

EFFECTO DE LA ALIMENTACIÓN CON DESPERDICIOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE VACAS LECHERAS

EFFECT OF FEEDING WITH ORGANIC WASTE ON THE PRODUCTION AND REPRODUCTION OF DAIRY COWS

Hermenegildo Losada-Custardoy, Manuel A. López-González, José Cortés-Zorrilla,
Lorena Luna-Rodríguez, Jorge E. Vieyra-Durán, Juan M. Vargas-Romero*

Área de Sistemas Agropecuarios. Departamento de Biología de la Reproducción. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Av. San Rafael Atlixco. No. 186. Col. Vicentina. Iztapalapa. 09340. México D.F. (jmvvr@xanum.uam.mx)

RESUMEN

Para analizar el efecto de alimentos no convencionales sobre el costo de producción de la leche y las variables productivas-reproductivas, 32 vacas Holstein fueron seleccionadas por número de parto y condición corporal. Se evaluaron dos sistemas de alimentación: el primero incluyó desperdicios orgánicos, alimento balanceado comercial y forraje (ANC), y en el segundo se utilizó alimento balanceado comercial y forraje (AC). Se encontró que el tipo de alimentación no influyó en la producción láctea ni en el intervalo parto-primer calor, y que el número de parto (edad) de la vaca favoreció la producción de leche y el retorno al rastro después del parto. Con estos datos, se puede afirmar que la sustitución de alimentos balanceados comerciales por desperdicios orgánicos no afecta las variables productivas-reproductivas en las vacas y disminuye el costo de producción de la leche. También se discute la posibilidad de que los productores de leche de Iztapalapa sustituyan parte de la dieta convencional, incorporando desperdicios orgánicos.

Palabras clave: agricultura urbana, central de abasto, reciclaje.

INTRODUCCIÓN

La Holstein Friesian es una raza de vacas lecheras especializadas que predomina en los establos urbanos y suburbanos de la Ciudad de México. Tiene los mejores volúmenes de producción (7500 kg leche año⁻¹) y las variables reproductivas ideales (1 becerro año⁻¹); sin embargo, requiere de altos niveles nutricionales (Soares, 2010). Por esta razón, requiere una alimentación con forrajes de

ABSTRACT

In order to analyze the effect of unconventional foods on the production cost of milk and its productive-reproductive variables, 32 Holstein cows were selected based on the number of labor and bodily condition. Two feeding systems were evaluated: the first one included organic wastes, commercial balanced meal and fodder (NCF), and the second used commercial balanced meal and fodder (CF). It was found that the type of diet did not influence the milk production or the interval labor-first heat, and that the number of labor (age) of the cow favored milk production and the return to the butchery after the birth. With these data, it can be stated that substituting commercial balanced meals with organic waste does not affect the productive-reproductive variables of cows, and it does decrease the production cost of milk. The possibility of milk producers from Iztapalapa substituting part of the conventional diet by incorporating organic waste is also discussed.

Key words: urban agriculture, wholesale food market, recycling.

INTRODUCTION

Holstein Friesian is a breed of specialized dairy cows that predominates in the urban and sub-urban barns in Mexico City. It has the best production volumes (7500 kg of milk year⁻¹) and the ideal reproductive variables (1 calf year⁻¹); however, it requires high nutritional levels (Soares, 2010). Because of this, it requires feeding with fodder of excellent quality and meals based on grains, minerals and vitamins, which entail high production costs and a decrease in the profit margin of the production unit, despite having outstanding productive-reproductive variables. However, there

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: junio, 2014. Aprobado: enero, 2016.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 13: 401-409. 2016.

excelente calidad y concentrados a base de granos, minerales y vitaminas, lo que supone altos costos de producción y disminución del margen de utilidad en la unidad de producción, a pesar de tener variables productivas-reproductivas sobresalientes. Sin embargo, también existen establos que han logrado sobrevivir y desarrollarse debido a que han optado por alimentar a las vacas con desechos orgánicos para disminuir el costo de operación, aunque las variables productivas-reproductivas podrían no ser tan eficientes debido al contenido de humedad (Almaráz *et al.*, 2012).

