolk Down, señala ganancias de 230 g día⁻¹.

En el caso de la raza MP, al comparar las ganancias de peso estimadas en el presente estudio respecto a las reportadas para ovinos de similares características en la literatura, estas se encuentran por sobre los datos reportados. Dicha situación podría tener relación con la composición nutritiva del pastizal y su disponibilidad de materia seca. Al respecto, Ochoa⁷, indica concentraciones de energía metabolizable de 10,4±0,3 MJ kg⁻¹ y de proteína del orden de 19,8±4,8% en el mismo pastizal utilizado en este ensayo. Estos valores estarían asegurando una ingesta adecuada de energía y proteína, que serían la base de las tasas de crecimiento registradas en este estudio. Respecto de la raza SD, las ganancias son menores a las reportadas para corderos de la misma raza, puesto que estos son animales que están en plena etapa de crecimiento, por lo cual exhiben mayores tasas de crecimiento en comparación a borregas (Nicol y Brookes, 2007).

Las variaciones de la CC a través del tiempo fueron distintas entre razas. MP presentó una tasa de depósito de tejido graso mayor que SD durante los primeros 100 días de ensayo. Así también comienza a perder CC antes que SD, entre los días 194 (noviembre) y 210 (diciembre), respectivamente. Court (2010) indica que comparar cambios en la CC entre razas sería difícil puesto que la distribución del tejido graso tanto subcutáneo como interno, es diferente. Lo anterior también es explicado por Kenyon *et al.* (2014), quienes señalan que la magnitud de diferencia de peso vivo por unidad de condición de corporal difiere entre razas, dado el tamaño del cuerpo, la conformación, peso estándar de referencia de la raza y distribución de grasa en el cuerpo. De acuerdo a los datos de este ensayo, la relación de cambio entre la CC y el PV fueron similares entre razas, siendo del orden de 18,85 kg por unidad de CC, cifra que más alta a las reportadas en la literatura, donde se

⁷ Isai Ochoa, 2017. Comunicación personal. Datos sin publicar.

señalan valores entre 6,1 y 11,3 (SCA, 2007). Razas de mayor tamaño, similares a las de este ensayo, requieren mayor cantidad de energía depositada en forma de grasa para obtener una unidad adicional de condición corporal en comparación con razas más pequeñas (Freer *et al.*, 2007).

Relación entre parámetros bioquímicos sanguíneos, cambio de peso vivo y condición corporal en borregas MP y SD.

Tanto MP como SD presentaron relaciones positivas y significativas entre la urea plasmática, el cambio de peso vivo y la condición corporal. Adicionalmente, en MP se determinó una correlación positiva y significativa entre los triglicéridos totales y el cambio de condición corporal. La relaciones encontradas en este estudio presentaron valores similares a los reportados por Cruz *et al.* (1999), quienes indican coeficientes de correlación entre la urea y el Δ PV y Δ CC de 0,32 y 0,46, respetivamente.

En el caso de los resultados encontrados entre la urea plasmática y el cambio de peso vivo y condición corporal, estas relaciones podrían estar asociadas al nivel de alimentación desde el punto de vista proteico (Cruz *et al.*, 1999). Caldeira *et al.* (2007), trabajando con ovejas secas en condición corporal 4, valor similar a los registrados en este ensayo, observó un aumento de la urea sanguínea como resultado de una alta ingesta de proteína. El exceso de N que no puede ser utilizado a nivel ruminal para la síntesis de proteína, genera un aumento en el amoniaco en el rumen el que es absorbido a través de la pared del rumen y conducido por el torrente sanguíneo al hígado donde es transformado en urea para su detoxificación (Church, 1993). Esta urea es la que es determinada en sangre y es la que finalmente se excreta por la orina (Gobindram *et al.*, 2016).

La asociación entre un aumento de la U y el incremento en el Δ PV y Δ CC, estaría entonces explicado por la mayor cantidad de proteína que es absorbida por el animal en el tracto digestivo, derivada de la síntesis ruminal, y que son la base de la formación del tejido muscular que sería expresado a través del Δ PV y Δ CC (Giraudó *et al.*, 2012).

Ahora bien, es importante mencionar que un alto nivel de urea en sangre también podría estar asociado a un proceso de catabolismo de compuestos nitrogenados, como las proteínas corporales, los cuales son utilizados en el proceso de gluconeogénesis (Nozire *et al.*, 2000; Sakkien *et al.*, 2001; Caldeira *et al.*, 2007). Sin embargo, este fenómeno se daría en animales en baja condición corporal, situación contraria a la del presente estudio.

En el caso de la relación encontrada entre TT y Δ CC, Caldeira *et al.* (1991), también observó correlaciones positivas entre ambos parámetros, con un valor cercano a 0,7 para ovejas secas de la raza MP que se encontraban con una CC de 4,0, similar lo observado en este ensayo.

El aumento en el Δ CC asociado a un aumento en los TT, estaría explicado a raíz del incremento de absorción de triglicéridos a nivel de la mucosa intestinal, debido a una mayor disponibilidad de nutrientes (Caldeira *et al.*, 2007). En este caso, la cantidad de TT que se encuentran en la sangre es el resultado de la absorción de los componentes

nutritivos de la dieta a través del intestino delgado (Church *et al.*, 1987), dado que los animales se encontraron en una adecuada condición corporal.

Al igual que en el caso de la U, un aumento en los TT, también pudiese haber estado asociado a una movilización de reservas adiposas en animales que se vean enfrentados a un bajo plano nutricional (Church, 1993). Sin embargo, esta última situación es poco probable que se haya en el presente estudio, datos que los valores rangos de condición corporal medidos en los animales siempre estuvieron en puntajes más bien medios a altos (SCA, 2007).

CONCLUSIONES

El contenido de U sanguínea es un indicador que se asocia a los cambios de peso y condición corporal, tanto en borregas MP como SD.

El contenido de TT en sangre pudiese ser un indicador del cambio de condición corporal solamente en borregas MP, lo que es probablemente debido a su mayor capacidad de acumular y movilizar reservas adiposas.

Los niveles sanguíneos de PT y A son se asocian al cambio de peso y de condición corporal de las borregas evaluadas.

LITERATURA CITADA

- Adams, N.R., Blache, D., and Briegel, J.R. 2002. Feed intake, liveweight and wool growth rate in Merino sheep with different responsiveness to low-or high-quality feed. *Animal Production Science*, 42: 399-405.
- Awgichew, K. 2000. Comparative performance evaluation of Horro and Menz sheep of Ethiopia under grazing and intensive feeding conditions (Doctoral dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin).
- Alonso-Diez, A. J. 1986. Aportaciones al conocimiento de ovinos autóctonos merinos: biopatología de la gestación. Tesis Doctoral. Universidad de León. 30 p. Facultad de Veterinaria, España.
- Alonso-Diez, A.J., y Gonzalez-Montaña, J.R. 1997. Profilaxis de la paresia puerperal hipocalcémica bovina. *Med. Vet.*, 14: 611-614.
- Allen, M.J., and Borkowski, G.L. 1999. The Laboratory Small Ruminant. CRC Press. New York. 161 pp.
- Anton, J.R., and Mayayo, L.M.F. 2007. La Exploración Clínica del ganado ovino y su entorno. 1ª ed. Ed. Servet. Zaragoza. 422 pp.
- Arruda, M. 2006. Estudio de distintos parámetros hematológicos y bioquímicos en bovinos de raza Criolla Lageana del planalto catarinense – Estado de Santa Catarina, Brasil. Tesis Doctoral. Universidad de León. Facultad de Veterinaria, España.
- Antunovic, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Klapac, T., Čavar, S., Mioc, B., Klir Z., Pavic V., and Vukovic, R. 2014. Influence of dietary supplementation with selenium on blood metabolic profile and thyroid hormones activities in fattening lambs. *Pakistan Veterinary Journal*, 34: 224-228.
- Avellanet, R., Cuenca, R., Pastor, J., and Jordana, J. 2007. Parámetros hematológicos y bioquímico clínicos en la raza ovina Xisqueta. *Archivos de Zootecnia*, 56: 497-501.
- Blanc, F., Bocquier, F., Agabriel, J., D'hour, P., and Chilliard Y. 2006. Adaptive abilities of the females and sustainability of ruminant livestock systems. A review. *Animal Research*, 55: 489-510.
- Brito, M., González, F., Ribeiro, L., Campo, R., Lacerda, L., Barbosa, P., y Bergmann, G. 2006. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. *Ciência Rural*, 36: 942-948.
- Burtis, C.A., and Ashwood, E. 2008. Tietz: Fundamentos de Química Clínica. Ed. Elsevier. Brazil. 992 p.

- Blumer, S.E., Gardner, G.E., Ferguson, M.B., and Thompson, A.N. 2015. Environmental and genetic factors influence the liveweight of adult Merino and Border Leicester× Merino ewes across multiple sites and years. *Animal Production Science*, 56: 775-788.
- Castellaro, G. 2010. Determinación de la capacidad de carga en sistemas extensivos de producción caprina. En Azocar P. (Ed) Producción caprina leche, carne, pelo y piel. Editorial Universitaria Santiago, Chile. 167-184 p.
- Castellaro, G., García, X., Magofke, J.C., and Marín, G. 2016. Peso vivo y crecimiento de corderos merinos precoces, suffolk y mestizos en praderas mediterráneas semiáridas de Chile. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 32: 60-69.
- Caldeira, R.M., and Portugal, A.V. 1991. Interrelationship between body condition and metabolic status in ewes. *Small Ruminant Research*, 6: 15-24.
- Caldeira, R.M., Belo, A.T., Santos, C.C., Vazques, M.I., and Portugal, A.V. 2007. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Ruminant Research*, 68:233-241.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 1996. Descripción de suelos materiales y símbolos. Estudio Agroecológico Región Metropolitana. Pp 274-279. Publicación IIS. CIREN – CORFO.425 p.
- Celaya, R., Oliván, M., Ferreira, L.M.M., Martínez, A., García, U., and Osoro K. 2007. Comparison of grazing behaviour, dietary overlap and performance in non-lactating domestic ruminants grazing on marginal heathland areas. *Livestock Science*, 106: 271–281.
- Couto, A. 2010. Caracterización genética y perfil hematológico y bioquímico en ovinos de raza “criolla lanada serrana” del planalto serrano catarinense – Santa Catarina, Brasil. Tesis Doctoral en Veterinaria. 375 p. Universidad de León, Facultad de veterinaria Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía Veterinaria, León, España.
- Cruz-Manzano, E., García-Minié R., Miranda-Moya G., León-Álvarez, E., y Fonseca Jiménez Y. 1999. Relación entre peso vivo, condición corporal e indicadores bioquímicos de la nutrición en ovejas vacías y secas de la raza Pelibuey. *Archivos de Zootecnia*, 48:223-226.
- Court, J., Webb Ware, J., and Hides, S. (Eds.). 2010. Sheep farming for meat and wool. CSIRO Publishing. Victoria. Australia. 322 p.
- Church, D.C., Pond, W.G., & Pond, K.R. 1987. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. Limusa.
- Church, D. 1993. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragoza, España: Editorial Acribia. 652 p

