

Artigo

Luis Angel Quintela · J.J. Becerra · C. Rey · C. Díaz · J. Cainzos · F. Rivas · W. Huanca ·  
A. Prieto · P.G. Herradón

## Perfiles metabólicos en parto, parto y postparto en vacas de raza rubia gallega: estudio preliminar

Recibido: 10 xuño 2010 / Aceptado: 8 novembro 2010  
© IBADER- Universidade de Santiago de Compostela 2011

**Resumen** Con el objetivo de establecer, en un futuro, unos valores de referencia de diferentes parámetros bioquímicos en vacas de raza Rubia Gallega, se extrajeron muestras de sangre mensuales (desde 30 días antes del parto hasta 90 días después) a 49 hembras de esta raza. En el suero se determinaron las concentraciones de colesterol total, triglicéridos, ácidos grasos no esterificados, glucosa, aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa, proteínas totales, albúmina, urea, calcio, fósforo, magnesio. Así mismo, se avaluó la influencia de la estación y el número de partos sobre los niveles medios de los diferentes parámetros analizados. Todos los metabolitos se encontraron dentro de los rangos referidos en la bibliografía para el ganado vacuno. Además, pudimos comprobar que, el momento en que se obtenía la muestra respecto al parto mostraba un efecto significativo en todos los parámetros excepto en el calcio. Los niveles séricos de ácidos grasos no esterificados, la glucosa, la aspartato aminotransferasa, la alanina aminotransferasa y la urea no se vieron afectados ni por la estación ni por el número de parto. Por su parte, la estación afectó de forma significativa a los valores de colesterol total, triglicéridos, albúmina y fósforo, siendo inferiores las concentraciones en primavera-verano que en otoño-invierno, salvo en el caso del fósforo que era al contrario. Por último, el número de parto influyó significativamente en los valores séricos de proteínas totales, albúmina, calcio, fósforo y magnesio, siendo en todos los casos, excepto en las proteínas totales, más elevados en novillas que en multiparas.

**Palabras clave** Bovino, Bioquímica, Raza autóctona, Estación, Edad.

**Summary** Aiming to establish, in the future, reference values for biochemical parameters in Rubia Gallega cattle breed, blood samples were drawn from 49 females of this breed monthly (from 30 days before calving to 90 days after). We have determined serum concentrations of total cholesterol, triglycerides, non-esterified fatty acids, glucose, aspartate transaminase, alanine transaminase, total protein, albumin, urea, calcium, phosphorus, magnesium. Likewise was evaluated the influence of season and number of calving on the different parameters average levels. All metabolites were within the ranges described in the literature for cattle. Also, we checked that the time that the sample was obtained since birth showed a significant effect on all parameters except calcium. Serum levels of non-esterified fatty acids, glucose, aspartate transaminase, alanine transaminase and urea were unaffected neither the season nor the number of calving. Otherwise the season significantly affected the values of total cholesterol, triglycerides, albumin and phosphorus concentrations being lower in spring-summer than in autumn-winter, unless the phosphorus values which were contrary. Finally, the number of calving influenced significantly the serum values of total protein, albumin, calcium, phosphorus and magnesium, being in all cases except for total protein, higher in heifers than in multiparous.

**Key words** Cattle, Biochemistry, Native breed, Season, Age.

Luis Angel Quintela · J.J. Becerra · C. Rey · C. Díaz · J. Cainzos ·  
F. Rivas · W. Huanca · A. Prieto · P.G. Herradón  
Departamento de Patología Animal. Reproducción y Obstetricia.  
Facultad de Veterinaria, Universidad de Santiago de Compostela,  
27002 Lugo, Spain.  
E-mail: luisangel.quintela@usc.es

### Introducción

Históricamente se ha considerado que para obtener una adecuada rentabilidad en las explotaciones de ganado vacuno de aptitud cárnica se hacía necesario la obtención de un ternero por vaca y año. Esta explotación cada vez más intensiva de los animales y la selección de individuos cada vez más productivos ha provocado un incremento de las llamadas enfermedades metabólicas. De tal forma que,

las exigencias ocasionadas por una mayor demanda productiva favorecerían el establecimiento de un desequilibrio entre el ingreso de alimentos en el organismo, la capacidad de metabolizar esos componentes y los niveles de producción alcanzados.

El término perfil metabólico fue propuesto por Payne et al. (1970), y se trataba de análisis de diferentes parámetros sanguíneos realizados en ganado vacuno de aptitud láctea. Esta herramienta surgió como un método auxiliar en el diagnóstico de las llamadas enfermedades de la producción. Según Contreras (2000) y Van Saun el análisis de los perfiles metabólicos puede colaborar al estudio del balance nutricional del rebaño, ya que, en algunas situaciones, los trastornos nutricionales pueden influir en las concentraciones sanguíneas de algunos metabolitos. El perfil metabólico no es un examen nutricional, ya que los metabolitos no son indicadores de la condición nutricional de los individuos, pero señalan cuando se ha visto alterada la condición de homeostasis, siendo, por lo tanto, indicadores del balance metabólico de los animales (Wittwer, 2000).

Los perfiles metabólicos reflejan el equilibrio entre el ingreso, salida y metabolización de los nutrientes en los diferentes tejidos. En este equilibrio homeostático están involucrados complejos mecanismos metabólico-hormonales. Cuando se rompe esta homeostasis se produce una disminución del rendimiento zootécnico (González, 2000) y, dependiendo del grado de desequilibrio, el desarrollo de enfermedades de la producción. La interpretación de los componentes sanguíneos puede, por lo tanto, ser útil para diagnosticar desequilibrios derivados de la incapacidad del animal para mantener la homeostasia.

Considerando esto, es importante disponer de métodos de diagnóstico representativos, que permitan mantener un control de los animales por medio de exámenes sencillos y de bajo coste. Si bien, aunque estos exámenes puedan tener baja especificidad, sirven como una primera señal de alerta delante de un problema, para que, en el caso de detectar alguna alteración, puedan ser realizados los análisis pertinentes, con el fin de corregir la situación.

Cuando realizamos los perfiles metabólicos, se analizan muestras tomadas a un grupo representativo de animales, expresando los resultados en valores medios y desviaciones para cada variable analizada; posteriormente se establecen las comparaciones respecto de la media tomada como referencia de la población, de tal forma que se puede evaluar el estado nutricional, metabólico y, en general, de la salud del rebaño.

Una de las mayores dificultades para la utilización de esta herramienta es su interpretación, debido, en muchos casos, a falta de valores de referencia adecuados. No podemos olvidar, que los distintos metabolitos presentan variaciones en los valores de referencia entre grupos raciales, épocas del año, fases de producción y manejo, etc., (Campos et al., 2005), aunque normalmente no tienen la magnitud suficiente como para que nos impida su empleo como valores de comparación.

