

FEED CONVERSION EFFICIENCY COMPARISON AMONG CONVENTIONAL AND AUTOMATIC MILKING SYSTEM

Méndez Martínez, Pelayo; Barrasa Rioja, Martín; Castro Ramos, Ángel;
Pereira González, José Manuel

Escuela Politécnica Superior de Lugo. USC,

Since the first automatic milking system installation in a Dutch farm in 1992, milking robots have made their way reaching over 18,000 units in 2012. A factor that has popularized robotic milking is that the majority of farmers have seen as milk yield increases an average of 10 % compared to conventional milking. Feeding system in automatic milking involves changes which could affect to the feed conversion efficiency. Feeding can represent 40 to 50 % of farm costs and it is important to measure the efficiency with which feed is converted into milk, a change in feed conversion efficiency could be important in the economy of the farm. Two sets of cows, conventional and automatic milking set, have been fed with the same food, the amount of food ingested in each batch and 4% corrected milk production has been controlled. Finally, we calculated the efficiency of feed conversion, the costs of food per cow per day and the cost per 100 kg of milk yield in both systems.

Keywords: *Automatic milking system; Conventional milking; Feeding; Cost*

COMPARACIÓN EN LA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DEL ALIMENTO EN SISTEMAS DE ORDEÑO CONVENCIONAL Y ROBOTIZADO

Desde la instalación del primer robot de ordeño en 1992, en una granja holandesa, los robots de ordeño se han abierto paso llegando a superar las 18.000 unidades en el año 2012. Uno de los aspectos que ha popularizado su utilización es que la mayor parte de las explotaciones apuntan a incrementos de producción en torno al 10 % respecto al ordeño convencional. El sistema de alimentación en ordeño robotizado conlleva cambios que podría afectar a la eficiencia de la conversión del alimento a leche. La alimentación supone entre el 40 y el 50% de los gastos de explotación y un cambio en la eficiencia de la conversión podría tener gran importancia en la economía de la explotación. En una explotación libre con dos lotes de animales separados por un pasillo de alimentación central, uno en ordeño convencional y otro robotizado, se ha suministrado la misma ración base, se ha controlado la cantidad de alimento ingerida en cada lote y la producción de leche corregida al 4%. Finalmente se ha calculado la eficiencia de conversión del alimento, los costes de alimentación vaca/día y el coste de producción de 100 kg de leche en ambos sistemas.

Palabras clave: *Ordeño robotizado; Ordeño convencional; Alimentación; Coste*

Correspondencia: Martín Barrasa Rioja. Departamento de Ingeniería Agroforestal. Proyectos. Escuela Politécnica Superior de Lugo. Universidad de Santiago de Compostela. C/ Benigno Ledo s/n. C.P. 27002 Lugo. España. Teléfono 34 982.823263. Fax: 34 982 28 59 26. E-mail : martin.barrasa@usc.es

1. Introducción

Desde el momento en que un ganadero asume la posibilidad de adoptar un sistema de ordeño robotizado, éste tendrá que tomar una serie de decisiones que pueden marcar a largo plazo el desarrollo y la rentabilidad de su explotación. Disponer de la información necesaria es clave para que a la toma de decisiones se realice de forma adecuada. Diversas investigaciones han puesto de relieve que existe una relación entre la frecuencia de ordeños y la producción de leche de las vacas (Melin et al., 2005). Las vacas con mayor frecuencia de ordeño durante la lactación suelen producir mayores cantidades de leche en comparación con las ordeñadas dos veces al día (Svennersten-Sjaunja y Pettersson, 2007). Soberon et al., (2011) en un estudio realizado en salas de ordeño determinaron que aumentando la frecuencia de ordeño de dos a tres veces al comienzo de la lactación la producción final era superior. Sin embargo bajas frecuencias de ordeño y bajas producciones próximas al secado de la vaca son beneficiosas ya que disminuyen el riesgo de enfermedades en la ubre (Rajala-Schultz et al., 2005). Una de las principales ventajas de los sistemas de ordeño robotizado (SOR), es la capacidad de controlar la frecuencia de ordeño de cada vaca pudiéndola ajustar según el estado de lactación o incluso dejar que se ordeñe voluntariamente cuando ella desee (Svennersten-Sjaunja y Pettersson, 2007).

