



Agricultura, Sociedad y Desarrollo

ISSN: 1870-5472

asyd@colpos.mx

Colegio de Postgraduados

México

Mariscal-Aguayo, Valentina; Pacheco-Cervantes, Adriana; Estrella-Quintero, Heriberto;
Huerta-Bravo, Maximino; Rangel-Santos, Raymundo; Núñez-Domínguez, Rafael
INDICADORES REPRODUCTIVOS DE VACAS LECHERAS EN AGROEMPRESAS CON
DIFERENTE NIVEL TECNOLÓGICO EN LOS ALTOS DE JALISCO
Agricultura, Sociedad y Desarrollo, vol. 13, núm. 3, julio-septiembre, 2016, pp. 493-507
Colegio de Postgraduados
Texcoco, Estado de México, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360547924009>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

INDICADORES REPRODUCTIVOS DE VACAS LECHERAS EN AGROEMPRESAS CON DIFERENTE NIVEL TECNOLÓGICO EN LOS ALTOS DE JALISCO

REPRODUCTIVE INDICATORS OF DAIRY COWS IN AGRIBUSINESSES WITH DIFFERENT TECHNOLOGICAL LEVEL IN THE JALISCO HIGHLANDS

Valentina Mariscal-Aguayo^{1*}, Adriana Pacheco-Cervantes², Heriberto Estrella-Quintero¹, Maximino Huerta-Bravo¹, Raymundo Rangel-Santos¹, Rafael Núñez-Domínguez¹

¹Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Estado México. 56230. (valmara@hotmail.com), (ac4251@chapingo.mx), (maximinohuerta@yahoo.com), (rangelsr@correo.chapingo.mx), (rafael.nunez@correo.chapingo.mx). ²Asesora privada.

RESUMEN

La reproducción de los bovinos lecheros se puede afectar por factores relacionados con el manejo. El objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento reproductivo en vacas lecheras de agroempresas con dos niveles tecnológicos (NT): transición y empresarial, que utilizan el desarrollo tecnológico de asesoría y consultoría CHAPINGO-AGROPEC Star[®]. Se analizó información de 17 agroempresas que incluyeron 2041 vacas y 5922 partos. Las variables fueron: edad al primer parto (EPP), servicios por concepción (SPC), días abiertos (DA), intervalo entre partos (IEP), intervalo al primer celo posparto (IPCP) e intervalo al primer servicio posparto (IPSP). Se consideró un modelo mixto que incluyó los efectos fijos de número (NP), año (AP) y época (EP) de parto, NT y agro-empresa (AE), y las interacciones dobles significativas entre estos efectos. Se obtuvieron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en NT para los indicadores IPCP e IPSP; la interacción de NT por AP, además de tener efecto en estas dos variables, también influyó en EPP. El NT empresarial presentó IPCP y IPSP (63.8 ± 6.2 y 75.7 ± 5.5 d) menores que el NT de transición (90.8 ± 2.7 y 91.1 ± 2.3 d). El comportamiento reproductivo de las vacas en los dos NT fue similar debido a que no hubo diferencias significativas en EPP, SPC, DA e IEP.

Palabras clave: bovinos, ganadería, reproducción, estratificación.

INTRODUCCIÓN

La medición del desempeño es una parte fundamental de todas las industrias y la producción de leche no es diferente; el rendimiento de un hato se evalúa mejor usando indicadores clave

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: marzo, 2015. Aprobado: noviembre, 2015.

Publicado como ARTÍCULO en ASyD 13: 493-507. 2016.

ABSTRACT

The reproduction of dairy cows can be affected by factors related to management. The objective of the study was to evaluate the reproductive behavior of dairy cows in agribusinesses with two technological levels (TL): transition and entrepreneurial, which use CHAPINGO-AGROPEC Star[®] advice and consulting for technological development. Information from 17 agribusinesses was analyzed, which included 2041 cows and 5922 labors. The variables were: age at first labor (AFL), services per conception (SPC), open days (OD), interval between labors (IBL), interval to first post-partum heat (IFPH), and interval to first post-partum service (IFPS). A mixed model was considered, which included the effects of number (NP), year (AP) and season (SP) of labor (using initials in Spanish), TL and agribusiness (AE), and the double significant interactions between these effects. Significant differences were obtained ($p \leq 0.05$) in TL for the IFPH and IFPS indicators; the interaction of TL by AP, in addition to having an effect on these two variables, also influenced the AFB. The entrepreneurial TL presented lower IFPH and IFPS (63.8 ± 6.2 and 75.7 ± 5.5 d) than the transition TL (90.8 ± 2.7 and 91.1 ± 2.3 d). The reproductive behavior of cows in the two TLs was similar because there were no significant differences in AFB, SPC, OD and IBL.

Key words: bovines, stratification, livestock production, reproduction.

INTRODUCTION

Measuring performance is a fundamental part of all industries and milk production is no different; the yield of a herd is evaluated better by using key measurable quantitative yield indicators (Lane *et al.*, 2013), so that every

de rendimiento cuantitativos medibles (Lane *et al.*, 2013), por lo que todo sistema de producción pecuario está relacionado con indicadores productivos, económicos, sociales y ambientales, cuyas relaciones definen su sustentabilidad.

