

Rendimientos productivos y reproductivos de vacas lecheras en el primer cruzamiento rotativo en el altiplano del centro de México

Productive and reproductive performance of dairy cows in their first crossbreeding rotational program in the Mexican Plateau

Miguel Ángel Lammoglia Villagómez* Jorge Ávila García** Marco Antonio Alarcón Zapata*
Amalia Cabrera Núñez* Alfredo Gutiérrez Rodríguez*** Iliana Daniel Rentería*

Abstract

Crossbred dairy cows differ in productive and reproductive traits compared to purebred Holsteins. The objectives of this study were to breed Holstein, Jersey, Montbeliarde and Swedish Red using a breed rotational crossbreeding system and evaluate some productive and reproductive performance. Imported Holstein cows were used H (n = 200) as the basis for crossbreeding. The genetic groups obtained in first lactation were: 1) H (n = 44); 2) F1J (50% Holstein and 50% Jersey, n = 58); 3) F1M (50% Holstein and 50% Montbeliarde, n = 72); 4) HJS (25% Holstein, 25% Jersey and 50% Swedish Red, n = 53). Percentage of cows removed was higher (P = 0.05) in H (15%) than crossbred cows (5%). Days open period was greater (P = 0.03) in H (160.8 ± 21.7) than F1J (108.6 ± 9.5), F1M (121.6 ± 9.1) and HJS (121.6 ± 11.8). Projected calving interval was higher (P = 0.03) in H (443.8 ± 21.7 days) than F1J (388.4 ± 9.4), F1M (401.0 ± 8.8), HJS (402.9 ± 13.7). Holstein cows (10,040.9 ± 232.2 kg) produced more milk (P = 0.0001) than F1J (9,050 ± 161.4), F1M (8,866.0 ± 157.4) and HJS cows (8,856.3 ± 160.0). All variables were similar between the crosses (P = 0.10). Services per conception were similar (P = 0.10) in all groups. In conclusion, crossbred cows, regardless of the genotype, had lower percentage of cows removed from the herd, less days open and calving interval than Holstein. However, Holstein cows produced more milk than crossbreds.

Key words: ROTATIONAL CROSSBREEDING, HETEROSIS, CROSSES.

Resumen

La heterosis en ganado lechero cambia los parámetros productivos y reproductivos comparados con el ganado Holstein puro. El objetivo fue realizar cruzamientos rotativos con Holstein, Jersey, Montbeliarde y Sueco rojo y medir algunos rendimientos productivos y reproductivos. En los cruzamientos se usaron como base, vacas Holstein importadas (H; n = 200). Los grupos genéticos obtenidos de primera lactancia fueron: 1) H (n = 44), 2) F1J (50% Holstein y 50% Jersey; n = 58), 3) F1M (50% Holstein y 50% Montbeliarde; n = 72), 4) HJS (25% H, 25% J y 50% Sueco rojo S; n = 53). El porcentaje de vacas destinadas al rastro fue mayor (P = 0.05) en H (15%) que en las cruces (5%). El periodo de días abiertos se prolongó (P = 0.03) en vacas H (160.8 ± 21.7), comparadas con las F1J (108.6 ± 9.5), F1M (121.6 ± 9.1) y HJS (121.6 ± 11.8). El intervalo de partos proyectado se incrementó (P = 0.03) en H (443.8 ± 21.7 días), comparado con las cruces F1J (388.4 ± 9.4), F1M (401.0 ± 8.8), HJS (402.9 ± 13.7). Las vacas H (10,040.9 ± 232.2 kg) produjeron más (P = 0.0001) leche que las F1J (9,050 ± 161.4), F1M (8,866.0 ± 157.4) y HJS (8,856.3 ± 160.0). Todas las variables fueron similares entre las cruces (P = 0.10). Los servicios por concepción fueron similares (P = 0.10) en todos los grupos. En conclusión, las vacas con heterosis, sin importar el genotipo, tuvieron un menor porcentaje de rastro, días abiertos e intervalo de partos que las Holstein, aunque éstas tuvieron una mayor producción.