La raza Rubia Gallega es una raza autóctona que se ha seleccionado en los últimos cien años para la producción de carne de calidad (Becerra, 2003; Becerra et al., 2006). La mayor parte de las explotaciones de esta raza mantienen los sistemas de producción tradicionales. Este sistema está perfectamente adaptado a las condiciones de minifundio de Galicia, consiguiendo, mediante gastos directos muy bajos, un producto de alta calidad (Montserrat y Sánchez, 2000).

En Galicia se han realizado algunas investigaciones sobre los perfiles metabólicos, centradas sobre todo en ganado de aptitud láctea, sin embargo son escasos los estudios sobre los valores de referencia en la raza Rubia Gallega, especializada en la producción de carne (Goicoa, 1989, Hernández, 1992). Por ello, siguiendo las recomendaciones de Wittwer (2000), en las que aconseja el empleo de valores de referencia regionales, hemos decidido realizar este trabajo en una raza tan poco estudiada, a este nivel, como es la raza Rubia Gallega.

En resumen, el objetivo perseguido ha sido el de establecer unos valores preliminares de determinados parámetros bioquímicos que puedan servir de referencia para definir los perfiles metabólicos de la raza Rubia Gallega explotada bajo condiciones de manejo tradicional en Galicia, así como valorar la influencia que la estación, el número de partos y el estado fisiológico de la vaca pueda tener sobre los mismos.

---

## Material y métodos

### Animales

Para la realización del presente estudio se emplearon 49 hembras bovinas de raza Rubia Gallega, clínicamente sanas, distribuidas en 15 explotaciones de la provincia de Lugo (3-4 animales por granja), que presentaban entre 1 y 11 partos. Todos los animales se encontraban inscritos en el Libro Genealógico de la raza Rubia Gallega, y eran explotados en sistemas de producción tradicional de Galicia. La alimentación de las vacas se basaba en el pastoreo durante las horas del día en primavera y verano, siendo estabuladas durante la noche. Durante el otoño y el invierno, la base de la ración era el heno y/o ensilado, debido a que los animales no salían a los pastos.

Dadas las variaciones estacionales existentes en el sistema de manejo y alimentación, se establecieron dos grupos de estudio: Primavera-verano (n=22) y Otoño-invierno (n=27). Así mismo, se dividieron también en función del número de partos en: Novillas, animales en su primer parto (n=13) y Múltiparas, animales con más de 1 parto (n=36).

### Toma de muestras

Todos los animales fueron sometidos a muestreos mensuales, comenzando 30 días antes de la fecha prevista de parto, extendiéndose hasta el cuarto mes postparto. En el transcurso de estos muestreos se recogieron muestras

de sangre de la vena coccígea para la determinación de: colesterol total, triglicéridos, ácidos grasos no esterificados (NEFA), glucosa, aspartato aminotransferasa (ASAT), alanina aminotransferasa (ALAT), proteínas totales, urea, albúmina, calcio, fósforo y magnesio. Las muestras de sangre así obtenidas, se trasladaron en refrigeración al laboratorio, donde fueron centrifugadas a 3000 rpm durante 15 min para la extracción del suero, el cual se dividió en alícuotas de 0.5 ml y se congeló a  $-20^{\circ}\text{C}$  hasta su posterior análisis.

### Determinación de los diferentes metabolitos en sangre

Los análisis se llevaron a cabo con un fotómetro digital Selecta MD200 (JP Selecta S.A., Barcelona), excepto las proteínas que fueron con un refractómetro portátil. Las concentraciones de glucosa, colesterol total, triglicéridos, albumina, calcio, fósforo y magnesio se determinaron por un método colorimétrico de punto final, utilizando reactivos Biosystems (Biosystems S.A., Barcelona), la urea mediante un método enzimático colorimétrico empleando reactivos Spinreact (Spinreact, S.A.U., Girona) y la de ácidos grasos libres no esterificados mediante un método cinético-enzimático, utilizando kits comerciales suministrados por Randox (Laboratorios Randox S.L., Barcelona). La actividad de las enzimas ALAT y ASAT se determinó por colorimetría utilizando reactivos Biosystems (Biosystems S.A., Barcelona).

### Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS 15.0 (SPSS Inc, Chicago IL, USA). En primer lugar se realizó un GLM (Generalized Linear Model) de medidas repetidas, incluyendo como variables el tiempo (un mes preparto, parto, uno, dos y tres meses postparto), la estación (primavera-verano/otoño-invierno) y el número de partos (primíparas/múltiparas). Este análisis permitió determinar los parámetros bioquímicos en que influía el tiempo, la estación y/o el número de partos.

Posteriormente, y teniendo en cuenta los resultados del análisis anterior, se determinaron diferentes estadísticos descriptivos de cada parámetro, en función de los factores que influían en el mismo (media, desviación típica, media recortada al 5%, intervalo de confianza al 95%, mediana, y percentiles del 10, 25, 75 y 90). Se escogieron todos estos estadísticos con la pretensión de describir, de forma más exacta, las concentraciones de cada parámetro en la población estudiada. Así, la media recortada al 5% fue incluida por ser un indicador más robusto que la media, al eliminar el 5% de los valores más bajos y el 5% de los valores más altos (valores que en muchos casos son anómalos por diferentes causas). Por su parte, tanto el intervalo de confianza como los percentiles indican el rango en que se mueven diferentes porcentajes de la población estudiada. Finalmente, también presentamos el valor de la mediana porque consideramos que es un valor más útil que la media, en muchas ocasiones, al tratarse del punto en que

la mitad de la población está por debajo y la otra mitad por encima.

Las diferencias entre valores, en función del tiempo, fueron calculadas mediante un test t de student para muestras relacionadas. Mientras que las diferencias entre medias, en las diferentes estaciones o números de parto, se calcularon mediante una ANOVA de un factor. En todos los casos se consideraron significativas las diferencias cuando  $p < 0.05$ .

## Resultados

Para una mejor comprensión de los resultados, hemos agrupado los distintos metabolitos en función de los factores que presentaban influencia significativa:

### Parámetros en los que no influye ni la estación ni el número de partos

La tabla 1 recoge los valores, a lo largo del período de muestreo, de los parámetros metabólicos que no se vieron afectados ni por la estación ni por el número de partos. Así, en la evolución de la ASAT y de la ALAT, en el período estudiado, comprobamos que ambos metabolitos parten de valores bajos en preparto y parto, para ascender paulatinamente a lo largo del postparto. Un comportamiento similar fue evidenciado en la urea, la cual sufría un brusco descenso en el preparto y parto, recuperándose en el postparto hasta alcanzar unos valores intermedios. La glucosa, por su parte, experimentaba una elevación en el parto que se mantenía hasta el segundo mes postparto, bajando, posteriormente, hasta valores similares al preparto y parto. Finalmente comprobamos que los NEFA descendían entre el preparto y el primer mes postparto, para mantenerse luego constantes.

