

Relación entre medidas bovinométricas y lineales y el desempeño productivo-reproductivo en vacas Holstein en el centro de investigación y capacitación (CIC) Santa María del Puyón de la Universidad de La Salle

Juan Carlos Velásquez* / Judith Castiblanco**

RESUMEN

Se desarrolló un estudio bovinométrico y lineal de la ubre para caracterizar el biotipo funcional más adecuado para la producción de leche en el CIC Santa María del Puyón. El estudio fue observacional descriptivo. La muestra se tomó de 69 vacas, 41 lactantes y 28 horas. El análisis estadístico incluyó evaluación descriptiva, análisis de correlaciones simples y modelo de regresión. Los promedios de las medidas bovinométricas correspondientes a la Altura a la Cadera (AC) fue de $1,40 \pm 3,96$ cm, al Perímetro Torácico (PT) fue de $2,00 \pm 24,72$ cm, a la Longitud Corporal (LC) fue de $1,57 \pm 8,24$ cm, a la Longitud de Anca (LA) fue de $49,8 \pm 1,65$ cm y a la Amplitud de Cadera (AC) fue de $51,9 \pm 2,61$ cm. Los índices Corporal (IC) y Pélvico (IP) que relacionan la proporción de longitud sobre la amplitud corporal y pélvica fueron 77,85 y 104,30 respectivamente. Los promedios lineales de la ubre fueron: Inserción Posterior (IP) $5,43 \pm 0,74$; Inserción Anterior (IA) $5,35$

$\pm 1,33$; Amplitud Posterior (AP) $5,75 \pm 1,18$ y Profundidad de la Ubre (PU) $4,81 \pm 0,94$. Las medidas volumétricas del pezón fueron: Longitud Posterior (LPP) $3,39 \pm 0,68$ cm, Longitud Anterior (LAP) $3,93 \pm 0,97$ cm y Ancho de Pezón (APE) $2,32 \pm 0,62$ cm. El Puntaje de condición corporal fue en promedio de $2,87 \pm 0,5$ (escala 1-5). La producción promedio de Leche Año (PLA) $4842,81 \pm 1.440$ kg, el Intervalo entre Partos (IEP) $492,4 \pm 107$ días y el Índice de Vaca (IV) $152,02 \pm 66$. La PLA estuvo positivamente correlacionada con NP, IV, PT, IA, PU y antagónicamente correlacionada con IEP. Las medidas IP, IA, y PU se correlacionaron antagónicamente con IEP. El índice de vaca estuvo correlacionado positivamente con IA, AP, PU, LPP, LAP, PLA, NP y negativamente correlacionado con IEP. El uso de medidas bovinométricas como PT, de medidas lineales de la ubre y morfométricas del pezón tuvieron un alto valor predictivo en la estimación del desempeño productivo y

* Médico Veterinario y Magíster en Ciencias en Producción Animal por la Universidad Nacional. Profesor de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Salle.

** Zootecnista de la Universidad de La Salle y Especialista en Genética y Mejoramiento Animal de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Profesora de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de La Salle.

Fecha de recepción: 10 de septiembre 2008.

Fecha de aprobación: 2 Abril de 2009.

reproductivo de vacas Holstein, evidenciando la utilidad de incluir medidas bovinométricas y lineales de la ubre en la selección e identificación de biotipos lecheros de vacas Holstein, manejadas en sistemas de trópico alto.