Wagner-Storch y Palmer (2003) también señalaron un incremento en la producción de vacas ordeñadas más de dos veces al día en SOR, este incremento fue un 9% mayor en las vacas ordeñadas de 2,5 a 3,9 veces al día respecto a las ordeñadas de 1,6 a 2,6 veces al día (Melin et al., 2005).

La posibilidad de incrementar las producciones en SOR es uno de los principales motivos junto con el ahorro de mano de obra y flexibilidad laboral por lo que los ganaderos se deciden a montar el sistema, sin embargo no existen demasiados datos al respecto de cómo puede verse afectada la ingesta de alimento y su transformación en leche con el cambio de un sistema de ordeño convencional a robotizado. En un estudio realizado por Wagner-Storch y Palmer (2003) la media de la materia seca ingerida (MSI) por las vacas en sala de ordeño y la ingerida por las vacas en robot no fue significativamente diferente, y el incremento de la frecuencia de ordeños en el robot parecía tener mayor influencia en la producción de leche que la MSI. Por tanto cabe esperar que la eficiencia en la conversión de alimento (ECA) en leche sea mayor en el ordeño robotizado que en el ordeño convencional. La mejora de la conversión del alimento ya sea a través de una producción mayor por alimento ingerido o una producción similar disminuyendo la cantidad de alimento ingerido, mejorará la rentabilidad de las explotaciones lecheras (Linn, 2006; Maulfair et al., 2011). La materia seca ingerida debe calcularse de forma precisa teniendo en cuenta no solo la comida que se ofrece, sino también la comida que sobra y realizar análisis periódicos de los forrajes y de la propia ración.

Varios autores (Britt et al., 2003; Casper, 2008; Hutjens, 2005) han puesto de manifiesto que en el ganado de carne como el vacuno, el porcino y el avícola se ha medido la ECA durante años, pero sólo recientemente se ha comenzado a evaluar la eficiencia en las explotaciones de vacuno lechero. En la industria de carne la eficiencia se mide únicamente como la salida de un solo producto (el crecimiento corporal), en animales de peso, edad y tasa de crecimiento parecidos alimentados con dietas similares durante la fase de crecimiento. En la producción de leche el alimento se transforma de diferentes formas y se utiliza en el crecimiento, el mantenimiento, la reproducción, el aumento de peso corporal, la actividad y la producción de leche (Linn, 2006). Debido a estos factores la ECA varía de unas granjas lecheras a otras y no se puede establecer un valor determinado como idóneo, el mejor uso de la ECA puede ser el de controlar los cambios en la producción, la economía y la alimentación dentro de un mismo rebaño, donde otros factores como los climáticos, la alimentación y la genética de los animales son constantes (Linn et al., 2007).