- Dove, H. 2010. Balancing nutrient supply and nutrient requirements in grazing sheep. *Small Ruminant Research*, 92: 36-40.
- Dickson-Urdaneta, L., Torres-Hernández, G., Dáubeterre, R., and García, O. 2004. Crecimiento en ovinos West African bajo un sistema de pastoreo restringido en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.*, 21: 59-67
- Dimauro, C., Macciotta, N.P., Rattu, S.P., Patta, C., and Pulina, G. 2009. A bootstrap approach to estimate reference intervals of biochemical variables in sheep using reduced sample sizes. *Small Ruminant Research*, 83:34-41.
- Durak, M.H., Erkan, R.E.C., Çelik, R., Yokus, B., Kurt, D., and Gurgoze, S. 2015. The Effects of Age and Gender on Some Biochemical Serum Parameters in Zom Sheep Raised in the Vicinity of Karacadağ. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 70: 2.
- Dubreuil, P., Arsenault, J., and Belanger, D. 2016. Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. *The Veterinary Record*, 156: 636-638.
- Duncan and Prasse's, Kenneth S. 2005. Patología clínica veterinaria, 4ª edición, Multimédica ediciones veterinarias, Barcelona, España. 550 p.
- Desco, M., Cano, M.J., Duerte, J., Rodriguez, F., Fernandez-Caleya, D., Alvarez-Valdevieso, M., Antoranz, J.C., Rubio, M.A., Garcia-Barreno, P., and Del Cañizo, J.F. 1989. Blood biochemistry values of sheep (*Ovis aries ligeriensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 94: 717-719.
- Eckersall, P.D., 2008. Proteins, Proteomics, and the Dysproteinemias. In: Kaneko JJ, JW Harvey, ML Bruss (eds). *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press, San Diego, California, Pp 117-155.
- Fubini, S.L., Smith, D.F., Grohn, Y.T., Levine, S.A., and Deuel, D. M. 1991. Replacement of chloride deficit by use of 1,8% NaCl to correct experimentally induced hypochloremic metabolic alkalosis in sheep. *American journal of veterinary research*, 52: 1898-1902.
- Folman, Y., Neumark, H., Kain, M., and Kaufmann, W. 1981. Performance rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean. *Journal Dairy Science*, 64: 759-767.
- Freer, M., Dive, H., and Nolan J.V. 2007. Nutrient requirements of domesticated ruminants. Collingwood, CSIRO Publishing. Pp. 50–61.
- Gallardo, M.A., Rivero, M.J., and Faúndez, L. 2014. The grazing behavior and diet selectivity of two lamb breeds on secondary successional pastures in the Chiloe Archipelago. *Livestock Science*. 161: 69-79.
- Ganong, W. 2014. Fisiología Médica. 24ª ed. Ed. Manual Moderno. México. 768p.

- García, E., Chacón G., Moreno, B., Fernández, A., Albizu, I., y Baselga R. 2006. Toma de muestras en rumiantes. Disponible: <http://www.produccion-animal.com.ar/>. Leído: 9 de mayo 2012.
- García, X., Magofke, J.C., and Aubert, C. 2006. Comportamiento productivo del Merino Precoz y Suffolk en el secano interior de la Región Metropolitana, Chile. *Avances en Producción Animal*, 31, 35-56.
- García, U., Celaya, R., Jáuregui, B. M., and Osoro, K. 2014. Comportamiento productivo de ovinos y caprinos pastando sobre brezales-tojales previamente quemados. Producciones agroganaderas: Gestión eficiente y conservación del medio natural. XLV Reunión Científica de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos, Gijón (Asturias), 1, 213-219.
- Gras, J. 1983. Proteínas Plasmáticas. Fisicoquímica. Metabolismo, Fisiopatología y Clínica de las Proteínas Extracelulares. Ed. Jims. Barcelona. 849 p.
- Gobindram, M.N.E., Bognanno, M., Luciano, G., Lanza, M., and Biondi, L. 2016. Carob pulp inclusion in lamb diets: effect on intake, performance, feeding behaviour and blood metabolites. *Animal Production Science*, 56: 850-858.
- Giraudó, C., Villar, L., Villagra, S., y Cohen, L. 2012. El nitrógeno fecal como indicador del estado nutricional de ovinos en pastoreo en la Norpatagonia. *Revista Argentina de Producción Animal*, 32:1-8.
- Hallford, D. M., and Sanson, D.W. 1983. Serum profiles determined during ovine pregnancy toxemia. *Agi Practice*, 4:27.
- Hristov, A. N., Etter, R. P., Ropp, J.K., and Grandeem, K.L. 2004. Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*, 82: 3219-3229.
- Jenkins, S.J., Green, S.A., and Clark, P.A.1982. Clinical chemistry reference values of normal domestic animals in various age groups. As determined on the ABA-100. *The Cornell Veterinarian*, 72: 403-415.
- Kaps, M., and Lamberson W. 2004. Biostatistics for animal science. CABI Publishing, Oxfordshire, UK. 445 p.
- Kaneko, J. 1989. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 4th ed. Ed. Academic Press. San Diego. 932 pp.
- Kaneko, J., Havey, J.W., and Bruss, M.L. 2008. Clinical Biochemistry of Domestic Animals. 6th ed. Ed. Academic Press. San Diego. 916 pp.
- Kamler, J., Homolka, M., and Krácmár, S. 2003. Nitrogen characteristics of ungulates faeces: effect of time of exposure and storage. *Folia Zoolog-International Journal of Vertebrate Zoology*, 52: 31-35.

- Kamler J. and Homolka M. 2005. Faecal nitrogen: a potential indicator of red and roe deer diet quality in forest habitats. *Folia Zoolog-International Journal of Vertebrate Zoology*, 54:89-98.
- Kenyon, P.R., Morel, P.C.H., West, D.M., and Morris, S.T. 2006. Effect of live weight and teasing of ewe hoggets prior to breeding on lambing pattern and weight of singleton lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 49: 341–347.
- Kenyon, P.R., Maloney, S.K., and Blache, D. 2014. Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57: 38-64.
- Kolb, E. 1987. Fisiología Veterinaria. 3 edición. Zaragoza: Acribia. p. 570
- Lepherd, M.L., Canfield, P.J., Hunt, G.B., and Bosward, K.L. 2009. Haematological, biochemical and selected acute phase protein reference intervals for weaned female Merino lambs, *Australian Veterinary Journal*, 87: 5–11.
- Martin, W.B., and Aitken, I.D. 2002. Enfermedades de la Oveja. 2ª ed. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. 629 p.
- Maza-Angulo, L., Cardona-Alvarez, J., and Vergara-Garay, O. 2011. Análisis del perfil metabólico de hembras ovinas criollas gestantes en condiciones de pastoreo extensivo. *Revista Científica*, 21:004.
- Meneses, R., Squella, F., and Crempien, C. 1990. Sistema de producción ovina para la franja costera de la zona de clima mediterráneo árido de Chile. II. *Agricultura Técnica*, 50:243-251.
- Morel, P.C.H., Wickham, J.L., Morel, J.P., and Wickham, G.A., 2010. Effects of birth rank and yearling lambing on long-term ewe reproductive performance. *In Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*, 70:88-90
- Morton, D., Abbot, D., Barclay, R., Close, B., Ewbank, R., Gask, D., Heath, M., Mattic, S., Poole, T., Seamer, J., Southee, J., Thompson, A., Trussel, B., West, C., y Jennings M. 1993. Extracción de Sangre en los Mamíferos y Aves de Laboratorio. Disponible: <http://www.fcv.unl.edu.ar/comite/ExtracciondeSangreenlosMamiferosyAves.pdf>. Leído: 10 de mayo 2012.
- N.R.C. National Research Council. Nutrient Requirements of Small Ruminants: SHEEP, Goats, Cervids, and New World Camelids. 2007. National Research Council. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. The National Academies Press. Washington DC, USA. 106 p.
- Núñez-Hernandez, G., Holechek, J., Arthun, D., Tembo, A., Wallace, J., Galyean, M., Cardenas, M., and Valdez, R. 1992. Evaluation of fecal indicators for assessing energy and nitrogen status of cattle and goats. *Journal of Range Management*, 45:143-147.

- Núñez, L. y Bouda, J. (Eds.) 2007. Patología clínica veterinaria, Universidad nacional autónoma de México, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Ciudad de México, México. 334 p.
- Noro, M., Bertinat, R., Yañez, A., Slebe, J.C., and Wittwer F., 2012. Non protein nitrogen supplementation increases gluconeogenic capacity in sheep. *Livestock Science*, 148: 243-248.
- Nozière, P., Rémond, D., Bernard, L., and Doreau, M. 2000. Effect of underfeeding on metabolism of portal-drained viscera in ewes. *British Journal of Nutrition*, 84: 821-828
- Pérez, M. y Esain, F. 2011. Toma de muestras para el diagnóstico de enfermedades animales. Disponible: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/sanidad_en_general/18_toma_muestras_37.pdf. Leído: 15 de mayo 2012.
- Pieragostini, E., Petazzi, F., Dario, C., and Satrini, A. 1991. Proteine total sieriche e protidogramma nella pecora leccese. *Atti. Fe.Me.S.P.Rum.* 1: 324.
- Quintans, G, 2008. Algunas estrategias para disminuir la edad al primer servicio en vaquillonas. Serie técnica. Seminario de actualización técnica: Cría vacuna. INIA.(174): 53-55.
- Radostits, O.M., Gay, C., Blood, D.C., y Hinchcliff, K.W. 2002. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9ª ed. 2 Vol. Madrid: McGraw – Hill-Interamericana. 2215 pp.
- Rudolph, W. y Villouta, G. 2002. Manual de hematología clínica veterinaria. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Santiago, Chile. 77 p.
- Ríos, C., Moreira, R., y Castro, N. 2007. Efectos de una alimentación suplementaria sobre algunas variables bioquímicas en ovejas y borregas de la zona de Magallanes, Chile. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Santo Tomas. Santiago de Chile. En línea: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/115-rios_suplemen.pdf. 28/01/2010.
- Rothschild, M.A., Oratz, M., and Schreiber, S.S. 1988. Serum albumin. *Hepatology*, 8: 385-401.
- Santibáñez, Q.F., y Uribe M.J. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Laboratorio de Agroclimatología. Departamento de Ingeniería y Suelos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. 97 pag.
- Sandoval, E., Morales, G., Jimenez D., Pino L., y Marquez O. 2007. Efecto de tratamientos antiparasitario y antianémico sobre la ganancia de peso e indicadores hematoquímicos en ovejas tropicales infectadas en condiciones naturales. *Zootecnia Tropical*, 25: 285-290.

