

**Evaluación del efecto de Zilmax<sup>®</sup> (Clorhidrato de zilpaterol) en el rendimiento de la canal caliente, canal frío y espesor de grasa dorsal en vacas de descarte**

**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Honduras**  
Octubre, 2014

ZAMORANO  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación del efecto de Zilmax<sup>®</sup> (Clorhidrato de zilpaterol) en el rendimiento de la canal caliente, canal frío y espesor de grasa dorsal en vacas de descarte**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingenieros Agrónomos en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Damaris del Carmen Domínguez Samaniego**  
**Emilio José Gutiérrez Castillo**

**Zamorano, Honduras**  
Octubre, 2014

# **Evaluación del efecto de Zilmax<sup>®</sup> (Clorhidrato de zilpaterol) en el rendimiento de la canal caliente, canal frío y espesor de grasa dorsal en vacas de descarte**

Presentado por:

Damaris del Carmen Domínguez Samaniego  
Emilio José Gutiérrez Castillo

Aprobado:

---

Isidro A. Matamoros, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Renán Pineda, Ph.D.  
Director  
Departamento de Ciencia y Producción  
Agropecuaria

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Asesor

---

Raúl H. Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

---

Guillermo Zelaya, Ing. Agrónomo  
Asesor

## **Efecto de Zilmax<sup>®</sup> (Clorhidrato de zilpaterol) en el rendimiento de la canal caliente, canal fría y espesor de grasa dorsal en vacas de descarte**

**Damaris del Carmen Domínguez Samaniego  
Emilio José Gutiérrez Castillo**

**Resumen.** El estudio tuvo como objetivo determinar la influencia de Zilmax<sup>®</sup> (Clorhidrato de zilpaterol) en el rendimiento de la canal caliente, canal fría y espesor de la grasa dorsal en vacas de descarte de las razas Brahman, Holstein, Jersey, Pardo y sus cruces, en la unidad de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras; así como la rentabilidad del producto en este tipo de actividad. Se utilizaron 32 vacas para el estudio, las cuales se dividieron en dos corrales de 16 vacas cada uno. Las vacas fueron pesadas al día 0 y día 28. Todas las vacas fueron alimentadas con una dieta base que contenía ensilaje de caña, heno y suplemento; además las vacas del tratamiento Zilmax<sup>®</sup> se le agregó 1.7 g del producto/vaca/día. Antes de ser sacrificadas, por indicación del producto, las vacas tuvieron un período de retiro de tres días. El diseño experimental utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con dos tratamientos e individuos asignados aleatoriamente. No hubo diferencia ( $p > 0.05$ ) para las variables peso de canal caliente, canal fría y espesor de grasa dorsal. Por otra parte, se observó una diferencia en la GDP a los 28 días ( $p \leq 0.05$ ) para el tratamiento Zilmax<sup>®</sup>, aunque esta no fue lo suficiente para hacer el uso del producto Zilmax<sup>®</sup> rentable.

**Palabras clave:** Dieta base, período de retiro, suplemento.

**Abstract.** The effect of Zilmax<sup>®</sup> (zilpaterol chlorhydrate), on warm and chilled carcass yield and fat thickness, was studied in the Beef Cattle Unit at Panamerican School of Agriculture El Zamorano, Honduras in June of 2014. Two treatments were done using 32 cull cows (16 cows/treatment; Brahman, Jersey, Brown Swiss, and crossbreed): Control and Zilmax<sup>®</sup>. All cows received the same diet composed of urea, Nutriplex<sup>®</sup>, soybean meal, cornmeal, chicken litter, sugar cane silage and hay. Furthermore, 1.7 g/cow/day of Zilmax<sup>®</sup> were added to Zilmax<sup>®</sup> treat diet. The cows were exposed to each treatment during 28 days. After accomplishing the 28 days period, the cows that consumed Zilmax<sup>®</sup> had a withdrawal period of three days before the harvest. Post-slaughter, warm and chilled carcass and thickness fat were measured. According to the statistical analysis, there were not differences ( $P > 0.05$ ) between Control and Zilmax<sup>®</sup> treatments for all variables (warm and chilled carcass and thickness fat). As a conclusion, the commercial product Zilmax<sup>®</sup>, under the conditions of the Panamerican Agriculture School El Zamorano, has no effect over cull cows.