La ECA ha sido definida de una forma sencilla como los kg de leche producidos por Kg de materia seca ingerida (Britt et al., 2003; Casper, 2008; Little, 2009; Shaver, 2010; Fry, 2011), sin embargo esta medida no tiene en cuenta el contenido total de grasa de la leche, siendo éste un factor que requiere de una parte de la energía del alimento. Por lo tanto la leche corregida al 4% de grasa debe ser utilizada en el cálculo de la ECA, denominándose entonces 4%-ECA (Linn, 2006; Linn et al., 2007; Hutjens, 2008). El uso de 4%-ECA nos permite comparar la ECA entre razas de vacuno, vacas en diferentes etapas del ciclo de lactación y vacas y/o rebaños con porcentajes altos y bajos de grasa en la leche. Por ejemplo, en un estudio realizado por Britt et al. (2003), sobre la eficiencia de conversión de materia seca a leche en 13 rebaños Holstein, el promedio de ECA sin corregir la leche fue de 1,36, mientras que el 4%-ECA fue de 1,40; incluso dentro del mismo rebaño la variación era de 0,12 unidades. Otros factores importantes a considerar en el cálculo de la ECA son la MSI y la materia seca (MS) de la ración (Maulfair et al., 2011). Los valores de la ECA pueden variar desde 1,0 hasta 2,0 en las granjas y en la propia vaca dependiendo de la etapa de lactación, los días en leche (DEL), la reducción de los días en leche hace que los valores de ECA se eleven, ya que las vacas utilizan una cantidad mayor de nutrientes para la producción de leche y menos para el crecimiento y el aumento de peso. Las vacas que pierden condición corporal tendrán un nivel de ECA mayor, ya que más nutrientes serán destinados a la producción de leche. Linn et al. (2007) en un trabajo de campo realizado en 6 estabulaciones libres, encontraron que la eficiencia variaba entre 1,3 y 1,8 entre 158 y 231 días en leche. Una ECA de 1,5 a 1,6 es un buen valor para rebaños de entre 150 y 200 DEL y para vacas de más de 250 DEL una ECA menor a 1,4 es normal (Linn, 2006). La edad de la vaca o el número de lactación puede dar lugar a valores más bajos de ECA en vacas jóvenes o primerizas, que gastan más energía en el crecimiento y en la condición corporal. Los valores de ECA suelen ser de 0,1 a 0,2 unidades inferiores en vacas jóvenes con respecto a vacas adultas (Hutjens, 2005). La preñez también reduce la ECA, ya que las necesidades del feto aumentan. Las vacas recién paridas (menos de 21 días en leche) pueden tener valores de ECA por debajo de 1,2 si las vacas alcanzan una MSI muy elevada en relación con la producción de leche (Hutjens, 2005). Si los valores son mayores de 1,4, las vacas podrían estar adquiriendo una excesiva condición corporal o tener un elevado % de grasa en la leche. Las vacas ganando peso corporal tendrán valores de ECA inferiores ya que los nutrientes se almacenan como grasa corporal (Hutjens, 2005). Las vacas deben de ganar peso corporal al final de la lactancia, y por tanto los valores de ECA deberían ser más bajos. Cuanto mayor sea la digestibilidad de los forrajes mayor será el valor de la ECA ya que la disponibilidad de nutrientes será mayor. Los forrajes tienen una variación mayor en la digestibilidad y la composición nutricional que los concentrados y además su proporción en las raciones es muy elevada (Maulfair et al., 2011). Por tanto una buena calidad de los forrajes es muy importante. El calor y el frío excesivos reducirán la ECA ya que se necesitan más nutrientes para los requisitos de mantenimiento (Hutjens, 2005). La genética también influye en la ECA. Blake et al. (1986) encontraron una eficiencia de 1,43 para vacas Holstein frente a una eficiencia de 1,26 para vacas Jersey.

El objetivo del presente estudio es realizar un análisis comparativo en relación a la eficacia de conversión en leche de la materia fresca y seca ingerida entre el ordeño convencional y el robotizado, en una explotación que permite minimizar los factores que pueden ser fuente de variación en la misma.

2. Material y método

La toma de datos se ha realizado en una explotación de vacuno lechero situada en el Principado de Asturias. La explotación tiene una producción anual de 2.126.554 kilogramos de leche con una media de 162 vacas en producción. La estabulación es libre y está dividida en dos zonas (zona de ordeño convencional, zona de ordeño robotizado) separadas por el

pasillo de alimentación (ver figura 1). En zona convencional se ordeñan una media de 98 vacas, con una media de 161,5 DEL, en una sala en espina de pescado 2x9 DeLaval HB30, cada vaca posee un collar identificador que permite a través del controlador MPC680 almacenar sus datos en el sistema de gestión del rebaño ALPRO. En la zona robotizada se ordeñan una media de 64 vacas, con una media de 187,1 DEL, en un robot Lely Astronaut A4, siendo almacenados los datos de cada animal en el software de gestión T4C. La alimentación es una mezcla homogénea “unifeed” tipo catering, suministrada diariamente mediante un camión de reparto, siendo arrimada cada 3 horas por un robot arrimador.

Para determinar la producción de leche y su % de grasa, en ambos sistemas, se han utilizado los datos recogidos en los sistemas informáticos y los obtenidos por el control lechero realizado por ASCOL (Asturiana de Control Lechero) desde la instalación del robot (Enero de 2012).

Para calcular la materia seca ingerida (MSI) hemos seguido la metodología usada por Hutjens (2005), Linn (2006) y Maulfair et al. (2011). Se ha realizado un trabajo de campo durante un período de tres meses controlando, dos veces por semana, el peso de la cantidad de materia fresca ofrecida (MFO) de forraje a cada lote y de la cantidad de materia fresca sobrante (MFS) del día anterior. Para pesar los sobrantes se ha utilizado un trípode, una báscula y un saco big bag, procediendo a anotar los valores obtenidos y el número de vacas en lactación en cada lote. A partir de estos datos se calcula fácilmente la materia fresca ingerida media por cada vaca [MFI(Kg/vaca y día) = (MFO-MFS)/Nº de vacas en lactación)], finalmente teniendo en cuenta el porcentaje de materia seca (MS%) de la ración (dato proporcionado por los análisis de control realizados por la empresa que suministra la ración de forraje), se puede calcular la materia seca media ingerida por vaca y día [MSI(Kg/vaca y día) = MFI x MS%]. En el lote de vacas en ordeño robotizado se tiene en cuenta un suplemento adicional debido al concentrado distribuido individualmente a cada vaca en el box de ordeño.