### Parámetros en los que influye solo la estación de parto

En la tabla 2 se puede consultar la evolución en el tiempo de los valores de aquellos metabolitos que se vieron afectados por la estación de parto.

#### a) Influencia de la estación

En general, podemos decir que los valores de colesterol total y de triglicéridos eran más bajos durante la primavera-verano que durante el otoño-invierno.

#### b) Evolución a lo largo del periodo de muestreo

Hemos comprobado que el colesterol total, descendía entre el preparto y el parto, produciéndose un ascenso, a partir de ese momento, que se estabilizaba a partir del segundo-tercer mes del postparto. Los triglicéridos evolucionaban de forma similar, sufriendo una caída entre el preparto y el parto, que se recuperaba, de forma más rápida, en primavera-verano; posteriormente se mantenían constantes entre el segundo y tercer mes del postparto.

Metabolito	Preparto (n=49)	Parto (n=49)	1º mes (n=49)	2º mes (n=49)	3º mes (n=49)
<b>NEFA (mmol/l)</b>	a	ac	b	d	d
Media±desviación típica	0.454±0.451	0.340±0.285	0.216±0.104	0.182±0.075	0.175±0.079
Intervalo de Confianza 95%	0.324-0.583	0.258-0.422	0.186-0.246	0.160-0.204	0.152-0.198
Media recortada 5%	0.395	0.307	0.206	0.177	0.168
Mediana	0.288	0.216	0.190	0.166	0.151
Percentil 10-90	0.135-1.085	0.123-0.751	0.106-0.382	0.111-0.294	0.101-0.306
Percentil 25-75	0.201-0.441	0.148-0.458	0.146-0.249	0.125-0.218	0.122-0.211
<b>Glucosa (mg/dl)</b>	a	ab	ab	b	a
Media±desviación típica	54.20±8.82	57.69±10.51	57.38±8.95	59.63±9.48	55.11±6.81
Intervalo de Confianza 95%	51.67-56.74	54.67-60.71	54.80-59.95	56.91-62.35	53.15-57.07
Media recortada 5%	54.18	57.31	57.45	59.84	55.49
Mediana	53.52	55.43	57.19	59.94	55.67
Percentil 10-90	42.99-64.01	44.86-72.60	44.88-68.41	47.89-71.88	47.02-63.37
Percentil 25-75	49.34-60.07	50.58-62.83	51.06-63.56	54.87-63.81	51.58-59.48
<b>ASAT (UI/l)</b>	a	ac	b	d	bd
Media±desviación típica	67.81±17.08	69.19±18.29	81.24±27.79	95.31±34.16	86.51±23.79
Intervalo de Confianza 95%	62.90-72.71	63.93-74.44	73.25-89.22	85.50-105.13	79.67-93.34
Media recortada 5%	66.72	69.29	80.12	91.21	85.32
Mediana	62.80	68.50	83.80	88.90	84.90
Percentil 10-90	50.40-95.70	46.00-95.40	53.80-113.00	64.70-138.00	56.80-116.00
Percentil 25-75	54.75-79.25	58.80-79.80	62.35-94.30	74.80-101.00	69.40-99.40
<b>ALAT (UI/l)</b>	a	a	a	b	b
Media±desviación típica	16.22±6.62	14.95±4.75	16.67±5.95	20.21±6.04	21.23±7.19
Intervalo de Confianza 95%	14.32-18.12	13.59-16.32	14.96-18.38	18.47-21.94	19.16-23.29
Media recortada 5%	16.04	14.91	16.55	20.01	21.22
Mediana	14.90	14.10	15.60	20.10	21.80
Percentil 10-90	8.62-24.60	8.47-23.00	8.20-25.00	12.40-29.00	10.90-30.60
Percentil 25-75	12.00-21.05	12.55-18.80	13.00-20.60	15.40-24.45	15.25-27.00
<b>Urea (mg/dl)</b>	a	b	c	c	c
Media±desviación típica	27.19±10.41	18.27±7.03	23.10±8.42	22.69±7.98	23.14±8.07
Intervalo de Confianza 95%	24.20-30.18	16.25-20.29	20.68-25.52	20.40-24.98	20.82-25.45
Media recortada 5%	26.35	17.71	22.96	22.55	22.97
Mediana	26.34	16.48	23.91	22.43	23.03
Percentil 10-90	15.87-39.86	10.80-28.96	12.22-34.80	11.43-34.95	12.55-35.34
Percentil 25-75	19.69-31.53	13.83-21.24	16.06-27.48	16.93-28.42	17.23-28.09

<sup>abcd</sup> Diferente letra en una fila indica diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre periodos postparto

**Tabla 1.-** Estadísticos descriptivos, en función del momento del muestreo, de los parámetros en los que no influye ni la estación ni el número de partos

### Parámetros en los que influye solo el número de partos

En la tabla 3 se puede consultar la evolución en el tiempo de los valores de aquellos metabolitos que se vieron afectados, tan sólo, por el número de parto.

#### a) Influencia del número de partos

Los niveles de proteínas totales son claramente más bajos en los animales jóvenes que en los de más edad. Sin embargo, los valores del calcio y del fósforo son inferiores en los animales múltiparos, aunque no de una forma tan evidente.

#### b) Evolución a lo largo del período de muestreo

Hemos apreciado diferentes pautas en la evolución de los parámetros metabólicos de este estudio que se vieron afectados por el número de parto. Así, las proteínas totales experimentaban un aumento, en el período estudiado, mientras que el magnesio tan sólo aumentaba en el tercer

mes de postparto, permaneciendo constante en el preparto y postparto temprano. El calcio manifestaba distinta evolución en el tiempo en función si era analizado en primíparas o en múltiparas. De tal forma que, en las hembras más jóvenes se mantenía constante, mientras que en las vacas múltiparas descendía entre el preparto y el parto, para aumentar, posteriormente, hasta el segundo mes.

### Parámetros en los que influye la estación y el número de partos

En las tablas 2 y 3 se puede consultar la evolución en el tiempo de los valores de aquellos metabolitos que se vieron afectados tanto por la estación como por el número de partos.

#### a) Influencia de la estación y el número de partos

En el transcurso de este estudio pudimos comprobar que los niveles de albúmina se encontraban más bajos en las

hembras multíparas y en las que parían en concentraciones de fósforo en las vacas multíparas y en las primavera-verano. También apreciamos menores que parían en otoño-invierno.