**Key words:** Basic diet, supplement, withdrawal period.

## CONTENIDO

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Portadilla .....                     | i         |
| Página de firmas .....               | ii        |
| Resumen .....                        | iii       |
| Contenido .....                      | iv        |
| Índice de cuadros.....               | v         |
| <b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>           | <b>1</b>  |
| <b>2 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b> | <b>6</b>  |
| <b>4 CONCLUSIONES.....</b>           | <b>8</b>  |
| <b>5 RECOMENDACIONES.....</b>        | <b>9</b>  |
| <b>6 LITERATURA CITADA.....</b>      | <b>10</b> |

## ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadros  | Página |
|--|--------|
| 1. Tratamientos y sus variaciones utilizados en el estudio .....   | 3      |
| 2. Ingredientes y cantidades utilizados en la dieta para el tratamiento Zilmax <sup>®</sup> .....                  | 4      |
| 3. Ingredientes y cantidades utilizados en la dieta para el tratamiento Control. ....                              | 4      |
| 4. Presupuesto de la dieta base para ambos tratamientos vaca/día. ....   | 5      |
| 5. Resultados obtenidos para la variable peso inicial y peso final. ....   | 6      |
| 6. Resultados obtenidos para las variables peso canal caliente, peso canal frío y<br>espesor de grasa dorsal. .... | 6      |
| 7. Reporte de rentabilidad.....  | 7      |

## 1. INTRODUCCIÓN

En la situación actual, con el acelerado crecimiento de la población, los gobiernos han tenido que implementar nuevas y mejores técnicas de producción, comercialización y distribución de los alimentos para lograr satisfacer las necesidades alimenticias a nivel mundial. A partir del 2008 la situación se agravó debido al incremento en el precio de los granos por ser estos la base alimenticia en la mayoría de los países y ser la materia prima para la producción de alimentos balanceados para la alimentación animal (Ponce *et al.* 2012).

El aumento en los ingresos, el cambio en el estilo de vida y la urbanización en algunos sectores de la población ha hecho que estos diversifiquen su alimentación, dejando atrás los cereales y aumentando su consumo de carne (FAO 2005). Para el año 2009, el consumo promedio de carne bovina per cápita a nivel mundial fue de 10.9 kg/habitante/año (DAES 2010). Es para cubrir esta creciente demanda que los productores han tenido que adoptar las nuevas tecnologías o mejorar las existentes para de esta manera seguir siendo competitivos en el mercado y maximizar su productividad.

En los últimos años un sin número de tecnologías han innovado el sector ganadero, la mayoría basadas en mejorar o adicionar suplementos a las dietas que le permitan al animal maximizar su potencial genético. Los mismos deben ser usados de forma responsable por parte de todos los sectores de la cadena siguiendo un registro de inocuidad alimentaria que genere alto nivel de confiabilidad al consumidor y no cause daño a su salud (Zorrilla 2006). Uno de los aditivos más utilizados en los últimos años son los  $\beta$ -agonistas adrenérgicos.

Los  $\beta$ -agonistas adrenérgicos ( $\beta$ AA) se han utilizado en la producción animal incluyendo los rumiantes, proporcionando mayor eficiencia en el uso del alimento, mejorando la composición química de la carne, disminuyendo la deposición de grasa y aumentando la cantidad de magrura de la canal (Domínguez *et al.* 2009). La función principal de los  $\beta$ AA es la mejora en la retención de nitrógeno, actuando a nivel de los receptores adrenérgicos, derivando la energía de los alimentos y de la lipólisis hacia la síntesis proteica muscular. En teoría, el uso de los  $\beta$ AA trae consigo una serie de ventajas relacionadas no solo a la productividad sino también a la calidad de la carne (Domínguez *et al.* 2009).