Los sistemas de producción animal que utilizan desechos orgánicos son parte importante del reciclaje de nutrientes y de la disminución del impacto ambiental que generarían los desechos al ser depositados en algún otro sitio. Tan solo en la Central de Abasto (CEDA) de la Ciudad de México se generan 800 toneladas de desechos orgánicos al día, de las cuales 100 t son utilizadas como fuente de forraje para alimentar a vacas lecheras en su ámbito de influencia (Losada *et al.*, 2000); sin embargo, no existen suficientes datos económicos o técnicos que estimulen esta actividad en la región y promuevan el reciclaje de nutrientes en la actividad pecuaria del país. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue la comparación de las variables técnico-productivas y económicas entre los sistemas de producción de leche que reciclan los desperdicios orgánicos y los que no lo hacen.

METODOLOGÍA

Descripción del área de trabajo

El estudio se realizó en cuatro establos ubicados en la Delegación Iztapalapa, con clima tipo C (w2) (w) que corresponde a un templado subhúmedo, con una temperatura media anual de 17 °C (García, 1973). La disponibilidad de los servicios básicos en la zona de estudio eran: agua potable (75 %), drenaje y alcantarillado (70 %), electricidad (90 %) alumbrado público (70 %) y superficie pavimentada (50 %) (INEGI, 2010).

En los establos se realizaba limpieza diariamente y los sólidos residuales se transportaban a diferentes zonas agrícolas cercanas dentro y fuera de la Ciudad de México. Las vacas se mantenían en corrales con zonas de sol y sombra, y tenían acceso al agua de bebida en cualquier momento. Durante el estudio las vacas

are also barns that have managed to survive and develop because they have opted for feeding the cows with organic waste to decrease the operation cost, although the productive-reproductive variables couldn't be as efficient due to moisture content (Almaráz *et al.*, 2012).

The animal production systems that use organic waste are an important part of nutrient recycling and of the decrease in the environmental impact that the wastes would generate when deposited in some other place. Just in Mexico City's Wholesale Food Market (*Central de Abasto*, CEDA), 800 tons of organic wastes are generated per day, of which 100 t are used as a source of fodder to feed dairy cows in their area of influence (Losada *et al.*, 2000); however, there are not enough economic or technical data that stimulate this activity in the region and promote the recycling of nutrients in the livestock activity of the country. Therefore, the objective of this study was to compare the technical-productive and economic variables between the milk production systems which recycle organic wastes and those that do not.

METHODOLOGY

Description of the study area

The study was carried out in four barns located in the Iztapalapa Delegation, with climate type C (w2) (w) which corresponds to sub-humid temperate, with a mean annual temperature of 17 °C (García, 1973). The availability of basic services in the study zone were: drinking water (75 %), drainage and sewage (70 %), electricity (90 %), public streetlights (70 %), and paved surface (50 %) (INEGI, 2010).

The barns were cleaned daily and residual solids were transported to different nearby agricultural zones inside and outside Mexico City. The cows were kept in corrals with zones of sunlight and shade, and had access to drinking water at any moment. During the study the cows were tied to the individual trough and only after finishing the portion they were freed to have access to maize stubble *ad libitum* in their individual trough.

Treatments

Two feeding systems were compared: a) conventional feed (CF), where the animals ate

eran sujetadas al comedero individual y solo al terminar la ración eran liberadas para disponer de rastrojo de maíz *ad libitum* en su comedero individual.

Tratamientos

Se compararon dos sistemas de alimentación: a) alimentación convencional (AC), donde los animales comían alfalfa achicalada, rastrojo de maíz y alimento concentrado comercial (16 % de proteína cruda); y b) alimentación no convencional (ANC), en el que además de los mismos insumos del grupo anterior se integraban desperdicios orgánicos provenientes de la CEDA. En ambos grupos el suministro de sal mineral fue *ad libitum* en saladeros comunes.

La alimentación de las vacas durante el presente estudio fue individualizada y semi controlada; cada 24 horas la cantidad de alimentos ofrecidos era pesada y consumida en su totalidad, excepto el rastrojo de maíz que fue administrado *ad libitum* y su consumo fue determinado por la diferencia entre los kilos ofrecidos y el residual del siguiente día en el comedero individual.