En el país no se tiene determinado con precisión ni las características ni los indicadores productivos de los diferentes sistemas de producción, lo cual es muy importante porque permite identificar grupos representativos para la evaluación y comparación de niveles de competitividad homogéneos y, además, permite identificar fortalezas y debilidades en cada estrato, lo que a su vez facilita el desarrollo e implementación de políticas orientadas a distintos grupos, según sus necesidades específicas (Mariscal-Aguayo *et al.*, 2012). Particularmente en Jalisco, el estado ganadero más importante del país y en donde se encuentra una región productora de leche muy relevante, resulta trascendente la determinación de las características de los sistemas de producción de leche y de sus indicadores productivos.

La demanda nutricional para producción de leche puede generar incapacidad reproductiva en las vacas (Lucy, 2003). Sartori *et al.* (2004) comentan la existencia de bajas tasas de concepción en vacas altas productoras. De acuerdo con Roche *et al.* (2000), lo anterior se debe a enfermedades metabólicas ocasionadas por un balance negativo de energía en vacas postpartum. Sin embargo, Grön y Rajala-Schultz (2000) señalan que la alta producción de leche no es un factor importante en el retraso de la concepción, excepto en vacas de primer parto.

En la disyuntiva generada entre sí es la exigencia en producción de leche o el manejo de las vacas el factor que determina su capacidad reproductiva; se hace necesaria la comparación entre productores lecheros de distinto nivel tecnológico, para los cuales se suponen diferencias en la aplicación de prácticas nutricionales, reproductivas y sanitarias, con el fin de identificar las posibles causas de la baja eficiencia reproductiva.

De Jarnette *et al.* (2007) señalan que en los últimos 20 a 25 años la eficiencia reproductiva en el ganado lechero ha declinado de manera significativa; sin embargo, hace 20 años no se le exigía a la vaca acortar su intervalo entre partos y quedar gestante en el menor tiempo posible después del parto, como se hace en los sistemas actuales, sobre todo en los intensivos. Hace más de dos décadas, investigadores como

livestock production system is related to productive, economic, social and environmental indicators, whose relationships define its sustainability.

In the country, the characteristics and the productive indicators of different production systems have not been determined with precision, which is very important to do because it allows identifying representative groups for the evaluation and comparison of homogenous competitive levels and, in addition, allows identifying strengths and weaknesses in each stratum, which in turn facilitates the development and implementation of policies directed at different groups, based on their specific needs (Mariscal-Aguayo *et al.*, 2012). Particularly in Jalisco, the most important livestock production state in the country and where a very important milk producing region is located, the determination of the characteristics of the milk production systems and their productive indicators is transcendent.

The nutritional demand for milk production can generate reproductive incapacity in the cows (Lucy, 2003). Sartori *et al.* (2004) discuss the existence of low rates of conception in high producing cows. According to Roche *et al.* (2000), this is due to metabolic diseases caused by a negative energy balance in postpartum cows. However, Grön and Rajala-Schultz (2000) point out that high milk production is not an important factor in the delay of conception, except in first-labor cows.

In the dilemma generated between them, the factor that determines their reproductive capacity is the demand in milk production or in the management of the cows; the comparison between milk producers of different technological level becomes necessary, for which differences are assumed in the application of nutritional, reproductive and sanitary practices, with the aim of identifying the possible causes of the low reproductive efficiency.

De Jarnette *et al.* (2007) point out that in the last 20 to 25 years, the reproductive efficiency in the dairy herd has declined significantly; however, 20 years ago the cows were not forced to shorten the intervals between labors and become pregnant in the least time possible after the labor, as is done in the current systems, particularly in the intensive ones. More than two decades ago, researchers like Hillers *et al.* (1984) reported that factors related to management could influence directly the reproductive behavior of the dairy herd, among them: the timely detection of heats,

Hillers *et al.* (1984) reportaron que factores relacionados con el manejo pueden influenciar directamente el comportamiento reproductivo del hato lechero, entre ellos: la detección oportuna de celos, manejo adecuado del semen, técnicas de inseminación, sanidad y alimentación de la vaca. Lo anterior sigue siendo sostenido por Lane *et al.* (2013).

La eficiencia reproductiva del hato es uno de los aspectos más importantes de la producción de ganado lechero, ya que tiene un alto impacto en los costos de producción. La eficiencia reproductiva determina en gran medida la rentabilidad de una empresa ganadera, pues de esta depende el periodo de producción de las hembras (Grön y Rajala-Schultz, 2000; Vergara *et al.*, 2008).

De acuerdo con Lane *et al.* (2013) y Cathy *et al.* (2014) existen varias formas de evaluar la eficiencia reproductiva del ganado y pueden ser utilizadas según el propósito de la evaluación, las condiciones de cada empresa y la información disponible. Algunos de importancia relevante son: número de servicios por concepción, intervalo entre partos, días abiertos, edad al primer parto, intervalo parto primer celo, intervalo parto primer servicio.