	Preparto (n=49)	Parto (n=49)	1º mes (n=49)	2º mes (n=49)	3º mes (n=49)	
<b>Colesterol (mg/dl)</b>	<b>Otoño/Invierno (n=27)</b>	<b>*a</b>	<b>a**</b>	<b>**b</b>	<b>**d</b>	<b>**d</b>
	Media±desviación típica	155.63±24.78	148.00±25.30	178.26±39.39	217.11±45.29	207.10±44.06
	Intervalo de Confianza 95%	145.83-165.44	137.99-158.01	162.68-193.84	199.19-235.02	189.68-224.53
	Media recortada 5%	154.96	148.61	177.79	216.14	204.03
	Mediana	151.29	145.75	171.39	222.75	199.12
	Percentil 10-90	126.96-190.04	119.03-185.98	126.37-232.38	154.25-285.59	152.91-267.76
	Percentil 25-75	137.41-170.30	132.84-164.44	155.36-204.05	175.86-247.25	174.16-232.12
	<b>Primavera/Verano (n=22)</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>d</b>	<b>d</b>
	Media±desviación típica	139.75±26.24	98.48±17.44	142.17±28.20	166.29±34.99	173.19±37.21
	Intervalo de Confianza 95%	128.11-151.38	90.74-106.21	129.67-154.67	150.78-181.81	156.70-189.69
Media recortada 5%	138.56	98.42	142.41	165.93	173.70	
Mediana	133.27	100.23	144.98	158.41	182.41	
Percentil 10-90	107.25-186.32	78.69-120.43	105.51-182.46	130.96-206.64	114.08-219.29	
Percentil 25-75	120.33-157.71	83.39-108.10	116.78-166.32	144.16-191.76	140.93-195.29	
<b>Triglicéidos (mg/dl)</b>	<b>Otoño/Invierno (n=27)</b>	<b>**a</b>	<b>*bc</b>	<b>**c</b>	<b>bc</b>	<b>ab</b>
	Media±desviación típica	20.76±7.83	15.73±9.42	13.03±6.50	14.96±8.65	16.71±7.46
	Intervalo de Confianza 95%	17.66-23.86	12.00-19.45	10.46-15.60	11.54-18.38	13.76-19.66
	Media recortada 5%	20.43	15.00	12.92	14.73	16.30
	Mediana	19.02	13.48	13.50	14.09	16.26
	Percentil 10-90	12.53-33.19	5.47-27.13	3.38-23.82	5.58-30.19	6.79-25.95
	Percentil 25-75	15.46-25.30	11.39-17.85	8.53-16.36	7.80-20.62	12.52-19.43
	<b>Primavera/Verano (n=22)</b>	<b>ac</b>	<b>c</b>	<b>b</b>	<b>d</b>	<b>acd</b>
	Media±desviación típica	10.58±6.46	9.60±5.80	20.21±7.56	15.94±7.20	13.85±10.10
	Intervalo de Confianza 95%	7.71-13.45	7.02-12.17	16.86-23.57	12.75-19.14	9.37-18.33
Media recortada 5%	10.36	9.53	20.93	15.89	13.33	
Mediana	11.93	8.73	19.70	14.09	12.44	
Percentil 10-90	0.33-18.14	2.05-17.91	11.07-30.62	8.24-28.13	2.25-25.91	
Percentil 25-75	3.80-13.71	5.74-15.02	14.55-28.46	11.43-20.09	4.22-22.57	
<b>Albumina (mg/dl)</b>	<b>Otoño/Invierno (n=27)</b>	<b>**</b>	<b>**</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>*</b>
	Media±desviación típica	32.84±2.76	32.71±3.28	32.99±3.78	33.33±3.23	32.71±3.01
	Intervalo de Confianza 95%	31.74-33.93	31.41-34.00	31.50-34.49	32.05-34.61	31.52-33.90
	Media recortada 5%	32.71	32.66	33.21	33.23	32.81
	Mediana	32.69	32.17	33.18	33.57	33.23
	Percentil 10-90	29.60-37.37	28.54-38.29	27.92-37.97	29.26-37.10	28.44-36.59
	Percentil 25-75	30.92-34.35	29.97-34.78	31.42-34.89	31.27-35.56	30.13-35.29
	<b>Primavera/Verano (n=22)</b>	<b>ac</b>	<b>c</b>	<b>bc</b>	<b>bc</b>	<b>b</b>
	Media±desviación típica	28.40±4.92	29.61±4.58	30.34±3.67	30.95±3.99	31.41±3.86
	Intervalo de Confianza 95%	26.22-30.58	27.57-31.64	28.71-31.97	29.19-32.72	29.70-33.12
Media recortada 5%	28.61	29.59	30.64	31.13	31.39	
Mediana	29.52	28.90	30.35	31.36	31.90	
Percentil 10-90	19.46-33.55	23.67-35.57	25.79-35.00	25.73-36.48	24.92-35.54	
Percentil 25-75	25.87-31.81	27.05-32.94	28.72-33.18	28.78-34.26	29.13-34.18	
<b>Fósforo (mg/dl)</b>	<b>Otoño/Invierno (n=27)</b>	<b>*</b>			<b>*</b>	<b>**</b>
	Media±desviación típica	5.15±0.97	5.49±0.85	5.35±0.45	5.35±0.45	5.29±0.36
	Intervalo de Confianza 95%	4.76-5.53	5.15-5.82	5.17-5.53	5.17-5.52	5.14-5.43
	Media recortada 5%	5.12	5.41	5.34	5.34	5.30
	Mediana	5.17	5.41	5.40	5.25	5.25
	Percentil 10-90	4.52-5.64	4.62-6.33	4.71-6.02	4.73-6.06	4.81-5.80
	Percentil 25-75	4.72-5.55	4.93-5.72	4.94-5.63	5.06-5.69	5.00-5.54
	<b>Primavera/Verano (n=22)</b>	<b>acb</b>	<b>ac</b>	<b>c</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
	Media±desviación típica	5.67±0.64	5.59±0.56	5.43±0.31	5.69±0.45	5.89±0.37
	Intervalo de Confianza 95%	5.39-5.95	5.34-5.83	5.29-5.57	5.48-5.89	5.73-6.06
Media recortada 5%	5.67	5.59	5.43	5.70	5.90	
Mediana	5.69	5.63	5.47	5.66	5.98	
Percentil 10-90	4.81-6.60	4.79-6.35	4.91-5.77	4.96-6.31	5.38-6.41	
Percentil 25-75	5.18-6.13	5.30-5.94	5.23-5.64	5.49-6.07	5.51-6.14	

<sup>abcd</sup> Diferente letra en una fila indica diferencias significativas ( $p<0.05$ ) entre periodos postparto.

\* Diferencias significativas ( $p<0.05$ ) entre estaciones.

\*\* Diferencias significativas ( $p<0.01$ ) entre estaciones.