A partir de los datos de producción (kg de leche) y el consumo de materia seca (kg) ingerida se puede calcular la eficiencia de conversión de alimento (ECA). No obstante, dado que el % de grasa de la leche producida por cada lote fue diferente, se realizó una corrección de la producción de leche al 4% de grasa (LCG) utilizando la misma metodología que Hutjens (2005), Linn (2006) y Linn et al. (2007):

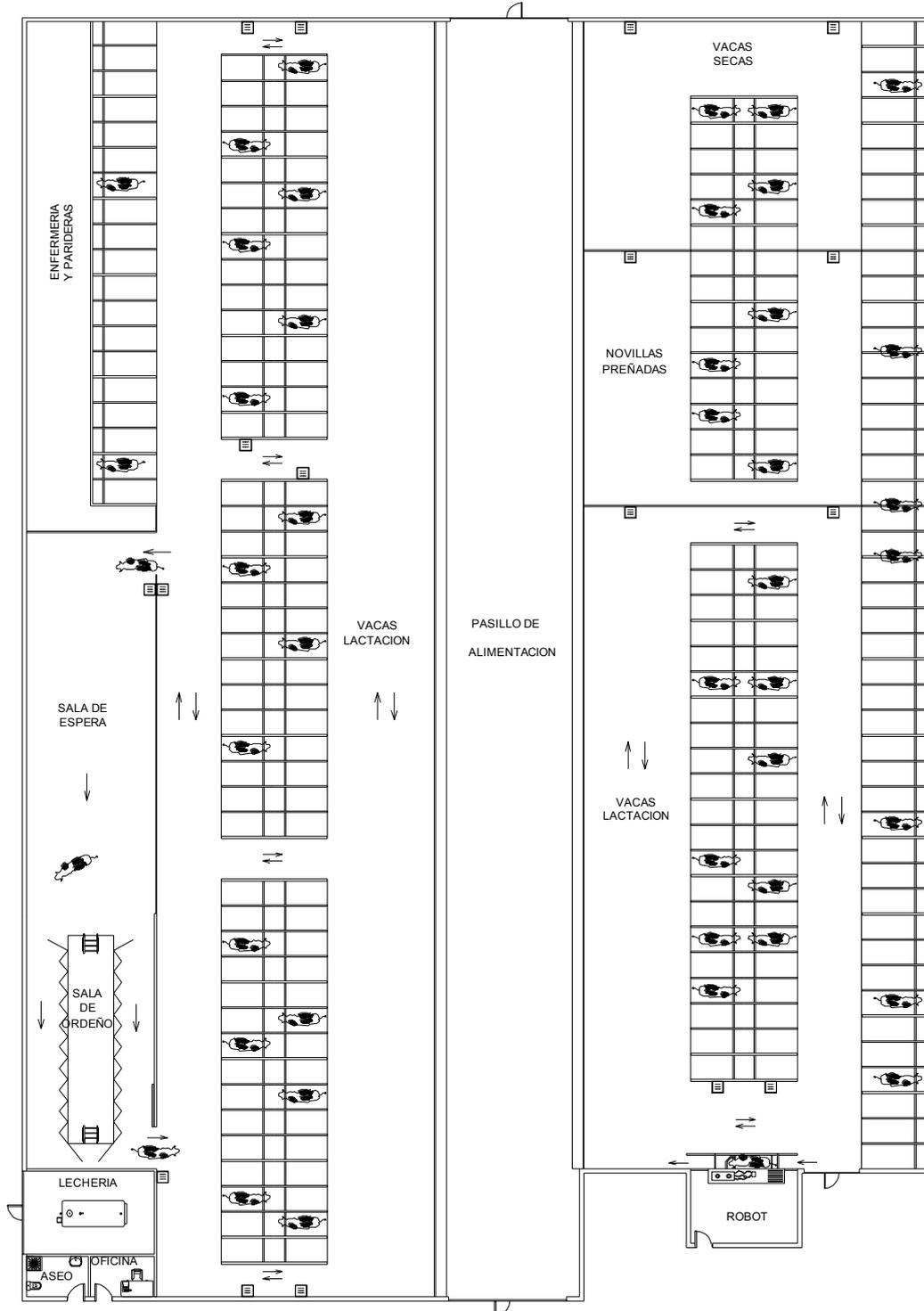
$$LCG \text{ (Kg/día)} = 0,4 \times PL \text{ (Kg/vaca y día)} + ((PL \text{ (Kg/vaca y día)} \times \%Grasa) \times 15) \quad (1)$$

