



*Uso de dietas unifeed con alta proporción de silo de maíz y suplementación proteica*

## EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA DE LA CANAL Y LA CARNE

# Cebo de terneras con silo de maíz

La inclusión de forrajes en las dietas de cebo de terneros se plantea en la actualidad como una alternativa para reducir los costes de producción, que paralelamente puede permitir mejorar la calidad nutricional de la carne. En este trabajo se presentan los resultados técnico-económicos de la utilización de dietas unifeed con una alta proporción de silo de maíz y suplementación proteica, que permiten crecimientos similares a los observados en dietas convencionales a base de pienso a libertad, con un menor coste de alimentación por kilo de peso ganado. Las canales producidas son de similar peso y conformación, ligeramente menos engrasadas y con una grasa algo más pigmentada, y se produce una carne de similar calidad instrumental pero con mejor calidad nutricional de la grasa.

**Isabel Casasús**  
**Guillermo Ripoll**  
**Pere Albertí**

*Centro de Investigación y  
Tecnología Agroalimentaria del  
Gobierno de Aragón. Avda.  
Montañana 930, 50059 Zaragoza*

**Enrique Callejas**

*Ganados Callejas, Ctra. La Almunia,  
11. 50290 Épila (Zaragoza).*

libertad, si bien este sistema ha experimentado recientemente una aguda crisis de rentabilidad a consecuencia de la volatilidad de los precios de las materias primas. Estas circunstancias han llevado a los ganaderos a buscar alternativas de cebo más económicas, ya sea mediante cebo en pastoreo con suplementación adecuada (Casasús *et al.*, 2011) o en establo incorporando distintos subproductos o forrajes a las dietas (Albertí *et al.*, 2010; Villalba *et al.*, 2010). Entre estos últimos destaca el ensilado de maíz, un forraje con un alto contenido energético pero bajo valor proteico, por lo que debe complementarse para alcanzar la concentración de proteína recomendada en las dietas de cebo de terneros. El interés por este producto no es nuevo, siendo un forraje muy utilizado en las zonas húmedas o de regadío (Albertí *et al.*,

1995), aunque en ciertos mercados se cuestiona su uso por su posible efecto sobre el color de la grasa de la canal y de la carne.

Actualmente se considera interesante incrementar en la carne la proporción de ácidos grasos poliinsaturados, particularmente de tipo n-3, de ácido linoleico conjugado, con la concomitante reducción de la proporción de ácidos grasos saturados y de la relación n-6/n-3. Se ha demostrado que los sistemas basados en el uso de forrajes pueden satisfacer este objetivo (Blanco *et al.*, 2010), y por tanto la grasa más amarillenta puede dejar de ser un carácter negativo para convertirse, sobre todo en el caso de animales jóvenes, en un elemento de trazabilidad del sistema de producción (Dunne *et al.*, 2009).

Por todo ello, el objetivo general de este trabajo es comparar, en condiciones comercia-

La mayor parte del cebo de terneros en España se realiza con dietas basadas exclusivamente en concentrados y paja a

les, la viabilidad técnica y económica del cebo de terneros con ensilado de maíz suplementado con concentrado frente a dietas convencionales a base de pienso y paja, estudiando sus parámetros productivos y la calidad de la canal y de la carne.

## LOTES EXPERIMENTALES

El ensayo se llevó a cabo en una explotación comercial, utilizando 16 terneras de raza Blonde d'Aquitaine y cruzadas Pirenaico x Limousin (nacimiento 9-diciembre  $\pm$  33 días). Los animales se distribuyeron en dos lotes experimentales (n=8) equilibrados por raza al inicio del ensayo (6 meses de edad), que se mantuvieron hasta que los animales alcanzaron el peso objetivo al sacrificio (440 kg). El lote UNIFEED recibió durante todo el periodo de cebo una mezcla de ensilado de maíz y núcleo proteico, a voluntad, en proporción teórica 80:20 en materia fresca; el lote PIENSO se alimentó a base de concentrado y paja a voluntad.