**Tabla 2.-** Estadísticos descriptivos, en función del momento del muestreo, de los parámetros en los que influye la estación

	Preparto (n=49)	Parto (n=49)	1° mes (n=49)	2° mes (n=49)	3° mes (n=49)	
Proteínas Totales (g/l)	<b>Novilla (n=13)</b>					
	Media±desviación típica	**a 5.36±0.39	**bc 5.76±0.55	bc 5.95±0.31	c 5.93±0.42	*b 6.18±0.34
	Intervalo de Confianza 95%	5.12-5.60	5.42-6.01	5.77-6.14	5.68-6.18	5.97-6.38
	Media recortada 5%	5.38	5.76	5.98	5.95	6.17
	Mediana	5.40	5.70	5.90	6.00	6.10
	Percentil 10-90	4.68-5.92	4.92-6.66	5.38-6.32	5.10-6.52	5.74-6.72
	Percentil 25-75	5.15-5.65	5.45-6.15	5.90-6.20	5.85-6.05	5.90-6.45
	<b>Multipara (n=36)</b>					
	Media±desviación típica	a 5.89±0.48	ab 6.03±0.38	b 6.09±0.48	c 6.41±0.46	c 6.42±0.55
	Intervalo de Confianza 95%	5.73-6.06	5.90-6.16	5.92-6.25	6.25-6.56	6.24-6.61
	Media recortada 5%	5.91	6.02	6.07	6.40	6.41
	Mediana	5.95	6.00	6.00	6.30	6.30
Percentil 10-90	5.27-6.60	5.47-6.60	5.40-6.83	5.87-6.90	5.74-7.13	
Percentil 25-75	5.60-6.20	5.72-6.20	5.72-6.40	6.10-6.80	6.10-6.70	
Albumina (mg/dl)	<b>Novilla (n=13)</b>					
	Media±desviación típica	**ab 31.67±5.04	**a 31.05±4.68	*b 33.60±2.94	*b 34.61±3.62	b 33.30±3.02
	Intervalo de Confianza 95%	28.63-34.72	28.22-33.87	31.83-35.38	32.42-36.80	31.48-35.13
	Media recortada 5%	32.05	31.00	33.50	34.55	33.12
	Mediana	31.93	30.09	33.38	34.25	33.64
	Percentil 10-90	22.29-38.01	24.70-39.27	30.00-38.68	29.38-40.69	30.02-38.39
	Percentil 25-75	30.74-33.73	27.66-33.73	30.88-35.41	32.01-37.12	30.32-35.57
	<b>Multipara (n=36)</b>					
	Media±desviación típica	a 30.55±4.24	ab 31.41±4.05	ab 31.15±4.07	ab 31.41±3.46	b 31.70±3.52
	Intervalo de Confianza 95%	29.11-31.98	30.04-32.78	29.77-32.53	30.24-32.58	30.51-32.89
	Media recortada 5%	30.74	31.53	31.36	31.60	31.85
	Mediana	31.53	31.73	31.99	31.67	32.23
Percentil 10-90	25.10-35.31	26.72-36.50	25.42-35.62	26.53-35.62	26.58-36.02	
Percentil 25-75	28.00-33.05	28.71-34.69	28.82-33.88	29.20-34.25	28.97-34.67	
Calcio (mg/dl)	<b>Novilla (n=13)</b>					
	Media±desviación típica	9.99±1.48	9.95±0.93	10.29±0.80	9.81±0.61	9.77±0.82
	Intervalo de Confianza 95%	9.09-10.89	9.39-10.52	9.81-10.77	9.44-10.18	9.28-10.27
	Media recortada 5%	10.03	9.94	10.26	9.82	9.80
	Mediana	10.70	9.67	10.25	9.94	10.07
	Percentil 10-90	7.65-11.88	8.81-11.54	9.02-11.64	8.87-10.61	8.39-10.68
	Percentil 25-75	8.70-11.08	9.35-10.81	9.88-10.71	9.13-10.27	9.05-10.42
	<b>Multipara (n=36)</b>					
	Media±desviación típica	ac 9.63±1.15	b 8.87±1.05	ab 9.23±1.23	c 9.79±0.85	c 9.87±1.30
	Intervalo de Confianza 95%	9.24-10.02	8.52-9.23	8.82-9.65	9.50-10.08	9.43-10.31
	Media recortada 5%	9.62	8.89	9.27	9.75	9.84
	Mediana	9.65	8.97	9.44	9.84	9.87
Percentil 10-90	8.05-11.04	7.45-10.42	7.51-10.70	8.65-10.68	8.10-11.68	
Percentil 25-75	8.64-10.52	8.14-9.70	8.49-9.91	9.32-10.21	8.72-10.74	
Fósforo (mg/dl)	<b>Novilla (n=13)</b>					
	Media±desviación típica	5.78±0.62	5.97±0.95	5.61±0.41	5.68±0.54	5.80±0.47
	Intervalo de Confianza 95%	5.40-6.16	5.39-6.54	5.36-5.86	5.35-6.01	5.51-6.08
	Media recortada 5%	5.78	5.86	5.61	5.69	5.81
	Mediana	5.61	5.68	5.64	5.73	5.86
	Percentil 10-90	4.84-6.81	5.14-7.95	4.96-6.26	4.77-6.39	5.08-6.43
	Percentil 25-75	5.40-6.21	5.38-6.18	5.34-5.86	5.21-6.08	5.39-6.19
	<b>Multipara (n=36)</b>					
	Media±desviación típica	5.24±0.91	5.37±0.56	5.31±0.36	5.44±0.44	5.47±0.45
	Intervalo de Confianza 95%	4.93-5.55	5.18-5.56	5.18-5.43	5.29-5.58	5.32-5.62
	Media recortada 5%	5.22	5.38	5.30	5.43	5.47
	Mediana	5.21	5.36	5.35	5.46	5.47
Percentil 10-90	4.52-6.14	4.60-6.26	4.75-5.68	4.85-6.08	4.90-6.09	
Percentil 25-75	4.81-5.58	4.91-5.70	5.04-5.60	5.17-5.69	5.10-5.81	
Magnesio (mg/dl)	<b>Novilla (n=13)</b>					
	Media±desviación típica	2.05±0.31	1.98±0.36	1.95±0.41	1.86±0.28	2.12±0.24
	Intervalo de Confianza 95%	1.86-2.23	1.76-2.19	1.70-2.20	1.69-2.03	1.97-2.26
	Media recortada 5%	2.05	1.96	1.95	1.85	2.13
	Mediana	2.03	1.96	1.84	1.78	2.09
	Percentil 10-90	1.62-2.39	1.46-2.55	1.39-2.62	1.53-2.34	1.70-2.43
	Percentil 25-75	1.69-2.33	1.73-2.23	1.61-2.28	1.61-2.10	2.00-2.36
	<b>Multipara (n=36)</b>					
	Media±desviación típica	a 1.81±0.32	a 1.74±0.41	a 1.69±0.39	a 1.78±0.47	b 1.99±0.48
	Intervalo de Confianza 95%	1.70-1.92	1.60-1.88	1.56-1.82	1.62-1.94	1.83-2.15
	Media recortada 5%	1.82	1.74	1.69	1.76	1.99
	Mediana	1.79	1.74	1.68	1.69	1.97
Percentil 10-90	1.43-2.27	1.07-2.39	1.14-2.37	1.20-2.52	1.30-2.54	
Percentil 25-75	1.60-2.04	1.52-1.94	1.50-1.89	1.47-2.04	1.65-2.31	

<sup>abcd</sup> Diferente letra en una fila indica diferencias significativas (p<0.05) entre periodos postparto.