donde PL es la producción diaria de leche por vaca y %Grasa es el porcentaje de grasa de la leche producida.

Finalmente se calcula la ECA con la producción corregida al 4% de grasa

$$4\%-ECA = LCG/MSI \quad (2)$$

Figura 1. Explotación con pasillo de alimentación central separando zona de ordeño convencional de la zona de ordeño robotizado

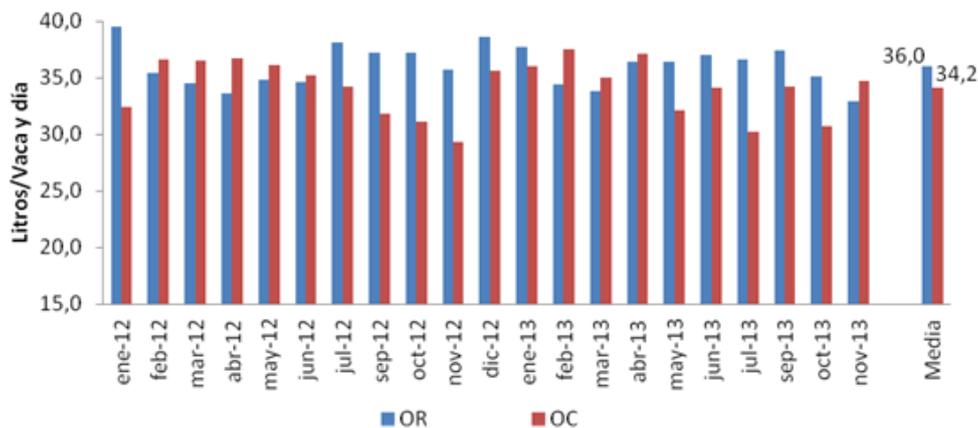


3. Resultados

Los datos obtenidos desde enero del 2012 hasta noviembre de 2013 muestran como la producción media de leche por vaca es superior, en 1,8 Litros/vaca y día, en el lote de vacas de ordeño robotizado respecto al lote de vacas en ordeño convencional (Figura 2), coincidiendo con lo puesto de

manifiesto por otras investigaciones que constatan que al pasar de ordeño convencional a ordeño robotizado, debido fundamentalmente al incremento en la frecuencia entre ordeños, se incrementa la producción de leche por vaca (Wagner-Storch y Palmer 2003).

Figura 2. Comparación de la producción de leche obtenida en el lote de ordeño robotizado (OR) y el lote de ordeño convencional (OC)



El incremento de producción medio representa el 5% de la producción, sin embargo analizando los datos con mayor grado de detalle, observamos que las diferencias reales son superiores, debido a la presencia en el lote de ordeño robotizado de una proporción superior de vacas primíparas (70% en ordeño robotizado, 17% en convencional). Generalmente las vacas en primera lactación producen menos que las múltiparas, ya que destinan más nutrientes al crecimiento corporal y menos a la producción de leche. Si separamos los datos de las vacas primíparas y múltiparas y comparamos ambos sistemas (figuras 3 y 4), se pueden observar incrementos de producción medios, en ordeño robotizado, del 13% para vacas primíparas y del 15% para múltiparas.

La materia seca aportada por la ración e ingerida por vaca se puede observar para los 25 muestreos realizados durante el trabajo de campo en la figura 5. Aunque existen diferencias significativas en la cantidad consumida por vaca día a día, no lo es así cuando comparamos el valor medio, 23,5 Kg de MS/vaca en el lote de ordeño convencional frente a 23,3 Kg de MS/vaca en el lote de ordeño robotizado, con valores muy similares en ambos sistemas coincidiendo en ello con Wagner-Storch y Palmer (2003), por tanto, la mayor producción en el ordeño robotizado parece estar más influenciada por la frecuencia de ordeños.