RELATIONSHIP AMONG BODY MEASUREMENTS AND THE PRODUCTIVE-REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN HOLSTEIN COWS IN THE RESEARCH AND TRAINING CENTER SANTA MARIA DEL PUYON OF LA SALLE UNIVERSITY

ABSTRACT

A study conducted to research phenotype relationship between body measurements, udder and teat measurements and productive and reproductive records in Holstein-Friesian multipare cows owned the milking herd at the Dairy Cattle Research Center "CIC Santa Maria del Puyón de la Universidad de La Salle". Holsteins cows (n=69) from commercial and purebred CIC herd were chosen based on the following criteria: 5 years older, 2 offspring minimal recorded, yield milk complete records and linear type classification commercial or purebred Holstein. Statistic analysis included descriptive study, phenotype correlations and regression predictive model using SAS software issue 9. Averages body measurements such as Hip Height (HH), Heart Girth (HG), Body Length (BL), Rump Length (RL), Rump Width (RW) were $1,40 \pm 3,96$ cm, $2,00 \pm 24,72$ cm, $1,57 \pm 8,24$ cm, $49,8 \pm 1,65$ cm and $51,9 \pm 2,61$ cm, respectively. Body and Pelvic indexes measures ratio length-width were 77,85 y 104,30 respectively. Linear udder measurement scale 1-9 included: Udder Rear Attachment (URA), Udder Front Attachment (UFA), Udder Width (UW) and Udder Lateral Set (ULS) were $5,43 \pm 0,74$; $5,35 \pm 1,33$; $5,75 \pm 1,18$; $4,81 \pm 0,94$, respectively. Teat dimensions such as Rear Length Teats

Palabras clave: Holstein, bovinometría, medidas de la ubre/pezón, producción de leche.

(RLT), Front Length Teats (FLT) and Width Teats (WT) were $3,39 \pm 0,68$ cm, $3,93 \pm 0,97$ cm and $2,32 \pm 0,62$ cm, respectively. Holstein cows were studied in Body Condition Score (BCS), scale 1-5 averaged $2,87 \pm 0,35$. Adjusted annual Yield Milk (YM) in evaluated dairy cows averaged $4842,81 \pm 1.440$ kg. Breeding Intervals (BI) were $492,4 \pm 107$ days and Cow Index was $152,02 \pm 66$. YM was correlated positively to parity, Cow index and measurements such as HG, UFA and ULS and negatively to Breeding Interval. Measurements including URA, UFA and ULS were correlated negatively to Interval breeding. Cow index was correlated directly to measurements such as UFA, UW, ULS, RLT, FLT and YM, and negatively correlated to Breeding interval. Body measurement HG, linear udder measurement, teat measurements were high predictive value to estimate productive and reproductive performance in Holstein cows. Body measurements and linear udder evaluation were useful to select Holstein milking biotype under high tropical conditions.

Keywords: Holstein, body measurements, udder and teat measurements, milk yield, correlations, linear regression.

INTRODUCCIÓN

La significancia fenotípica y genotípica del tamaño corporal, las medidas bovinométricas y las medidas de la ubre sobre la producción lechera en el ganado Holstein han sido estudiadas ampliamente (Sieber *et ál.* 1988, Tsuruta *et ál.* 2004). La mayoría de investigaciones en países templados coinciden en afirmar que las vacas más grandes y con ubres amplias y bien insertadas producen mayores cantidades de leche. A pesar del énfasis generalizado en seleccionar vacas Holstein más grandes, especialmente puras, no existen evidencias de que las vacas grandes tienen ventajas económicas o funcionales sobre las vacas más pequeñas dentro de un mismo hato. Algunos estudios han indicado que las vacas pequeñas tienen ventajas relacionadas con una mayor vida productiva (Hansen *et ál.* 1999), mayor rentabilidad (Pérez *et ál.* 2002) y que también son más eficientes en conversión alimenticia que las vacas grandes (Yerex *et ál.* 1988, Bayram *et ál.* 2006). Sin embargo, los reportes en países tropicales (Bayram *et ál.* 2006) son inconsistentes en la definición del tamaño y de las dimensiones corporales de la vaca Holstein, considerada más eficiente en la producción de leche. Esto fue razón suficiente para orientar un estudio que permitiera conocer más detalles acerca de la forma y el biotipo lechero de las vacas Holstein del CIC Santa María de la Universidad de La Salle y que sirviera de referente para las explotaciones lecheras de trópico alto.