Unidades experimentales

La duración del experimento fue de 90 días, en los que se analizaron 32 vacas con un peso vivo (PV) de 538 Kg \pm 65 y ocho meses de gestación. Los datos se obtuvieron en ocho establos con cuatro vacas cada uno; en cada uno había una vaca de primer parto, una de segundo, una de tercero y otra de cuarto parto; fueron seleccionadas las vacas que parieron a los dos años de edad, aproximadamente, y que parieran un becerro por año. Las vacas con antecedentes de partos distócicos, mastitis, retención placentaria, fiebre de leche, desorden metabólico o alguna otra infección uterina no fueron consideradas para este experimento. Después del parto a todas las vacas se les administró suero glucosado vía intravenoso.

Medición de las variables

Se determinaron las siguientes variables de cada vaca: kilogramos de peso al parto kilogramo al presentar el primer estro postparto, número de parto, producción de leche semanal y semanas transcurridas entre el parto y el siguiente estro.

sugared alfalfa, maize stubble and commercial concentrated meal (16 % of raw protein); and b) non-conventional feed (NCF), where in addition to the same inputs as the prior group, organic wastes were integrated from the CEDA. In both groups the mineral salt supply was *ad libitum* in common salt troughs.

Feeding the cows during this study was individualized and semi-controlled; every 24 hours the amount of food offered was weighed and consumed completely, except the maize stubble that was administered *ad libitum* and its consumption was determined by the difference between the kilograms offered and the residual on the day after in the individual trough.

Experimental units

The duration of the experiment was 90 days, when 32 cows were analyzed with a live weight (LW) of 538 Kg \pm 65 and eight months of gestation. The data were obtained in eight barns with four cows in each; in each one there was a cow of first labor, one of second, one of third, and another of fourth labor; the cows that birthed at two years of age, approximately, were selected and which would birth one calf per year. The cows with history of dystocic labor, mastitis, placental retention, milk fever, metabolic disorder, or some other uterine infection were not considered for this experiment. After labor, all the cows were administered glucose via intravenous serum.

Measuring the variables

The following variables were determined for each cow: kilograms of weight at labor, kilograms when presenting the first post-partum estrum, number of labor, weekly milk production, and weeks passed between the labor and the following estrum.

The weight was determined indirectly, through the methodology proposed by Yan *et al.* (2009); for the intermediate values, the weight was calculated through interpolation and the following corrections were also applied: a) for animals at the end of gestation (+25 Kg); b) for very thin animals (-10 Kg); c) for very fat animals (+10 Kg). In the individual logs of the cows, these calculated weights were recorded (LWP and LWDP), the daily milk production (kg) and the day when the first post-partum estrum was

Se determinó el peso de forma indirecta, mediante la metodología propuesta por Yan *et al.*, (2009), para los valores intermedios se calculó el peso por interpolación y además se aplicaron las siguientes correcciones: a) para animales al final de la gestación (+25 Kg); b) para animales muy flacos (-10 Kg); c) para animales muy gordos (+10 Kg). En las bitácoras individuales de las vacas se registraron estos pesos calculados (PVP y PVDP), la producción de leche diaria (kg) y el día en que se detectó el primer estro postparto con la metodología descrita por Van Eerdenburg *et al.*, (1996).

En otra bitácora se registraron la cantidad y el costo incurrido de los alimentos utilizados durante el estudio. Los precios fueron registrados en pesos mexicanos (\$) y también se calculó su equivalencia a Dólares estadounidenses (USD) para tener una referencia internacional en los costos de producción calculados. El precio de ambos sistemas de alimentación integró la mano de obra de la colecta, transporte y acondicionamiento de los insumos; además de la depreciación y combustible de los vehículos utilizados en el traslado del alimento.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron procesados en un modelo factorial de análisis de varianza para evaluar el efecto individual y en conjunto de los factores (número de parto y tipo de alimentación) sobre las variables dependientes: producción de leche (PL), intervalo parto-estro (IPE) y pérdida de peso entre el parto y el siguiente estro (PPE). Para el estudio se utilizó el Programa PASW Statics 1 (2007), con las instrucciones: Analiza Modelo Lineal Genera Univariante Modelo Personalizado Efectos Principales Tipo III y no incluir la intersección en el modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variables Productivas

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico, el sistema de alimentación no influyó en ninguna de las variables estudiadas: IPE ($p=0.117$), PPE ($p=0.381$) y PL ($p=0.112$), pero el número de parto de la vaca sí afectó la PL ($p=0.06$) y el IPE ($p=0.02$).