Para este estudio se ha decidido utilizar el producto comercial Zilmax<sup>®</sup>, cuyo ingrediente activo es el clorhidrato de zilpaterol, un  $\beta$ -agonista muy utilizado en la finalización de ganado de engorde. El clorhidrato de zilpaterol es un polvo blanco muy soluble en agua y

prácticamente insoluble en solventes orgánicos. Estudios realizados con Zilmax<sup>®</sup> han demostrado su seguridad para el consumidor, además de que aumenta el grado de rendimiento de la canal, el área del ojo de la costilla y la deposición de grasa en la res (Boletín Veterinario).

El propósito de esta investigación es evaluar el impacto del producto comercial Zilmax<sup>®</sup> (Clorhidrato de Zilpaterol) en los rendimientos de canal caliente, canal frío y espesor de grasa dorsal en vacas de descarte.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la unidad de Ganado de Carne de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, la cual está ubicada en el kilómetro 32 de la carretera Tegucigalpa- Danlí. La institución está a una altura de 800 msnm, donde la temperatura promedio anual es de 24°C y una precipitación anual de 1100 mm.

Se usaron 32 vacas de descarte (más de 3 repeticiones a celo poservicio, más de 8 partos, baja producción de leche) de las razas Brahman (B), Holstein (H), Jersey (J), Pardo (P) y sus cruces (C). Las vacas, de acuerdo a su peso, se dividieron en dos corrales, 16 vacas en cada uno. Ambos corrales contaron con un comedero y un abrevadero.

Se evaluaron dos tratamientos, uno en cada corral. Los tratamientos se denominaron como Zilmax<sup>®</sup> y Control. Los tratamientos se detallan en el Cuadro 1 presentado a continuación:

Cuadro 1. Tratamientos y sus variaciones utilizados en el estudio.

| <b>Tratamiento</b>  | <b>Dieta</b>                              | <b>Anabólico</b>    | <b>No. de vacas</b> |
|---------------------|---|---------------------|---------------------|
| Zilmax <sup>®</sup> | Ensilaje + heno + suplemento <sup>u</sup> | Zilmax <sup>®</sup> | 16                  |
| Control             | Ensilaje + heno + suplemento <sup>u</sup> | Sin                 | 16                  |

<sup>u</sup>El suplemento ofrecido contiene urea, Nutriplex<sup>®</sup>, melaza, maíz molido, gallinaza y harina de soya.

Todas las vacas se alimentaron con ensilaje de caña, heno y alimento balanceado como suplemento. Los Cuadros 2 y 3 presentados a continuación, muestran los componentes de cada una de las dietas y el porcentaje de cada uno de ellos en la misma.

Cuadro 2. Ingredientes y cantidades utilizados en la dieta para el tratamiento Zilmax<sup>®</sup>.

| <b>Ingrediente</b>     | <b>Cantidad (Kg)</b> | <b>% en la dieta</b> |
|------------------------|----------------------|----------------------|
| Ensilaje de Caña       | 13.61                | 68.47                |
| Urea                   | 0.14                 | 0.68                 |
| Nutriplex <sup>®</sup> | 0.12                 | 0.59                 |
| Melaza                 | 0.45                 | 2.28                 |
| Maíz molido            | 2.72                 | 13.69                |
| Gallinaza              | 2.27                 | 11.41                |
| Harina de soya         | 0.45                 | 2.28                 |
| Heno                   | 0.11                 | 0.57                 |
| Zilmax <sup>®</sup>    | 0.0017               | 0.01                 |

Cuadro 3. Ingredientes y cantidades utilizados en la dieta para el tratamiento Control.

| <b>Ingrediente</b>     | <b>Cantidad (Kg)</b> | <b>% en la dieta</b> |
|------------------------|----------------------|----------------------|
| Ensilaje de Caña       | 13.61                | 68.48                |
| Urea                   | 0.14                 | 0.68                 |
| Nutriplex <sup>®</sup> | 0.12                 | 0.59                 |
| Melaza                 | 0.45                 | 2.28                 |
| Maíz molido            | 2.72                 | 13.70                |
| Gallinaza              | 2.27                 | 11.41                |
| Harina de Soya         | 0.45                 | 2.28                 |
| Heno                   | 0.11                 | 0.57                 |

Las vacas se pesaron al inicio y al final del estudio. Diariamente, se midió el consumo de ambos grupos. El consumo es igual a la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y el alimento rechazado.

