

EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DE UREA, GRANO DE LUPINO, EXPELLER DE MANÍ Y AFRECHO DE SOYA EN RACIONES DE ENGORDA DE VAQUILLAS

PRODUCTIVE AND ECONOMICAL EVALUATION OF UREA, LUPIN GRAIN, PEANUT EXPELLER AND SOYBEAN MEAL IN FATTENING RATIONS FOR BEEF HEIFERS

Claudio Rojas G¹, Adrián Catrileo S¹ y Waleska Hormazábal G²

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Carillanca. Correo 58-D, Temuco. Chile. E-mail: cbrojas@inia.cl. ² Universidad Católica de Temuco.

ABSTRACT

Key words: Protein sources, rate of gain, feed conversion, carcass, pH

The aim of this study was to evaluate animal response on diets based on pasture silage and concentrates from different protein sources for finishing beef heifers. Twenty eight spring born Hereford x A. Angus virgin heifers of 19-20 months of age and 320 kg initial live weight, were used in the experiment. A randomised complete block design with 4 treatments and 7 replicates was used. Treatments were: T1 concentrate with urea; T2 concentrate with lupine; T3 concentrate with peanut expeller and T4 concentrate with soybean. Each treatment also considered grounded barley and minerals. All treatments were formulated approximately isoproteic and isocaloric with 20.5% CP and 3.1 Mcal ME kg⁻¹, dry matter basis, and were fed daily to the animals at 1% of their live weight. Ryegrass was offered at discretion as a supplement. Daily live weight gains were statistically similar 1.382; 1.442; 1.364 and 1.384 kg animal⁻¹, respectively ($P \geq 0,05$); daily food intake was 10; 10.2; 10 and 9.9 kg DM animal⁻¹; feed conversion efficiency was 7.2; 7.1; 7.3 and 7.2 kg DM feed consumed kg⁻¹ live weight gain were obtained; carcass killing percentage were statistical similar with 52.4; 51.8; 52.0 and 53.0% ($P \geq 0,05$); a similar situation occurred for rib eye area with 59.3;

RESUMEN

Palabras claves: Fuentes proteicas, incrementos de peso, conversión de alimentos, pH de la canal

Se realizó un estudio con el objetivo de evaluar la respuesta animal y económica al consumo de raciones basadas en ensilaje de praderas y concentrados con diferentes fuentes proteicas. Se utilizaron 28 vaquillas vírgenes Hereford x A. Angus de 19-20 meses de edad y 320 kg de peso nacidas en primavera. Cuatro tratamientos con 7 repeticiones en un diseño de bloques completos al azar fueron usados.: T1) concentrado formulado con urea; T2) concentrado con grano de lupino australiano; T3) concentrado con expeller de maní y T4) concentrado con afrecho de soya. Cada tratamiento consideró, además cebada molida y sales minerales. Los tratamientos se formularon aproximadamente isoproteicos para 20,5% de PC e iso energéticos para aproximadamente 3,1 Mcal kg⁻¹ de EM, base MS y se entregaron a los animales diariamente en función del 1% de su peso vivo. En forma complementaria se entregó ensilaje de ballica a discreción. Los incrementos diarios de peso vivo (PV) fueron estadísticamente similares 1,382; 1,442; 1,364; 1,384 kg animal⁻¹ ($P \geq 0,05$); los consumos diarios de alimentos fueron de 10; 10,2; 10 y 9,9 kg MS animal⁻¹; las conversiones de alimentos de 7,2; 7,1; 7,3 y 7,2 kg de MS alimento consumido

58.8; 55.6; 56.8 cm² ($P \geq 0,05$) and a pH of 5.46; 5.46; 5.49 and 5.49 ($P \geq 0,05$) for treatments 1 to 4, respectively. It is concluded that heifers fed diets containing concentrates from different protein sources did not affect daily live weight gain and carcass results. The lowest cost diet was the one using lupine grain as a protein source in the concentrate .