Figura 3. Comparación de la producción obtenida, entre vacas primíparas, en ordeño robotizado (OR) y ordeño convencional (OC)

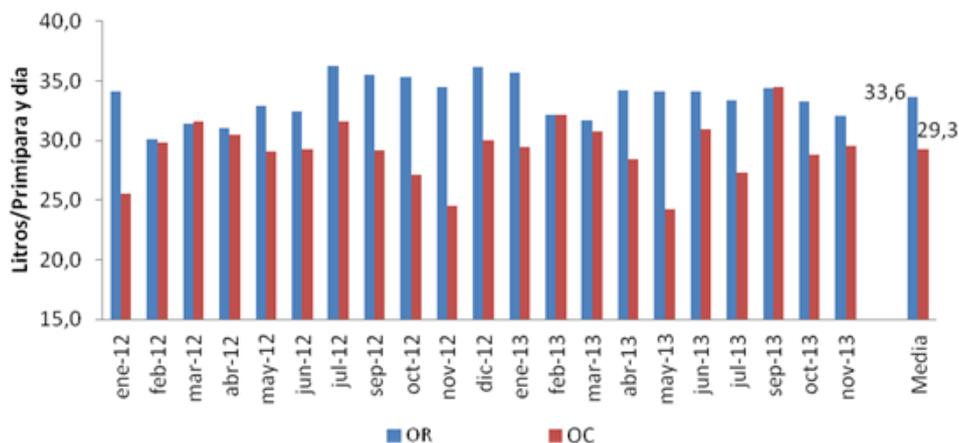
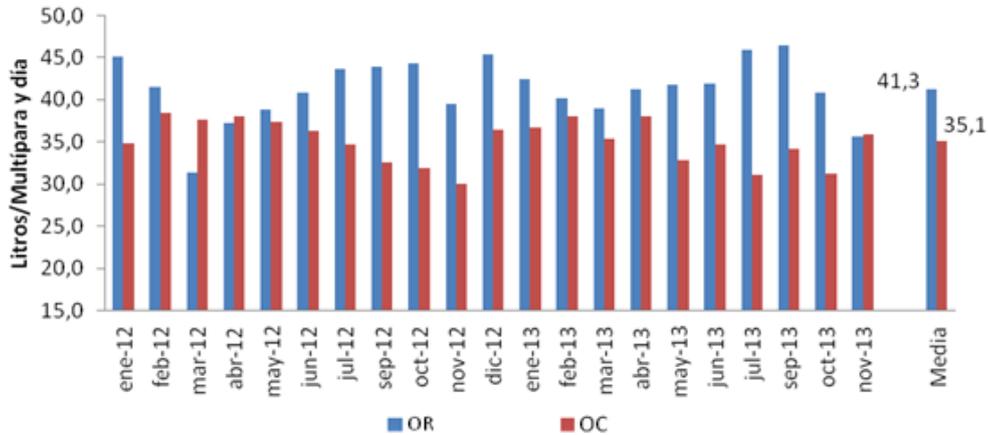


Figura 4. Comparación de la producción obtenida, entre vacas múltiparas, en ordeño robotizado (OR) y ordeño convencional (OC)



La eficiencia de conversión de alimento representa los Kg de leche producidos por cada Kg de MSI. Al analizar los datos de producción y MSI ya se ha visto que la producción en las vacas en ordeño robotizado ha sido mayor que las vacas en ordeño convencional a pesar de tener una ingesta de materia seca menor, con lo cual la ECA resultante en el lote de vacas en ordeño robotizado resulta superior (1,57) a la ECA en ordeño convencional (1,47), sin embargo corrigiendo ambas producciones al 4% de grasa se puede observar como la 4%-ECA es superior en lote de ordeño convencional (figura 6).