- Sakkinen, H., Stien, A., Holand, O., Hove, K., Eloranta, E., Saarela, S., and Ropstad, E., 2001. Plasma urea, creatinine, and urea: creatinine ratio in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) and in Svalbard reindeer (*Rangifer tarandus platyrhynchus*) during defined feeding conditions and in the field. *Physiological and Biochemical Zoology*, 74: 907-916.
- Squella, F. 2007. Los animales y su manejo. p. 91-120. In F. Squella (ed.) Técnicas de Producción Ovina para el Secano Mediterráneo de la VI Región. Boletín INIA N° 166. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Rayentué, Centro Experimental Hidango, Litueche, Chile
- Šimpraga, M., Šmuc, T., Matanovic, K., Radin, L., Shek-Vugrovecki, A., Ljubicic, I., and Vojta, A. 2013. Reference intervals for organically raised sheep: Effects of breed, location and season on hematological and biochemical parameters. *Small ruminant research*, 112: 1-6.
- Schalm, O.W., Jain, N.C., y Carrol, E.J. 1981. Hematología Veterinaria. 4ª Edición. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur. 857 p.
- Standing Committee on Agriculture, Ruminants Subcommittee (SCA). 2007. Nutrient Requirement of Domesticated Ruminants. CSIRO Publications. Melbourne, Australia. 296 p.
- Simmons, P. and Ekarius, C. 2011. Guía de la cría de ovejas: reproducción, cuidados, instalaciones. Ediciones Omega. Barcelona, España. 485 p.
- Torio-Alvarez, R. 1998. Intoxicación experimental con ácido bórico en ganado ovino. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Thompson, J. and Meyer H. 1994. Body condition scoring of sheep. 1994. Oregon State University Extension Service. EC 1433. 4 p.
- Ussa, J., and Salgado, J. 2009. Determinación de hematocrito (Hto). proteínas plasmáticas totales (ppt) y albumina (Alb) en caballos de salto antes y después de cada entrenamiento en Bogotá. Título de medicina veterinaria. Universidad de la Salle. Colombia. 40p.
- Velasco, J.P. 2004. Contribución al estudio del metabolismo mineral y energético en ovejas de alta producción láctea. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Valencia, A. 2008. Efecto del peso de sacrificio sobre algunas características de la canal y de calidad de la carne de corderos de la raza Suffolk Down. Memoria presentada para optar al título de Médico Veterinario. Universidad de Chile, Facultad de Ciencia Veterinarias y Pecuarias. Santiago, Chile. 128 p.
- Wittwer, M. 2003. Perfiles metabólicos en rumiantes. Capítulo 11 Pp. 74-81. En: Rudolph, W (Ed.). Manual de bioquímica clínica animal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Santiago, Chile. 98 p.

- Yokus, B., Cakir, D.U., Kanay, Z., Gulen, T., and Uysal E. 2006. Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series*, 53: 271–276.
- Young, J.M., Thompson, A.N., Curnow, M., and Oldham, C.M., 2011. Whole-farm profit and the optimum maternal liveweight profile of Merino eweflocks lambing in winter and spring are influenced by the effects of ewe nutrition on the progeny's survival and lifetime wool production. *Animal Production Science*, 51: 821-833.

CAPÍTULO V: PARÁMETROS SANGUÍNEOS DE BORREGAS SUFFOLK DOWN Y MERINO PRECOZ Y SU RELACIÓN CON EL NITRÓGENO FECAL EN PASTIZALES DE SECANO SEMIÁRIDO DE CHILE.

RESUMEN

Fueron evaluados el contenido de nitrógeno fecal (NF) (% base MO) y la concentración sérica de proteínas totales (PT, g mL⁻¹), albúmina (A, g mL⁻¹), triglicéridos totales (TT, g mL⁻¹) y urea (U, g mL⁻¹) en borregas en crecimiento de la raza Suffolk Down (SD) y Merino Precoz (MP).

El estudio se realizó en la sección de Rumiantes Menores y Pastizales de Secano de la Estación Experimental Germán Greve Silva, perteneciente a la Universidad de Chile, durante la temporada 2012-2013, entre los meses de mayo y enero.

El contenido de NF promedio para el periodo evaluado fue de $1,8 \pm 0,6\%$, tanto en ovinos Merino Precoz como en Suffolk Down, no presentando diferencia significativa entre ellas. Las diferencias observadas en esta variable fueron atribuidas al mes de evaluación, como respuesta a los cambios en el contenido de proteína bruta del pastizal.

En cuanto a las concentraciones sanguíneas de PT, A y U, estas presentaron variaciones significativas en función del mes de evaluación, lo que indicaría un efecto del contenido de nutrientes del pastizal sobre el metabolismo de los individuos independiente de la raza, puesto que no fue posible identificar diferencias entre ambas. En el caso de los TT, estos fueron distintos entre razas en el mes de agosto, lo que estaría relacionado con la capacidad de selección de la dieta en MP.

En el caso de la correlación entre el NF y la U, MP presentó un $r = 0,72$, en tanto que en SD fue de $r = 0,68$, ambas con un $P < 0,01$. Tanto MP como SD presentaron un coeficiente de correlación de $-0,34$ y $-0,39$ ($P < 0,01$) para la relación NF – A. En cuanto a NF y PT, observamos valores de $-0,30$ y $-0,37$ ($P < 0,01$) para MP y SD respectivamente. Adicionalmente, SD tuvo correlación significativa ($P < 0,01$) entre el NF y TT, con un coeficiente del orden de $r = -0,44$. Aparentemente SD sería más sensible a cambios en la oferta nutritiva del pastizal, lo que se vería reflejado en los cambios que presentan sus niveles de metabolitos séricos y su relación con el NF.

Dentro de las ecuaciones de regresión establecidas entre el NF y las variables séricas, la que presentó mayor grado de ajuste en ambas razas y fue estadísticamente significativa ($P < 0,01$) fue entre el NF y la U. Dicha ecuación fue $U = 11,09 + 22,8 \text{ NF}$ ($R^2 = 54,5\%$) para MP y $U = 20,09 + 15,19 \text{ NF}$ ($R^2 = 44,7\%$) para SD. Ambas ecuaciones podrían ser utilizadas para predecir el nivel de urea sanguínea en función del contenido de nitrógeno fecal, como una herramienta de evaluación nutricional sin la necesidad de manipulación de los individuos.

Palabras Claves: Proteínas totales, Albúmina, Triglicéridos, Urea.

ABSTRACT

The values of faecal nitrogen (NF) (% base MO) and serum concentration of total proteins (PT, g mL⁻¹), albumin (A, g mL⁻¹), total triglycerides (TT, g mL⁻¹) and urea (U, g mL⁻¹) in growing ewes of Suffolk Down (SD) and Merino Precoz (MP).

The study was carried out in the section of Ruminants Minor and Grasslands of the Experimental Station Germán Greve Silva, belonging to the University of Chile, during the season 2012-2013, between the months of May to January.

The mean NF content for the evaluated period was $1.8 \pm 0.6\%$, in both Merino Precoz and Suffolk Down sheep, with no significant difference between them. The differences observed in this variable were attributed to the month of evaluation, in response to changes in the crude protein content of the pasture.

When the blood concentrations of PT, A and U presented significant variations as a function of the month of evaluation, indicating an effect of the nutrient content of the pasture on the metabolism of individuals independent of the breed, since it was not possible to identify differences between the two. In the case of TT, these were different between breeds in the month of August, which would be related to the capacity of selection of the diet in MP.

In the case of the correlation between NF and U, MP presented $r = 0.72$, while in SD it was $r = 0.68$, both with $P < 0.01$. Both MP and SD had a correlation coefficient of -0.34 and -0.39 ($P < 0.01$) for the NF-A ratio. Regarding NF and PT, we observed values of -0.30 and -0.37 ($P < 0.01$) for MP and SD respectively. Additionally, SD had a significant correlation ($P < 0.01$) between NF and TT, with a coefficient of the order of $r = -0.44$. Apparently SD would be more sensitive to changes in the nutrient supply of the pasture, which would be reflected in the changes that present its levels of serum metabolites and its relation with NF.

Within the regression equations established between NF and serum variables, the one that presented the highest degree of adjustment in both races and was statistically significant ($P < 0.01$) was between NF and U. This equation was $U = 11.09 + 22.8 \text{ NF}$ ($R^2 = 54.5\%$) for MP and $U = 20.09 + 15.19 \text{ NF}$ ($R^2 = 44.7\%$) for SD. Both equations could be used to predict blood urea level as a function of fecal nitrogen content as a nutritional assessment tool without the need for manipulation of individuals.

Key words: Total proteins, Albumin, Triglycerides, Urea.

INTRODUCCIÓN

La nutrición es uno de los pilares de la producción animal, siendo un aspecto determinante en el desarrollo poblacional tanto de ganado doméstico como de fauna silvestre. Una correcta evaluación del estado nutricional juega un rol fundamental en la toma de decisiones relacionadas con la suplementación o estrategias de mitigación cuando la dieta no es capaz de aportar los nutrientes necesarios, sobre todo cuando el sistema corresponde a uno del tipo extensivo, donde la ingesta de nutrientes depende directamente de la oferta del pastizal.

Una de las herramientas más utilizadas para la evaluación nutricional de los animales han sido los perfiles metabólicos, siendo empleados desde la década de los 70 (Wittwer, 2003). Dentro de las variables incluidas en estos perfiles en rumiantes, aquellos relacionados con el metabolismo proteico serían los niveles de urea, proteínas totales y albúmina (Cruz *et al.*, 1999), en tanto que para el metabolismo energético el nivel de triglicéridos séricos sería un buen indicador (Couto, 2010).

Dichas herramientas tienen la complejidad característica de requerir personal especializado, ser de un costo considerable y necesitar manipular los individuos, por lo que el desarrollo de indicadores indirectos asociados a estos metabolitos sanguíneos sería un aporte importante en la evaluación nutricional de ganado en condiciones extensivas, donde prácticamente no se requeriría contacto con los animales (Núñez- Hernández *et al.* 1992; Kamler *et al.* 2003; Kamler *et al.* 2005).

A partir de ello, el presente estudio tuvo como propósito encontrar relaciones matemáticas que permitan predecir los niveles sanguíneos de urea, proteínas totales, albúmina y triglicéridos totales a través del contenido de nitrógeno fecal (NF), basados en la relación que existe entre el NF y el consumo de proteína bruta de los individuos (Church, 1993), que corresponde a un factor determinante en la fermentación ruminal y por ende en el aporte de componentes nutritivos hacia el organismo (SCA, 2007).

HIPÓTESIS

Existe correlación entre el porcentaje de Nitrógeno Fecal y los indicadores bioquímicos sanguíneos (urea, proteínas totales, albúmina, triglicéridos totales) de borregas de raza Merino Precoz (MP) y Suffolk Down (SD).