Al establecer las medidas corporales y de la ubre de las vacas más eficientes, se podría obtener un modelo fenotípico que sirviera a los criadores de la raza para ayudar a seleccionar las vacas que, por su conformación y tamaño, se ajustan más a las condiciones de producción del trópico alto.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN, ANIMALES Y EVALUACIÓN

El presente estudio fue observacional de tipo descriptivo. El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia, el tamaño de la muestra fue de 69 vacas Holstein (puras y comerciales) multíparas del hato de Santa María del Puyón perteneciente a la Universidad de La Salle, ubicado en el municipio de Sopó (Cundinamarca). El municipio de Sopó se encuentra localizado en la Sabana de Bogotá, a 2.650 m.s.n.m., con una temperatura media de 14 °C y una precipitación media anual de 1.100 m.m. (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1996). El estudio se desarrolló durante los meses de mayo y junio de 2008.

Dentro de los criterios de inclusión se aceptaron los siguientes:

- Vacas multíparas mayores de 5 años, de segundo parto en adelante que se encontraran en producción o preñadas en el lote horro.
- Vacas con registros productivos y reproductivos completos.
- Vacas con registro de Holstein puro o clasificadas como comercial.

Las variables evaluadas en las vacas seleccionadas correspondieron a medidas corporales, medidas lineales de la ubre y medidas volumétricas del pezón.

Las variables involucradas en el estudio reportan heredabilidad de media a alta (Pérez y Alenda, 2002) y fueron las siguientes:

1. Medidas bovinométricas.
 - a. Altura a la cadera. Medida vertical, con regla, desde la cadera hasta el piso con el animal parado en estación.
 - b. Longitud corporal. Medida horizontal, con cinta métrica, desde el encuentro del animal hasta la punta del isquion.
 - c. Perímetro torácico. Medido con cinta métrica en el contorno de la cincha del animal.
 - d. Longitud de anca. Medida horizontal, con regla métrica, entre la articulación de la cadera hasta el isquion.
 - e. Amplitud de caderas. Medida transversal, con regla métrica, entre coxales.

Los índices corporal y pélvico fueron calculados según las fórmulas (Marchiani, 1991):

$$\text{Índice corporal} = \frac{\text{Longitud corporal} \times 100}{\text{Perímetro torácico}}$$

$$\text{Índice pélvico} = \frac{\text{Amplitud de caderas} \times 100}{\text{Longitud de caderas}}$$

2. Se describieron las variables cualitativas categorizadas como medidas lineales de la ubre con base en la escala de 1-9, de la Asociación Holstein:
 - a. inserción posterior de la ubre.
 - b. inserción anterior de la ubre.
 - c. amplitud posterior de la ubre.
 - d. profundidad de la ubre lateral.
3. Medida del puntaje de condición corporal. Escala de 1-5 para ganado de leche.

4. Medidas productivas. El total lactancia/año en kg, duración de lactancia en días e índice de vaca fueron determinadas con ayuda del programa "Ganadero".
5. Medidas reproductivas. La edad al primer parto y el intervalo entre partos fueron determinadas y computadas por el programa "Ganadero".

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

A cada animal se le registraron las medidas bovinométricas, puntaje de condición corporal, medidas productivas y reproductivas. Luego se hicieron estudios descriptivos de cada grupo de medición por producción de leche, intervalo entre parto e índice de vaca; se describieron variables cuantitativas de tendencia central como el promedio y medidas de dispersión como la desviación estándar, se midió la variación mediante el coeficiente de variación u homogeneidad. Los datos fueron analizados por el método de mínimos cuadrados y análisis de varianza.

Posteriormente se hicieron correlaciones fenotípicas del tipo Sperman y Pearson entre las medidas corporales y de desempeño. Las correlaciones se calcularon utilizando el programa SAS, versión 9.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

MEDIDAS CORPORALES

Los promedios de medidas bovinométricas y lineales de la ubre de vacas Holstein se pueden observar en la Tabla 1.