Considerando lo expuesto anteriormente y la importancia de los parámetros reproductivos en vacas lecheras se plantea la siguiente hipótesis: los indicadores reproductivos de las vacas en las agroempresas con nivel tecnológico empresarial y de transición son diferentes. Para dar cumplimiento a la hipótesis planteada se propuso el siguiente objetivo: evaluar el comportamiento reproductivo de vacas lecheras en agroempresas con diferente nivel tecnológico ubicadas en la región de Los Altos de Jalisco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen de la información

La información analizada fue tomada de bases de datos pertenecientes a 17 agroempresas de bovinos lecheros, ubicadas en la parte sur de la región de Los Altos de Jalisco. La información fue capturada por técnicos asesores de las agroempresas en estudio, por medio del software AGROPEC-Star®, el cual es una herramienta para la administración de agroempresas. La información utilizada se tomó del reporte global que genera dicho software, misma que se exportó al programa Microsoft Excel® para ser editada.

the adequate management of semen, insemination techniques, health and diet of the cow. This continues to be supported by Lane *et al.* (2013).

The reproductive efficiency of the herd is one of the most important aspects of the production of the dairy herd, since it has a high impact on the production costs. The reproductive efficiency determines to a great degree the profitability of a livestock enterprise, since the production period of the females depends on it (Grön and Rajala-Schultz, 2000; Vergara *et al.*, 2008).

According to Lane *et al.* (2013) and Cathy *et al.* (2014) there are several ways of evaluating the reproductive efficiency of livestock and they can be used based on the purpose of the evaluation, the conditions of each business, and the information available. Some important ones are the following: number of services per conception, interval between labors, open days, age at first labor, interval from labor to first heat, interval from labor to first service.

Considering what has been exposed previously and the importance of reproductive parameters in dairy cows, the following hypothesis is presented: the reproductive indicators of cows in agribusinesses with entrepreneurial and transition technological levels are different. To test the hypothesis suggested, the following objective is proposed: to evaluate the reproductive behavior of dairy cows in agribusinesses with different technological levels located in the region of the Jalisco Highlands.

MATERIALS AND METHODS

Source of the information

The information analyzed was taken from databases belonging to 17 dairy agribusinesses, located in the southern part of the region of the Jalisco Highlands. The information was captured by technicians advising the agribusinesses in the study, through the AGROPEC-Star® software, which is a tool for the management of agribusinesses. The information used was taken from the global report that the software generates, which was then exported to the Microsoft Excel® software to be edited.

Agribusinesses

The agribusinesses considered correspond to two levels of stratification: entrepreneurial and transition,

Agroempresas

Las agroempresas consideradas corresponden a dos niveles de estratificación: empresarial y de transición, de acuerdo con la clasificación de FAO (2005) modificada por López *et al.* (2007) y adaptada para la región de estudio, incluyendo solo los dos citados niveles tecnológicos de cinco que considera la FAO.

Nivel tecnológico empresarial: los productores de agroempresas empresariales tienen una escolaridad promedio de nivel licenciatura; todos cuentan con superficie agrícola de temporal y 50 % con superficie de agostadero; dentro del hato ganadero venden lo más pronto posible las crías machos, conservando las hembras para reemplazo; cuentan en promedio con 190 cabezas de ganado y las vacas son servidas únicamente vía inseminación artificial; la alimentación se basa en forraje de corte y alimento balanceado; en algunos casos se ofrece dicha dieta por estado fisiológico y nivel de producción en un sistema estabulado.

Nivel tecnológico de transición: Los productores de agroempresas de transición tienen una escolaridad promedio de secundaria; 73 % de ellos cuentan con superficie de uso agrícola o pradera de temporal; 13 %, con superficie agrícola o pradera de riego; y 53 %, con agostaderos de buena calidad. Cuentan en promedio con 87 cabezas de ganado y dentro del manejo reproductivo aplican inseminación artificial y monta para aquellos animales que no quedaron gestantes después de la inseminación; la alimentación del ganado es variable, realizándola en pastoreo de praderas cultivadas o en agostadero más alimento balanceado y suplemento mineral en un sistema semiestabulado, o bien, sistemas estabulados basados en forraje de corte y alimento balanceado, pero sin que la alimentación sea diferenciada por etapa fisiológica o nivel de producción.

La calidad genética de los hatos lecheros de ambos estratos de productores es similar, constituida principalmente por ganado de raza Holstein. La adopción de prácticas de manejo y sanidad, así como la infraestructura y equipo es mayor en el nivel empresarial que en el de transición. Considerando las diferencias en las características de las agroempresas se plantea que el comportamiento reproductivo en los dos tipos de ranchos es diferente.

according to the classification by FAO (2005) modified by López *et al.* (2007) and adapted for the study region, including only the two technological levels cited out of the five that FAO considers.

Entrepreneurial technological level: the producers from entrepreneurial agribusinesses have an average schooling of undergraduate level; they all own rainfed agricultural surface and 50 % have pastureland; from the livestock herd, they sell the male offspring as soon as possible, keeping the females for replacement; they have in average 190 heads of livestock and the cows are serviced only via artificial insemination; the diet is based on cut fodder and balanced meals; in some cases, this diet is offered depending on the physiological state and the level of production in a feedlot system.