En el lote PIENSO se utilizó un concentrado convencional para engorde de terneras de más de 150 kg de peso (maíz 40%, cebada 19%, salvado de trigo 12%, harina de extracción de soja tostada 12%, cáscaras de soja 3%, pulpa de remolacha 3%, aceite de palma 3%, melaza de caña 2%, alfalfa 2%, sales y corrector vitamínico mineral; 87.9% materia seca, 13.2% fibra bruta, 4.3% proteína bruta; con un coste de 0.279 €/kg), además de paja de cebada a voluntad. En el lote UNIFEED se incluyó en la mezcla ensilado de maíz (30.7% MS, 22.1% FB, 7.7% PB; realizado en bolsa en la propia explotación, con un coste total de producción de 0.05 €/kg en fresco) y un núcleo proteico (maíz 31%, harina de extracción de soja tostada 20%, salvado de trigo 20%, cáscaras de soja tostada 12%, habas de soja tostada 8%, sales y corrector vitamínico mineral; 90.7% MS, 20.5% FB, 9.4% PB; con un coste de 0.296 €/kg). La mezcla unifeed tuvo una proporción media de 20.7% de núcleo proteico y 79.3% de ensilado de maíz, en fresco (42.6% y 57.4% respectivamente en términos de materia seca), y una composición de 41.3% MS, 14.8% FB y 17.4% PB (laboratorios NUTRAL, S.A., Colmenar Viejo, Madrid). La mezcla se preparó diariamente en un carro mezclador horizontal equipado con un pesaje electrónico.

## TOMA DE MUESTRAS

Las terneras se pesaron mensualmente desde el inicio del ensayo, y la ganancia media diaria se calculó por regresión del peso



Lote de terneras del estudio

sobre la fecha. El consumo de alimentos se registró de forma diaria en el lote UNIFEED, y quincenal en el lote PIENSO. Los animales se pesaron el día previo al sacrificio y se trasladaron al matadero de MercaZaragoza para su sacrificio y faenado. Tras 24 horas de oreo a 4°C las canales se pesaron y se obtuvo el rendimiento canal (peso canal fría/peso vivo sacrificio) y se clasificaron por conformación y grado de engrasamiento (Reglamento CEE N° 1026/91). Se determinó el color de grasa subcutánea, midiendo con un espectrofotocolorímetro la claridad ( $L^*$ ), el índice de rojo ( $a^*$ ) y el índice de amarillo ( $b^*$ ), y calculando la saturación de color o Cromo ( $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5}$ ) y el tono ( $h = \arctg(a^*/b^*) \times 57.3$ ).

Se tomaron muestras del músculo *Longissimus thoracis* para evaluar la calidad instrumental de la carne. En ellas se evaluó el pH y el color mediante espectrofotometría en diversos momentos tras el corte, utilizando filetes envasados, cubiertos con film permeable al oxígeno y refrigerados en oscuridad. La dureza se determinó con un Instron modelo 5543, analizándose la evolución del esfuerzo máximo ( $\text{kg/cm}^2$ ) a 2, 7 y 14 días de maduración al vacío. Se realizó el análisis químico de la carne y se determinó su perfil de ácidos grasos por extracción en frío, metilación y cromatografía de gases.

mico de la carne y se determinó su perfil de ácidos grasos por extracción en frío, metilación y cromatografía de gases.

La valoración económica se llevó a cabo considerando sólo los costes de alimentación (diferentes entre tratamientos) y los ingresos obtenidos por la venta de la canal, según precio de lonja por categoría, peso y conformación. Los consumos y costes de alimentación no se analizaron estadísticamente, al no estar registrados de manera individual.

Los datos referentes a pesos, ganancia media diaria (GMD), características de la canal, composición química de la carne e

ingresos obtenidos por la venta de las canales se analizaron mediante un análisis de varianza (PROC GLM) con el tratamiento como efecto fijo. La evolución del color del músculo y su dureza durante la maduración se analizaron mediante un análisis de varianza de medidas repetidas (PROC MIXED), con el tratamiento, el tiempo y su interacción como factores fijos y el animal como aleatorio. Se presentan las medias mínimo cuadráticas y el error estándar de la diferencia (e.e.d.).

## RESULTADOS EN LOS RENDIMIENTOS TÉCNICO-ECONÓMICOS

No se detectaron incidencias de tipo sanitario en ninguno de ambos lotes durante el periodo experimental que pudieran asociarse a la dieta recibida.