De acuerdo con Britt et al. (2003) la ECA y la 4%-ECA varían incluso dentro del mismo rebaño. En el caso del ordeño robotizado, al igual que en el caso del autor mencionado, la variación entre la ECA (3,47% de grasa) y la 4%-ECA ha sido de 0,12 unidades a favor de la ECA. En el caso de las vacas en ordeño convencional la variación ha sido menor, tan sólo de 0,03 unidades a favor de la 4%-ECA, ya que su media de porcentaje de grasa en leche es del 4,15% en el período analizado, muy similar al de la LCG. Los datos observados se encuentran en un intervalo de valores considerados aceptables por los investigadores que apuntan a que para vacas de entre 150 y 225 DEL debería ser de ente 1,4 a 1,6 (Hutjens, 2005). Aunque el valor de la 4%-ECA de las vacas en ordeño robotizado (1,42) está cercano al límite inferior se puede considerar un valor más que aceptable teniendo en cuenta que la proporción de vacas primíparas es muy elevada (70%) y que en vacas jóvenes primerizas la 4%-ECA puede llegar a ser de 0,1 a 0,2 unidades menor que la de las vacas múltiparas.

Figura 5. Comparación de la materia seca ingerida entre vacas en ordeño robotizado (OR) y ordeño convencional (OC)

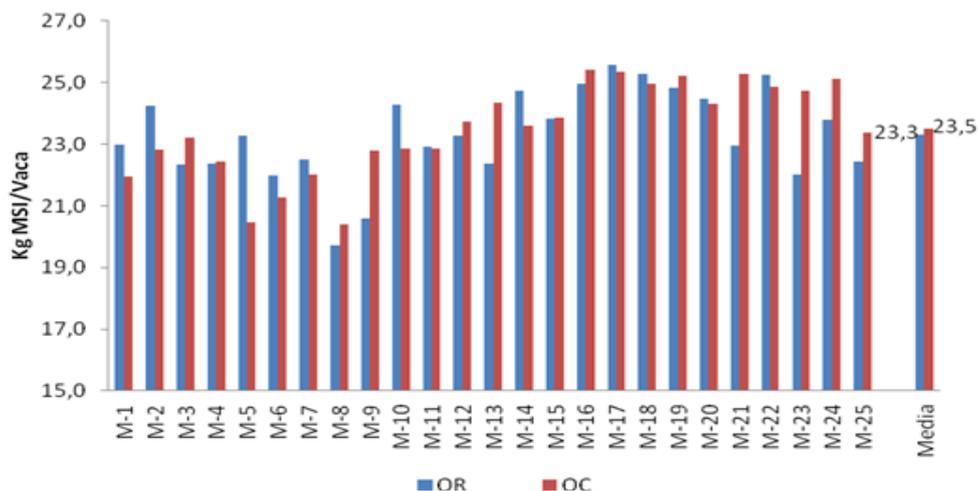
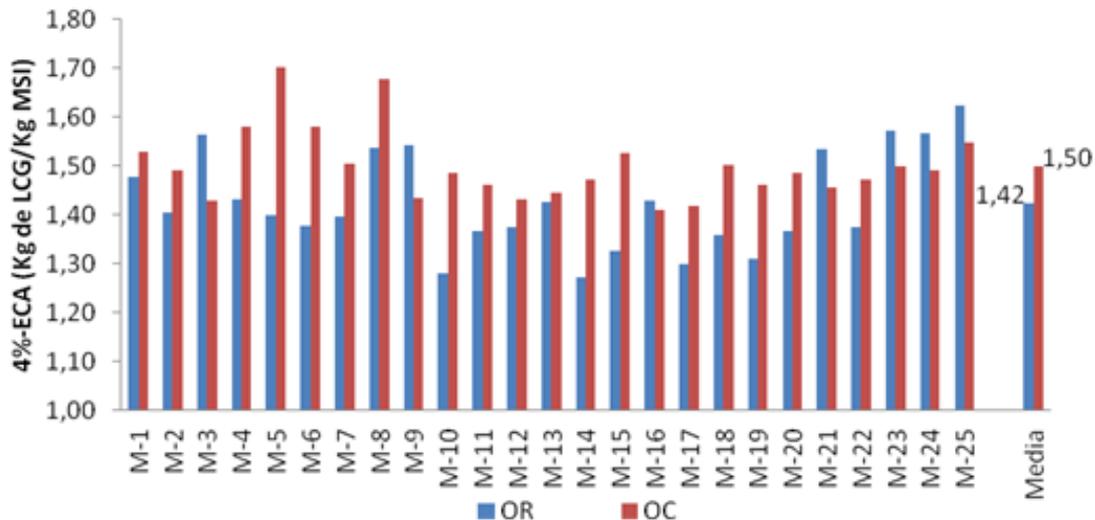