Transition technological level: the producers of transition agribusinesses have an average schooling level of secondary; 73 % of them own a surface of agricultural use or rainfed prairie; 13 % with agricultural surface or irrigation prairie; and 53 % with pasturelands of good quality. They have in average 87 heads of livestock and within the reproductive management they apply artificial insemination and mounting for those animals that were not pregnant after the insemination; the diet of the livestock is variable, and it is performed by grazing cultivated prairies or pasturelands plus balanced meals and a mineral supplement in a semi-feedlot system, or else, in feedlot systems based on cut fodder and balanced meals, but without the diet being differentiated by physiological stage or level of production.

The genetic quality of the dairy herds of both strata of producers is similar, constituted mainly by livestock of the Holstein breed. The adoption of management and health practices, as well as the infrastructure and equipment, is greater in the entrepreneurial level than in the transition one. Considering the differences in the characteristics of agribusinesses it is suggested that the reproductive behavior of the two types of ranches is different.

Databases

The database was constituted by 17 agribusinesses, of which 15 are transition, with 1441 cows, and two entrepreneurial ones, with 600 cows; this is a total of 2041 cows with 1 to 13 labors taking place between 1996 and 2008. The numbers of labors equal or

Base de datos

La base de datos estuvo constituida por 17 agroempresas, de las cuales 15 son de transición, con 1441 vacas, y dos empresariales, con 600 vacas dando un total de 2041 vacas de 1 a 13 partos ocurridos entre 1996 y 2008. Los partos iguales o mayores que siete se clasificaron como parto siete, con el fin de eliminar el efecto de celdas perdidas. Para las variables estudiadas que fueron: edad al primer parto (EPP), servicios por concepción (SPC), días abiertos (DA), intervalo entre partos (IEP), intervalo al primer celo posparto (IPCP) e intervalo al primer servicio posparto (IPSP), se obtuvo una gráfica de distribución de los valores generados y se eliminaron los datos biológicamente poco probables, como fue el caso de la variable días abiertos, donde se eliminaron aquellos que fueron menores de 21 días. Debido a registros insuficientes para las variables “servicios por concepción” e “intervalo al primer servicio posparto”, se eliminaron los datos de dos agroempresas clasificadas en el nivel tecnológico de transición y una para las variables intervalo entre partos e intervalo al primer celo posparto.

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables se consideró un modelo mixto que incluyó los efectos fijos de número, año y época de parto, nivel tecnológico y rancho, además de las interacciones dobles entre éstos, que tuvieron efecto significativo ($p \leq 0.05$). Para la variable edad al primer parto se tomó en cuenta el año de nacimiento en lugar del año de parto. Asimismo, se consideró agroempresa anidada dentro de nivel tecnológico y vaca anidada dentro de agroempresa y nivel tecnológico como efecto aleatorio. El modelo se presenta a continuación:

$$Y_{ijklmno} = \mu + NT_i + EP_j + NP_k + AP_l + AE(NT)_m + V(AE)_n + (AP \times NT)_{li} + (AP \times EP)_{lj} + (NP \times AP)_{kl} + (NP \times EP)_{kj} + e_{ijklmno}$$

Donde: $Y_{ijklmno}$: respuesta en cada una de las variables respuesta modeladas, μ : media general, NT_i : efecto del i -ésimo nivel tecnológico ($i=1$ =transición, $i=2$ =empresarial), EP_j : efecto de la j -ésima época de parto [$j=1$ =seca(junio-octubre),

greater than seven were classified as labor seven, with the aim of eliminating the effect of the lost cells. A distribution graph of the values generated was obtained for the variables studied, which were age at first labor (AFL), services per conception (SPC), open days (OD), interval between labors (IBL), interval to first post-partum heat (IFPH), and interval to first post-partum service (IFPS); and the data that were biologically not probable were eliminated, such as the case of the variable open days, where those that were lower than 21 days were eliminated. Due to insufficient records for the variables “services per conception” and “interval to first post-partum service”, the data from two agribusinesses classified in the transition technological level were eliminated, and one for the variables interval between labors and interval to first post-partum heat.

Statistical analysis

For the analysis of the variables, a mixed model was considered which included the fixed effects of number, year and season of labor, technological level and ranch, in addition to the double interactions between these, which had a significant effect ($p \leq 0.05$). For the variable age at first labor, the year of birth is used instead of the year of labor. Likewise, the agribusiness nested within technological level and cow nested within agribusiness and technological level were considered as random effect. The model is presented next:

$$Y_{ijklmno} = \mu + NT_i + EP_j + NP_k + AP_l + AE(NT)_m + V(AE)_n + (AP \times NT)_{li} + (AP \times EP)_{lj} + (NP \times AP)_{kl} + (NP \times EP)_{kj} + e_{ijklmno}$$

where: $Y_{ijklmno}$: response in each one of the response variables modelled, μ : general mean, NT_i : effect of the i -th technological level ($i=1$ =transition, $i=2$ =entrepreneurial), EP_j : effect of the j -th season of the labor [$j=1$ =dry (June-October), $j=2$ =rain (November-May)], NP_k : effect of the k -th number of labor ($k=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ or more), AP_l : effect of the l -th year of labor ($l=1996, \dots, 2006$ or more), $AE(NT)_m$: random effect of the m -th agribusiness ($m=1, \dots, 17$) nested in $NT \sim N(0, \sigma^2_a)$, $V(AE)_n$: random effect of the n -th cow ($n=1, \dots, 2041$) nested in $AE \sim N(0, \sigma^2_v)$, $(AP \times NT)_{li}$: effect of the interaction of the l -th year of labor with the i -th technological