### ► Peso, edad y crecimiento de los animales

Los animales de ambos lotes tuvieron similar edad y peso medio al inicio y final del ensayo, y la ganancia media diaria (GMD) fue similar en ambos tratamientos durante todo el periodo de cebo, por lo que alcan-

**TABLA 1 / Peso, edad y crecimiento de los animales durante el cebo en función de la dieta recibida**

Lote	UNIFEED	PIENSO	e.e.d	Significación
Edad inicial, d	174	175	174	NS
Edad sacrificio, d	448	425	20.2	NS
Duración del cebo, d	274	250	13.4	NS
Peso inicial, kg	152	165	14.3	NS
Peso final, kg	434	442	13.1	NS
GMD global, kg/d	1.053	1.134	0.06	NS

zaron el peso objetivo al sacrificio a la misma edad, sin diferencias significativas en la duración del periodo de cebo asociadas al tratamiento (**Tabla 1**). Estos resultados contrastan con lo habitualmente observado en dietas con distinta proporción de forraje y concentrado utilizando hierba ensilada (Keane *et al.*, 2006) o en pastoreo directo (Casasús *et al.*, 2011), donde las ganancias dependen de la proporción de concentrado en la dieta. Esta discrepancia podría deberse al hecho de que el ensilado de maíz de planta entera es un forraje con alto contenido energético frente al silo de pradera o el pasto aprovechado a diente, y por tanto la dieta mezclada resultante permitiría un crecimiento relativamente alto.

Las ganancias de las terneras del lote UNIFEED fueron del orden de las observadas por Zea *et al.* (2009) en terneras de raza Rubia Gallega y su cruce con Frisona alimentadas con silo de maíz a voluntad y 1.5 kg de concentrado/d (GMD 1.16 kg/d). Sin embargo, fueron claramente inferiores a las observadas por Albertí *et al.* (1995) en machos de raza Pirenaica cebados con silo de maíz a voluntad y suplementación de 4 kg de pienso (GMD 1.55 kg/d), diferencia que podría deberse al menor consumo de concentrado en el ensayo actual, al sexo y al mayor control ambiental en condiciones experimentales. Por otro lado, las ganancias de este lote fueron algo superiores a las observadas por Eguino y Huguet (2004) en terneros de raza Pirenaica cebados con silo de maíz (60%) y concentrado (40%), ambos ecológicos (GMD 0.95 kg/d). La diferencia podría deberse, en parte, a la adecuación de suplementación proteica aportada por el pienso a las necesidades nutritivas de los animales (16% el concentrado ecológico vs. 20.5% de proteína en el núcleo de este ensayo).

## ► Consumos e índices de transformación

En la **Tabla 2** se presentan los consumos e índices de transformación medios de las terneras durante el cebo, registrados por lote. En el lote UNIFEED, el consumo de 15.80 kg/d

**// EL ENSILADO DE MAÍZ ES UN FORRAJE CON UN ALTO CONTENIDO ENERGÉTICO PERO BAJO VALOR PROTEICO, POR LO QUE DEBE COMPLEMENTARSE PARA ALCANZAR LA CONCENTRACIÓN DE PROTEÍNA RECOMENDADA EN LAS DIETAS DE CEBO DE TERNEROS //**

de mezcla en fresco (MF) supuso un consumo de 12.53 kg MF de silo de maíz y 3.25 kg MF de núcleo proteico, con un consumo de materia seca de 3.69 y 2.84 kg, respectivamente. El consumo y el índice de transformación de materia seca fueron superiores en el lote UNIFEED que en las terneras del lote PIENSO. La diferente transformación no se debe al crecimiento, que fue similar entre lotes, sino a la menor concentración energética de la dieta única con respecto al pienso.

Cuando la ingestión se calculó de manera relativa al peso vivo, utilizando en ambos casos las medias mensuales, el consumo fue inferior en el lote UNIFEED que en el de PIENSO (14.2 g vs. 21.9 MS/kg PV, respectivamente). La ingestión de MS/PV del lote UNIFEED fue inferior a la observada por Casasús *et al.* (2004) en novillas de raza Pirenaica de un peso similar consumiendo heno de pradera de buena calidad, diferencia que vendría en parte ligada al alto contenido en humedad de la dieta mezclada, por su efecto "saciantes".