Figura 6. Eficiencia de conversión de alimento corregida en ordeño robotizado (OR) y ordeño convencional (OC)



4. Conclusiones

La comparación de los resultados productivos de dos lotes de vacas uno en ordeño convencional y otro en robotizado a los cuales se les ha suministrado una mezcla húmeda homogénea de igual composición ha puesto de manifiesto que el lote de ordeño robotizado ha tenido una producción media hasta un 13% superior en vacas primíparas y hasta un 15% superior en vacas múltiparas. La materia seca consumida en ambos lotes fue muy similar no siendo las diferencias significativas lo que se traduce en una eficacia de conversión del alimento en leche superior en el lote con ordeño robotizado, sin embargo, debido a que el % de grasa de la leche en ordeño robotizado fue sensiblemente inferior (3,47%) que en el lote de ordeño convencional (4,15%), la eficacia de conversión del alimento corregido al 4% ha resultado superior en 0,08 unidades en el lote de ordeño convencional, aunque teniendo en cuenta la proporción de primíparas en ambos lotes las diferencias no pueden ser consideradas significativas y ambos lotes obtienen valores óptimos de conversión

5. Referencias

- Blake, R. W., A. A. Custodio and W. H. Howard. 1986. Comparative feed efficiency of Holstein and Jersey cows. *J. Dairy Sci.* 69:1302-1308.
- Britt, J. S., R. C. Thomas, N. C. Speer and M. B. Hall. 2003. Efficiency of converting nutrient dry matter to milk in Holstein herds. *J. Dairy Sci.* 86:3796-3801.
- Casper, D. P. 2008. Factors effecting feed efficiency of dairy cows. Tri-State Dairy Nutrition Conference. April 2008.
- Fry, R. C. 2011. Measuring feed efficiency why & how on the back of a napkin. dairy.ifas.ufl.edu/rns/2011/2fry.pdf. Available online on 04/11/2013.
- Hutjens, M. F. 2005. Dairy efficiency and dry matter intake. Proceedings of the 7th Western Dairy Management Conference. March 9-11, 2005. Reno, NV. 71. www.wdmc.org/2005/8Hutjens.pdf. Available online on 16/09/2013.
- Hutjens, M. F. 2008. Feed efficiency opportunities with 2008 feed cost. Proceedings 45th Florida Dairy Production Conference, Gainesville, April 29, 2008. dairy.ifas.ufl.edu/dpc/2008/Hutjens.pdf. Available online on 16/09/2013.
- Linn, J. 2006. Feed Efficiency: its economic impact in lactating dairy cows. *Advances in Dairy Technology.* 18:19-28.

- Linn, J., M. Raeth-Knight, S. Fredin and A. Bach. 2007. Feed efficiency in lactating dairy cows. www.cvmb.colostate.edu/ilm/proinfo/cdn/2007/ Available online on 05/11/2013.
- Little, S. 2009. Feed conversion efficiency. www.dairyaustralia.com.au/~media/Documents/. Available online on 16/11/2013.
- Maulfair, D., J. Heinrichs and V. Ishler. 2011. Feed efficiency for lactating dairy cows and its relationship to income over feed costs. PennState. Cooperative Extension. College of Agricultural Sciences.
- Melin, M., K. Svennersten-Sjaunja and H. Wiktorsson. 2005. Feeding patterns and performance of cows in controlled cow traffic in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 88:3913-3922.
- Rajala-Schultz, P. J., J. S. Hogan and K. L. Smith. 2005. Short communication: Association between milk yield at dry-off and probability of intramammary infections at calving. *J. Dairy Sci.* 88:577–579.
- Shaver, R. 2010. Factors influencing feed efficiency in dairy cattle. 2010 Mid-South Ruminant Nutrition Conference. Arlington, Texas. uwex.edu/ces/dairynutrition/documents/shavermid-southfeedefficiency2010.pdf. Available online on 20/11/2013.
- Soberon, F., C. M. Ryan, D. V. Nydam, D. M. Galton and T. R. Overton. 2011. The effects of increased milking frequency during early lactation on milk yield and milk composition on commercial dairy farms. *J. Dairy Sci.* 94:4398–4405.
- Svennersten-Sjaunja, K. M. and G. Pettersson. 2007. Pros and cons of automatic milking in Europe. *J. Anim. Sci.* 86:37-46.