Palabras clave: CRUZAMIENTO ROTATIVO, HETEROSIS, CRUZAS.

Recibido el 30 de abril de 2012 y aceptado el 20 de agosto de 2012.

*Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Poza Rica-Tuxpan. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Km. 7.5 Carr. Tuxpan-Tampico, Colonia Universitaria. Tuxpan, Veracruz.

**Departamento de Reproducción Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

***Práctica Privada, Granja Tepeyac, Francisco I. Madero, Hidalgo.

Responsable de correspondencia: Iliana Daniel Rentería, teléfonos: 01 783 83 44350 y 01 783 83 48979, correo electrónico: idaniel@uv.mx

Introduction

In recent years, the increase in milk production cost of Holstein cows has affected profitability worldwide. Mexico is not immune to the problem, since most of these Holstein cows genetically descend from breeds of the United States of America. Genetic improvement in Holstein cows for milk production has lowered fertility rate from 65 to 35%.¹ Other variables like health and longevity have declined and the percentage of cull cows has increased.² To solve these problems it was considered to use heterosis or hybrid vigor. Heterosis has been used successfully in other species including tropical dairy cattle.³

Heterosis in dairy and dual purpose cattle is the result of crossing several specialized breeds.^{4,8} In the states of Minnesota and Missouri, Heins *et al.*⁷ noted that crosses not only improve efficiency but also profitability. Heins *et al.*⁶ concluded that the best hybrid vigor is the crossing of a minimum of three breeds and a maximum of four, the key to success is knowing how to perform the genetic rotation.⁶ Lopez *et al.*³ reported that heterosis in tropical dairy cattle in Mexico can be advantageous in terms of productivity. The aim of this study was to compare the productive and reproductive performance of dairy cows in a rotational crossbreeding program in the Mexican plateau.

Material and methods

The crossbreeding rotational study was performed in a farm in the Mexican Plateau (Valle del Mezquital, Hidalgo) with an altitude of 2,120 m, an average annual temperature of 15 °C and rainfall of 436.3 mm.

The base herd that started the crossbreeding program was constituted by Holstein cows, imported from the United States of America (n = 200). The rotational crossbreeding rotational program was performed as follows: In the first stage, Holstein cows were inseminated with semen from Jersey bulls. In the second stage, the F1J cows (50% Holstein and 50% Jersey; n = 58) were inseminated with semen from Swedish Red bulls. These crosses yielded a hybrid of three breeds, whose genotype was 25% Holstein, 25% Jersey and 50% Swedish Red. To perform the next cross, F2 cows (25% Holstein, Jersey 25%, 50% Swedish Red; n = 53) were inseminated with semen from Holstein bulls. These cows obtained the following genotype: 62.5% Holstein, 25 % Swedish red and 12.5 Jersey (n = 53). To continue the rotational crossbreeding program, these cows were bred with semen from Montbeliarde bulls, and the next generation was bred with semen from Swedish Red, and thus continued rotating races.

Another hybrid group was obtained. In this group semen from Jersey bulls was replaced by semen from

Introducción

En los últimos años, el aumento en la producción de leche de vacas Holstein ha cobrado cuotas muy altas en la rentabilidad en todo el mundo. México no es ajeno al problema, ya que la mayor parte de estas vacas descienden genéticamente de razas procedentes de Estados Unidos de América. Las vacas Holstein mejoradas para producir más leche, bajaron su fertilidad de 65 a 35%.¹ También las variables salud y longevidad, en ellas sufren gran deterioro. Asimismo, ha aumentado el porcentaje de vacas destinadas al rastro.² Para resolver estos problemas se consideró la heterosis, o vigor híbrido, utilizada tanto en otras especies como en ganado lechero del trópico.³

La heterosis en bovinos de leche y doble propósito es el resultado del cruzamiento de varias razas especializadas.^{4,8} En los estados de Minnesota y Missouri, Heins *et al.*⁷ han señalado que las cruza no sólo mejoran la eficiencia sino también la rentabilidad. Heins *et al.*⁶ concluyen que el mejor vigor híbrido es el cruzamiento de un mínimo de tres razas y un máximo de cuatro, la clave del éxito es saber cómo realizar la rotación genética.⁶ López *et al.*³ informan que la heterosis en ganado lechero tropical en México puede ser ventajosa en términos de productividad. El objetivo de este estudio fue comparar los rendimientos productivos y reproductivos de vacas lecheras en un cruzamiento rotativo en el altiplano mexicano.