\* Diferencias significativas entre estaciones(p<0.05).

\*\* Diferencias significativas entre estaciones(p<0.01).

**Tabla 3.-** Estadísticos descriptivos, en función del momento del muestreo, de los parámetros en los que influye el número de partos

## b) Evolución a lo largo del periodo de muestreo

Al considerar la evolución en el tiempo, en la albúmina se apreciaba una cierta influencia, aunque no significativa, de la interacción del tiempo con los otros dos factores, de tal forma que sus niveles aumentaban significativamente a medida que avanzaba el periodo de muestreo, en los animales que parían en primavera-verano. Este efecto significativo no fue observado en los animales de otoño-invierno. Esta interacción también fue vista en el fósforo, de manera que, en los animales que parían en primavera-verano, los niveles de este mineral descendían entre el parto y el primer mes del postparto (produciéndose una elevación posterior). No hemos podido apreciar variaciones significativas de este elemento en otras circunstancias.

## Discusión

Desde un punto de vista general, podemos indicar que todos los parámetros estudiados en esta raza se encuentran dentro de los rangos considerados como normales en el ganado bovino (Rosemberger, 1983). Tan sólo hemos apreciado que las hembras de esta raza presentan niveles más bajos de triglicéridos que los propuestos por Samarütel et al., (2008) en Holstein, o por Hernández (1992) en la propia raza Rubia Gallega. A pesar de ello, se encuentran dentro del rango propuesto por Rosemberger (1983) en ganado vacuno.

### Influencia del Postparto

Para poder entender los cambios que ocurren en los perfiles metabólicos a lo largo del postparto, debemos tener en cuenta cuáles son los principales eventos que tienen lugar en este período: final del desarrollo fetal, parto e inicio de la lactación. Estos fenómenos podrían explicar el por qué los niveles de proteínas totales, albúmina, urea, glucosa, colesterol y triglicéridos se encuentran bajos en el periparto, aumentando de forma paulatina a partir de ese momento (coincidiendo con la recuperación de la ingesta de materia seca). El fenómeno contrario ocurre con los NEFA, ya que éstos se originan por la movilización de las reservas corporales en los momentos en los que la alimentación no es capaz de cubrir todas las necesidades del animal. Hemos de afirmar, que al ser ésta una raza de aptitud cárnica, el balance energético negativo nunca debería llegar a los niveles de otras especializadas en la producción láctea; probablemente por eso, los valores más elevados de NEFA, en los animales de este estudio, fueron inferiores a los valores mínimos encontrados en razas de aptitud láctea (datos no publicados).

Las hembras de este estudio, presentaron unos valores de transaminasas que en ningún momento superaron los valores considerados normales en ganado vacuno (Rosemberger, 1983). Al analizar su evolución en el periparto, comprobamos que sus niveles eran bajos en el último mes de gestación y en el parto, produciéndose una brusca y progresiva elevación en los primeros meses del postparto, manteniendo un patrón similar al encontrado por

Stojevic et al. (2005). Tainturer et al. (1984) encontraron que la actividad de la ASAT en vacas de leche presentaba un patrón irregular que cambiaba, ocasionalmente, a lo largo de la gestación y la lactación, pero sin encontrar un efecto significativo. Este incremento podría estar relacionado con el aumento de la actividad hepática que se produce en el postparto.

Tanto la ALAT como la ASAT, son enzimas hepáticas que intervienen en el metabolismo de los aminoácidos, y son analizadas cuando existe una sospecha de una enfermedad hepática. Así, la determinación de la ASAT en vacas lecheras suele estar asociado con problemas de síndrome de hígado graso (Cebra et al., 1997), situaciones de bajo apetito y con aparición de cuadros de cetosis en vacas lecheras en las primeras fases de la lactación (Steen, 2001). El aumento de los valores séricos de ASAT se considera un marcador, muy sensible, del daño hepático, incluso en procesos subclínicos (Kauppinen, 1984, Meyer y Harvey 1998).

La evolución de los valores del fósforo y del magnesio, siguen una distribución similar a la descrita por Goicoa (1989) en esta misma raza. Así, esta autora describía una disminución de la fosfatemia al final de la gestación, recuperándose en el postparto. Mientras que el magnesio presentaba niveles bajos al inicio del postparto, alcanzando un valor máximo en mitad de la gestación.

### Influencia de la Estación

Otro de los factores considerados en nuestro estudio ha sido la estación de parto. Debemos tener en cuenta que es muy difícil poder separar el efecto de ésta, del de la alimentación, ya que las características del alimento varían, muchas veces, en función de la época y de las condiciones climáticas; existiendo una relación demostrada entre los metabolitos plasmáticos y la alimentación de los animales (Payne et al., 1970). Los animales de esta raza, explotados en un sistema tradicional, presentan un manejo diferente en primavera-verano que en otoño-invierno. Esto provoca que apreciemos variaciones estacionales de algunos parámetros metabólicos relacionados con el aporte de energía-proteína, como el colesterol, los triglicéridos y la albúmina. Los valores de estos metabolitos reflejan los cambios nutricionales a los que están sometidos las vacas de esta raza explotadas en el sistema tradicional, que provocan una modificación del contenido de proteína y energía de la dieta. Probablemente por este motivo, el colesterol, los triglicéridos y la albúmina se encuentran más elevados en el otoño-invierno.

Aunque los niveles de energía y proteína del pasto pueden ser similares a los del silo de hierba (FEDNA, 2004), la elevada humedad del pasto y, por lo tanto, el menor contenido en materia seca, provocan que el silo aporte, en el mismo peso de producto, niveles superiores de energía y proteína.

La temperatura ambiental también es un factor a tener en cuenta dentro de la estación. Así, los niveles de ingesta de alimento se incrementan en épocas frías para mantener el

calor corporal (Kennedy et al., 1986, Minton 1986, Young 1986, Young et al., 1989), lo que también provoca que el aporte de proteína-energía sea más elevado.

En cuanto a la variación observada en ciertos minerales, se sabe que el organismo animal es muy eficaz a la hora de regular los niveles de calcio, por lo que sus variaciones son poco probables, coincidiendo con lo hallado en nuestro estudio. Sin embargo, el fósforo puede variar con mayor frecuencia, siendo el mineral que más frecuentemente presenta deficiencias (McDowell 1992).

Los niveles plasmáticos de fósforo están condicionados por la cantidad aportada en la dieta (ASPA Commission, 1999), que a su vez está condicionado por los valores existentes en el suelo (National Research Council, 1996). Sande et al. (2005) describieron que los valores de fósforo total en el suelo eran superiores en el otoño respecto a la primavera. Este hecho, podría justificar que en nuestro estudio hayamos encontrado niveles más elevados en el período otoño-invierno.