$j=2$ =lluvia(noviembre-mayo)], NP_k : efecto del k-ésimo número de parto ($k= 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ o más), AP_l : efecto del l-ésimo año de parto ($l= 1996, \dots, 2006$ o más), $AE(NT)_m$: efecto aleatorio de la m-ésima agroempresa ($m= 1, \dots, 17$) anidada en $NT-N$ ($0, \sigma^2_a$), $V(AE)_n$: efecto aleatorio de la n-ésima vaca ($n=1, \dots, 2,041$) anidada en $AE-N$ ($0, \sigma^2_v$), $(AP \times NT)_{li}$: efecto de la interacción del l-ésimo año de parto con el i-ésimo nivel tecnológico, $(AP \times EP)_{lj}$: efecto de la interacción del l-ésimo año de parto con la j-ésima época de parto, $(NP \times AP)_{kl}$: efecto de la interacción del k-ésimo número de parto con el l-ésimo año de parto, $(NP \times EP)_{kj}$: efecto de la interacción del k-ésimo número de parto con la j-ésima época de parto, $e_{ijklmno}$: efecto aleatorio asociado con cada observación $\sim N(0, \sigma^2_e)$.

Los indicadores reproductivos se analizaron con el procedimiento MIXED de SAS (2013) y se utilizó el método REML. Para obtener las medias de cuadrados mínimos de los efectos principales y de las interacciones se aplicó el enunciado LSMEANS. Para la comparación de las medias de cuadrados mínimos se utilizó la prueba de Tukey ajustada (Kramer, 1956).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los niveles de significancia para cada una de las variables reproductivas evaluadas.

El año de parto tuvo efecto ($p \leq 0.05$) en todas las variables evaluadas. La edad al primer parto solo fue

level, $(AP \times EP)_{lj}$: effect of the interaction of the l-th year of labor with the j-th season of labor, $(NP \times AP)_{kl}$: effect of the k-th interaction of the number of labor with the l-th year of labor, $(NP \times EP)_{kj}$: effect of the interaction of the k-th number of labor with the j-th season of labor, $e_{ijklmno}$: random effect associated with each observation $\sim N(0, \sigma^2_e)$.

The reproductive indicators are analyzed with the MIXED procedure from SAS (2013) and the REML method was used. In order to obtain the measurements of the minimum squares of the principal effects and the interactions, the LSMEANS formulation was applied. For the means comparison of the minimum squares, the adjusted Tukey test was used (Kramer, 1956).

RESULTS AND DISCUSSION

The levels of significance for each one of the reproductive variables evaluated are shown in Table 1.

The year of labor had an effect ($p \leq 0.05$) on all the variables evaluated. The age at first labor was only affected by the year of birth and the interaction between year of birth and technological level; the IFPH was affected by all the sources of variation considered with the exception of the interaction between the year of labor and the season of labor; the IFPS was also affected by all the sources of variation, with the exception of the interaction between the number of labor and the year of labor. The number, year and season of labor had an effect on the number

Cuadro 1. Nivel de significancia para las variables reproductivas evaluadas.
Table 1. Level of significance for the reproductive variables evaluated.

Fuente de variación	Variables respuesta [†]					
	EPP, meses	SPC, No.	IPCP, D	IPSP, D	DA, d	IEP, d
Número de parto (NP)	ND	<0.0001	<0.0001	0.0016	0.4982	0.6518
Año de parto (AP)	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Época de parto (EP)	0.0631	0.0399	0.0011	<0.0001	0.5537	0.9613
Nivel tecnológico (NT)	0.3501	0.0802	0.0030	0.0294	0.3677	0.4169
(AP) × (NT)	0.0083	ND	<0.0001	<0.0001	ND	ND
(AP) × (EP)	ND	ND	ND	0.0004	0.0210	ND
(NP) × (AP)	ND	ND	0.0093	ND	ND	ND
(NP) × (EP)	ND	ND	0.0425	0.0113	ND	ND

[†]EPP: edad al primer parto, SPC: servicios por concepción, IPCP: intervalo al primer celo pos-parto, IPSP: intervalo al primer servicio posparto, DA: días abiertos, IEP: intervalo entre partos. ND: No determinado. ♦ [†]AFL: age at first labor, SPC: services per conception, IFPH: interval to first post-partum heat, IFPS: interval to first post-partum service, OD: open days, IBL: interval between labors. ND: Not determined.

afectada por el año de nacimiento y la interacción entre año de nacimiento y nivel tecnológico; el IPCP fue afectado por todas las fuentes de variación consideradas a excepción de la interacción entre año de parto y época de parto; el IPSP también fue afectado por todas las fuentes de variación, a excepción de la interacción entre el número de parto y año de parto. El número, año y época de parto tuvieron efecto en el número de servicios por concepción. La interacción año de parto por época de parto tuvo efecto en los días abiertos. La variable intervalo entre partos solo fue afectada por el año de parto.