OBJETIVOS

Determinar un perfil de indicadores bioquímicos sanguíneos (urea, proteínas totales, albúmina, triglicéridos totales), en borregas MP y SD, durante 9 meses.

Determinar un perfil de nitrógeno fecal en borregas MP y SD, durante 9 meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio.

El estudio se realizó en la sección Rumiantes Menores y Pastizales de Secano de la Estación Experimental Germán Greve Silva (33° 28' Lat. S.; 70° 51' Long. O.; 470 m.s.n.m.), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de Maipú, Región Metropolitana, Chile.

El clima predominante en el área de estudio es del tipo mediterráneo, cuyo régimen térmico se caracteriza por temperaturas que varían en promedio, entre una máxima del mes de enero de 28,2° C y una mínima del mes de julio de 4,4° C. El periodo libre de heladas es de 231 días, con un promedio de 11 heladas por año (Santibáñez y Uribe, 1990).

El régimen pluviométrico del sector, el cual determina en una alta proporción la productividad del pastizal, se caracteriza por la alta variabilidad. Al analizar una serie histórica de 56 años (1958-2015)⁸, se indica un promedio de 305,5 mm año⁻¹, monto que se concentra en un 95% entre los meses de abril y septiembre.

Los suelos del sector pertenecen a las Series Pudahuel y Lo Aguirre. La serie Pudahuel, miembro de la familia de los Durixerolls, son suelos de color pardo oscuro de lomajes suaves, franco arenoso finos, cuya profundidad efectiva varía entre 35 y 70 cm. La serie de suelos Lo Aguirre pertenece a la familia Duric Haploxerolls y son suelos de color negro y pardo rojizo muy oscuro, planos y franco arcilloso (CIREN, 1996).

La superficie del área de estudio correspondió a un potrero de 27,7 ha, en donde crece un pastizal naturalizado, dominado principalmente por especies de gramíneas anuales de crecimiento invernal, hierbas dicotiledóneas que fue reforzado con la siembra de la especie *Phalaris aquatica* y *Thinopyrum ponticum* hace 35 años.

⁸ Datos obtenidos de los registros pluviométricos de la Estación Experimental Germán Greve Silva

Selección de animales.

Fueron seleccionadas 10 borregas de la raza Merino Precoz (MP) y 10 borregas de la raza Suffolk Down (SD) de entre 8 a 10 meses de edad, con un peso vivo promedio de $40,2 \pm 3,93$ kg y $39,52 \pm 4,61$ kg para MP y SD, respectivamente, al inicio del ensayo.

Período de acostumbramiento.

Una vez que los animales ingresaron al potrero, se mantuvieron en él por un período de 15 días, con el objetivo de que los individuos reconocieran el terreno y se adecuaron al manejo diario.

Determinación del contenido de Nitrógeno Fecal (NF).

Las muestras de heces fueron obtenidas directamente del recto de un grupo de 10 borregas escogidas al azar dentro de cada grupo (10 de la raza MP y 10 de la raza SD), las cuales fueron muestreadas durante 3 días consecutivos al final de cada mes, con el propósito de obtener un “pool” de heces representativo de cada animal. Las borregas elegidas como donantes de heces fueron las mismas durante todo el periodo experimental.

Las muestras de heces fueron deshidratadas durante 48 horas a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ en una estufa con aire forzado y molidas a 1 mm en un molino Willey. Posteriormente, en una fracción de cada muestra se determinó la concentración de nitrógeno total a través del método de Kjeldhal (AOAC, 2000). El NF fue expresado en porcentaje base materia orgánica (% MO) de heces (Wang et al., 2009), para lo cual fue necesario determinar el contenido de materia orgánica en las muestras fecales a través de la metodología de cenizas (AOAC, 2000).

Indicadores Bioquímicos sanguíneos.

El protocolo de toma de muestra de indicadores sanguíneos se basó en lo propuesto por Morton *et al.* (1993), Rudolph y Villouta (2002), Wittwer (2003), Gracia *et al.* (2006), Núñez y Bouda (2007), Couto (2010) y Perez y Esain (2011).

Lugar de recolección de muestra sanguínea.

Las muestras de sangre fueron recolectadas en la vena yugular de los animales, puesto que es la zona más recomendable para la extracción sanguínea en ovinos (Morton *et al.*, 1993; Rudolph y Villouta, 2002).

Antes de la recolección, se hizo una limpieza de la zona, esquilando parte del cuello del animal y rasurando los restos de lana, de forma que la piel superficial por encima de la vena yugular quede expuesta y libre de agentes de infección y contaminación (Pérez y Esain, 2011).

Toma de muestra.

Para tomar la muestra el animal fue sujeto por un manipulador con experiencia en manejo de los animales. La vena fue localizada y extraída la sangre mediante venojet utilizando tubos con sistema de vacío (Vacutainer®) sin anticoagulante. Una vez sacada la muestra, se mantuvo una presión suave sobre la zona pinchada, lo que impidió cualquier sangrado posterior.

Las muestras sanguíneas obtenidas fueron refrigeradas a 5°C y posteriormente transportadas al Laboratorio de Nutrición Animal para su posterior proceso.

Preparación de muestras en laboratorio.

Una vez en el laboratorio de Nutrición Animal, las muestras obtenidas fueron dejadas sin movimiento y a temperatura ambiente durante 24 horas, lo que permitió la formación adecuada del coágulo y un buen rendimiento de la cantidad de suero extraído. Pasadas las 24 horas, fue recolectado el suero de cada uno de los tubos Vacutainer® y dispuesto en tubos Eppendorf de 2 ml.

Dichos tubos fueron centrifugados a 3000 rpm durante 10 minutos, mejorando de esta forma la calidad de la muestra por posibles hemólisis de estas. El sobrenadante resultante fue depositado en 3 tubos Eppendorf de 2 ml para disponer de contra muestras de ser necesario. Todas las muestras así obtenidas fueron congeladas a -20°C para su posterior análisis.

Análisis de muestras sanguíneas

Los parámetros sanguíneos analizados fueron Proteínas Totales (PT), Albumina (A), Triglicéridos Totales (TT) y Urea (U), cuya concentración sérica fue medida utilizando analizador clínico Metrolab 2300, que a través de espectrofotometría, cuantifica el contenido del compuesto de interés.

Diseño experimental y análisis estadístico.

El contenido de NF y las concentraciones de proteínas totales, albúmina, triglicéridos totales y urea en el suero de las ovejas fueron analizados mediante análisis de varianza usando un modelo para medias repetidas, verificando previamente sus supuestos (independencia de los errores; normalidad de los datos y homogeneidad de varianza). El programa estadístico utilizado SAS® (Statistics Analysis System), y cuando existió diferencias atribuidas al mes de evaluación y/o a raza de las borregas, estas fueron evaluadas mediante una prueba de comparación múltiple (Duncan) al 95%. Complementariamente al análisis anterior, se calculó una matriz de correlaciones de Pearson (Kaps y Lamberson, 2004), para establecer el grado de asociación entre las variables NF y cada uno de los parámetros sanguíneos evaluados.

RESULTADOS

Nitrógeno Fecal.

El contenido de nitrógeno fecal presentó diferencias estadísticamente significativas para el efecto mes de evaluación ($P = 0,0001$). Con un promedio máximo de 2,69%, en el mes de agosto y un mínimo en el mes de enero con un valor de 1,14%. La evolución del contenido de NF en función del tiempo para ambas razas se presenta en la Figura 28.

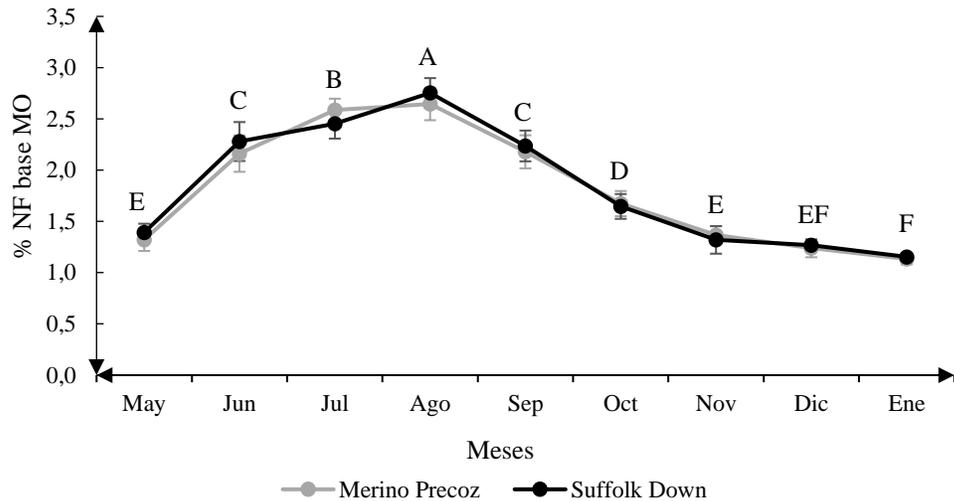


Figura 28. Evolución del Nitrógeno Fecal (% base de MO) en función del tiempo para borregas Merino Precoz y borregas Suffolk Down en crecimiento. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras mayúsculas distintas entre puntos indican diferencias estadísticamente significativas entre meses ($P < 0,01$).

Parámetros Bioquímicos Sanguíneos.

Las PT presentaron diferencias estadísticamente significativa respecto del mes de evaluación ($P=0,0001$), no existiendo un efecto de la raza ($P=0,3079$). En los meses de agosto, noviembre, diciembre y enero se presentaron las mayores concentraciones de PT, contrario a lo ocurrido con los meses mayo, junio, julio, septiembre y octubre (Figura 29a).

Al igual que en el caso de las PT, la A presentó diferencias estadísticamente significativas al considerar el efecto mes de evaluación ($P=0,0123$). El mes de enero fue el que presentó mayor cantidad de A en sangre, con un con un valor promedio de $4,97\pm 0,47$ g dL⁻¹, en tanto que el mes de julio mostró la menor concentración de este compuesto, del orden de $3,66\pm 1,03$ g dL⁻¹ (Figura 29b).

Los TT presentaron diferencias estadísticamente significativas para la interacción de los factores mes x raza ($P=0,0083$). En el mes de agosto las razas presentaron diferencias, donde MP tuvo una mayor concentración de TT sanguíneos en comparación con SD (Figura 29c).

Respecto de U sanguínea, solo se presentaron diferencias estadísticamente significativas atribuidas al efecto del mes de evaluación ($P=0,0001$), siendo su concentración mayor durante los meses de julio y agosto valores de $66,05\pm 11,4$ y $72,97\pm 9,7$ mg dL⁻¹, respectivamente (Figura 29d).