Al finalizar el tratamiento, las vacas que consumieron Zilmax<sup>®</sup>, pasaron al grupo testigo durante tres días para cumplir con el periodo de retiro que exige el producto en sus indicaciones. Posteriormente, fueron trasladadas al rastro donde se cosecharon con el fin de obtener los rendimientos en canal frío, canal caliente y espesor de grasa dorsal.

La medición del espesor de grasa dorsal se hizo en la doceava costilla colocando una regla de forma perpendicular a la superficie externa de la canal a tres cuartas partes de la apófisis dorsal de la vértebra torácica (Castellanos *et al.* 2006).

El diseño experimental que se utilizó fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, con 32 unidades experimentales, dos tratamientos y un período de 28 días para cada tratamiento con una probabilidad menor a 0.05 ( $P \leq 0.05$ ).

La dieta base (ensilaje, heno y suplemento) utilizada para ambos tratamientos tuvo un costo de 2.00 \$/vaca/día. Este costo solamente es válido para el tratamiento control ya que para el tratamiento Zilmax<sup>®</sup> se debe adicionar el costo del Zilmax<sup>®</sup> que es 0.54 \$/g (dólares por gramo). Por lo tanto, el costo adicional por vaca por día es de \$0.92, de esta manera el tratamiento Zilmax<sup>®</sup> tiene un costo total de **2.92 \$/vaca/día**. En el cuadro 4 se detallan cada uno de los precios de los ingredientes y las cantidades usadas/vaca/día.

Cuadro 4. Presupuesto de la dieta base para ambos tratamientos vaca/día.

| <b>Ingrediente</b>     | <b>Cantidad (kg)</b> | <b>Precio (\$/Kg)</b>                | <b>Total \$</b> |
|------------------------|----------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Ensilaje de Caña       | 13.61                | 0.05                                 | 0.63            |
| Urea                   | 0.14                 | 0.46                                 | 0.07            |
| Nutriplex <sup>®</sup> | 0.12                 | 2.70                                 | 0.32            |
| Melaza                 | 0.45                 | 0.13                                 | 0.06            |
| Maíz                   | 2.72                 | 0.19                                 | 0.51            |
| Gallinaza              | 2.27                 | 0.03                                 | 0.07            |
| Soya                   | 0.45                 | 0.73                                 | 0.33            |
| Heno                   | 0.11                 | 0.12                                 | 0.01            |
|                        |                      | Total Dieta Control (\$)             | <b>2.00</b>     |
| Zilmax <sup>®</sup>    | 0.0017               | 542.20                               | 0.92            |
|                        |                      | Total Dieta Zilmax <sup>®</sup> (\$) | <b>2.92</b>     |

Tasa cambiaria utilizada: L. 21.3352 por cada dólar (\$).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 5. Resultados obtenidos para la variable peso inicial y peso final.

| Tratamiento         | Peso Inicial (kg) | Peso Final (kg) |
|---------------------|-------------------|-----------------|
| Control             | 528.7 ± 160.4     | 542.6 ± 155.1   |
| Zilmax <sup>®</sup> | 526.2 ± 138.8     | 536.9 ± 123.0   |
| Probabilidad        | 0.94              | 0.79            |

**Peso inicial:** no se encontraron diferencias entre los tratamientos (P=0.94). Este dato indica que los pesos en ambos tratamientos eran homogéneos, por ende, cualquier resultado, que mostrara diferencia, posterior a este se iba a deber al efecto del tratamiento en sí y no a diferencias entre los animales al iniciar el estudio (Cuadro 5).

**Peso final:** de acuerdo al Cuadro 5, no hubo diferencias entre ambos tratamientos para esta variable (P=0.79). Estos datos son similares a los presentados en un estudio realizado por Samuelson *et al.* (2014), en el cual se evaluó el efecto de Zilmax<sup>®</sup> y diferentes cantidades de urea en la dieta en novillos F1 (*Bos indicus* × *Bos taurus*). Sin embargo, en el estudio realizado por Larios *et al.* (2012), utilizando el producto Zilmax<sup>®</sup> para la finalización de novillos de razas cárnicas, sí obtuvo diferencias. Por lo tanto, se atribuye que el producto Zilmax<sup>®</sup> funciona mejor en razas cárnicas ya que estos por genética tienden a ser más musculosos y su deposición de grasa es menor (Castellanos-Ruelas *et al.* 2006).