Material y métodos

El estudio de cruzamiento rotativo se realizó en un establo del altiplano mexicano en el Valle del Mezquital, Hidalgo, con una altitud de 2,120 m, una temperatura media anual de 15°C y una precipitación de 436.3 mm.

El lote base que dio inicio a los cruzamientos fue de vacas Holstein americanas importadas (n = 200). El cruzamiento rotativo se realizó de la siguiente manera: La primera etapa se inseminaron las vacas Holstein con semen de toros Jersey. En la segunda etapa, las F1J (50% Holstein y 50% Jersey; n = 58) se inseminaron con semen de toros sueco rojo. Con esta cruce se obtuvo un híbrido de tres razas, cuyo genotipo fue 25% Holstein, 25% Jersey y 50% Sueco rojo. Para realizar el cruzamiento rotativo las vacas F2 (25% Holstein, 25% Jersey, 50% Sueco rojo; n = 53) se inseminaron nuevamente con semen de toros Holstein, con lo cual se obtuvieron vacas con un genotipo de 62.5% Holstein, 12.5% Jersey y 25% Sueco rojo (n = 53). Para continuar el cruzamiento rotativo se inseminó a la siguiente generación con Montbeliarde y a la siguiente con Sueco rojo, y así se continuó rotando las razas.

Se obtuvo otro grupo de heterosis rotativa en donde se reemplazó la raza Jersey por Montbeliarde. Este

Montbeliarde bulls. This cross was performed as follows: imported Holstein cows were inseminated with semen from Montbeliarde bulls. Montbeliarde F1 cows (50% Holstein and 50% Montbeliarde, $n = 72$) were inseminated with semen from Swedish Red bulls. This cross yielded a hybrid of three breeds, whose genotype was 25% Holstein, 25% Montbeliarde and 50% Swedish Red (HMS). HMS cows were inseminated with semen from Holstein bulls and the cows obtained were 62.5% Holstein, 12.5% Montbeliarde and 25% Swedish Red ($n = 40$). To continue the rotational cross-breeding program cows were inseminated with semen from Montbeliarde bulls and in the next generation, cows were inseminated with semen from Swedish red bulls and so continued rotating breeds.

All cows remained housed in modern buildings and fed an integral balanced ration. The cows were milked three times a day every eight hours, for 305 ± 20 days. Milk production of each cow was weighed once a week during a complete lactation. The voluntary waiting period was 65 ± 8 days. All cows were synchronized with $\text{PGF}_{2\alpha}$ and GnRH using established hormone protocols.^{8,9} Information on all variables (diseases, milk production, days open, reproduction, percentage of cull cows, mortality, dystocia, etc.) of each of the cows was captured with the cattle software. The information required of cows in this study for statistical analysis was exported from cattle software to Excel. Calving interval was obtained by a mathematical projection (Excel), according to the date of service and pregnancy in cows that did not calve during the study.

Statistical analysis was based on information from first calving cows FIJ breeds (Holstein and Jersey), F1M (Holstein and Montbeliarde) and cows with genotype 25% Holstein, 25% Jersey and 50% Swedish Red (HJS), since there was not enough information at the time of the rest of genotypes and cows with two or more lactations. A statistical software program was used with the model analysis of variance (ANOVA) to determine the influence of genotype on response variables, such as: days open, services per conception, calving interval and lactation production. The calving interval was adjusted for cows that had not calved at the time of the data collection. Also the milk yield per lactation variable was adjusted to 305 days and repeated measurements were used in time. The differences in the percentage of cull cows were calculated using chi-square test.