En el Cuadro 1 se observan los valores nutricionales de los alimentos utilizados en este estudio, que

detectado con la metodología descrita por Van Eerdenburg *et al.* (1996).

The amount and the cost of foods used during the study were recorded in another log. The prices were recorded in Mexican pesos (\$) and their equivalence in United States Dollars (USD) was also calculated, to have an international reference of the production costs calculated. The price of both feeding systems included the labor of collection, transport and adaptation of the inputs; in addition to depreciation and fuel of the vehicles used in food transport.

Statistical analysis

The data obtained were processed in a factorial model of variance analysis to evaluate the individual and joint effect of the factors (number of labor and type of feed) on the dependent variables: milk production (MP), interval labor-estrus (ILE), and loss of weight between the labor and the next estrus (LNE). For the study, the PASW Statics 1 (2007) software was used, with the instructions: Analyze Linear Model Generate Univariate Model Personalized Principal Effects Type III, and not including the intersection in the model.

RESULTS AND DISCUSSION

Productive variables

According to results from the statistical analysis, the feeding system did not influence any of the variables studied: ILE ($p=0.117$), LNE ($p=0.381$) and MP ($p=0.112$), but the number of labor of the cow did affect the MP ($p=0.06$) and the ILE ($p=0.02$).

Table 1 shows the nutritional values of foods used in this study, which were evaluated and reported previously by our team (Almaráz *et al.*, 2012). With these data, the nutritional content and dry-base and humid-base composition of the two treatments evaluated were calculated (Table 2).

The diets used in this study are similar in nutritional content (Table 2); according to what was described by Phuong *et al.* (2013), when the composition of diets does not differ substantially in protein, milk production and efficiency in the use of energy is not different; that is, the productive and reproductive variables will not show significant

Cuadro 1. Análisis químico de los ingredientes en dietas convencionales y no convencionales.
Table 1. Chemical analysis of the ingredients of conventional and unconventional diets.

	Alfalfa Achicalada	Col	Coliflor	Hojas de elote	Lechuga	Rastrojo de Maíz	Concentrado Comercial
Humedad, %	11.2	88.5	89.9	81.29	94.30	4.4	12
MS, %	88.8	11.5	10.1	18.30	5.75	95.6	88
Cenizas, %	10.9	16.5	14.4	3.45	23.20	8.9	7
PC, %	21.9	10.7	18.3	3.70	17.20	4.9	16
FDN, %	43.7	18.5	22.9	69.90	26.20	72.5	24
FDA, %	29.2	13.6	16.5	32.20	19.70	46.2	13
Hem, %	14.5	4.9	6.4	37.70	6.40	26.3	11
Lignina, %	5.9	2.7	2.6	1.40	9.60	12.5	1

fueron evaluados y reportados previamente por nuestro equipo de trabajo (Almaráz *et al.*, 2012). Con estos datos, se calculó el contenido nutricional y la composición en base seca y en base húmeda de los dos tratamientos evaluados (Cuadro 2).

Las dietas utilizadas en este estudio son similares en el contenido nutricional (Cuadro 2), de acuerdo con lo descrito por Phuong *et al.* (2013), cuando la composición de las dietas no difieren sustancialmente en proteína, la producción de leche y la eficiencia en la utilización de la energía no es diferente; es decir, las variables productivas y reproductivas no mostrarán diferencias significativas. Esto indica que aunque se utilicen alimentos alternativos, se debe procurar que los niveles de proteína cruda y fracciones de la fibra (FDN y FDA) sean similares a los que se proveerían con una alimentación convencional a base de granos y minerales comerciales.

differences. This indicates that although alternate foods are used, it should be attempted for the levels of raw protein and fiber fractions (FDN and FDA) to be similar to those supplied with conventional feeding based on grains and commercial minerals.