kg⁻¹ de incremento PV; fueron estadísticamente similares, el rendimiento centesimal de las canales de 52,4; 51,8; 52,0; 53,0 ($P \geq 0,05$); área de lomo de 59,3; 58,8; 55,6; 56,8 cm² ($P \geq 0,05$) y pH carne 5,46; 5,46; 5,49; 5,49 ($P \geq 0,05$), para los tratamientos 1 a 4 respectivamente. Se concluye que la alimentación de vaquillas con raciones formuladas con diferentes fuentes proteicas no afectó los incrementos de PV ni sus canales y que la ración de menor costo por kg de alimento y por kg de incremento de peso fue la que utilizó grano de lupino.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad dada la preocupación creciente por el efecto de la actividad ganadera sobre el medio ambiente y el aumento de los costos de alimentación debido a la variación de los precios de las materias primas, hacen necesaria una permanente evaluación de productos y subproductos que pueden ser utilizados en la dieta del animal. Es conocido además, que la rentabilidad de la engorda bovina en confinamiento ha sido variable a través del tiempo, ya que muchas situaciones impredecibles, ejercen un fuerte impacto en el resultado del negocio.

Un exceso de proteína en las raciones puede causar daño en el medio ambiente por una mayor excreción de N al suelo, además de un aumento de la evolución del amoníaco (NH₃) en el medio ambiente (Klemesrud *et al.*, 2000). Una subalimentación proteica puede provocar disminución en el consumo, de la ganancia diaria de peso y menor calidad de la canal (Galyean, 1996).

De la producción y procesamiento de alimentos para el hombre se originan numerosos subproductos y residuos que pueden ser destinados a la alimentación animal. Un número importante de los mismos tienen características nutritivas diferentes según su origen y el tipo de procesos industriales a los cuales han sido sometidos. En general, presentan la particularidad de ser muy concentrados en uno o más nutrientes por lo que se deben analizar cuidadosamente para así poder combinarlos en forma correcta con otros alimentos y conformar

dietas equilibradas.

En Chile los granos de lupino blanco (*Lupinus albus* L.) y lupino australiano (*Lupinus angustifolius* L.) se caracterizan por presentar altos niveles de proteína y de energía metabolizable, que los hacen altamente atractivos para integrar raciones concentradas para bovinos. Un estudio con novillos de 7 a 8 meses de edad determinó que el grano de lupino blanco molido se puede incluir hasta 40% en las raciones de engorda sin observar trastornos digestivos en los animales. Sin embargo, los niveles óptimos se estimaron entre 20 y 30%, dependiendo de la calidad del forraje conservado empleado (Rojas y Carrasco, 1987). En su comparación a afrecho de raps el lupino blanco se ha constituido en una muy buena alternativa proteica para raciones de engorda al permitir incremento de peso vivo y eficiencias de conversión similares (Rojas y Catrileo, 1992). Sin embargo, otros subproductos de la extracción de aceites vegetales están llegando al país, como son los derivados del maní y de soya, que presenta altos niveles de proteína y energía y a precios competitivos con el grano de lupino. Estos productos han sido poco usados en las raciones de engorda de bovinos del país, aunque se tiene referencia del uso de expeller de maní formando parte de raciones de engorda de novillos con respuestas satisfactorias en incrementos y costos (Goic *et al.*, 2004; Jahn y Vidal, 2008).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva y económica de la engorda invernal estabulada de vaquillas alimentadas con raciones de engorda formuladas con diferentes fuentes proteicas.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se realizó durante la temporada invernal del 2009 en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco (38° 41' S, 72° 25' O, 200 m.s.n.m), ubicado en la precordillera de la IX región, comuna de Vilcún.

Se utilizaron 28 vaquillas híbridas vírgenes Hereford x A. Angus de 19 a 20 meses de edad, nacidas en primavera y con 320 kg de PV inicial promedio para probar cuatro tratamientos, correspondientes a concentrados de engorda formulados con fuentes proteicas que correspondieron a:

- T1: Concentrado formulado con urea
- T2: Concentrado con grano de lupino australiano
- T3: Concentrado con expeller de maní
- T4: Concentrado con afrecho de soya

Los concentrados se formularon aproximadamente isoproteicos para 20,5% de proteína cruda e isoenergéticos para 3,1 Mcal kg⁻¹, para lo cual, en forma adicional a la fuente proteica se consideraron grano de cebada molido y sales minerales, en las proporciones señaladas en el Cuadro 1.

El grano de lupino y de cebada fue molido en forma previa a confeccionar los concentrados. El expeller de maní, el afrecho de soya, las sales minerales y la urea se utilizaron en su forma comercial original.

Los concentrados se entregaron diariamente y de una sola vez en la mañana a las vaquillas para su consumo en función del 1% de su peso vivo. Posteriormente, al consumo del concentrado se adicionó en forma discrecional el ensilaje de praderas.