Results

Cows with Holstein genotype had a higher percentage of cull cows than cows with genotype FIJ, F1M, and HJS (15% vs 5%, $P = .05$), but the percentage of cull cows between the hybrids was similar (5%, $P=.10$).

cruzamiento se realizó de la siguiente manera: se inseminaron vacas Holstein importadas del lote base con semen de toros Montbeliarde. Las vacas F1 de Montbeliarde (50% Holstein y 50% Montbeliarde; $n = 72$) se inseminaron con semen de toros Sueco rojo. Con esta cruce se obtuvo un híbrido de tres razas, cuyo genotipo fue 25% Holstein, 25% Montbeliarde y 50% Sueco rojo (HMS). Las vacas HMS se inseminaron nuevamente con semen de toros Holstein, con cuya cruce se obtuvieron vacas con un genotipo de 62.5% Holstein, 12.5% Montbeliarde y 25% Sueco rojo ($n = 40$). Para continuar el cruzamiento rotativo se inseminó a la siguiente generación con Montbeliarde y a la siguiente con Sueco rojo y así se continuó rotando las razas.

Todas las vacas se mantuvieron estabuladas en naves modernas y alimentadas con una ración integral y balanceada, propia para ellas. Las vacas se ordeñaron tres veces al día cada ocho horas, durante 305 ± 20 días. La leche se pesó una vez a la semana para obtener la producción por lactancia. El periodo voluntario de espera fue de 65 ± 8 días. Todas las vacas se sincronizaron utilizando protocolos establecidos con hormonas $\text{PGF}_{2\alpha}$ y factor liberador (GnRH).^{8,9} La información de todas las variables (enfermedades, producción, reproducción, vacas destinadas a rastro, mortalidad, distocias, etc.) de cada una de las vacas fue capturada en un software ganadero. La información necesaria de las vacas en este estudio para el análisis estadístico fue exportada de un software ganadero a Excel. El intervalo de parto se obtuvo por una proyección matemática (Excel) de acuerdo con la fecha de servicio y gestación en las vacas que no parieron durante el estudio.

El análisis estadístico se basó en la información de vacas de primer parto de las razas FIJ (Holstein y Jersey), F1M (Holstein y Montbeliarde) y vacas con el genotipo 25% Holstein, 25% Jersey y 50% Sueco rojo (HJS), ya que no existía en ese momento suficiente información del resto de los genotipos y vacas de dos o más partos. Se utilizó un software estadístico con el modelo de análisis de varianza (ANDEVA) para determinar la influencia del genotipo en las variables de respuesta: días abiertos, número de servicios por concepción, intervalo entre partos y producción por lactancia. El intervalo de partos se ajustó al caso de las vacas que no habían parido cuando se realizó la recolección de datos. También la variable producción de leche por lactancia fue ajustada a 305 días y se utilizaron mediciones repetidas en tiempo. Las diferencias en el porcentaje de vacas destinadas al rastro se calculó utilizando ji-cuadrada.

Resultados

El genotipo Holstein presentó un mayor porcentaje de vacas destinadas al rastro que las vacas con genotipo

Cows with Holstein genotype had more ($P = .03$) days open (160.8 ± 21.7) than cows with heterosis. There was no difference ($P = 0.10$) in days open between FIJ, F1M, and HJS cows (17.26 ± 10.9 days). Consequently, first calf Holstein cows had longer calving interval ($P = .03$) than all the crosses at first lactation (Figure 1). Crossbred cows had similar calving interval ($P = .10$).

The number of services per conception in Holstein cows (2.5 ± 0.24) was similar ($P = .10$) to F1, (2.0 ± 0.16), F1M (2.4 ± 0.25) and HJS (2.3 ± 0.24) cows.

Interestingly, the production of the first lactation was different according to the genotype (Figure 2). However, first calf Holstein cows had higher ($P = .01$) milk production per lactation than cows with FIJ, F1M, and HJS genotypes (Figure 3). Milk production per first lactation was similar ($P = .10$) among crossbred cows.