TABLA 1. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE MEDIDAS BOVINOMÉTRICAS

| n=69 | AC | PT | LC | LA | AA |
|-----------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| PROMEDIO | 140,6376812 | 203,101449 | 156,6086957 | 49,7971014 | 51,8985507 |
| DESVEST | 3,962957209 | 6,50824122 | 8,239462774 | 1,6501311 | 2,6130044 |
| CV | 2,817848798 | 3,20442874 | 5,26117834 | 3,31370914 | 5,03483115 |

Los valores promedio de altura a la cadera para vacas Holstein adultas fueron ligeramente superiores a los reportados por Shanks *et ál.* (1987), Enevoldensen y Kristensen (1997) y Hansen *et ál.* (1999), evidenciando una tendencia a la selección de animales de gran tamaño corporal. Las medidas de longitud corporal fueron superiores a las encontradas por Shanks *et ál.* (1987), Hansen *et ál.* (1999) y Bayram *et ál.* (2006), lo anterior puede deberse a la dificultad en la toma de la medida y afectar la precisión (CV= 5,26). Sin embargo, las medidas de perímetro torácico fueron similares a las reportadas por Bayram *et ál.* (2006).

Las medidas de amplitud de caderas fueron similares a las reportadas por Shanks *et ál.* (1987), superiores a las reportadas por Bayram *et ál.* (2006) e inferiores a las reportadas por Enevoldensen y Kristensen (1997) de 56-59.

$$\text{Índice pélvico promedio} = \frac{51,11 \times 100}{49} = 104,30$$

Un IC alto indica que la vaca es más larga que ancha; medio, que es proporcionada y bajo, que la vaca es más corta que amplia. Para el presente estudio este IC (77,85) resultó mucho mayor que lo reportado para Holstein (62,02) por Rodríguez *et ál.* 2001.

El índice pélvico, que indica la relación entre anchura y longitud de la pelvis, refleja una pelvis proporcionalmente más ancha que larga, ya que en las razas lecheras existe un evidente predominio de la anchura de la pelvis versus la longitud de la pelvis (Shanks *et ál.* 1987). Sin embargo, este índice resultó inferior (96) que los reportes en el ganado Holstein (100,93) por Rodríguez *et ál.* 2001.

ÍNDICES MORFOMÉTRICOS

MEDIDAS DE LA UBRE Y EL PEZÓN

$$\text{Índice corporal promedio} = \frac{153,6 \times 100}{197,3} = 77,85$$

TABLA 2. MEDIDAS DE LA UBRE LINEALES Y VOLUMÉTRICAS DEL PEZÓN

| n=69 | IP | IA | AP | PUL | LPP | LAP | AP |
|-----------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|
| Promedio | 5,434782609 | 5,34782609 | 5,753623188 | 4,8115942 | 3,39565217 | 3,937931034 | 2,32463768 |
| Desvest | 0,737209781 | 1,32649568 | 1,180799793 | 0,94363755 | 0,67995129 | 0,97779336 | 0,61629963 |
| CV | 13,56465997 | 24,8043908 | 20,5227168 | 19,6117443 | 20,0241738 | 24,83012911 | 26,5116425 |

Las medidas lineales de la ubre IP e IA fueron ligeramente superiores a las reportadas por Pérez (2002).

Las medidas lineales de la ubre revelaron valores intermedios en: inserción anterior, inserción posterior y amplitud de ubre; las medidas de profundidad fueron ligeramente altas, no obstante, indicaron la necesidad de mejorar la capacidad de la ubre.

Las medidas volumétricas indicaron pezones anteriores más largos que los posteriores y amplitudes ideales en conformación, sin embargo se encontraron CV altos.