El ensilaje utilizado provino de praderas mixtas sembradas, de siete años, donde predominaban las ballicas perennes (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). La cosecha de forrajes fue realizada con una cosechadora de forrajes (New Holland, modelo 16A, USA) y el material se premarchitó 24 horas en el potrero antes de ser ensilado sobre un radier de cemento, que se cubrió con plástico y neumáticos de vehículos para sellarlo.

El grano de lupino australiano, el expeller maní, el afrecho de soya y el ensilaje se analizaron en el Laboratorio de Bromatología de INIA; las determinaciones de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), nitrógeno amoniacal (N-NH₃) y pH, se realizaron según los métodos de la AOAC (1970), y la energía metabolizable (EM) se estimó en base a la digestibilidad *in vitro* (Tilley y Terry, 1963).

Cuadro 1. Composición porcentual y química de los concentrados usados en la engorda base MS
Table 1. Relative proportion and chemical composition of concentrates used in the experiment DM basis.

	T1	T2	T3	T4
Urea, %	2,2			
Grano lupino, %		39		
Expeller maní, %			21	
Afrecho soya, %				17
Grano cebada, %	96,8	60	78	82
Sales minerales, %	1	1	1	1
Total	100	100	100	100
Materia seca, %	87,3	86,0	87,7	87,3
Proteína cruda, %	20,4	20,2	20,6	20,7
Energía metabolizable, Mcal kg ⁻¹ .	3,03	3,15	3,14	3,12

Cuadro 2. Composición química de los alimentos usados en la engorda base MS
Table 2. Chemical composition of feeds used in the experiment (DM basis)

Alimentos	Materia seca (%)	Proteína cruda (%)	Energía metabolizable (Mcal kg⁻¹)	Fibra cruda (%)	N-NH₃ (% del N total)	pH (1 – 7)
Urea	99,0	281*	na	na	na	na
Grano lupino	84,2	28,9	3,3	15,6	na	na
Expeller maní	93,2	44,9	3,5	4,9	na	na
Afrecho soya	88,3	50,4	3,2	4,7	na	na
Grano cebada	87,1	14,5	3,1	4,4	na	na
Ensilaje praderas	32,7	9,2	2,4	28,6	7,3	4,4

*N total multiplicado por 6,25; na: no analizado

Los valores obtenidos se muestran en el Cuadro 2.

En este Cuadro se observa que el lupino presentó menor contenido de MS, PC y similar en EM que los señalados en las tablas de composición de alimentos de Anrique *et al.*, (2008) donde se indican valores de 86,8%; 29,5% y 3,3 Mcal kg⁻¹ para los mismos parámetros, respectivamente. El expeller de maní presentó un mayor contenido de MS, EM y menor PC que lo señalado en la misma tabla donde el promedio señala 91,3%; 48,5% y 3,1 Mcal kg⁻¹ para los mismos parámetros. En afrecho de soya los valores tabulares y determinados en INIA fueron similares.

En el estudio se consideró un período pre experimental de acostumbamiento de los animales a la estabulación y manejo de alimentación iniciado el 25 de mayo de 2009 y que tuvo una duración de 10 días. Además, en este período los animales se desparasitaron contra parásitos hepáticos, gastrointestinales y pulmonares, al momento de ingresar a los corrales para iniciar el sistema de engorda. Ninguno de ellos recibió anabólicos. El período experimental se inició el 4 de junio y tuvo una duración de 77 días.

Se utilizó un galpón techado que dispone de corrales comunes de una superficie total de 60 m², donde 25 m² del fondo del corral tenía piso de tierra y fue habilitado para cama caliente y 35 m² del sector frontal con piso de cemento y el comedero y bebedero. La cama caliente estuvo constituida por paja de trigo, la que se agregó

diariamente para evitar una humedad excesiva.

Para determinar incrementos de peso vivo (PV) se realizó pesaje individual de los animales al inicio del estudio y cada 14 días en promedio sin destare, realizado entre las 9 y las 10 h AM. El consumo de alimentos se determinó diariamente en forma grupal por diferencia entre la cantidad que se ofrecía al día y la sobrante que se retiraba una vez al día a primera hora de la mañana.