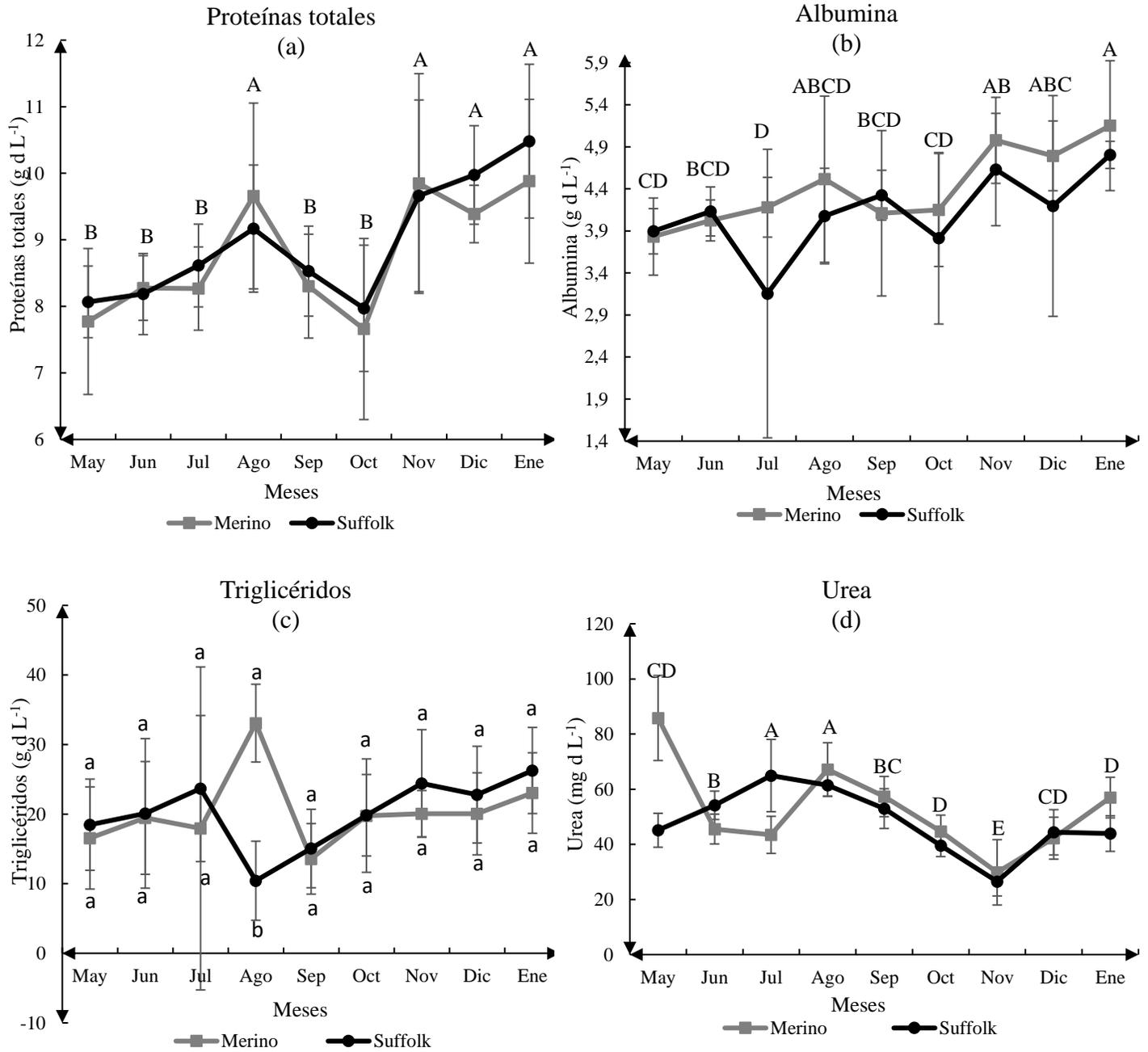


Figura 29 Evolución de Proteínas totales (a); Albumina (b); Triglicéridos (c) y Urea (d) para borregas Merino Precoz y Borregas Suffolk Down en función del tiempo. Barras sobre punto indican desviación estándar. Letras mayúsculas indican diferencia significativa entre meses y minúsculas diferencias entre la interacción raza*mes.

Relación entre nitrógeno fecal (NF) y parámetros bioquímicos sanguíneos.

En ambas razas las proteínas totales (PT) y albumina (A) se correlacionaron negativamente con el NF, mientras que los triglicéridos (TT) solamente se correlacionaron negativamente con el NF en el caso de las borregas SD. En ambas razas la urea sanguínea obtuvo la más alta y positiva correlación con el NF (Cuadro 12).

Cuadro 12. Correlaciones entre Nitrógeno Fecal (% NF, base MO) y parámetros bioquímicos sanguíneos: proteínas totales (g dL⁻¹), albumina (g dL⁻¹), triglicéridos (g dL⁻¹) y urea (mg dL⁻¹) en borregas de raza Merino Precoz y Suffolk Down, desde Mayo/ 2012 a Enero/ 2013 (N=90).

	Raza	Proteínas Totales	Albumina	Triglicéridos	Urea
% NF (base MO)	Merino Precoz	-0,30** (n= 89)	-0,34** (n= 89)	0,07 ^{ns} (n= 89)	0,72** (n= 89)
	Suffolk Down	-0,37** (n= 86)	-0,39** (n= 86)	-0,44** (n= 86)	0,68** (n= 86)

** P<0,01; *P<0,05; ns: no significativo

Dado que ambas razas presentaron significancia en las correlaciones establecidas, se procedió a asociar el contenido de NF con los mismos parámetros sanguíneos a través de ecuaciones de regresión. Dentro de estas ecuaciones resultaron estadísticamente significativas (P<0,05) aquellas que relacionaron el NF con la A y la U en ambas razas, en tanto que en borregas SD, además fueron significativas las ecuaciones de regresión entre el NF - PT y NF - T (Cuadro 13).

Cuadro 13. Ecuaciones de regresión lineal entre urea (U, mg dL⁻¹), albumina (A, g dL⁻¹), proteínas totales (PT, g dL⁻¹), y triglicéridos (TT, g dL⁻¹) y el Nitrógeno Fecal (% NF, base MO) en borregas Merino Precoz y Suffolk Down.

Ecuación	Raza	a	b		n	R ²	Error estándar	Valor P
$a+b \cdot \text{NF}$	Merino Precoz	11,09	22,82	Urea	88	54,5	11,9	P<0,01
	Suffolk Down	20,09	15,19		85	44,7	9,8	P<0,01
	Merino Precoz	5,04	-0,34	Albumina	89	6,7	0,7	P<0,05
	Suffolk Down	4,81	-0,37		85	5,4	0,9	P<0,05
	Suffolk Down	10,14	-0,64	Proteínas Totales	85	8,9	1,2	P<0,01
	Suffolk Down	30,16	-5,52	Triglicéridos	85	13,4	8,1	P<0,01

La representación gráfica de las ecuaciones de regresión informadas en el Cuadro 13, se observan en la Figura 30.

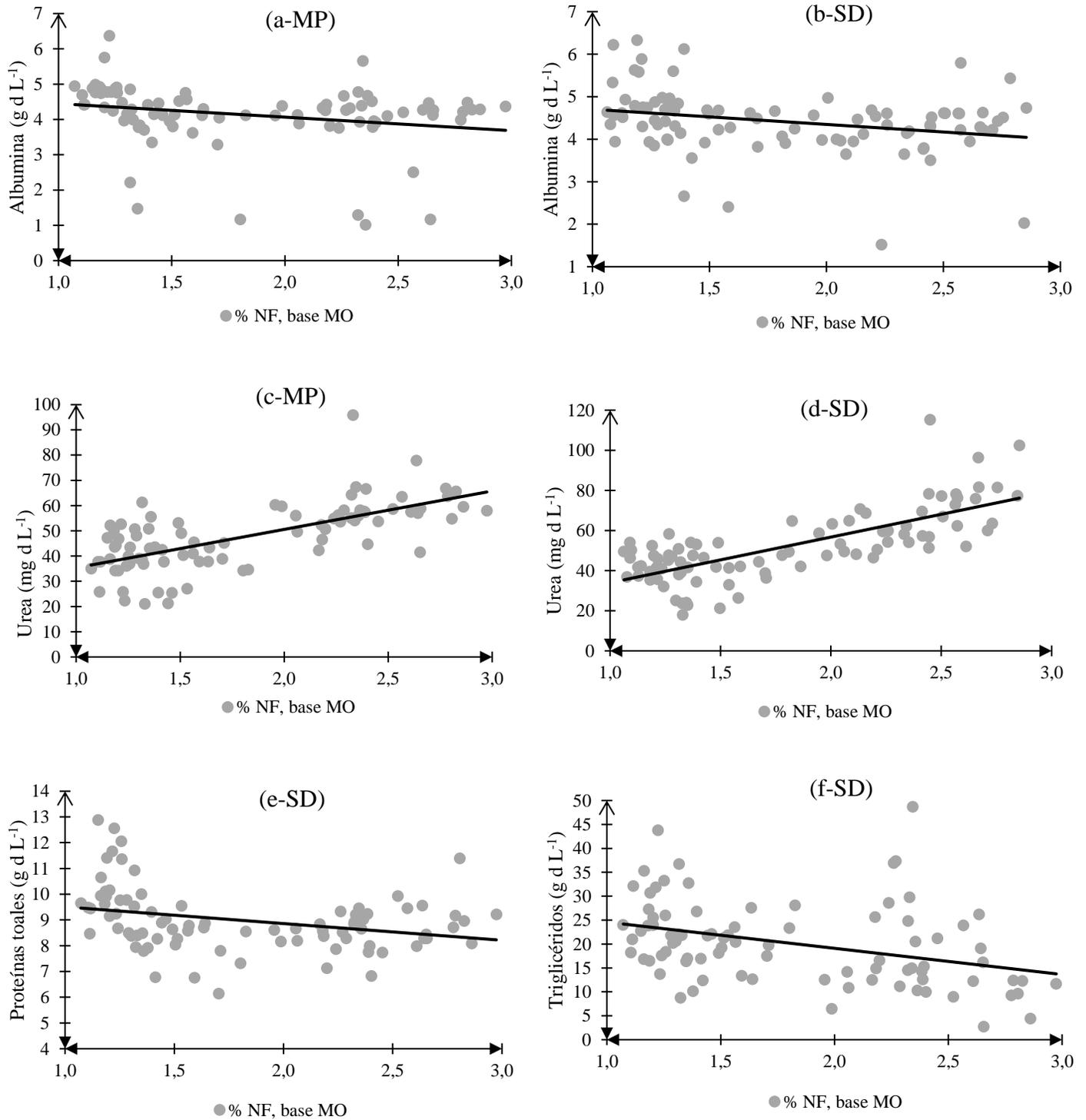


Figura 30. Regresiones lineales obtenida entre el nitrógeno fecal (NF) y parámetros sanguíneos (a-MP) Albumina en borregas Merino Precoz, (b-SD) Albumina en borregas Suffolk Down, (c-MP) Urea en borregas Merino Precoz, (d-SD) Urea en borregas Suffolk Down, (e-SD) Proteínas toales y (f-SD) Triglicéridos en borregas Suffolk Down.