The nutritional state of the cow at the moment of labor can modify the duration of the post-partum anestrus (Montiel and Ahuja, 2005), with the labor-first heat interval increasing when the consumption of nutrients is insufficient and the body energy reserves are reduced. This situation shows the need to establish dietary strategies, during and after the labor, with the aim of maintaining an adequate reproductive efficiency of the herds (Butler, 2000).

Law *et al.* (2011) mention that the greatest variation in the energetic balance during early lactation is associated more with energy intake than with milk production, so that even the cows of low milk production can be experiencing a negative

Cuadro 2. Composición y valor nutricional de las dietas evaluadas
Table 2. Composition and nutritional value of the diets evaluated.

Composición	Alimentación convencional		Alimentación no convencional	
	Kg húmedo	Kg seco	Kg húmedo	Kg seco
Alfalfa achicalada	3.2	2.9	4.5	4.0
Alimento balanceado comercial	8.2	7.2	3.0	2.6
Rastrojo de maíz	4.9	4.7	6.1	5.8
Col			7.8	0.9
Coliflor			14.9	1.5
Hojas de elote			7.7	1.4
Total	16.3	14.8	43.8	16.2
Valor Nutricional (En seco)				
Materia seca %		90.6		36.92
Proteína cruda %		13.6		12.70
Fibra detergente neutro %		43.2		49.70
Fibra detergente ácido %		26.7		30.80

El estado nutricional de la vaca al momento del parto puede modificar la duración del anestro postparto (Montiel y Ahuja, 2005), incrementándose el intervalo parto-primera calor cuando el consumo de nutrientes es insuficiente y las reservas de energía corporal son reducidas. Esta situación muestra la necesidad de establecer estrategias alimenticias antes, durante y después del parto, con la finalidad de mantener una adecuada eficiencia reproductiva en los hatos (Butler, 2000).

Law *et al.* (2011) mencionan que la mayor variación en el balance energético durante la lactación temprana está más asociada con ingesta de energía que con producción láctea, por lo que aun las vacas de baja producción láctea pueden encontrarse en balance energético negativo. Las que tienen mayor número de partos produjeron 24 % más de leche durante los primeros días, coincidiendo con lo descrito por Ghrom y Rajala-Schultz (2000).

En el presente estudio la máxima producción de leche se presentó entre los primeros 30 y 45 días de lactación, con una media de 18 litros, la cual se considera baja para las características del ganado utilizado, de acuerdo con Reist *et al.* (2003) que plantean que las vacas con disponibilidad de materia seca en niveles de 3 % o más de su peso corporal podrían cubrir requerimientos de producción de hasta 20 L d⁻¹ sin la necesidad de recibir suplementos concentrados. Esto indica un déficit energético temporal que es compensado con las reservas corporales.

Según López *et al.* (2003), la reanudación de los ciclos estrales se relaciona con el peso y la conformación corporal al momento del parto; una reducción en estos causa la prolongación del intervalo postparto. Además, se ha reportado que el intervalo parto-primera calor está influenciado por los cambios de peso al final de la gestación y de la condición corporal al momento del parto (Wright y Malmo, 1992). En este estudio la pérdida de peso fue similar entre los dos tratamientos, lo que indica que el sistema de alimentación no fue determinante en la diferencia del peso vivo y, por lo tanto, no influyó en el tiempo de retorno al estro de las vacas.

En el Cuadro 3 se muestran los promedios de la diferencia de peso desde el parto hasta la semana de retorno al estro (PPE), producción de leche diaria (PL) y número de semanas para retornar al estro después del parto (IPE). Las vacas lecheras mantenidas bajo sistemas convencionales de alimentación

energetico balance. Those that have a higher number of labors produced 24 % more milk during the first days, agreeing with what was described by Ghrom and Rajala-Schultz (2000).

In this study the maximum milk production was present between the first 30 to 45 days of lactation, with a mean of 18 liters, which is considered low for the characteristics of the livestock used, according to Reist *et al.* (2003) which suggest that the cows with availability of dry matter at levels of 3 % or more than their body weight could cover the production requirements of up to 20 L d⁻¹ without the need of receiving concentrated supplements. This indicates a temporal energetic deficit that is compensated with body reserves.