Edad al primer parto (EPP)

En la Figura 1 se presentan los intervalos del efecto de la interacción de año de nacimiento por nivel tecnológico para EPP, donde las vacas del nivel tecnológico empresarial presentaron en 45 % de los años graficados, mínimo, un mes menos de edad al primer parto, comparativamente con las vacas de los hatos con nivel tecnológico de transición.

Intervalo al primer celo posparto (IPCP)

En la Figura 2 se presentan los resultados de la interacción entre año de parto y nivel tecnológico para

of services per conception. The interaction between year of labor and season of labor had an effect on the open days. The variable interval between labors was only affected by the year of labor.

Age at first labor (AFL)

The intervals of the effect of the interaction between year of birth and technological level are presented in Figure 1, where the cows of entrepreneurial technological level presented a minimum of one month less of age at first labor in 45 % of the years graphed, compared with the cows of the herds with transition technological level.

The entrepreneurial technological level presented an average of 25.2 ± 0.8 months of AFL and in the transition, 26.1 ± 0.3 months, which indicates that the agribusinesses of both technological levels do not enter the optimum reported by Medina (2003) and Córdova *et al.* (2005), who report values between 22 and 24 months in feedlot dairy ranches; however, they are also not indicators of problems because they are outside the range of <24 or >30 months. Although there weren't significant differences, the cows of the entrepreneurial ranches do reach optimal values of AFL, while those of the transition agribusinesses do not, which shows that in the entrepreneurial

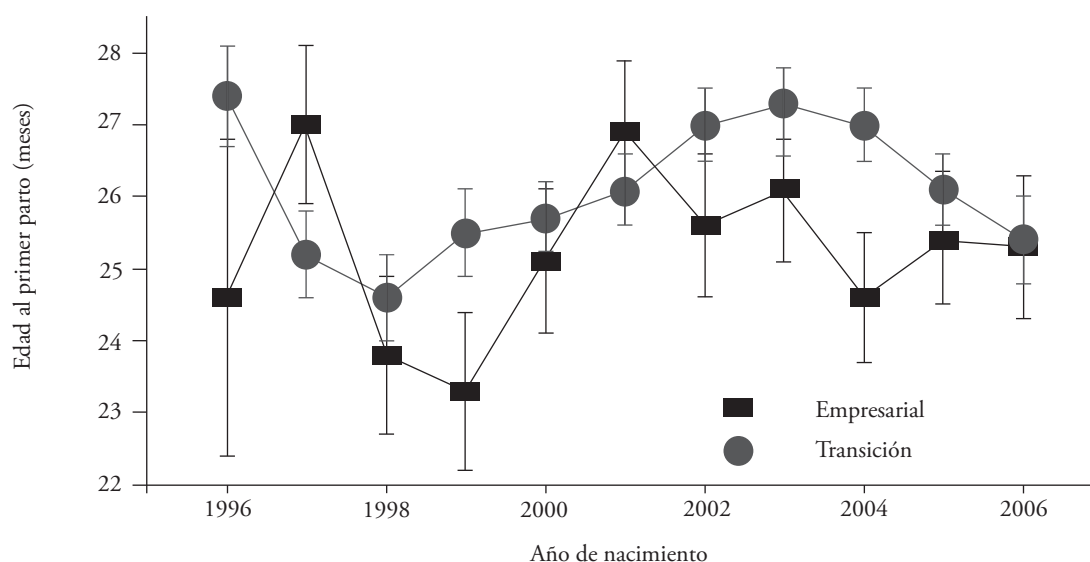


Figura 1. Interacción entre año de nacimiento y nivel tecnológico para edad al primer parto en agroempresas de tipo empresarial (■) y de transición (○).

Figure 1. Interaction between year of labor and technological level for the age at first labor in agribusinesses of entrepreneurial (■) and transition (○) type.