CONDICIÓN CORPORAL

El PCC fue mayor al de 2,4 reportado por Enevoldsen y Kristensen (1997), denotando un buen balance entre la nutrición y la producción de las vacas en el momento de la medición.

TABLA 3. PUNTAJE DE CONDICIÓN CORPORAL.

| n=69 | PCC | Peso en kg |
|-----------------|-------------|------------|
| Promedio | 2,869565217 | 642,434783 |
| Desvest | 0,349917784 | 60,6073375 |
| CV | 12,19410458 | 9,43400625 |

MEDIDAS PRODUCTIVAS, REPRODUCTIVAS Y DE EFICIENCIA

TABLA 4. MEDIDAS PRODUCTIVAS Y REPRODUCTIVAS E ÍNDICE DE VACA

| n=69 | PL (kg) | NP (años) | IEP (días) | IV | DLAC (días) | EPP (años) |
|-----------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| Promedio | 4842,869565 | 3,79710145 | 491,9565217 | 152,028986 | 376,057971 | 2,864492754 |
| Desvest | 1440,158896 | 1,55846559 | 107,9130144 | 66,202446 | 97,8452987 | 0,511392379 |
| CV | 29,73771802 | 41,0435595 | 21,93547795 | 43,5459368 | 26,0186743 | 17,85280757 |

La PL fue superior a la reportada por Bayram *et ál.* 2006 de 3.694 kg \pm 30,15 e inferior a la reportada por Ajili *et ál.* (2007), en África, de 5.905 kg. El bajo promedio de producción de leche por lactancia ajustada expresa la débil presión de selección en el hato para características de rendimiento.

El intervalo entre parto de 492 días fue mayor al reportado por Ajili *et ál.* (2007) de 427 días. La edad al primer parto fue aceptable para las condiciones tropicales, a pesar de ser mayor a reportes de otros países templados (Evolldensen y Kristensen, 1997) de 27 meses.

CORRELACIÓN ENTRE MEDIDAS CORPORALES, LINEALES Y PRODUCTIVAS

La producción de leche (kg leche/lactancia) se correlacionó significativamente, en toda la población (horra y lactante), con las medidas de la ubre IA y PU. En la población de vacas lactantes la producción de leche se correlacionó significativamente con AP y PU, denotando la condición fisiológica normal de este estado, en el que la ubre se encuentra distendida. Además, en vacas horras se observó una correlación significativa entre la producción de leche y la longitud de los pezones.

El intervalo entre partos se correlacionó significativamente y de manera negativa en toda la población con IA, IP y PU, manteniéndose esta misma tendencia en la población de horras y en las lactantes, aunque en esta última no fue significativa; dicho intervalo entre partos coincide con Wall *et ál.* (2005), quienes encontraron que la inserción de la ubre en vacas Holstein estuvo correlacionada negativamente con intervalo entre parto (-0,25), indicando que las vacas con ubres más descolgadas tendrían un intervalo entre partos más largo.

El índice de vaca en toda la población se correlacionó significativamente con las medidas lineales de la ubre: IA, APU, PU, LAP y LPP.

Con respecto a las medidas bovinométricas correlacionadas con producción de leche, AC presentó 0,13 en toda la población y AA mostró 0,17 y 0,28 en las vacas lactantes y toda la población, respectivamente, aunque no significativa. Sólo el perímetro torácico mostró correlación significativa con la producción de leche, lo que indica que las vacas de buena amplitud tienden a tener mayor producción de leche. Relación de 0,13 y 0.

El índice de vaca no estuvo correlacionado con altura a la cadera (0,09), mostrando que no existió una asociación marcada entre el tamaño de la vaca y la capacidad lechera, en concordancia con los reportes de Sieber *et ál.* (1988) y Bayram *et ál.* (2006).