DISCUSIÓN.

Nitrógeno Fecal (NF).

El contenido de NF disminuyó a medida que avanzó el estado fenológico del pastizal, comportamiento también encontrado por Giraud *et al.* (2012) quienes indican que el contenido de NF varía en función de la fenología. El peak encontrado en el periodo vegetativo puede ser explicado por el mayor contenido celular de las especies que componían el pastizal, las que además presentarían paredes celulares delgadas de fácil digestión (Mellado *et al.*, 2005).

Respecto del rango de NF encontrado (1,14 – 2,69 g N kg MO⁻¹), otros autores indican valores que van entre 1,3% y 1,7%, para años malos y buenos, respectivamente (Giraud, 2011). Wang *et al.* (2009) presenta rangos de NF del orden de 1,2 a 4,3%. Por su parte, Borgnia (2009), menciona valores que van desde los 0,95% a los 1,2%, en tanto que Aldezabal *et al.* (1993) reporta un rango de entre 1,8% y 2,3% de NF. En otro estudio de similares características Aldezabal *et al.*, (1992) mencionan un promedio de 2,8±0,26 % NF para ovinos. Paralelamente, Mellado *et al.* (2005) reporta concentraciones de 1,9% NF en primavera, 2,7% en verano, 1,9% en otoño y 2,1% en invierno.

Se observa un amplio rango en relación al contenido de NF en ovinos, sin embargo es importante mencionar que aparentemente un valor por debajo del 1%, estaría demostrando una deficiencia proteica en la dieta (Giraud, 2011), situación que no ocurrió en el presente estudio.

La relación que existe entre el NF y la ingesta de proteína en rumiantes se basa en que un aumento en el contenido de proteína de las especies vegetales que son seleccionadas por los ovinos, incrementaría la actividad ruminal y con ello la producción de proteína de origen microbial, considerando que la proteína bruta de los tejidos vegetales es altamente degradable (CSIRO, 2007). Esta situación aumentaría los restos microbiales que pasan al tracto digestivo posterior y que pueden ser identificados dentro de las fracciones que componen el NF (Church, 1993).

Parámetros Bioquímicos Sanguíneos.

Proteínas Totales (PT)

Los valores medios de PT considerados por diferentes autores para la especie ovina (distintas razas, diferentes edades y categorías etarias), presentan un rango que va desde los 5,2 a los 9,7 g dL⁻¹, con un promedio 7,0 g dL⁻¹ (Fubini *et al.*, 1991; Pieragostini *et al.*, 1991; Alonso *et al.*, 1997; Torio, 1998; Allen y Borkowski, 1999; Radostits *et al.*, 2002; Martin y Aitken, 2002; Brito *et al.*, 2006; Yokus *et al.*, 2006; Antón y Mayayo, 2007; Sandoval *et al.*, 2007; Avellanet *et al.*, 2007; Rios *et al.*, 2007; Lephherd *et al.*, 2009; Di mauro, 2009; Couto, 2010; Maza *et al.*, 2011; Simpraga *et al.*, 2013; Antunovic *et al.*, 2014; Durak *et al.*, 2015; Dubreuil *et al.*, 2016). En este estudio, la concentración de PT promedio fue de 8,87 g dL⁻¹, con un rango de entre 7,65 a 10,48 g dL⁻¹. En el caso de las borregas SD, la concentración de PT varió entre 7,91-10,48 g dL⁻¹, con una media de 8,96 g dL⁻¹, mientras que en MP, el promedio fue de 8,78 g dL⁻¹, con un rango de entre 7,65 y 9,88 g dL⁻¹.

Las PT en sangre cumplen una serie de funciones relacionadas con la coagulación, metabolismo del agua, además interviene en la mantención de la presión osmótica en la sangre, son agentes de solubilización y transportan distintas sustancias (Grass, 1983; Duncan y Prasse's, 2005). Dichas proteínas se encuentran compuestas por albúmina, globulina y fibrinógeno (Ganong, 2014), y cuyas concentraciones pueden ser modificadas por factores ambientales, nutricionales, la edad de los animales y cambios hormonales, entre otros (Rottshild, 1988).

La alta concentración sanguínea de PT durante el mes de agosto, podría explicarse debido a la alta ingesta de proteínas provenientes del pastizal. En este periodo, la concentración de proteína bruta del recurso forrajero deriva en un aporte importante de aminoácidos hacia el animal, lo que se reflejaría en un aumento de PT en el suero para almacenar dichos compuestos (Couto, 2010). En general, las PT constituyen un medio de transporte para las proteínas derivadas de la dieta (Ganong, 2014), que en este caso corresponde a los aminoácidos absorbidos que derivan de los cuerpos bacterianos o de los aminoácidos *by pass* provenientes de las proteínas que forman parte del tejido vegetal ingerido (NRC, 2007).

Paralelamente, el incremento en la concentración de PT durante los meses de noviembre, diciembre y enero, podría deberse a dos factores. Uno de ellos sería la deshidratación que presentarían los animales en este tipo de sistemas durante el periodo seco, puesto que esta condición provocaría efectos tisulares (Descomposición de las grasas, carbohidratos y por ultimo proteínas) aumentando las PT y el contenido de urea en sangre (Radotis *et al.*, 2002; Yokus *et al.*, 2006). Por otro lado, como las borregas de este estudio correspondieron a animales en crecimiento, hay autores que indican que la cantidad de proteína total varía en función de la edad dado los procesos de formación y degradación de proteína (Arruda, 2006; Kaneko, 2008 y Dubreuil *et al.*, 2016). Al respecto, Alonso (1986), reporta que ovejas merinas primíparas presentan niveles proteicos sanguíneos más altos que ovejas adultas, lo que podría ser similar a lo que se observó en el presente ensayo, puesto que se

trata de ovinos en pleno proceso de crecimiento, donde la concentración de PT debiese ir incrementándose paulatinamente en el tiempo en función de sus tasa de crecimiento.

Albumina(A)

Los valores medios de albumina, considerados por diferentes autores para la especie ovina (distintas razas, diferentes edades y categorías etarias), presentan un rango entre 1,1-8,2 g dL⁻¹, con un promedio 3,4 g/dL⁻¹ (Fubini *et al.*, 1991; Pieragostini *et al.*, 1991; Torio, 1998; Allen y Borkowski, 1999; Radostits *et al.*, 2002; Martin y Aitken, 2002; Brito *et al.*, 2006; Yokus *et al.*, 2006; Antón y Mayayo, 2007; Sandoval *et al.*, 2007; Avellanet *et al.*, 2007; Rios *et al.*, 2007; Lepherd *et al.*, 2009; Couto, 2010; Maza *et al.*, 2011; Simpraga *et al.*, 2013; Antunovic *et al.*, 2014; Durak *et al.*, 2015; Dubreuil *et al.*, 2016).

En promedio la A alcanzó los 4,26 g dL⁻¹, con una variación entre 3,15 y 4,26 g dL⁻¹. Dicho rango fue de 3,15 a 4,80 g dL⁻¹ en las borregas SD, con una media de 4,11 g dL⁻¹, en tanto que en MP, el promedio de la A fue de 4,41 g dL⁻¹, con variaciones entre 3,83 y 5,15 g dL⁻¹. Las diferencias encontradas solo fueron atribuidas al mes de evaluación, donde el mes de junio fue el más bajo, a partir del cual fue aumentado paulatinamente hasta llegar al máximo en el mes de enero. Este comportamiento sigue un patrón similar al de las PT, puesto que alrededor del 50% de las PT corresponden a A (Ussa y Salgado, 2009; Burtis y Ashwood, 2008).

Eckersall (2008) plantea que la albumina es una importante reserva para ser utilizada en periodos de deficiencia nutricional, lo que explicaría su aumento hacia los meses de verano cuando la cantidad de nutrientes y en especial de proteína, que son ofrecidos por el pastizal disminuyen en función de su estado fenológico, obligando posiblemente a la movilización de reservas desde los tejidos corporales (Couto, 2010). Ahora bien, Ussa y Salgado (2009) plantean que la albumina tiende a disminuir cuando los animales se enfrentan a una dieta baja en proteínas, sin embargo, como se trata de animales en periodo de pleno crecimiento, dicho comportamiento podría verse modificado considerando que la A también es un importante transportador bilirrubina, ácidos grasos y minerales (Torio, 1998) y sus concentraciones pueden variar en función de la edad y cambios hormonales (Schalm *et al.*, 1981; Rottshild *et al.*, 1988).

Triglicéridos totales (TT)

La concentración de triglicéridos totales en suero sanguíneo de ovinos van desde los 20,55 a los 70,06 g dL⁻¹, con un promedio 40,34 g dL⁻¹, lo anterior considerando distintas razas, edades y categorías etarias (Jenkins *et al.*, 1982; Hallford y Sanson, 1983; Kaneko, 1989; Desco *et al.*, 1989; Torio, 1998; Martin y Aitken, 2002; Yokus *et al.*, 2006; Avellanet *et al.*, 2007; Couto, 2010; Durak *et al.*, 2015).

En este caso, la concentración de TT fue desde los 10,42 a los 33,07 g dL⁻¹, con un promedio de 20,25 g dL⁻¹. Las borregas SD tuvieron una variación de entre 10,42 y 26,27 g dL⁻¹, con una media de 20,12 g dL⁻¹, en tanto que en MP se observó un rango de 13,57-33,07 g dL⁻¹, promediando 20,39 g dL⁻¹.

La concentración de TT fue estable durante el periodo de ensayo, no presentando variaciones importantes en función del tiempo.

La diferencia asociada a las razas observada en el mes de agosto, donde MP tiene mayor concentración de TT en comparación a SD, podría deberse a la mayor adaptación de MP a las condiciones agroecológicas del pastizal de clima mediterráneo, posiblemente seleccionado especies vegetales que le aporten mayor contenido de lípidos o sustancias precursoras de ácidos grasos volátiles asociados a la formación de compuestos grasos dentro del organismo que se ve reflejado a nivel sanguíneo (Kolb, 1987; Couto, 2010). Velasco (2004) indica que la falta de proteína y energía es uno de los responsables del aumento de TT en la sangre de ovinos, situación que no habría ocurrido en este estudio, considerando el alto contenido de PT en sangre y la concentración de NF por sobre el 1,8%.

Urea (U)

Los valores medios de urea, considerados por diferentes autores para la especie ovina (distintas razas, diferentes edades y categorías etarias), presentan un rango entre los 22 a 96,5 mg dL⁻¹, con un promedio 46,03 mg dL⁻¹ (Torio, 1998; Allen y Borkowski, 1999; Cruz *et al.*, 1999; Radostits *et al.*, 2002; Martin y Aitken, 2002; Yokus *et al.*, 2006; Antón y Mayayo, 2007; Avellanet *et al.*, 2007; Rios *et al.*, 2007; Lepherd *et al.*, 2009; Di mauro 2009; Couto, 2010; Maza *et al.*, 2011; Simpraga *et al.*, 2013; Antunovic *et al.*, 2014;Gallardo *et al.*, 2014; Durak *et al.*, 2015).