Los índices de transformación económicos se han calculado considerando los costes de los alimentos en fresco, sin contabilizar los costes de mezcla y distribución de alimentos en el lote UNIFEED (coste adicional de combustible en torno a 2 € por día). Tampoco se consideró el consumo de paja en el lote PIENSO, que fue el único que tuvo paja a libre dis-



*Canales producidas*

posición. Sólo se han tenido en cuenta los costes variables de alimentación, ya que no hubo diferencias en costes sanitarios o costes asociados a la duración de la estancia en el cebadero. Con estos datos, el índice de transformación económico (€ de alimento por kg de ganancia de peso) sería ligeramente favorable al lote UNIFEED, con una reducción del 11% del coste. En otros trabajos (Keane y Allen, 1998; Blanco *et al.*, 2011) se describe un mayor margen bruto (ingresos por la canal – costes de alimentación) en sistemas de producción más extensivos basados en pastoreo que en los intensivos con acabados a pienso, a pesar del menor ritmo de ganancia observado en los primeros.

## CALIDAD DE LA CANAL. RESULTADOS

Las características de las canales producidas se presentan en la **Tabla 3**. No se observaron diferencias significativas asociadas a la alimentación recibida en el peso de la canal oreada ni en el rendimiento canal, a pesar de que en algunos trabajos se apunta a que las dietas con una mayor proporción de forrajes pueden reducir este rendimiento por un mayor contenido digestivo (Keane y Moloney, 2009; Zea *et al.*, 2009). Posiblemente, en el presente trabajo el uso de un forraje de alta calidad y picado, con un rápido tránsito intestinal, no llegó a originar estas diferencias.

La conformación no fue diferente entre tratamientos (U en ambos lotes), pero las canales del lote alimentado con PIENSO tuvieron un engrasamiento ligeramente superior a las cebadas con UNIFEED, quizá ligado al mayor

**TABLA 2 / Consumos e índices de transformación (IT) de alimento de las terneras en función de la dieta recibida.**

Lote	UNIFEED	PIENSO
Consumo, kg MF/d	15.80	6.83
Consumo, kg MS/d	6.53	6.00
IT kg alimento MS/kg ganancia	6.20	5.29
IT € alimento/kg ganancia	1.50	1.69


**TABLA 3 / Peso, edad y crecimiento de los animales durante el cebo en función de la dieta recibida**

Lote	UNIFEED	PIENSO	e.e.d	Significación
Peso canal fría, kg	251	261	9.7	NS
Rendimiento canal, %	58.0	59.0	1.06	NS
Conformación (escala 1-18)	10.9 (U)	10.8 (U)	0.43	NS
Engrasamiento (escala 1-15)	4.8 (2)	5.9 (2+)	0.49	**
Precio percibido				
€ / kg canal	4.17	4.19	0.07	NS
€ / canal	1050	1096	55.4	NS
Color de la grasa subcutánea				
claridad, L*	67.1	66.7	2.33	NS
índice de rojo, a*	4.2	2.6	0.72	*
índice de amarillo, b*	11.3	8.9	0.70	**
tono, h	69.6	74.2	3.39	NS
saturación del color, C*	12.1	9.3	0.78	**

fresco, por la menor concentración en pigmentos como el beta-caroteno o la luteína (Dunne *et al.*, 2009), como observaron Varela *et al.* (2004).

### CALIDAD DE LA CARNE. RESULTADOS

El pH final de la carne tuvo un valor de 5.6 en ambos tratamientos, que se corresponde con animales que no han sufrido estrés previo al sacrificio que pueda afectar negativamente al color o la textura de la carne.

#### ► Dureza

Con respecto a la dureza instrumental de la carne, en ningún momento hubo diferencias entre tratamientos en el esfuerzo necesario para el corte, y se observó el normal proceso de "tenderización" o reducción de la dureza a lo largo del periodo de maduración. El efecto de la alimentación sobre este parámetro es controvertido en la bibliografía: en al-

gunos trabajos se aprecia una mayor ternura en la carne de animales cebados con dietas basadas en concentrado frente a otras con mayor proporción de forraje (Kerth *et al.*, 2007), mientras en otros se indica que en animales de un mismo sexo y raza, sacrificados a igual peso y edad, las diferencias entre dietas a base de forraje o concentrado son inexistentes (Moloney *et al.*, 2001; Faucitano *et al.*, 2008; Blanco *et al.*, 2010). En el presente ensayo, los valores de dureza fueron bajos en referencia a los habituales en terneros, y similares a los obtenidos por Albertí *et al.* (2011) en hembras de raza Pirenaica.