Discussion

One of the most affected variables in Holstein cattle was the percentage of cull cows which decreased productive life.¹⁰ In previous studies, a large number of cull cows with Holstein genotype was found. It is believed that the high percentage of cull cows of Holstein genotype is because they are more susceptible to disease, have a weak immune system and a greater number of reproductive problems associated with high milk production, especially at the beginning of their lactation.² Cows with heterosis of all genotypes in this study improved their durability in the herd, so it is assumed that heterosis enhances longevity and productive life and, therefore, profitability.

The number of services per conception was not different between Holstein cows and the crosses, because

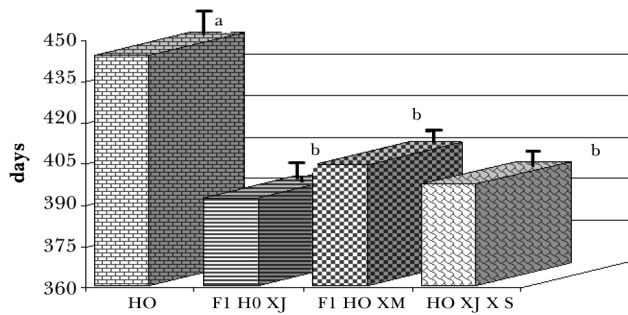


FIGURA 1. Diferencia (a y b difieren; $P = 0.03$) de Intervalo de partos de acuerdo con el grupo genético. Holstein = HO ($n = 44$), F1 HO x J (50% Holstein y 50% Jersey; $n = 58$), F1 HO x M (50% Holstein y 50% Montbeliarde; $n = 72$), HO x J x S (25% H, 25% J y 50% Sueco rojo S; $n = 53$).

FIGURE 1. Difference (a and b differ, $P = .03$) in calving interval according to genetic group. HO = Holstein ($n = 44$), F1 HO x J (50% Holstein and 50% Jersey, $n = 58$), F1 HO x M (50% Holstein and 50% Montbeliarde, $n = 72$), HO x J x S (25% H, 25% J and 50% Swedish Red S, $n = 53$).

FIJ, F1M y HJS (15% vs 5%; $P = 0.05$); pero el porcentaje de vacas destinadas al rastro fue similar entre las cruza (5%; $P = 0.10$).

Las vacas con genotipo Holstein (160.8 ± 21.7 días) tuvieron más ($P = 0.03$) días abiertos que las vacas con heterosis. No se encontró diferencia ($P = 0.10$) en días abiertos entre las cruza FIJ, F1M y HJS (17.26 ± 10.9 días). Consecuentemente las vacas primíparas con genotipo Holstein tuvieron un intervalo de partos más prolongado ($P = 0.03$) que todas las cruza de primera lactancia (Figura 1). Las vacas cruzadas tuvieron un intervalo de partos similar ($P = 0.10$).

El número de servicios por concepción de las vacas Holstein (2.5 ± 0.24) fue similar ($P = 0.10$) a los grupos genotípicos FIJ (2.0 ± 0.16), F1M (2.4 ± 0.25) y HJS (2.3 ± 0.24).

Es interesante observar que la producción de la primera lactancia fue diferente, de acuerdo con la raza (Figura 2). Sin embargo, las vacas Holstein de primera lactancia tuvieron una mayor ($P = 0.01$) producción por lactancia que las vacas cruzadas FIJ, F1M, y HJS (Figura 3). La producción de leche de la primera lactancia fue similar ($P = 0.10$) en las vacas cruzadas.