Cuadro 6. Resultados obtenidos para las variables peso canal caliente, peso canal frío y espesor de grasa dorsal.

| Tratamiento         | Canal Caliente (kg) | Canal Frío (kg) | Espesor de Grasa Dorsal (mm) |
|---------------------|---------------------|-----------------|------------------------------|
| Control             | 257.5 ± 101.4       | 259.6 ± 96.7    | 12.9 ± 16.2                  |
| Zilmax <sup>®</sup> | 266.5 ± 94.6        | 265.4 ± 94.1    | 9.1 ± 8.6                    |
| Probabilidad        | 0.72                | 0.74            | 0.21                         |

**Canal caliente y canal frío:** se evaluó el rendimiento en canal caliente y canal frío de cada unidad experimental (Cuadro 6). Para la variable canal caliente y canal frío hubo un incremento del 3.22% y 3.00% respectivamente, por parte del tratamiento Zilmax<sup>®</sup>, pero no hubieron diferencias para ninguna de las variable.

**Espesor de grasa dorsal:** se observó una disminución de 3.8 mm en el espesor de grasa dorsal en el tratamiento Zilmax<sup>®</sup> respecto al grupo testigo (Cuadro 6), pero no hubieron diferencias (P=0.21). Datos similares fueron encontrados por Samuelson *et al.* (2014),

Cuadro 7. Reporte de rentabilidad

| Trt                 | Rendimiento en Canal Promedio | GDP  | Precio de la carne de res en canal | Costo Zilmax/vaca/día | Ingreso Bruto | Utilidad |
|---------------------|-------------------------------|------|------------------------------------|-----------------------|---------------|----------|
|                     |                               | Kg   | \$/Kg                              | \$                    | \$/kg         | \$       |
| Control             | 47.50%                        | 0.02 | 3.41                               | 0                     | 0.03          | 0.03     |
| Zilmax <sup>®</sup> | 49.50%                        | 0.45 | 3.41                               | 0.92                  | 0.76          | -0.16    |

GDP= ganancia diaria de peso al día 28.

Trt= Tratamiento.

**Rentabilidad:** la ganancia diaria de peso se reporta en el Cuadro 7, en el cual se observa un incremento en 0.43 Kg por parte del tratamiento Zilmax<sup>®</sup> en contraste al tratamiento Control. Aunque se obtuvo una ganancia diaria de peso considerable, no fue suficiente para cubrir los costos del producto generando pérdidas en los casos en que se utiliza el producto Zilmax<sup>®</sup> para la finalización de vacas de descarte en estas condiciones.

#### 4. CONCLUSIONES

- El uso del producto comercial Zilmax<sup>®</sup>, a razón de 1.7 g/vaca/ día, no produjo diferencias en las variables peso de canal caliente, peso de canal frío y espesor de grasa dorsal.
- Zilmax<sup>®</sup> produjo una ganancia diaria de peso de 0.45 kg, pero la misma no fue lo suficientemente alta como para generar ganancias.

## 5. RECOMENDACIONES

- Bajo las circunstancias de la investigación, no utilizar el producto Zilmax<sup>®</sup>.
- Probar el producto Zilmax<sup>®</sup> a diferentes dosis ya que estudios han demostrado que al utilizar dosis más altas se obtienen mejores resultados.
- Realizar el estudio con novillos de engorde y utilizando un mayor número de unidades experimentales debido a que el producto fue creado para la finalización de novillos y se podrían obtener diferencias significativas.
- Realizar el estudio durante la época seca y bajo otras condiciones de confinamiento lo que podría mejorar el consumo y la ganancia diaria de peso.
- Procurar que la matanza de todos los animales se haga el mismo día para disminuir las variaciones de los animales que aún permanecen en campo.
- Probar el producto Zilmax<sup>®</sup> a periodos de tiempo más cortos, ya que se ha demostrado que en vacas se obtienen resultados positivos y se reducen los costos.