Al finalizar la engorda los animales se faenaron en el frigorífico Temuco S.A., para determinar el rendimiento centesimal en caliente, mediante la relación porcentual del peso de la canal recién faenada con el peso del animal vivo al momento de la salida al frigorífico. Posteriormente, con 24 horas en cámara a 2°C, se cuarteó una media canal entre la novena y la décima costilla para medir el área del lomo mediante planimetría. En forma adicional el personal del frigorífico determinó la cobertura de grasa de las canales, de acuerdo a la Norma Chilena de Tipificación (INN, 1993) y pH, utilizando potenciómetro digital.

El análisis de las variables productivas y de las canales se realizó a través de un diseño completamente al azar con siete repeticiones. Los resultados se analizaron a través de un análisis de covarianza, donde la covariable fue peso inicial. Las diferencias entre las medias corregidas fueron analizadas mediante la prueba *t* para P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimentos

El consumo diario de concentrado y ensilaje, base MS, estuvo en una relación de aproximadamente 32 : 68 siendo los consumos totales de 10; 10,2; 10 y 9,9 kg, para los tratamientos 1 al 4, respectivamente (Cuadro 3). Estos valores de consumo de MS expresados como porcentaje del peso vivo de los animales empleados fue en promedio de 2,68% que es similar a las señalada en tablas de alimentación (ARC, 1980), en función de la proporción de concentrado a forraje conservado usado en la ración y del peso y tipo de animal empleado en la engorda invernal. También los consumos de alimentos y de energía metabolizable obtenidos son similares a los señalados por la AFRC (1995) para vaquillas de 400 kg de peso y 1,25 kg de incremento de peso diario. Sin embargo, el consumo de proteína cruda fue aproximadamente 20% mas alto en este estudio, respecto de la misma fuente, lo cual estuvo de acuerdo a lo programado y respondió a que experiencias anteriores señalaron limitaciones en el consumo voluntario e incrementos de pesos al emplear raciones con valores tabulares en este nutriente (Barker *et al.*, 1985; Rojas *et al.*, 2003; Rojas y Manríquez, 2007). De acuerdo Galyean (1996) la mayoría de los trabajos de engorda intensiva con buenas respuestas productivas los niveles de proteína cruda se encuentran en el rango entre 12,5 y 14,4%. En este estudio el porcentaje promedio de proteína en las raciones fue de 12,8 lo que permitió un consumo de 49 gramos de PC por unidad de EM que es mayor en 36% a lo recomendada por AFRC (1985).

Incrementos diario y conversión de alimento

Los incrementos de peso de las vaquillas se señalan en el Cuadro 4. Estos indican incrementos diarios promedios de 1,390 kg, que no fueron diferentes entre tratamientos ($P \geq 0,05$). En general, estos incrementos de peso son alrededor de 25% mas alto en comparación con los obtenidos en otros estudios de engorda invernal con raciones que contenían una proporción similar de forraje voluminoso a concentrado y de contenido de proteína cruda. (Rojas *et al.*, 1989; Rojas *et al.*, 1991; Rojas y Catrileo, 1998; Rojas y Manríquez, 2007). La diferencia la marcó el menor consumo de alimentos que tuvieron los estudios citados que fluctuaron entre 2,1 y 2,2% del peso vivo promedio, que se estimó pudo ser debido a la menor palatabilidad y digestibilidad de esas raciones. En este sentido los incrementos de peso alcanzados en este estudio tienden a ser más cercanos, aunque superiores, a aquellos donde el consumo animal expresado en función del peso vivo fue similar o superior a 2,9% (Rojas y Manríquez, 2001; Rojas, 2009).

La similitud en los incrementos de peso y consumo entre los tratamientos está indicando que todas las fuentes de proteína usadas, bajo las condiciones de este estudio, son similares desde el punto de vista de la respuesta animal. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Barker *et al.*, (1985) quienes no observaron diferencias en incrementos de peso y consumo al alimentar novillos con raciones isoproteicas de harina de carne, lupino australiano o urea. Resultados similares en consumo e incremento de peso se obtuvieron en corderos y novillos al usar raciones diferenciadas que contenían

Cuadro 3. Consumo diario de alimentos base MS por animal (kg).