### Influencia del Número de Parto

En este estudio hemos comprobado que los parámetros relacionados con el metabolismo proteico (Proteínas Totales y Albúmina) se vieron afectados por el número de parto de los animales. Este fenómeno ha sido ampliamente descrito (Roussel et al., 1982, Doornbal et al., 1988, Benedito, 1998, Otto et al., 2000). Cuando las novillas alcanzan el primer parto aún no han finalizado su desarrollo muscular, existiendo una competencia entre el crecimiento de la madre y del ternero por los distintos nutrientes, lo que podría condicionar los niveles circulantes de proteínas totales. También deberíamos tener en cuenta el sistema de manejo y/o alimentación de las novillas. En esta raza es frecuente que las novillas se encuentren explotadas bajo un sistema de estabulación permanente, con una alimentación diferente a la de los animales de más edad, lo que podría ayudar a explicar las diferencias encontradas a nivel del metabolismo proteico. Freetly et al., (2006) describen la existencia de notables diferencias en las necesidades para el crecimiento y la lactación entre novillas y vacas, que podrían justificar las diferencias que se pueden encontrar en algunos metabolitos.

Hemos comprobado la influencia del número de parto de la vaca sobre el calcio y el fósforo. En este caso, es fácil intuir que, siendo una de las funciones principales de estos elementos el participar en el crecimiento esquelético, los resultados deberían mostrar unos valores de calcio y fósforo circulantes más bajos en los animales de primer parto. En cuanto al magnesio, debemos tener en cuenta que, aparentemente, no existe un control homeostático, por lo que la concentración sanguínea debería estar directamente relacionada con los niveles de este elemento en la dieta (González, 2000). Pulss y Hagemester (1969) postularon que las deficiencias de este mineral se producían preferentemente cuando los animales se alimentaban en praderas de gramíneas jóvenes, o bien cuando existía un exceso de potasio en el suelo. Además, los animales más susceptibles de padecer una deficiencia de magnesio eran

los de mayor edad, ya que parece existir una pérdida progresiva de la capacidad renal para regular su metabolismo (Shiga et al., 1985). Esto podría justificar los valores más bajos encontrados en los animales de mayor número de partos en nuestro estudio.

### Metabolitos no afectados por la estación y el número de parto

Los valores de NEFA, Glucosa, Transaminasas y Urea, no se vieron afectados ni por la estación, ni por el número de parto.

Tanto los NEFA como la glucosa, son metabolitos directamente relacionados con la movilización de las reservas grasas y, por lo tanto, con la posible existencia de un balance energético negativo. De tal modo que, sus variaciones están más relacionadas con el momento del postparto, que con cualquier otro factor. En los animales de nuestro estudio pudimos comprobar que la pérdida de peso y de condición corporal en el postparto era mínima, lo que se traduciría en que el nivel de movilización de grasas y de balance energético negativo sería poco intenso.

Tampoco las transaminasas se vieron afectadas por la estación ni por el número de parto, probablemente porque estos metabolitos están más relacionados con la actividad hepática del animal, por lo que le afectaría más el estado fisiológico en el que se encontrasen estos animales, en el periparto, que de los restantes factores considerados.

Finalmente, la urea es un metabolito frecuente en los rumiantes, que se forma como consecuencia de la transformación del amoníaco excedente en la degradación ruminal de las proteínas. La mayor parte de los autores consultados consideran que los valores de este parámetro, tanto en leche como en sangre, serían un buen indicador del estado del metabolismo proteico en la vaca (Roseler et al., 1993, Butler, 1998). En el proceso de absorción de la proteína degradable en la dieta, los rumiantes deben procesarla en el rumen formando amoníaco, y este amoníaco será transformado, posteriormente, en proteína microbiana que ya puede ser absorbida por el intestino (Bach et al., 2005). Este proceso requiere de energía, que el animal obtiene de los hidratos de carbono de la dieta. Cuando la ración no está correctamente equilibrada tenemos un excedente de amoníaco que es absorbido y transformado en urea en el hígado. Por lo tanto, la elevación de sus niveles séricos se relaciona, principalmente, con un excesivo aporte de proteína bruta en la dieta (Ferguson et al., 1993, Butler et al., 1995). Debido a que los valores sanguíneos de urea de los animales de este estudio no se vieron afectados por la estación, podemos pensar que los animales de esta raza no reciben en ningún momento del año dietas con altas concentraciones en proteína degradable, y que existe un equilibrio entre los valores de proteína degradable y de energía de la dieta.

Podemos concluir, por lo tanto, que las concentraciones séricas de colesterol total, triglicéridos, NEFA, glucosa, ASAT, ALAT, proteínas totales, albúmina, urea, calcio, fósforo y magnesio en vacas de raza Rubia Gallega



explotadas en el sistema de producción tradicional de Galicia, se encuentran dentro de los rangos normales para la especie bovina.

El momento respecto al parto en que se obtiene la muestra, influye en todos los parámetros excepto en el calcio; la estación influye en los niveles de colesterol total, triglicéridos, albúmina y fósforo, aumentando los tres primeros en Otoño-invierno y el último en primavera-verano y el número de partos influye en las concentraciones de proteínas totales, albúmina, calcio, fósforo y magnesio, siendo todas las concentraciones, menos las de proteínas totales, más bajas en multíparas.

**Agradecimientos** Este estudio fue financiado por la Xunta de Galicia (Plan Gallego de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Proyecto Ref. PGIDIT 03RAG26101PR).