According to López *et al.* (2003), the resumption of estrum cycles is related to the weight and the body conformation at the time of labor; a reduction in these causes the prolongation of the post-partum interval. In addition, it has been reported that the labor-first heat interval is influenced by changes in weight at the end of the gestation and the body condition at the moment of labor (Wright and Malmo, 1992). In this study, the weight loss was similar between the two treatments, indicating that the feeding system

Cuadro 3. Cambios en el peso vivo, producción de leche promedio e intervalo parto-estro postparto en vacas Holstein con dos sistemas de alimentación.
Table 3. Changes in live weight, milk production and labor-post-partum estrum interval in Holstein cows with two feeding systems.

	Alimentación convencional AC	Alimentación no convencional ANC
Peso al parto (kg)	513.00±59.20	563.00±63.60
Peso al estro postparto (kg)	454.00±65.90	498.00±2.63
Diferencia (PPE)	-58.90±22.90	-65.60±19.90
Intervalo parto-estro postparto (IPE)	5.25±2.11	4.38±1.71
Producción de leche promedio (PL)	19.80±4.20	17.70±4.60

AC (alfalfa achicalada, concentrado comercial y rastrojo de maíz); ANC (alfalfa achicalada, concentrado comercial, col, coliflor, hojas de elote y rastrojo de maíz). PPE-reportado en kg, IPE-medido en semanas, PL-determinada en kg día⁻¹. ♦ CF (sugared alfalfa, commercial concentrate and maize stubble); NCF (sugared alfalfa, commercial concentrate, cabbage, cauliflower, corncob leaves, and maize stubble). LNE-reported in kg, ILE-measured in weeks, MP-determined in kg día⁻¹.

reinician su actividad cíclica alrededor de los 30 días del parto (4.2 semanas), aunque la manifestación del celo puede pasar desapercibida (Melendez *et al.*, 2008). En el presente estudio las vacas retornaron al estro a las 4.81 semanas, lo que supone una diferencia negativa respecto a los sistemas de producción intensiva (Cavalieri *et al.*, 2004).

En este trabajo se encontró que el número del parto (edad de la vaca) influyó en el intervalo parto-calor, lo que coincide con la literatura (Waldmann *et al.*, 2006). Estos datos sugieren que la edad de las vacas que componen el hato es más importante que otros factores en la producción de leche y el retorno al estro, de tal modo que un hato constituido por vacas jóvenes (menos de dos partos) produciría menos leche y tardaría más días en retornar al estro, lo que afectaría directamente la rentabilidad de la Unidad de Producción.

Lo anterior concuerda con lo observado en este estudio, donde el intervalo parto-estro (IPE) fue más tardío en las vacas primerizas (6.75 semanas en promedio) y el promedio de producción de leche diaria (PL) fue menor en las vacas con menor número de partos (uno a tres). Esto pudo ser influenciado también por otros factores que afectan el reinicio de la ciclicidad ovárica post-parto (cambios de peso y enfermedades durante el puerperio), de acuerdo con lo reportado por Heppelman *et al.* (2013). El reinicio de la actividad ovárica post-parto es importante en la producción de leche porque aumenta la probabilidad de que el animal presente un intervalo corto entre el parto y la concepción, y, de esta manera, se pueda aumentar el rendimiento económico durante su vida productiva (Teyer *et al.*, 2002).

Costos de producción

En el Cuadro 4, se establece que el costo de producción es menor en los establos que utilizan el reciclaje de los desechos orgánicos en la alimentación de las vacas lecheras, lo que significa una rentabilidad mayor por concepto de alimentos. Aunque la humedad es alta en las dietas que utilizan desperdicios orgánicos como materia prima (63.06%) y esto supone una desventaja en su almacenaje, el sistema es más rentable en comparación con aquellos sistemas que utilizan alimentos convencionales (Almaráz *et al.*, 2012).

was not defining in the difference of live weight and, therefore, did not influence the time of return to the cows' estrum.