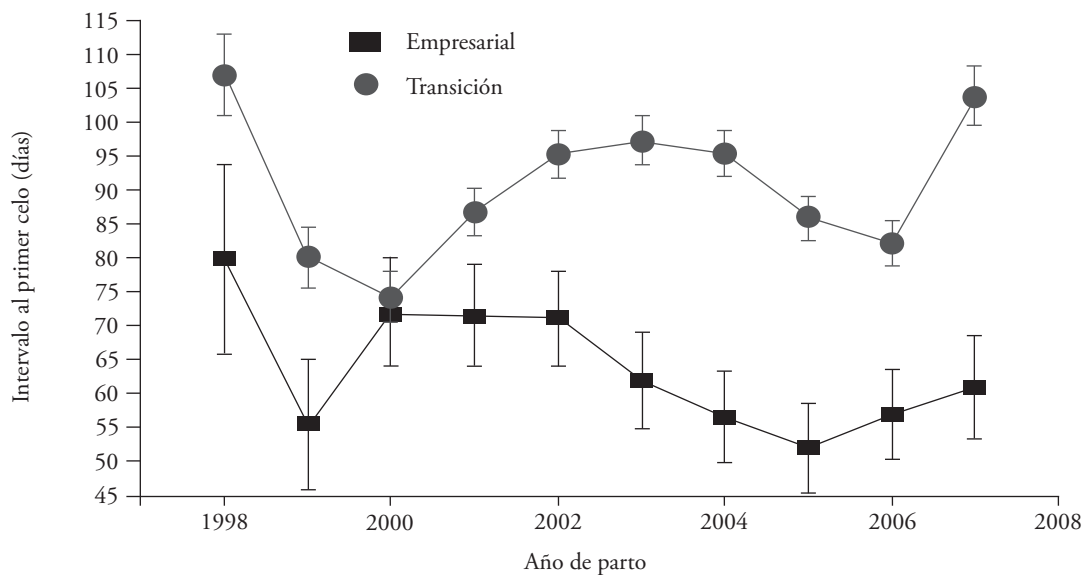


Figura 2. Interacción entre año de parto y nivel tecnológico para intervalo al primer celo posparto en agroempresas de tipo empresarial (■) y de transición (○).

Figure 2. Interaction between year of labor and technological level for the interval to first post-partum heat of agribusinesses of entrepreneurial (■) and transition (○) type.

el intervalo al primer celo posparto, donde la magnitud de las diferencias de IPCP entre niveles tecnológicos resultó ser mayor en 2004 y 2007. El nivel tecnológico empresarial presentó en promedio 27 d menos de intervalo al primer celo posparto comparativamente con el nivel de transición, pues alcanzó un valor promedio de 63.8 ± 6.2 vs 90.8 ± 2.7 d del nivel de transición, posiblemente debido a una mejor detección de celos o un manejo alimenticio más adecuado en las agroempresas de tipo empresarial. Sin embargo, los hatos clasificados en ambos niveles tecnológicos están lejos del óptimo reportado por Ortiz *et al.* (2005) en ganado lechero manejado de forma intensiva, quienes indican que debe ser menor de 40 d ya que, según Linderoth (2005), las presentaciones de celos a los 40 d son un indicativo de que las vacas en estos sistemas de producción están ciclando normalmente y pueden responder adecuadamente al protocolo de inseminación. De acuerdo con Friggens *et al.* (2010), hay una estrecha relación entre el rendimiento reproductivo y la producción de leche, por lo que aquellas vacas que tardan más tiempo en volver al estro después del parto tienen tasas de concepción más pobres y muestran menos signos de estro. Lo anterior puede estar relacionado con una mayor producción de leche, por lo que es importante implementar estrategias nutrimentales

herds there is a tendency to manage replacement females in the most adequate way. It is considered that improving the dietary management (Friggens *et al.*, 2010) and the detection of heats (Lane *et al.*, 2013), the AFL can be optimized by both types of agribusinesses.

Interval to first post-partum heat (IFPH)

In Figure 2, the results of the interaction between year of labor and technological level for the interval to first post-partum heat were presented, where the magnitude of the differences of IFPH between technological levels turned out to be greater in 2004 and 2007. The entrepreneurial technological level presented 27 d less in average of interval to first post-partum heat compared to the transition level, for it reached an average level of 63.8 ± 6.2 vs 90.8 ± 2.7 d of the transition level, possibly due to a better detection of heat and a more adequate dietary management in the agribusinesses of entrepreneurial type. However, the herds classified in both technological levels are far from the optimum reported by Ortiz *et al.* (2005) in dairy cattle managed intensively, who indicate that it must be under 40 d, since, according to Linderoth (2005), the presentation of heats at 40 d are an indication that the cows in these production systems

para proporcionar una adecuada alimentación de acuerdo con el nivel de producción de la vaca y tratar de minimizar un efecto negativo en la reproducción de la misma, lo cual se puede medir con la grasa corporal como un índice de capacidad de salvaguardar la inversión reproductiva y la movilización de la grasa corporal como un índice del medio ambiente nutricional actual.

Intervalo al primer servicio posparto (IPSP)

En la Figura 3 se muestran los resultados de la interacción entre el año de parto y el nivel tecnológico para el intervalo al primer servicio posparto, donde la magnitud de las diferencias de IPSP entre niveles tecnológicos resultó ser mayor en 2004, 2005 y 2006. El nivel empresarial presentó, en promedio, 15 días menos de intervalo al primer servicio posparto que el nivel de transición.

El nivel tecnológico empresarial resultó ser mejor que el de transición por presentar menor IPSP (75.5 ± 5.5 vs 91.1 ± 2.3 d), siendo el reflejo de lo obtenido para IPCP.

Arbel *et al.* (2001) mencionan que un retraso de 60 días con respecto al periodo de espera voluntario en la inseminación de vacas altas productoras trae ventajas económicas y permite al productor tomar

are cycling normally and can respond adequately to the insemination protocol. According to Friggens *et al.* (2010), there is a close relation between the reproductive yield and milk production, which is why the cows that take longer in returning to estrus after labor have lower conception rates and show less signs of estrus. This could be related to a higher milk production, which is why it is important to implement nutritional strategies to provide an adequate diet according to the level of production of the cow and to try to minimize a negative effect in its reproduction, which can be measured with body fat as an index of capacity to safeguard the reproductive investment and the mobilization of body fat as an index of the current nutritional environment.