Discusión

Una de las variables más afectadas en ganado Holstein es el porcentaje de vacas que se van al rastro, lo que disminuye la vida productiva, como se registra en trabajos anteriores.¹⁰ Se cree que el alto porcentaje de ganado Holstein de rastro se debe a que son más

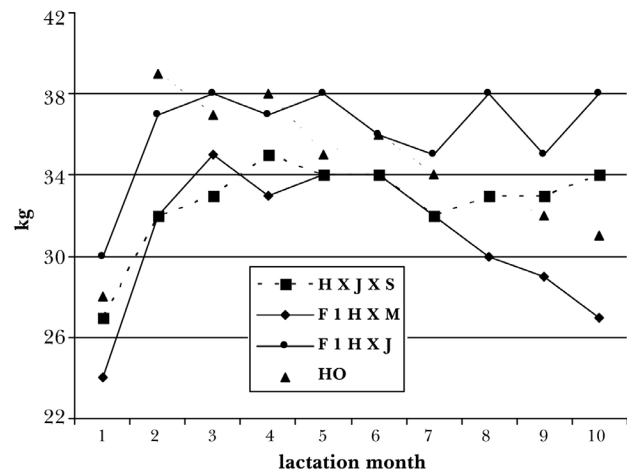


FIGURA 2. Curvas de lactancia de los diferentes grupos genéticos. Holstein = HO ($n = 44$), F1 HO x J (50% Holstein y 50% Jersey; $n = 58$), F1 HO x M (50% Holstein y 50% Montbeliarde; $n = 72$), HO x J x S (25% H, 25% J y 50% Sueco rojo S; $n = 53$).

FIGURE 2. Lactation curves of different genetic groups. HO = Holstein ($n = 44$), F1 HO x J (50% Holstein and 50% Jersey, $n = 58$), F1 HO x M (50% Holstein and 50% Montbeliarde, $n = 72$), HO x J x S (25% H, 25% J and 50% Swedish Red S, $n = 53$).

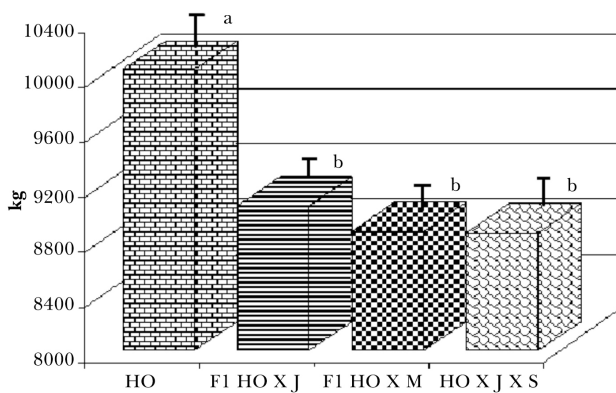


FIGURA 3. Producción de leche ajustada a 305 días de primera lactancia por grupo genético (a y b difieren; $P = 0.0001$). Holstein = HO ($n = 44$), F1 HO \times J (50% Holstein y 50% Jersey; $n = 58$), F1 HO \times M (50% Holstein y 50% Montbeliarde; $n = 72$), HO \times J \times S (25% H, 25% J y 50% Sueco rojo S; $n = 53$).

FIGURE 3. Milk yield adjusted to 305 days of first lactation by genetic group (a and b differ, $P = .0001$). HO = Holstein ($n = 44$), F1 HO \times J (50% Holstein and 50% Jersey, $n = 58$), F1 HO \times M (50% Holstein and 50% Montbeliarde, $n = 72$), HO \times J \times S (25% H and 50% Swedish Red S, $n = 53$).

first service conception rate in first parity Holstein cows is very high.^{2,4,11} However, reproductive differences in this study can be seen in the number of days open. In this study it was found that Holstein cows had 160.8 days open. This figure is similar to the recorded open days (166 days) by several authors.^{2,12-15} Cows with heterosis, regardless of genotype, were superior in this variable than cows with Holstein genotype. The hybrid cows were pregnant more quickly after parturition than Holstein cows.

It takes more days to get Holstein cows pregnant compared to crosses and, therefore, the calving interval is prolonged. Cows with heterosis can have a higher number of lactations in their productive lives than pure Holstein cows. With this information it is thought that a rotational crossbreeding program in dairy cattle not only helps to keep the number of cows, but there is also the potential for the herd to grow.