In Table 3, the averages of the weight difference from the labor to the week of return to estrum (LNE), daily milk production (MP) and number of weeks until return to estrum after birth (ILE) are shown. The dairy cows kept under conventional feeding systems reinitiate their cyclic activity around 30 days after birth (4.2 weeks), although the manifestation of heat can go unnoticed (Melendez *et al.*, 2008). In this study, the cows returned to estrum at 4.81 weeks, which entails a negative difference with regards to the intensive production systems (Cavalieri *et al.*, 2004).

In this study, it was found that the number of birth (age of the cow) influenced the interval labor-heat, which agrees with the literature (Waldmann *et al.*, 2006). These data suggest that the age of the cows that make up the herd is more important than other factors in milk production and the return to estrum, so that a herd constituted by young cows (less than two labors) would produce less milk and would take more days until returning to estrum, which would affect directly the profitability of the Production Unit.

This agrees with what was observed in this study, where the interval labor-estrus (ILE) was longer in first-time cows (6.75 weeks in average) and the average of daily milk production (MP) was lower in the cows with lower number of births (one to three). This could be influenced also by other factors that affect the restart of the post-partum ovarian cyclical nature (weight changes and diseases during puerperium), according to what was reported by Heppelman *et al.* (2013). The restart of the ovarian post-partum activity is important in milk production because it increases the probability that the animal will present a short interval between the labor and the conception, and, therefore, the economic yield during its productive life could increase (Teyer *et al.*, 2002).

Production costs

In Table 4, it is established that the production cost is lower in barns that use recycling of organic waste to feed dairy cows, which means a higher profitability on account of food. Although the moisture is high in diets that use organic waste as raw material (63.06 %), and this implies a disadvantage in their storage, the system is more profitable in

Cuadro 4. Consumo y costo de producción en sistemas de producción con alimentación Convencional y no convencional.
Table 4. Consumption and production costs in production systems with conventional and unconventional feeding.

	\$ kg ⁻¹ dieta integral	\$ total día ⁻¹	Consumo (kg Base seca)	Consumo (kg Base húmeda)	\$ Costo de producción
Convencional (AC)	0.24	4.00	14.80	16.36	0.21
No convencional (ANC)	0.07	3.04	16.20	43.85	0.19

\$ Precios en dólares estadounidenses (Un dólar es \$16.99 pesos mexicanos). ♦ \$ Prices in United States Dollars (One dollar was \$16.99 Mexican pesos).

Utilizar una dieta que disminuya los costos, pero que no afecte de manera significativa los indicadores productivos, es necesario en cualquier unidad de producción pecuaria si se considera que la alimentación de las vacas supone casi 80% de los costos de producción final (Hardie *et al.*, 2014).

CONCLUSIÓN

En esta investigación no se encontraron diferencias significativas entre las variables productivas de los dos sistemas de alimentación: convencional (concentrado) y no convencional (desperdicios orgánicos), lo que representa una oportunidad para los productores que decidieron utilizar los desperdicios de la Central de Abasto, debido a los beneficios económicos que esto representa, sin alterar el intervalo parto-primer calor ni las demás variables productivas ya mencionadas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a los productores de leche de la Delegación Iztapalapa por las facilidades brindadas que hicieron factible el presente trabajo. Este trabajo forma parte de la línea de investigación “La función de los animales en la producción de benefactores para el desarrollo rural sustentable del área metropolitana de la Ciudad de México”.

LITERATURA CITADA

Almaraz I., H. Losada, J. Cortés, J. Vargas, L. Miranda, y J. Sánchez. 2012. Producción de gas in Vitro de desechos de verduras usados para alimentar vacas lecheras. *Livestock Research for Rural Development*, 24(8). <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/alma24132.htm>

Butler, W. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in Dairy Cattle Animal. *Reproduction Science*, 61: 449-457.

Cavaliere J., G. Hepworth, and L. Fitzpatrick. 2004. Comparison of two estrus synchronization and resynchronization treatments in lactating dairy cows. *Theriogenology*, 62(3): 729-747.

comparison to systems that use conventional feed (Almaráz *et al.*, 2012).