#### ► Color

Las carnes de ambos tratamientos tuvieron similar evolución del color durante un periodo de exposición al oxígeno de 13 días, y no hubo diferencias entre lotes en ninguno de los parámetros analizados en ningún momen-

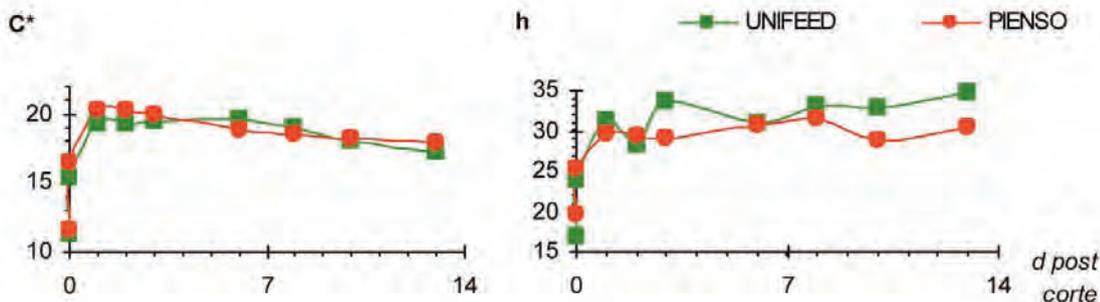
contenido en grasa de su dieta. En el mismo sentido, Zea *et al.* (2009) hallaron una mayor cantidad de grasa de riñonada en terneras finalizadas con pienso a voluntad frente a las que recibían silo de maíz suplementado con 1.5 kg/d de pienso; y otros autores (Berthiaume *et al.*, 2006; Keane *et al.*, 2006) observaron una relación entre la suplementación de pienso y la nota de engrasamiento de las canales. No hubo diferencias entre tratamientos en el precio percibido por kg de canal en función del peso y conformación de la misma, y tampoco por la canal entera, ya que el peso fue similar y ninguna canal sufrió depreciaciones debido al color de su grasa o clasificación.

#### ► Color

En cuanto al color de la grasa subcutánea, no hubo diferencias en el tono, aunque se detectaron valores ligeramente superiores en los índices de rojo y amarillo y de saturación del color en el lote UNIFEED, lo que indica que esa grasa fue algo más pigmentada. Sin embargo, no hubo depreciación comercial ya que no eran diferencias detectables por el ojo humano. En comparación con canales de terneros de raza Parda de Montaña de similar peso cebados en praderas de alfalfa (Blanco *et al.*, 2011) o polifitas de montaña (Casasús *et al.*, 2011), esta grasa presentó un índice de rojo similar pero mucho menor índice de amarillo y saturación del color. Esto indicaría que el depósito de pigmentos procedentes del forraje es inferior en dietas basadas en silo de maíz que en pastoreo de hierba en


**Color de la carne**

**GRÁFICO 1 / Evolución de la saturación del color (Croma, C\*) y el tono (h) de la carne envasada en film permeable al oxígeno en función de la dieta recibida.**



to de medida (C\* y h presentados en el **Gráfico 1**). En función de los resultados obtenidos por Ripoll et al. (en prensa), los valores de C\* y L\* observados se relacionarían con notas altas de aceptabilidad por parte de los consumidores en la apreciación visual.