En promedio, la U fue de 50,36 mg dL⁻¹ con un rango de entre 26,50 y 85,81 mg dL⁻¹. En este caso, SD presentó variaciones de 26,50 a 64,93 mg dL⁻¹, con una media de 48,10 mg dL⁻¹, en tanto que la de MP fue de 52,55 mg dL⁻¹, y con un rango de 29,83 a 85,81 mg dL⁻¹. Las variaciones en este compuesto sanguíneo estuvieron relacionadas con el mes de evaluación, donde en los meses de julio y agosto se observan los mayores valores. Esto podría ser explicado por el aumento en la cantidad de proteína altamente degradable en el pastizal en este periodo del ensayo. Este contenido de proteína, al ser degradado en el rumen, sobrepasa la capacidad de absorción en forma de proteína microbiana, quedando nitrógeno en forma de amoníaco en exceso que es absorbido por la pared ruminal y llevado al hígado para transformarlo a urea, reciclarlo al rumen vía saliva y expulsarlo del organismo a través de la orina (Folman *et al* 1981; Couto 2010 y Noro *et al.*, 2012), el que es identificado en el torrente sanguíneo de los animales durante ambos meses.

En noviembre, final del periodo reproductivo, se registró la menor concentración de urea plasmática, que estaría relacionado, al igual que en el caso anterior, a la cantidad de nitrógeno derivado de la fermentación ruminal (Kolb, 1987).

La disminución paulatina de la U sanguínea entre mayo y noviembre sería un reflejo de la sincronía entre el contenido de proteína degradable del pastizal y el contenido de carbohidratos del mismo, lo que permite la formación óptima de proteína microbiana, sin grandes pérdidas de N en forma de amoníaco hacia el torrente sanguíneo (Hristov *et al.*, 2004).

El aumento de la U hacia los meses de diciembre y enero, podría ser atribuido al proceso de desanimación derivado del déficit proteico del pastizal (kaneko., *et al* 2008). Por otro lado, Radotis *et al.* (2002) y Yokus *et al.* (2006) Indican que algún grado de deshidratación en los animales aumenta la concentración de U en sangre, situación que podría estar sucediendo considerando las condiciones ambientales imperantes en esta época del año, al margen que algunos autores mencionan que la U en sangre aumenta con la edad de los animales (Jenkins *et al.* 1982), efecto que podría también explicar los valores observados.

Relación entre nitrógeno fecal (NF) y parámetros bioquímicos sanguíneos.

La alta correlación encontrada entre el NF y el contenido de urea en sangre en ambas razas, estaría asociada al efecto de la degradación de la proteína del pastizal sobre la concentración de amoníaco ruminal, que es absorbido y detoxificado en forma de urea por el organismo (McDonald *et al.*, 2010). Es posible que una parte importante del N contenido en el alimento haya sido utilizada para la generación de proteína microbial, la que puede ser identificada en las heces como N. Sin embargo, otra parte del N del alimento se haya perdido como amoníaco y transformado a urea (Hristov *et al.*, 2004). De esta forma la U fue mayor justo en el momento en que se presentó la mayor concentración de NF, en el mes de agosto.

En relación a la correlación entre la A y el NF, si bien fue baja, también fue significativa en ambas razas. A medida que disminuye el contenido de NF existiría un aumento de la concentración de A en sangre. Este comportamiento podría deberse hecho que al haber menor NF y éste al ser un reflejo de la síntesis proteica microbial a nivel ruminal (Church, 1993), obliga a la movilización de reservas proteicas dentro del organismo, por lo que se observa un aumento en la A. Todo lo anterior como una respuesta al menor tenor proteico del pastizal.

La raza SD presentó una correlación baja, negativa y significativa entre el NF y las PT. Dicha relación podría ser explicada utilizando el mismo criterio mencionado en el caso de la correlación entre la A y el NF, puesto que un 50% de las PT corresponden a A (Ussa y Salgado, 2009; Burtis y Ashwood, 2008), considerando que el coeficiente fue similar (-0,3).

En el caso de los TT y el NF, esta correlación solo fue significativa en SD. Esta relación fue negativa, en cuanto a medida que aumenta el NF, la concentración de TT en sangre disminuye. El aumento de NF sería un reflejo del incremento en la fermentación ruminal, la que estaría aportando los metabolitos necesarios para una adecuada síntesis lipídica, impidiendo movilización de reservas adiposas y disminuyendo la cantidad de TT en suero.

El hecho de que la raza SD presentara significancia en las correlaciones entre el NF y todos los parámetros sanguíneos evaluados, podría estar asociado a que al ser una raza cárnica con mayores requerimientos nutricionales, los cambios en calidad y disponibilidad que presente el recurso forrajero se vea reflejado en las variables sanguíneas evaluadas y en el NF como indicador de ingesta y uso de la proteína. Al respecto, García y Gligo, (1963) y Gómez *et al.* (2008), indican que dicha raza por ser del tipo cárnica, podría presentar mayor susceptibilidad a las condiciones agroecológicas.

En las ecuaciones de regresión establecidas entre los componentes sanguíneos y el NF, solo aquellas que relacionados el NF con la U presentaron un grado de ajuste considerable, de 55% y 48% para MP y SD, respectivamente.

El resto de ecuaciones de regresión, si bien fueron significativas, no presentaron un grado de ajuste importante.

CONCLUSIONES

En borregas MP y SD recriadas en el pastizal anual de clima mediterráneo, las variables sanguíneas U, PT y A son iguales, no así en la variable TT.

Bajo estas condiciones, existiría una asociación ente el contenido de NF y las variables sanguíneas U, A, PT y TT para la raza SD, en el caso de los MP esta asociación solo sería entre el NF y las variables sanguíneas U y A.

De acuerdo a los valores de las correlaciones y ecuaciones de regresión lineales establecidas entre parámetros sanguíneos y el NF, este último indicador podría ser utilizado como un predictor del contenido de urea en sangre en borregas en pastoreo extensivo sobre un pastizal anual de clima mediterráneo.

LITERATURA CITADA

- Aldezabal, A., Bas, J., Fillat, F., García-González, R., Garín, I., Gómez, D., y Sanz, J.L. 1992. Utilización ganadera de los pastos supraforestales en el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido. CSIC-ICONA. Informe Final.
- Aldezabal, A., Garín, I., y García-Gonzales, R. 1993. Concentración de Nitrógeno fecal en ungulados estivantes en los pastos supra forestales del parque nacional de Ordesa y Monte perdido. *Revista PASTOS*, 1: 101-114.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. EUA.
- Alonso-Diez, A.J. 1986. Aportaciones al conocimiento de ovinos autóctonos merinos: biopatología de la gestación. Tesis Doctoral. Universidad de León. 30 p. Facultad de Veterinaria, España.
- Alonso-Diez, A.J, y Gonzalez-Montaña, J.R. 1997. Profilaxis de la paresia puerperal hipocalcémica bovina. *Med. Vet.* 14: 611-614.
- Allen, M.J., and Borkowski, G.L. 1999. The Laboratory Small Ruminant. CRC Press. New York. 161 pp.
- Anton, J.J.R., y Mayayo, L.M.F. 2007. La Exploración Clínica del ganado ovino y su entorno. 1ª ed. Ed. Servet. Zaragoza. 422 pp.
- Arruda, M.M. 2006. Estudio de distintos parámetros hematológicos y bioquímicos en bovinos de raza Criolla Lageana del planalto catarinense – Estado de Santa Catarina, Brasil. Tesis Doctoral. Universidad de León. Facultad de veterinaria, España.
- Antunovic, Z., Novoselec, J., Šperanda, M., Klapac, T., Čavar, S., Mioc, B., Klir Z., Pavic V. and Vukovic, R. 2014. Influence of dietary supplementation with selenium on blood metabolic profile and thyroid hormones activities in fattening lambs. *Pakistan Veterinary Journal*, 34: 224-228.
- Avellanet, R., Cuenca, R., Pastor, J., y Jordana, J. 2007 Parámetros hematológicos y bioquímico clínicos en la raza ovina Xisqueta. *Archivos de Zootecnia*, 56: 497-501.
- Borgnia, M. 2009. Aproximaciones metodológicas para el estudio de la calidad de dieta de ungulados en Laguna Blanca. Área ecológica, estudios aplicados al manejo ambiental en la reserva Laguna Blanca, Catamarca. Disponible en: www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/ecologia/Capitulo%203%20Borgnia-UNCa.pdf.
- Brito, M., González, F., Ribeiro, L., Campo, R., Lacerda, L., Barbosa, P., y Bergmann, G. 2006. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. *Ciência. Rura*, 36: 942-948.

- Burtis, C.A., y Ashwood, E. 2008. Tietz: Fundamentos de Química Clínica. Ed. Elsevier. Brazil. 992 p.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 1996. Descripción de suelos materiales y símbolos. Estudio Agroecológico Región Metropolitana. Pp 274-279. Publicación IIS. CIREN – CORFO.425 p.
- Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). 2007. Nutrient requirement of domesticated ruminants. Collinwood, Australia. 267p.
- Couto, A. 2010. Caracterización genética y perfil hematológico y bioquímico en ovinos de raza “criolla lanada serrana” del planalto serrano catarinense – Santa Catarina, Brasil. Tesis Doctoral en veterinaria. Universidad de León, Facultad de Veterinaria Departamento de Medicina, Cirugía y Anatomía veterinaria, León, España.375 p.
- Church, D. 1993. El rumiante: fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Zaragoza, España: Editorial Acribia. 652 p.
- Cruz-Manzano, E., García-Miniet, R., Miranda-Moya, G., León-Álvarez, E., y Fonseca Jiménez Y. 1999. Relación entre peso vivo, condición corporal e indicadores bioquímicos de la nutrición en ovejas vacías y secas de la raza Pelibuey. *Archivos de Zootecnia*, 56: 497-501.
- Dimauro, C., Macciotta, N. P., Rassa, S. P., Patta, C., and Pulina, G. 2009. A bootstrap approach to estimate reference intervals of biochemical variables in sheep using reduced sample sizes. *Small Ruminant Research*, 83: 34-41.
- Durak, M. H., Erkan, R. E. C., Çelik, R., Yokus, B., Kurt, D., and Gurgoze, S. 2015. The Effects of Age and Gender on Some Biochemical Serum Parameters in Zom Sheep Raised in the Vicinity of Karacadağ. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 70, 2.
- Dubreuil, P., Arsenault, J., and Belanger, D. 2016. Biochemical reference ranges for groups of ewes of different ages. *The Veterinary Record*, 156:636-638.
- Duncan and Prasse's, Kenneth S. 2005. Patología clínica veterinaria, 4ª edición, Multimédica Ediciones Veterinarias, Barcelona, España. 550 p.
- Desco, M., Cano, M.J., Duerte, J., Rodriguez, .F, Fernandez-Caleya, D., Alvarez-Valdevieso, M., Antoranz, J.C., Rubio, M.A., Garcia-Barreno, P., and Del Cañizo, J.F. 1989. Blood biochemistry values of sheep (*Ovis aries ligeriensis*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 94: 717-719.
- Eckersall, P.D., 2008. Proteins, Proteomics, and the Dysproteinemias. In: Kaneko JJ, JW Harvey, ML Bruss (eds). Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Academic Press, San Diego, California, Pp 117-155.