Table 3. Daily food intake per animal (kg DM basis)

	T 1	T 2	T 3	T 4
Concentrado, kg animal ⁻¹	3,2	3,2	3,2	3,2
Ensilaje de pradera, kg animal ⁻¹	6,8	7	6,8	6,7
Materia seca total, kg animal ⁻¹	10,0	10,2	10,0	9,9
Proteína cruda, kg animal ⁻¹	1,28	1,29	1,28	1,28
Energía metabolizable, Mcal .	26,0	26,8	26,4	25,8

pellet de afrecho de algodón, lupino australiano, urea e isobutilideno (Smith y Warren, 1986a; Smith y Warren, 1986b; Wiese *et al.*, 2003). Sin embargo, se debe señalar que el aporte de nitrógeno de las fuentes proteicas bajo estudio fue bajo respecto al proveniente del ensilaje y grano de cebada del concentrado. Esto debió contribuir a diluir el efecto de los tratamientos.

La respuesta animal similar entre el tratamiento con urea (T1) y los otros tratamientos estaría indicando que las raciones aportaron suficiente sustrato energético y a tasas adecuadas, para que pudiera utilizarse el nitrógeno no proteico de la urea que es altamente soluble y degradable por los microorganismos ruminales. En este sentido se estima que la contribución de la cebada molida utilizada en las raciones de este estudio fue fundamental debido a la alta degradabilidad de su materia seca a nivel ruminal estimada entre 94 a 96,7% en 48 h de consumida, lo que habría permitido disponer de la energía suficiente a los microorganismos ruminales para realizar la síntesis de proteína microbiana del nitrógeno ureico (Jahn *et al.*, 1999; Yang *et al.*, 1997).

La conversión de alimentos, base MS fue de 7,2; 7,1; 7,3 y 7,2 kg de alimentos consumido por kg de incremento de peso, para los tratamientos 1 al 4, respectivamente (Cuadro 4). En términos comparativos con otros estudios similares realizados con novillos estabulados, los resultados numéricos alcanzados corresponden a valores de mayor eficiencia, lo que refleja la calidad de las raciones y animales que se emplearon. En general, las eficiencias de

conversión para este tipo de animal y raciones de engorda con alimentos de calidad son con normalidad mayores a 10 kg de alimento por kg de aumento de peso (Rojas y Manríquez, 2001; Rojas y Catrileo, 2008; Rojas, 2009).

Características de las canales

Los valores de rendimiento centesimal en este estudio no obtuvieron diferencias ($P \geq 0,05$) por efecto de los tratamientos (Cuadro 4), que es similar a lo obtenido en la gran mayoría de las engordas estabuladas. También, son más bajos que los obtenidos en otras engordas de características similares, donde los valores normales son cercanos al 55% (Rojas, 2009) y aún mayores cuando se usaron novillos de razas menos precoces como Normando (Rojas y Manríquez, 2001). El menor rendimiento centesimal se explica porque el peso vivo de los animales para realizar el cálculo del rendimiento correspondió al peso determinado en el lugar del experimento antes de su embarque, y no el peso de llegada a la planta frigorífica.

El área de lomo medido en las canales tampoco fue influenciado por los tratamientos ($P \geq 0,05$) al igual que el pH. Ninguna de las canales presentó músculo negro y todas obtuvieron cobertura de grasa grado 1, de acuerdo a la tipificación realizada por el frigorífico, según la NCH 1306 Of 93 (INN, 1993). Los valores de las canales permiten señalar que todas ellas cumplen con la normativa para ser exportadas a la Unión Europea (Cuadro 4).

Cuadro 4. Respuesta productiva de vaquillas estabuladas con raciones de engorda formuladas con diferentes fuentes proteicas.

Table 4. Productive response of heifers in confinement with finishing diets containing different protein sources.

	T1	T2	T3	T4
Peso inicial, kg animal ⁻¹	320	320	320	320
Peso final, kg animal ⁻¹	426	431	425	426
Incremento diario, kg animal ⁻¹	1,382a	1,442a	1,364a	1,384a
Consumo diario, kg MS animal ⁻¹	10,0	10,2	10,0	9,9
Conversión alimentos, kg kg ⁻¹	7,2	7,1	7,3	7,2
Rendimiento centesimal en caliente, %	52,4a	51,8a	52,0a	53,0a
Área de lomo, cm ²	57,6a	58,8a	55,6a	56,8a
pH, 1-7	5,46a	5,46a	5,49a	5,49a

Letras diferentes en sentido horizontal señalan diferencias estadísticas significativas, según Duncan ($P < 0,05$).