TABLA 5. CORRELACIONES DE TODA LA POBLACIÓN

| | producción leche | Número partos | IEP | Índice vaca | duración lactancia |
|----------------------|---------------------|---------------|-----------|-------------|-----------------------|
| AC | 0,139 | -0,126s | -0,076s | 0,092 | 0,157s |
| PT | 0,268*s | 0,249*s | 0,21s | 0,201s | -0,004s |
| LC | -0,014 | -0,153s | 0,103s | -0,079 | 0,055s |
| LA | -0,03s | -0,156s | -0,017s | -0,078s | -0,012s |
| AA | 0,176s | 0,058s | 0,152s | 0,076s | 0,057s |
| IP | 0,113s | 0,194s | -0,268*s | 0,18s | -0,055s |
| IA | 0,255*s | 0,41**s | -0,411**s | 0,409**s | -0,156s |
| AP | 0,188s | 0,255*s | -0,093s | 0,29*s | -0,138s |
| Prof. ubre | 0,357**s | 0,512**s | -0,248**s | 0,426**s | -0,012s |
| long. post. pezón | 0,208 | 0,183s | 0,059s | 0,35* | -0,005s |
| long. ant. pezón | 0,167 | 0,113s | -0,09s | 0,336** | 0,022s |
| Ancho pezón | 0,135s | 0,101s | 0,231s | 0,183 | 0,027 |

s correlación de Spearman (el resto de correlaciones se realizaron con Pearson)

* p < 0.05

** p < 0.01

TABLA 6. CORRELACIONES DE LA POBLACIÓN LACTANTE

| | producción leche | Número partos | IEP | Índice vaca | duración lactancia |
|----------------------|---------------------|---------------|---------|-------------|-----------------------|
| AC | 0,117 | -0,166s | 0,043 | 0,11 | 0,324*s |
| PT | 0,028 | 0,46**s | -0,178 | -0,082 | 0,038s |
| LC | 0,071 | -0,112s | 0,172 | 0,09 | 0,175s |
| LA | 0,038 | a-0,215s | 0,018s | -0,005s | a-0,021s |
| AA | 0,283 | a 0,161s | 0,08s | 0,274s | a 0,057s |
| IP | 0,124 | 0,165s | -0,188 | 0,203 | -0,177s |
| IA | 0,15s | 0,27s | -0,268s | 0,336*s | -0,262s |
| AP | 0,314*s | 0,425**s | -0,078s | 0,401**s | -0,103s |
| Prof. ubre | 0,323* | 0,479**s | 0,175s | 0,38*s | -0,054s |
| long. post. pezón | 0,144 | 0,177s | -0,243 | 0,282 | 0,25s |
| long. ant. pezón | 0,075 | -0,132s | 0,149 | 0,162 | -0,176s |
| Ancho pezón | 0,152s | 0,144s | 0,244s | 0,223s | 0,007s |

s correlación de Spearman (el resto de correlaciones se realizaron con Pearson)

* p < 0.05

** p < 0.01

TABLA 7. CORRELACIONES DE LA POBLACIÓN HORRA.

| | producción leche | Número partos | IEP | Índice vaca | duración lactancia |
|----------------------|---------------------|---------------|----------|-------------|-----------------------|
| AC | 0,176 | -0,055 | -0,117 | 0,106 | -0,249 |
| PT | -0,044 | -0,149 | 0,13 | 0,006 | -0,236 |
| LC | -0,179 | -0,227 | 0,06 | -0,284 | 0,01 |
| LA | -0,162s | -0,043s | -0,007s | -0,177s | 0,029s |
| AA | 0,097 | 0,137 | 0,085 | 0,029 | 0,118 |
| IP | 0,162s | 0,211s | -0,313s | 0,113s | 0,001s |
| IA | 0,383* | 0,573** | -0,496** | 0,504** | 0,012 |
| AP | 0,133 | 0,084 | -0,092 | 0,282 | -0,107 |
| Prof. ubre | 0,434*s | 0,517**s | -0,385*s | 0,513**s | 0,026s |
| long. post. pezón | 0,471* | 0,14 | 0,273 | 0,228 | 0,183 |
| long. ant. pezón | 0,598** | 0,541* | -0,007 | 0,435* | 0,484* |
| Ancho pezón | 0,183s | -0,019s | 0,259s | 0,048s | 0,169s |

s correlación de Spearman (el resto de correlaciones se realizaron con Pearson)