## 6. LITERATURA CITADA

- Boletín Veterinario de INTERVET. Productividad Animal: Zilmax<sup>®</sup> (en línea). Consultado el 28 de julio de 2014. Disponible en [http://www.msdsalud-animal.mx/binaries/Bolet\\_n\\_T\\_cnico\\_Zilmax\\_tcm92-66507.pdf](http://www.msdsalud-animal.mx/binaries/Bolet_n_T_cnico_Zilmax_tcm92-66507.pdf)
- Castellanos, A.F., J.G. Rosado, L.A. Chel y D.A. Betancur. 2006. Empleo del zilpaterol en novillos con alimentación intensiva en Yucatán, México (en línea). Consultado el 21 de agosto de 2014. Disponible en <http://www.bioline.org.br/pdf?la06008>.
- Castellanos-Ruelas, A. F., J. G. Rosado-Rubio, L. A. Chel-Guerrero, D.A. Betancur-Ancona. 2006. Empleo de zilpaterol en novillos con alimentación intensiva en Yucatán, México (en línea). Consultado el 05 de octubre de 2014. Disponible en <http://www.bioline.org.br/pdf?la06008>
- Dirección de Análisis Económico y Sectorial (DAES). 2010. Panorama Agroalimentario: Carne de Bovino (en línea). Consultado el 20 de julio de 2014. Disponible en <http://www.corraldeengorda.com.mx/download/panorama-bovino-carne-2010.pdf>
- [Domínguez, I., J. Mondragón, M. González, F. Salazar, J. Bórquez y A. Aragón. 2009.](#) Los  $\beta$ -agonistas adrenérgicos como modificadores metabólicos y su efecto en la producción, calidad e inocuidad de la carne de bovinos y ovinos (en línea). Consultado el 23 de julio de 2014. Disponible en <http://ergosum.uaemex.mx/PDF%2016-3/09%20Ignacio%20Dominguez.pdf>
- Larios, C. S, O. G. Aranda, O. J. C. García, M. O. Hernández, V. R. Ramírez y D. H. Suárez. 2012. Evaluación del comportamiento productivo, rendimiento en canal y costos de producción de ganado bovino en finalización suplementado con beta-agonistas (en línea). Consultado el 05 de octubre de 2014. Disponible en <http://www.chapingo.mx/zootecnia/assets/12larios.pdf>
- López Cantú, D. G., C. A. Hernández Barraza, J. Loredó Osti, J.A. Adames Garza y S. Guerreo Gómez. 2014. Relación beneficio-costó utilizando dos  $\beta$ -adrenérgicos en la engorda de bovinos en corral (en línea) Consultado el 07 de octubre de 2014. Disponible en <http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/173299/2/22.%20Tamaulipas%20Ganado%20de%20Engorda.pdf>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2005. Perspectiva Mundial (en línea). Consultado el 20 de julio de 2014. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0255s/a0255s02.pdf>
- Ponce, H., R. Aguilera y A. Patraca. 2012. Producción y Comercialización de Ganado y Carne de Bovino en el Estado de Veracruz (en línea). Consultado el 23 de julio de 2014. Disponible en [http://bovinoscarne.org.mx/es/files/archivos/Produccion\\_y\\_Comercializacion\\_Bovinos\\_Veracruz.pdf](http://bovinoscarne.org.mx/es/files/archivos/Produccion_y_Comercializacion_Bovinos_Veracruz.pdf)
- Samuelson, K.L.; Hubbert, M.E. y Löest, C.A. 2014. Effects of Zilmax on performance, carcass characteristics, and traveling ability of crossbred steers consuming rations with different concentrations of urea (en línea). Consultado el 07 de octubre de 2014. Disponible en [http://claytonsc.nmsu.edu/documents/2014-07-17\\_clrc\\_merck\\_kendall\\_scientificreport\\_final-corrected.pdf](http://claytonsc.nmsu.edu/documents/2014-07-17_clrc_merck_kendall_scientificreport_final-corrected.pdf)
- Zorrilla, J. 2006. Aditivos Alimenticios en la Producción de Alimentos de Origen Animal (en línea). Consultado el 26 de julio de 2014. Disponible en <http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/articulos/aditivos-alimenticios-produccion-alimentos-t1057/800-p0.htm>