Holstein cattle is known for being a major producer of milk and has been characterized by producing more than other breeds, including the dairy crosses.^{2,4,15} as is confirmed in this study. In this study, higher milk yields of first lactation (10,040 kg) than those recorded by Touchberry² and McAllister *et al.*¹⁵ were observed. These variations may be due to the difference in the year and conditions in which the studies were conducted.

It is advisable to standardize milk production according to total solids. As the crosses have higher solid concentrations in milk,¹⁶ they could match or even improve Holstein production. Based on the chemical analysis it was found that the milk of crossbred cows

susceptibles a enfermedades, tienen un sistema inmunológico más débil y un mayor número de problemas reproductivos relacionados con la alta producción de leche, sobre todo al inicio de la lactancia.² Las vacas con heterosis de todos los genotipos en este estudio mejoraron su estancia en el hato, por lo que se supone que mejoran su longevidad y vida productiva y, por lo tanto, su rentabilidad.

El número de servicios por concepción no fue diferente entre las vacas Holstein y las cruzadas, debido a que las vacas Holstein de primer parto, que son servidas por primera vez, pueden ser muy fértiles.^{2,4,11} Sin embargo, las diferencias reproductivas se ven en el número de días abiertos; en este estudio se encontró que las vacas Holstein tuvieron 160.8 días abiertos. Este dato es similar a los días abiertos registrados por varios autores (166 días).^{2,12-15} Las vacas con heterosis, sin importar el genotipo, fueron superiores en esta variable a las vacas Holstein. Las vacas híbridas quedaron gestantes más rápidamente después del parto que las Holstein.

Al tardar más días en quedar gestantes, las vacas Holstein prolongan su intervalo de partos, en comparación con las cruzadas, por lo que en su vida productiva, las vacas con heterosis pueden tener mayor número de lactancias que las vacas Holstein puras. Con esta información se piensa que con un cruzamiento rotativo en ganado de leche no sólo se mantendría el número de vacas, sino que también existe el potencial de un crecimiento del hato.

Al ganado Holstein se le conoce por ser un gran productor de leche y se ha caracterizado por producir más que otras razas, incluidas las cruzadas,^{2,4,15} como se corrobora en el presente trabajo. En este estudio se observaron mayores producciones de primera lactancia (10,040 kg) que las registradas por Touchberry² y McAllister *et al.*¹⁵ Estas variaciones pueden deberse a la diferencia en los años y condiciones en que se realizaron los estudios.

Sería recomendable estandarizar la producción de leche de acuerdo con los sólidos totales. Como las cruces tienen mayores concentraciones de sólidos en leche,¹⁶ podrían igualar o incluso mejorar la producción de las Holstein. Con base en el análisis químico, se encontró que la leche de las vacas cruzadas tienen mayor concentración de sólidos. Lamentablemente, con el software ganadero no fue posible obtener esta información para realizar el análisis estadístico.

Una interrogante marcada de los cruzamientos en ganado lechero es saber si las cruces pueden mantener la persistencia de lactancia de las Holstein. Heins *et al.*⁴ informan que sí presentan una persistencia tan buena como las vacas Holstein, y en el presente estudio se registran datos similares a estos autores. También López *et al.*³ informan que la heterosis en ganado lechero del trópico mejoró la productividad del hato.

has higher solid concentrations. Unfortunately, with cattle software program it was not possible to obtain this information for statistical analysis.

A question about dairy cattle crosses is to know whether or not they are capable to maintain persistence of lactation as Holstein cows do. Heins *et al.*⁴ reported that dairy cows with heterosis show good persistence as Holstein cows do. Results in this study also demonstrated that dairy cows with heterosis at their first lactation show good persistence. Also, Lopez³ reported that cows with heterosis in tropical environments improved productivity.

Cows with heterosis, regardless of genotype, had a lower percentage of cull cows, days open and calving interval than Holstein cows. When analyzing milk production in a traditional manner, it is noted that Holstein cows have greater milk yields. Before further suggestions it is advisable to monitor the entire productive life of cows in rotational crossbreeding programs, since in this study, only their first lactation was analyzed. Likewise, it is worth considering milk solids and standardize production in the statistical model.