Using a diet that decreases the costs, but which does not affect significantly the productive indicators, is necessary in any livestock production unit if we take into consideration that feeding the cows implies almost 80 % of the final production costs (Hardie *et al.*, 2014).

CONCLUSION

In this study, no significant differences were found between the productive variables of the two feeding systems: conventional (concentrated) and unconventional (organic wastes), which represents an opportunity for the producers who decided to use the wastes from the Wholesale Food Market, due to the economic benefits that this represents, without altering the labor-first heat interval or the other productive variables already mentioned.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors express their appreciation to the milk producers from the Iztapalapa Delegation for the help provided that made this study possible. This study is part of the research line, “The function of animals in the production of benefactors for the sustainable rural development of the Mexico City metropolitan area”.

- End of the English version -

- Heppelman M., A. Brömling, M. Weinert, M. Piechotta and H. Bollwein. 2013. Effect of postpartum suppression of ovulation on uterine involution in dairy cows. *Theriogenology* 80 (5) : 519-525.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2010. Iztapalapa. Cuaderno de Información Básica Delegacional. Edición. 2010.
- Law R. A., F. J. Young, D. C. Patterson, D. J. Kilpatrick, A. R. Wylie, K. L. Ingvarsten, A. Hameleers, M. A. McCoy, C. S. Mayne, and C. Ferris. 2011. Effect of precalving and postcalving dietary energy level on performance and blood metabolite concentrations of dairy cows throughout lactation. *Journal of Dairy Science*, 94(2): 808–823.
- López-Gatius F., J. Yániz, and D. Madriles-Helm. 2003. Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis. *Theriogenology*, 59(3):801–812.
- Losada H., R. Bennett., J. Vieyra, R. Soriano, J. Cortes, and S. Billling. 2000. Recycling of organic wastes in the East of Mexico City by agricultural and livestock production systems. Internet Conference on Material Flow Analysis of Integrated Bio-Systems. March-October, 2000.
- Melendez P., M. Duchens, A. Pérez, M. Moranga, and L. Archbald. 2008. Characterization of estrus detection, conception and pregnancy risk of Holstein cattle from the central area of Chile. *Theriogenology*, 70(4): 631-637.
- Montiel F., and C. Ahuja. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. *Animal Reproduction Science*, 85: (1-2): 26.
- PASW 2007. PASW Statistics 18 Release 18.0.0 (Jul. 30, 2009). Copyright 1993-2007 Polar Engineering and consulting.
- Phuong H., N. Friggens, Boer de I, and P. Schmidely, 2013. Factors affecting energy and nitrogen efficiency of dairy cows: A meta-analysis. *Journal of dairy science* 96 (11): 7245-7259.
- Reist M., D. K. Erdin, D. Von Euw, K. M. Tschümperlin, H. Leuenberger, H. M. Hammon, C. Morel, C. Philipona, Y. Zbinden, N. Künzi, and J. W. Blum. 2003. Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology*, 59(8): 1707–1723.
- Soares A. 2010. Meta-analysis of feeding trials to estimate energy requirements of dairy cows under tropical condition. *Animal Feed Science and Technology* 210: 94–103.
- Teyer B. R., J. G. Magaña, J. Santos., y C. Aguilar. 2002. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Holstein manejadas en un sistema de lechería especializada y otra de doble propósito en el sureste de México. *Livestock Research for Rural Development*, 14(4): 170-176. <http://ftp.sunet.se/wmirror/www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/4/teye144.htm>
- Van Eerdenburg F., H. Loeffler, and J. Van Vliet. 1996. Detection of oestrus in dairy cows: a new approach to an old problem. *Veterinary Quarterly* 18 (2): 52–54.
- Waldmann A., J. Kurykin , U. Jaakma , and M. Kaart, 2006. The effects of ovarian function on estrus synchronization with PGF in dairy cows. *Theriogenology*, 66(5): 1364-1374.
- Wright P., and J. Malmö. 1992. Pharmacologic manipulation of fertility. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 8(1): 57-89.
- Yan T., S. Mayne, D. Patterson, and R. Agnew. 2009. Prediction of body weight and empty body composition using body size measurements in lactating dairy cows. *Livestock Science*, 124 (1-3): 233–241.