* p < 0.05

** p < 0.01

CONCLUSIONES

De acuerdo a los hallazgos encontrados en este estudio, se evidenció la importancia de incluir medidas bovinométricas como ayuda para seleccionar biotipos lecheros productivos en la raza Holstein, especialmente la medida de perímetro torácico que resultó correlacionada significativamente con la producción de leche. Otras medidas relacionadas con el tamaño del animal no presentaron correlación con características de producción y reproducción. Las medidas lineales de la ubre, que estiman el grado de inserción y la capacidad de la ubre, estuvieron correlacionadas significativamente con la producción de

leche, indicando la utilidad de incluir estas medidas en programas de selección de vacas Holstein de alta capacidad de producción.

Las diferencias en el desempeño productivo y reproductivo de vacas Holstein estuvieron más relacionadas con la conformación de la ubre que con la bovinometría del animal; por lo tanto, incluir la evaluación lineal de la ubre y la evaluación morfológica del pezón en programas de selección del biotipo funcional lechero puede ayudar, en el futuro, a mejorar el desempeño productivo de vacas Holstein manejadas en sistemas de trópico alto.

BIBLIOGRAFÍA

- Ajili, N., Rekik, B., Ben, A. y Bouraoui, R. (2007). Relationships among milk production, reproductive traits, and herd life for Tunisian Holstein-Friesian cow. *African Journal of Agricultural Research*, 2(2), 047-051, disponible en: <http://www.academicjournals.org/AJAR>. Recuperado: Febrero de 2007.
- Bayram, B., Güler, O., Yanar, M. y Akbulut, Ö. (2006). Relationships among Body Weight, Body Measurements and Estimated Feed Efficiency Characteristics in Holstein Friesian Cows. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 3(1), 64-67.
- Brotherstone, S. (1994). Genetic and phenotypic correlations between linearized type traits and production traits in Holstein-Friesian dairy cattle. *Animal Production*, 59, 183-187.
- Enevoldsen, C. y Kristensen, T. (1997). Estimation of Body Weight from Body Size Measurements and Body Condition Scores in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 1988-1995.
- Hansen, L. B., Cole, J. B., Marx, G. D. y Seykora, A. J. (1999). Productive Life and Reasons for Disposal of Holstein Cows Selected for Large Versus Small Body Size. *Journal of Dairy Science*, 82, 795-801.
- Marchiani, D. W. (1991). *Zootecnia General*. Vol. I. (3 ed.). Venezuela: Ediciones Dumar.
- Pérez M. A. y Alenda, R. (2002). Genetic Relationships between Lifetime Profit and Type Traits in Spanish Holstein Cows. *Journal of Dairy Science*, 85, 3480-3491.
- Rodríguez, M., Fernandez, G., Silveira, C. y Delgado, J. V. (2001). Estudio étnico de los bovinos criollos del Uruguay: I. Análisis biométrico. *Revista Archivos de Zootecnia*, 50, 113-118.
- Sieber, M., Freeman, A. E. y Kelley, D. H. (1988). Relationships between body measurements, body weight and productivity in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 71(12), 3437-3445.

Shanks, R. D., Bragg, D. A y Robinson, J. L. (1987). Deficiency of Uridine Monophosphate Synthase in Holstein Cattle: Inheritance and Body Measurements. *Journal of Animal Science*, 64, 695-700.

Wall, E., White, I. M. S., Coffey, M. P. y Brotherstone, S. (2005). The Relationship Between Fertility, Rump Angle, and Selected Type Information in Holstein-Friesian Cows. *Journal of Dairy Science*, 88,1521-1528.