Referencias

1. BUTLER WR. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1998; 81:2533-2539.
2. TOUCHBERRY RW. Crossbreeding effects in dairy cattle: The Illinois Experiment, 1949 to 1969. *J Dairy Sci* 1992; 75:640-667.
3. LÓPEZ R, GARCÍA R, GARCÍA JG, RAMÍREZ R. Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. *Téc Pec Méx* 2009; 47:435-448.
4. HEINS BJ, HANSEN LB, SEYKORA AJ. Calving difficulty and stillbirths of pure Holsteins *versus* crossbreds of Holsteins with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J Dairy Sci* 2006a; 89:2805-2810.
5. HEINS BJ, HANSEN LB, SEYKORA AJ. Fertility and survival of pure Holsteins *versus* crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J Dairy Sci* 2006b; 89:4944-4951.
6. HEINS BJ, HANSEN LB, SEYKORA AJ. Production of pure Holsteins *versus* crossbreds of Holstein with Normande, Montbeliarde, and Scandinavian Red. *J Dairy Sci* 2006c; 89:2799-2804.

Las vacas con heterosis, sin importar el genotipo, tuvieron un menor porcentaje de destino al rastro, días abiertos e intervalo de partos que las vacas Holstein. Al analizar la producción de leche de una manera tradicional, se observa que las vacas Holstein tienen una mayor producción. Antes de realizar más sugerencias es recomendable dar seguimiento a toda la vida productiva de las vacas en cruzamientos rotativos, ya que en este estudio sólo se analizó la primera lactancia. Asimismo, es conveniente considerar los sólidos en leche y estandarizar la producción en el modelo estadístico.

7. HEINS BJ, HANSEN LB, SEYKORA AJ, JOHNSON DG, LINN JG, ROMANO JE *et al.* Crossbreds of Jersey × Holstein compared with pure Holsteins for production, fertility, and body and udder measurements during first lactation. *J Dairy Sci* 2008; 91:1270-1278.
8. PURSLEY JR, MEE MO, WILTBANK MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF_{2α} and GnRH. *Theriogenology* 1995; 44:15-23.
9. SOUZA AH, AYRES H, FERREIRA RM, WILTBANK MC. A new presynchronization system (Double-Ovynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 2008; 270:208-215.
10. DICKINSON FN, TOUCHBERRY RW. Livability of purebred *versus* crossbred dairy cattle. *J Dairy Sci* 1961; 44:879-887.
11. MCDOWELL RE. Crossbreeding as a system of mating for dairy production. Southern Coop. Series Bull. No. 259. Baton Rouge, LA: Louisiana Agricultural Experiment Station, 1982.
12. MCDOWELL RE, RICHARDSON GV, MACKEY BE, MCDANIEL BT. Interbreed matings in dairy cattle. V Reproductive performance. *J Dairy Sci* 1970.; 53:757-763.
13. OSENI SI, MISZTAL I, TSURUTA S, REKAYA R. Seasonality of days open in the US Holsteins. *J Dairy Sci* 2003; 86:3718-3725.
14. DECHOW CD, ROGERS GW, COOPER JB, PHELPS MI, MOSHOLDER AL. Milk, fat, protein, and somatic cell score and days open among Holstein, Browns Swiss and their crosses. *J Dairy Sci* 2007; 90:3542-3549.
15. MCALLISTER AJ, LEE AJ, BATRA TR, LIN CY, ROY GL, VESELY JA *et al.* The influence of additive and nonadditive gene action of life time yields and profitability of dairy cattle. *J Dairy Sci* 1994; 77:2400-2414.
16. BRANDT GW, BRANNON CC, JOHNSTON WE. Production of milk and milk constituents by Brown Swiss, Holsteins, and their crossbreds. *J Dairy Sci* 1974; 57:1388-1393.