La ausencia de diferencias en el color de la carne entre tratamientos, en contra de lo observado en la grasa subcutánea, se debería a que los pigmentos responsables de este efecto son lipófilos, es decir, se acumulan principalmente en la grasa, y por ello su concentración en la carne es menor. El color de la carne depende fundamentalmente del estado oxidativo de la mioglobina, que si bien puede estar afectado por la alimentación cuando se comparan dietas intensivas frente al cebo en pastoreo (por el mayor aporte de vitamina E procedente del pasto), si la base forrajera es silo de maíz este aporte es poco significativo (Nuernberg *et al.*, 2005) y por tanto de escasa influencia. A diferencia del silo de maíz, en algunos ensayos de cebo realizados con silo de hierba frente a pienso sí se ha observado un diferente color del músculo y una mayor estabilidad en la carne de los animales cebados con ensilado (Warren *et al.*, 2008b), motivado por una mayor concentración de vitamina E en el músculo. La carne de las terneras alimentadas con unifeed presentó menor índice de amarillo y mayor índice de rojo del observado por Blanco *et al.* (2010) en terneros cebados en praderas de alfalfa, lo que indicaría una menor acumulación de pigmentos carotenoides, por su menor concentración en el forraje consumido.

### ► Análisis químico

El análisis químico de la carne indicó que no hubo diferencias entre dietas en el contenido en materia seca (26.8 vs. 25.1% en los lotes UNIFEED y PIENSO, respectivamente, NS), grasa (3.7 vs. 3.2%, NS) o proteína (22.0 vs.

20.5%, NS). El contenido en grasa fue superior al observado por Blanco *et al.* (2010) en machos cebados en praderas de alfalfa, lo que se explicaría tanto por el hecho de ser hembras como por el alto contenido energético de la dieta mezclada a base de silo de maíz de planta entera en este trabajo, que permitiría una mayor deposición de grasa en la ganancia.

### ► Calidad nutricional de la grasa

Con respecto a la calidad nutricional de la grasa, no hubo diferencias entre tratamientos en los ácidos grasos mayoritarios en la grasa intramuscular de rumiantes, como el palmítico (C16:0), el esteárico (C18:0) o el oleico (C18:1); tampoco las hubo en la proporción total de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados.

Se observó una tendencia a una mayor concentración de ácido linoleico (C18:2) en las terneras del lote PIENSO, como han descrito otros trabajos (French *et al.*, 2000), ya que los concentrados tienen una alta proporción de C18:2. También hubo diferencias más relevantes en algunos aspectos de especial impacto en la salud humana, como la concentración de ác. vaccénico y ác. linoleico conjugado, la proporción de ácidos grasos poliinsaturados de tipo n-3 y la relación n-6 / n-3 (9.63 vs. 14.83 en el lote UNIFEED y PIENSO, respectivamente, P>0.01), todos ellos más favorables en las terneras del lote UNIFEED.

Estas diferencias apuntan a una mejor calidad nutricional de la grasa de los animales cebados con mayor proporción de forraje, si bien con otros forrajes las diferencias entre tratamientos son más importantes (Blanco *et al.*, 2010). En el mismo sentido, Varela *et al.* (2004) observaron que estos índices, aunque mejoran con respecto a dietas basadas en concentrados, son menos favorables con silo de maíz frente al cebo en pastoreo, lo que indicaría que este sistema permite ob-

tener una calidad nutricional de la grasa intermedia entre el cebo convencional y el cebo más extensivo en pastos.

### CONCLUSIONES

El cebo de terneras con una dieta mixta a base de ensilado de maíz complementada con un núcleo proteico permitió crecimientos similares a los observados en dietas convencionales a base de pienso a libertad, con un menor coste de alimentación por kilo de ganancia, produciendo canales de similar peso y conformación, ligeramente menos engrasadas y con una grasa algo más pigmentada, con una carne de similar calidad instrumental pero mejor calidad nutricional de la grasa. Todo ello indica que el cebo con ensilados puede ser una alternativa técnica y económicamente eficiente que permita satisfacer las demandas nutricionales de los consumidores. Si bien la mejora nutricional es menor a la observada en animales cebados en pastos, este sistema presenta la ventaja de ser menos dependiente de las condiciones meteorológicas que hacen que los rendimientos técnicos obtenidos en pastoreo sean más aleatorios.

### AGRADECIMIENTOS

Financiación procedente de INIA (RTA2010-57), Gobierno de Aragón (DER-2008-02-50-729002-553) y FEDER. Muy especialmente a Enrique Callejas, por las facilidades prestadas para la realización del ensayo en su explotación, y a Francisco Moro, de laboratorios NUTRAL, por su colaboración.

### REFERENCIAS

Quedan a disposición del lector en los correos electrónicos de redaccion@editorialagricola.com y en icasasus@aragon.es