## Bibliografía

- ASPA Commission. (1999). Guida all'interpretazione dei profili metabolici. Università degli Studi di Perugia, Italy.
- Bach, A., Calsamiglia, S., Stern, M.D. (2005). Nitrogen metabolism in the rumen. *J Dairy Sci* 88 (E. Suppl.), E9-E21.
- Becerra, J.J. (2003). Influencia de distintos factores endógenos y exógenos sobre los parámetros reproductivos en hembras bovinas de raza Rubia Gallega. Tesis Doctoral, Departamento de Patología Animal, Universidad de Santiago de Compostela.
- Becerra, J.J., Quintela, L.A., Peña, A.I., Ruibal, S., Deiros, J., Barrio, M., Díaz, C., Gracia, S., Herradón, P.G. (2006). Duración del período gestacional en la raza Rubia Gallega. *Recursos Rurais*. 1, 2: 35-39.
- Benedito, J.L. (1998). Patología de la Producción Láctea en Galicia. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias*. 5: 215-228.
- Butler, W.R. (1998). Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J Dairy Sci*. 81, 9: 2533-2539.
- Butler, W.R., Cherney, D.J.R., Elrod, C.C. (1995). Milk urea nitrogen (MUN) analysis: field trial results on conception rates and dietary inputs. *Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, USA*. 89-95.
- Campos, R., González, F., Lacerda, L., Coldebella, A. (2005). Perfil metabólico obtenido de pool de sueros o de muestras individuales. *Arch Zootec*. 54: 113-116.
- Cebra, C.K. (1997). Hepatic lipidosis in anorectic, lactating Holstein cattle: A retrospective study of serumbiochemical abnormalities. *J Vet Int Med*. 11: 231-237.
- Contreras, P. (2000). Indicadores do metabolismo proteico utilizados nos perfis metabólicos de rebanhos. En: González, F.H.D., Barcello JO, Ribeiro LAO (Eds). Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 23-30.
- Doornenbal, H., Tong, A.K.W., Murray, N.L. (1988). Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. *Can J Vet Res*. 52: 99-105.
- FEDNA. (2004). Tablas FEDNA de valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. I Forrajes. Noviembre de 2004.
- Ferguson, J.D., Galligan, D.T., Blanchard, T., Reeves, M. (1993). Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *J Dairy Sci*. 76,12: 3742-3746.
- Freetly, H.C., Nienaber, J.A., Brown-Brandl, T. (2006). Changes in heat production by mature cows after changes in feeding level. *J Anim. Sci*. 84: 1429-1438.
- Garmendia, J. (2005). Suplementación estratégica de vacas de doble propósito alrededor del parto. I Seminario de pastos y forrajes, Venezuela. 112-129.
- Goicoa, A. (1989). Estudios de distintos parámetros hemáticos y séricos en hembras de raza Rubia Gallega durante la gestación y primer mes de puerperio. Tesis Doctoral, Departamento de Patología Animal, Universidad de Santiago de Compostela.
- González, F.H.D. (2000). Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. En: González, F.H.D., Barcello, J.O., Ribeiro, L.A.O. (Eds). Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 63-74.
- Hernández, J. (1992). Estudio de distintos parámetros hematológicos y séricos en razas bovinas (*Bos taurus*, Linnaeus 1758) rústicas de Galicia. Tesis Doctoral, Departamento de Patología Animal, Universidad de Santiago de Compostela.
- Kaappinen, K. (1984). ALAT, AP, ASAT, GGT, OCT, activities and urea and total bilirubin concentrations in plasma of normal and ketotic dairy cows. *Zbl Vet Med A*. 31: 567-576.
- Kennedy, P.M., Christopherson, R.J., Milligan, L.P. (1986). Digestive responses to cold. En: Milligan LP, Grovum WL, Dobson A (Eds). *Control of digestion and metabolism in ruminants*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall. 285-306
- McDowell, L.R. (1992). *Minerals in animals and human nutrition*. Acad Press, London.
- Meyer, D.J., Harvey, J.W. (1998). Evaluation of hepatobiliary system and skeletal muscle and lipid disorders. En: Meyer, D.J., Harvey, J.W. (Eds). *Veterinary Laboratory Medicine. Interpretation and Diagnosis*. 2ª Ed. WB Saunders Company Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokio. 157-187.
- Minton, J.E. (1986). Effects of heat stress on feed intake of beef cattle. En: Owens FN (Ed). *Symposium Proceedings: Feed Intake by beef cattle, MP-121, Stilwater, Okla: Oklahoma Agricultural Experimental Station*. 325-327.

- Montserrat, L., Sánchez, L. (2000). Sistemas de producción de carne en pastoreo con Rubia Gallega. *Bovis*. 92: 23-34.
- National Research Council. (1996). Nutrient requirements of beef cattle. 7<sup>th</sup> ed, Natl Acad Press Washington DC.
- Otto, F., Baggasse, P., Bogin, E., Harun, M., Vilela, F. (2000). Biochemical blood profiles of Angoni cattle in Mozambique. *Israel Vet Med Assoc*. 55, 3: 1-9.
- Payne, J.M., Dew, S.M., Manston, R., Faulks, M. (1970). The use of metabolic profiles test in dairy herds. *Vet Rec*. 87, 6: 150-158.
- Pulss, G., Hagemeister, H. (1969). Hypomagnesemia after feeding wilted silage from pasture grass during the stall period. *Z Tierphysiol Tierernahr Futtermittelkd*. 25, 1: 32-42.
- Rosenberger, G. (1983). Enfermedades de los bovinos. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires.
- Roseler, D.K., Ferguson, J.D., Sniffen, C.J., Herrema, J. (1993). Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J Dairy Sci*. 76, 2: 525-534.
- Roussel, J.D., Sybt, S.H., Toups, G. (1982). Metabolic profile testing for Jersey cow in Louisiana: Reference values. *Am J Vet Res*. 43: 1075-1077.
- Samarütel, J., Ling, K., Waldmann, A., Jaakson, H., Kaart, T., Leesmäe, A. (2008). Field trial on progesterone cycles, metabolic profiles, body condition score and their relation to fertility in Estonian Holstein dairy cows. *Reprod Dom Anim*. 43, 4: 457-463
- Sande, P., Mirás, J.M., Vidal, E., Paz, A. (2005). Estudio de la zona no saturada del suelo Vol VII. Samper Calvete FJ, Paz González A. 125-130.
- Shiga, A., Hoshino, S., Shimano, T., Shinozaki, K. (1985). Studies on magnesium, calcium and phosphorus metabolism in cow at the time of change from winter ration to fresh herbage. *Journal of the Faculty of Agriculture Iwate University*. 17, 2: 183-196.
- Steen, A. (2001). Field study of dairy cows with reduced appetite in early lactation: clinical examination, blood and rumen fluid analyses. *Acta Vet Scand*. 42: 219-228.
- Stojevic, Z., Pirslijin, J., Milinkovic-Tur, S., Zdelar-Tuk, M., Ljubic, B.B. (2005). Activities of AST, ALT and GGT in clinically healthy dairy cows during lactation and in the dry period. *Veterinarski Arhiv*. 75, 1: 67-73.
- Tainturier, D.J., Braun, P., Rico, A.G., Thouvenot, J.P. (1984). Variation in blood composition in dairy cows during pregnancy and after calving. *Res Vet Sci*. 37: 129-131.
- Van Saun, R.J. (2004). Metabolic profiling to evaluate transition cow nutrition and health status. *Proceedings 23<sup>rd</sup> World Buiatrics Congress*. 11-16 de Julio. Quebec, Canada
- Wittwer, F. (2000). Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionales em gado de leite. En: González FHD, Barcello JO, Ribeiro LAO (Eds). *Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 53-63.
- Young, B.A. (1986). Food intake of cattle in cold climates. En: Owens FN (Ed). *Symposium Proceedings: Feed Intake by beef cattle*, MP-121, Stilwater, Okla: Oklahoma Agricultural Experimental Station. 328-340.
- Young, B.A., Walker, A.E., Dixon, A.E., Walker, V.A. (1989). Physiological adaptation to the environment. *J Anim Sci*. 67: 2426-2432.