Cuadro 5. Costos de raciones para vaquillas de engorda (\$ kg-1 de MS).**Table 5. Diet cost for finishing heifers (\$ kg-1 DM basis)**

Tratamientos	Costo	Costo	%	%	Costo ración (A*C)+(B*D)
	concentrado	ensilaje	Concentrado ración	Ensilaje ración	
	A	B	C	D	
Ración 1	176	27,5	32,0	68,0	75,0
Ración 2	180	27,5	31,0	69,0	74,8
Ración 3	188	27,5	31,7	68,3	78,4
Ración 4	201	27,5	31,8	68,2	82,7

Costos de alimentación

Para efectos de determinar los costos de las raciones se utilizaron los precios reales en pesos (\$) de los alimentos al natural de abril de 2009 y que correspondieron a: 480 a las sales minerales, 150 a cebada, 220 a urea, 155 a lupino, 216 a expeller de maní, 285 a afrecho de soya y 9 a ensilaje de praderas.

Los costos del cada kg de ración correspondiente a los tratamientos base MS se presentan en el Cuadro 5 y el costo de alimentación por kg de incremento de peso en el Cuadro 6. De ambos se desprende que el menor costo por incremento de peso correspondió a la ración que incluyó grano de lupino en la ración con \$ 529,8 por kg y el mayor a afrecho de soya.

Al relacionar el costo de producción del kg de PV al usar grano de lupino en la ración, que fue de \$ 529,8 con el precio de venta del kg de peso vivo de estos animales, que fue de \$750 se puede señalar que el costo de alimentación correspondió a 70,6%, que es alto

en comparación a lo estimado como atractivo para el negocio. Sin embargo, se debe señalar que el año del estudio los insumos al inicio de la engorda estuvieron altos y el precio del ganado al momento de la venta estaba en alza, llegando a los pocos meses a precios cercanos a \$ 1.000 el kg en pie.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones del presente estudio, la alimentación invernal de vaquillas estabuladas con raciones de engorda formuladas con diferentes fuentes proteicas no afectó los incrementos de peso vivo ni las variables de sus canales.

La ración de menor costo por kg de alimento y por kg de incremento de peso, fue la que utilizó lupino como fuente proteica.

BIBLIOGRAFIA

Cuadro 6. Costos de alimentación por kilo de incremento de peso vivo, para cada ración.**Table 6 . Feed costs by kg live weight gain for each diet**

Ración	Consumo	Incremento diario de PV (Kg) (B)	Costo de 1 Kg de	Costo de 1 Kg
	diario MS (Kg) (A)		ración completa (\$ (C)	incremento de PV (\$ (A*C)/B)
1 Urea	10,0	1,38	75,0	543,5
2 Lupino	10,2	1,44	74,8	529,8
3 Expeller maní	10,0	1,36	78,4	576,5
4 Afrecho soya	9,9	1,38	82,7	593,3