- Fubini, S.L., Smith, D.F., Grohn, T., Levine, S.A., and Deuel, D.M. 1991. Replacement of chloride deficit by use of 1,8% NaCl to correct experimentally induced hypochloremic metabolic alkalosis in sheep. American journal of veterinary research, 52: 1898-1902.
- Folman, Y., Neumark, H., Kain, M., and Kaufmann, W. 1981. Performance rumen and blood metabolites in high-yielding cows fed varying protein percents and protected soybean. Journal Dairy Science, 64: 759-767.
- Gallardo, M.A., Rivero, M.J., and Faúndez, L. 2014. The grazing behavior and diet selectivity of two lamb breeds on secondary successional pastures in the Chiloé Archipelago. Livestock Science, 161: 69-79.
- Ganong, W. 2014. Fisiología Médica. 24ª ed. Ed. Manual Moderno. México. 768p.
- García, G. y Gligo, N. 1963. Estudio de la adaptación de tres razas ovinas en la zona centro - sur (Talca a Ñuble). Boletín técnico N° 17. Facultad Ciencias agronómicas. Universidad de Chile, Santiago, Chile. 40 p.
- García, E., Chacón, G., Moreno, B., Fernández, A., Albizu, I., y Baselga R. 2006. Toma de muestras en rumiantes. Disponible: <http://www.produccion-animal.com.ar/>. Leído: 9 de mayo 2012.
- Giraudó, C.G. 2011. Suplementación de ovinos y caprinos. INTA EEA Bariloche, Argentina. 53 p.
- Giraudó, C., Villar, L., Villagra, S., y Cohen, L. 2012. El nitrógeno fecal como indicador del estado nutricional de ovinos en pastoreo en la Norpatagonia. Revista Argentina de Producción Animal, 32:1-8.
- Gras, J. 1983. Proteínas Plasmáticas. Fisiología. Metabolismo, Fisiopatología y Clínica de las Proteínas Extracelulares. Ed. Jims. Barcelona. 849 p.
- Gómez, M., García, J., Leyton, G., y Barros, M. 2005 Tópicos de producción ovina en el secano central. Fundación Chile, Área Agroindustria. 116 p.
- Hallford, D.M., and Sanson, D.W. 1983. Serum profiles determined during ovine pregnancy toxemia. Agi Practice, 4:27.
- Hristov, A.N., Etter, R.P., Ropp, J.K. and Grandeen K.L. 2004. Effect of dietary crude protein level and degradability on ruminal fermentation and nitrogen utilization in lactating dairy cows. Journal of Animal Science, 82:3219-3229.
- Jenkins, S.J., Green, S.A., and Clark, P.A. 1982. Clinical chemistry reference values of normal domestic animals in various age groups. As determined on the ABA-100. The Cornell Veterinarian, 72: 403-415.
- Kaps, M., y Lamberson W. 2004. Biostatistics for animal science. CABI Publishing, Oxfordshire, UK. 445 p.

- Kaneko, J.J. 1989. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 4th ed. Ed. Academic Press. San Diego. 932 pp.
- Kaneko, J.J., Havey, J.W., and Bruss, M.L. 2008. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. 6th ed. Ed. Academic Press. San Diego. 916 pp.
- Kamler, J., Homolka, M., and Krácmár, S. 2003. Nitrogen characteristics of ungulates faeces: effect of time of exposure and storage. *Folia Zoolog-International. Journal of Vertebrate Zoology*, 52: 31–35.
- Kamler, J., and Homolka, M. 2005. Faecal nitrogen: a potential indicator of red and roe deer diet quality in forest habitats. *Folia Zoolog-International. Journal of Vertebrate Zoology*, 54:89-98.
- Kolb, E. 1987. *Fisiología Veterinaria*. 3 edición. Zaragoza: Acribia. p. 570
- Lepherd, M.L., Canfield, P.J., Hunt, G.B., and Bosward, K.L., 2009. Haematological, biochemical and selected acute phase protein reference intervals for weaned female Merino lambs, *Australian Veterinary Journal*, 8: 5–11.
- Martin, W.B., y Aitken, I.D. 2002. *Enfermedades de la Oveja*. 2ª ed. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza. 629 p.
- Maza-Angulo, L., Cardona-Alvarez, J., and Vergara-Garay, O. 2011. Análisis del perfil metabólico de hembras ovinas criollas gestantes en condiciones de pastoreo extensivo. *Revista Científica*, 21:004.
- Mellado, M., Olvera, A., Quero, A., y Mendoza G. 2005. Diets of Prairie Dogs, Goats, and Sheep on a Desert Rangeland. *Journal of Rangeland ecology y management*, 58:373–379.
- Morton, D., Abbot, D., Barclay, R., Close, B., Ewbank, R., Gask, D., Heath, M., Mattic, S., Poole, T., Seamer, J., Southee, J., Thompson, A., Trussel, B., West, C., y Jennings M. 1993. Extracción de Sangre en los Mamíferos y Aves de Laboratorio. Disponible: <http://www.fcv.unl.edu.ar/comite/ExtracciondeSangreenlosMamiferosyAves.pdf>. Leído: 10 de mayo 2012.
- N.R.C. National Research Council. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. 2007. National Research Council. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. The National Academies Press. Washington DC, USA. 106 p.
- Nuñez-Hernandez, G., Holechek, J., Arthun, D., Tembo, A., Wallace, J., Galyean, M., Cardenas, M., and Valdez, R. 1992. Evaluation of fecal indicators for assessing energy and nitrogen status of cattle and goats. *Journal of Range Management*, 45:143-147.

- Núñez, L. y Bouda, J. (Eds.) 2007. Patología clínica veterinaria, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de medicina veterinaria y zootecnia, Ciudad de México, México. 334 p.
- Noro, M., Bertinat, R., Yañez, A., Slebe, J.C., and Wittwer F., 2012. Non protein nitrogen supplementation increases gluconeogenic capacity in sheep. *Livestock Science*, 148, 243-248
- Pérez, M. y Esain, F. 2011. Toma de muestras para el diagnóstico de enfermedades animales. Disponible: http://www.produccion-animal.com.ar/sanidad_intoxicaciones_metabolicos/sanidad_en_general/18_toma_muestras_37.pdf. Leído: 15 de mayo 2012.
- Mcdonald, P. Edwards, R.A, Greenhalgh. J.F.D, Morgan C. A, Sinclair L. A. and Wilkinson R.G. 2010. Animal nutrition / - 7th ed. Harlow, Essex, England: Longman; New York: Copublished in the U.S. with Wiley.
- Pieragostini, E., Petazzi, F., Dario, C., and Satrini, A. 1991. Proteine total sieriche e protidogramma nella pecora leccese. *Atti. Fe.Me.S.P.Rum.* 1: 324.
- Radostits, O.M., Gay, C.C., Blood, D.C., y Hincchcliff, K.W. 2002. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9ª ed. 2 Vol. Madrid: McGraw – Hill-Interamericana. 2215 pp.
- Rudolph, W. y Villouta, G. 2002. Manual de hematología clínica veterinaria. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Santiago, Chile. 77 p.
- Ríos, C., Moreira, R., y Castro, N. 2007. Efectos de una alimentación suplementaria sobre algunas variables bioquímicas en ovejas y borregas de la zona de Magallanes, Chile. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Santo Tomas. Santiago de Chile. En línea: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_ovina/produccion_ovina/115-rios_suplemen.pdf. 28/01/2010.
- Rothschild, M.A., Oratz, M., and Schreiber, S.S. 1988. Serum albumin. *Hepatology*, 8: 385-401.
- Santibáñez, Q. F., y Uribe M.J. 1990. Atlas Agroclimático de Chile. Regiones VI, VII, VIII y IX. Laboratorio de Agroclimatología. Departamento de Ingeniería y Suelos. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Santiago. 97 pag.
- Sandoval, E., Morales, G., Jimenez, D., Pino, L., y Marquez O. 2007. Efecto de tratamientos antiparasitario y antianémico sobre la ganancia de peso e indicadores hematoquímicos en ovejas tropicales infectadas en condiciones naturales. *Zootecnia Tropical*, 25: 285-290.
- Šimpraga, M., Šmuc, T., Matanovic, K., Radin, L., Shek-Vugrovecki, A., Ljubicic, I., and Vojta, A. 2013. Reference intervals for organically raised sheep: Effects of breed, location and season on hematological and biochemical parameters. *Small ruminant research*, 112: 1-6.

- Schalm, O.W., Jain, N.C., y Carrol, E.J. 1981. Hematología Veterinaria. 4ª Edición. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur. 857 p.
- Standing Committee on Agriculture, Ruminants Subcommittee (SCA). 2007. Nutrient Requirement of Domesticated Ruminants. CSIRO Publications. Melbourne, Australia. 296 p.
- Torio-Alvarez, R. 1998. Intoxicación experimental con ácido bórico en ganado ovino. Tesis Doctoral. Universidad de León.
- Ussa, J., y Salgado, J. 2009. Determinación de hematocrito (Hto). Proteínas plasmáticas totales (ppt) y albumia (Alb) en caballos de salto antes y despues de cada entrenamiento en Bogotá. Título de Medicina Veterinaria. Universidad de la Salle. Colombia. 40p.
- Velasco, J.P. 2004. Contribución al estudio del metabolismo mineral y energético en ovejas de alta producción láctea. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.
- Wang, C.J., Tas, B.M., Glindemann, T., Rave, G., Schmidt, L., Weißbach, F., and Susenbeth, A. 2009. Fecal crude protein content as an estimate for the digestibility of forage in grazing sheep. *Journal of Animal Feed Science and Technology*, 149: 199–208.
- Wittwer, M. 2003. Perfiles metabólicos en rumiantes. Capitulo 11 Pp. 74-81. En: Rudolph, W (Ed.). Manual de bioquímica clínica animal. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Santiago, Chile. 98 p.
- Yokus, B., Cakirr, D.U., Kanay, Z., Gulten, T., y Uysal E. 2006. Effects of seasonal and physiological variations on the serum chemistry, vitamins and thyroid hormone concentrations in sheep. *Journal of Veterinary Medicine Series*, 53: 271–276.