- ANRIQUE, R.; FUCHSLOCHER, R.; IRAIRA, S.; SALDAÑA, R. 2008. Composición de alimentos para el ganado bovino. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Producción Animal. Valdivia, Chile. 87 p.
- AFRC. 1995. Energy and Protein Requirements of ruminants. AFRC Technical Committee on Response to Nutrients. CAB International. Wallingford. Oxon. UK. 159 p.
- ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminants livestock. Agricultural Research Council (ARC), Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England. 351 p.
- AOAC. 1970. Official methods.. 11th ed. William Horwitz (ed). Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C., USA. 1015 p.
- BARKER, D.J. ; P.J. MAY; RIDLEY, P.E. 1985. Urea, meat meal or lupins as nitrogen supplements to barley and hay diets for yearling cattle at two levels of body condition. Aust. J. Exp. Agric. 25: 257-262.
- INN. 1993. Canales de bovinos. Definiciones y tipificación. Norma Chilena Oficial. NCH 1306 Of. 93. Instituto Nacional de Normalización (INN). Santiago, Chile.
- GOIC, L.; NAVARRO, H.; IRAIRA, S. 2004. Niveles de suplementación con grano de trigo brotado sobre ensilaje de pradera en engorda de novillos. Libro Resúmenes XXIX Reunión Anual. Sociedad Chilena de Producción Animal. INIA Carillanca, Temuco, Chile. pp 97-98
- GALYEAN, M.L. 1996. Protein levels in beef cattle finishing diets: Industry application, university research and systems results. J. Anim. Sci. 74:2860-2870.
- JAHN, E.; VIDAL, A. 2008. Reemplazo de ensilaje de maíz (*Zea mays*) por pulpa de achicoria (*Cichorium intybus*) en raciones de novillos de engorda. Libro resumen XXXIII Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. pp 115-116
- JAHN, E.; CORTÉS, K.; BÓRQUEZ, F.; VENEGAS, P.; GONZÁLEZ C. 1999. Degradación ruminal *In situ* del grano de maíz (*Zea mays*), cebada (*Hordeum vulgare*) y lupino dulce (*Lupinus albus*) con el uso de diferentes métodos de procesamiento. Agricultura Técnica (Chile) 59 :96-106.
- KLEMESRUD M.J.; KLOPFENSTEIN, T.J.; STOCK, R.A.; LEWIS, A.J.; HEROLD, D.W. 2000. Effect of dietary concentration of metabolizable lysine on finishing cattle performance. J. Anim. Sci. 78:1060-1066.
- ROJAS, C. 2009. Cama de broiler y grano de maíz entero o molido en raciones de engorda invernal de novillos. Agro Sur 37 (1): 52-59.
- ROJAS, C.; CARRASCO, L. 1987. Niveles de grano de lupino en la alimentación de novillos. Agricultura Técnica (Chile) 47 : 67-70.
- ROJAS, C.; CATRILEO, A. 1992. Suplementos proteicos y ensilaje de maíz, en raciones para engorda de novillos Hereford. 1ra. Conferencia Nacional del Lupino. Asociación Chilena del Lupino A.G. Temuco, Chile. pp. 133-141.
- ROJAS, C.; CATRILEO, A. 1998. Grano de lupino blanco (*Lupinus albus*) y australiano (*Lupinus angustifolius*) entero o chancado, en la engorda invernal de novillos. Agro sur 26 :70-77
- ROJAS, C.; MANRÍQUEZ M. 2001. Comparación de ensilaje de trigo y de maíz en la engorda invernal de novillos. Agricultura Técnica (Chile) 61: 444-451.
- ROJAS, C.; MANRÍQUEZ M. 2007. Cama de broiler y grano de cebada entero o molido en raciones de engorda invernal de novillos. Agricultura Técnica (Chile)67: 94-99.
- ROJAS, C.; A CATRILEO. 2008. Evaluación de novillitos de diferentes genotipos para mercados de alto valor producidos en feedlot. In XXXIII. Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA), 29-31 octubre. Valdivia, Chile. pp: 161-162
- ROJAS, C.; CATRILEO, A.; AGUILAR, F. 1989. Niveles de avena en raciones para engorda de novillos Hereford. Agricultura Técnica (Chile) 49 :304-308
- ROJAS, C.; CATRILEO, A.; LETELIER, A. 1991. Niveles de triticale en raciones para engorda de novillos Hereford. Agricultura Técnica (Chile) 51 : 9-14.
- ROJAS, C.; HAZARD S.; HEWSTONE C. 2003. Comparación de grano de maíz y trigo brotado como componentes de raciones de engorda invernal de novillos. Agricultura Técnica (Chile) 63: 375-379.
- SMITH, G.H.; WARREN, B. 1986a. Supplementation to improve the production of yearling steers grazing poor quality forage. 1. The effects of forage type and a cottonseed meal supplement.

- Aust. J. Exp. Agric. 26: 1-6.
- SMITH, G.H.; WARREN, B. 1986b. Supplementation to improve the production of yearling steers grazing poor quality forage. 2. The effects of oats, supplementary nitrogen, lupins and cottonseed meal. Aust. J. Exp. Agric. 26: 7-12.
- TILLEY, J.M.; TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18:104-111.
- WIESE, S.C.; WHITE, C.L.; MASTERS, D.G.; MILTON, J.T.B.; DAVIDSON, R.H. 2003. Growth and carcass characteristics of prime lambs fed diets containing urea, lupins or canola meal as a crude protein source. Aust. J. Exp. Agric., 43, 1193-1197
- YANG, W.Z.; BEAUCHEMIN, K.A.; FARR, B.I.; RODE, L.M. 1997. Comparison of barley, hullers barley and corn in the concentrate of dairy cows. Journal of Dairy Science 80: 2885-2895.