Interval to first post-partum service (IFPS)

Figure 3 shows the results of the interaction between year of labor and technological level for the interval to first post-partum service, where the magnitude of the differences in IFPS between technological levels was greater in 2004, 2005 and 2006. The entrepreneurial level presented, in average, 15 days less for the interval to first post-partum service than the transition level.

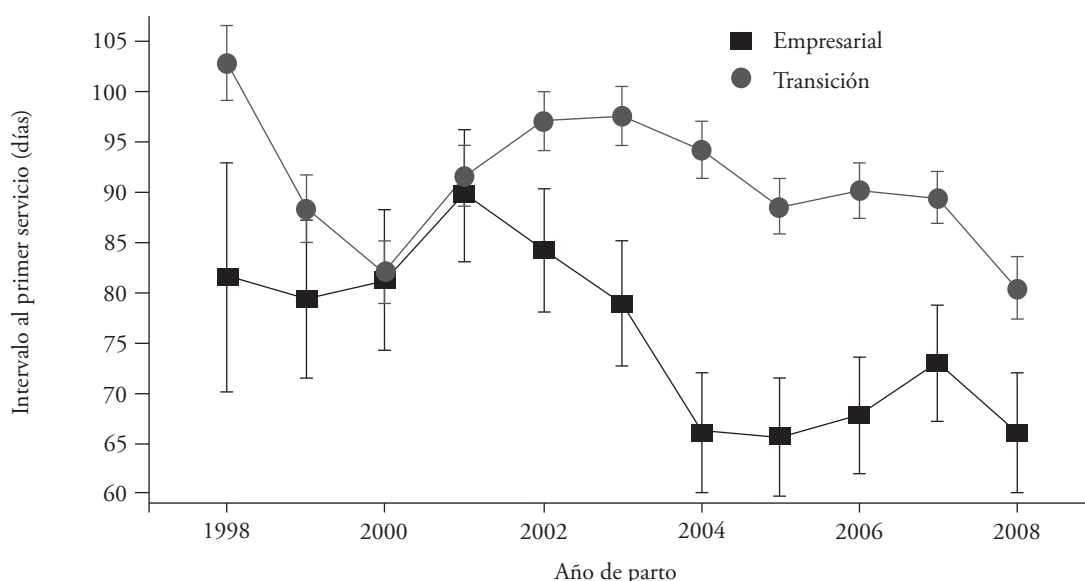


Figura 3. Interacción entre año de parto y nivel tecnológico para intervalo al primer servicio posparto en agroempresas de tipo empresarial (■) y de transición (○).

Figure 3. Interaction between year of labor and technological level for the interval to first post-partum service of agribusinesses of entrepreneurial (■) and transition (○) type.

decisiones relativas a cada vaca. Miller *et al.* (2007) reportan que para el cálculo de tasa de preñez se supone un periodo de espera voluntario de 60 días, al igual que para días a la concepción (De Jarnette *et al.*, 2007).

Stewart y Rapnicki (2006) señalan que las vacas altas productoras son las de segundo y tercer parto, para las cuales en este análisis se encontró un intervalo al primer servicio de 84.5 ± 3.1 y 81.7 ± 3.1 d. Sin embargo, Ramírez y Segura (1992) reportan 83 d de IPSP para vacas lecheras en sistemas intensivos del noreste de México. Nebel (2003) recomienda como meta 75 d al primer servicio en sistemas de producción intensiva y Córdova *et al.* (2005) publicaron un óptimo de 77.53 d en vacas de lechería estabulada. De acuerdo con este análisis, los productores empresariales obtuvieron una media de 75.7 ± 5.5 d de IPSP y los de transición de 91.1 ± 2.3 d, por lo que se deduce que los productores empresariales presentan un IPSP más adecuado en el aspecto biológico que los productores de transición.

En el Cuadro 2 se presentan las medias de cuadrados mínimos de los efectos principales considerados para las variables reproductivas analizadas.

La media general de EPP fue 25.7 ± 0.6 meses; los valores para IPCP e IPSP fueron 77.35 ± 3.48 y 83.41 ± 3.33 d, y 125.14 ± 7.14 d para DA. Marini *et al.* (2004) compararon vacas de 26.1 ± 0.02 y 36.6 ± 0.13 meses de EPP y encontraron que las Holstein de 26.1 meses de edad presentaron un mayor intervalo al primer celo posparto (76.1 ± 1.99 d), al primer servicio posparto (122.8 ± 3.84 d) y periodos de días abiertos más largos (140.3 ± 3.97 d) que las de 36.6 meses de edad; por otra parte, Nilforooshan y Edriss (2004) mencionan que 24 meses es la edad ideal al primer parto. Al comparar los resultados del presente estudio con los encontrados por Marini *et al.* (2004) se puede observar que EPP e IPCP fueron similares; sin embargo, el IPSP y DA tuvieron 39 y 15 d menos que los encontrados por los autores mencionados, lo que indica que el manejo general de las agroempresas en estudio es bueno, debido a que la vida productiva de la vaca comienza a una edad cercana a la recomendada por Nilforooshan y Edriss (2004), teniendo intervalos al primer servicio posparto más cortos y, como resultado de ello, menos días abiertos, factor que se traduce en menos pérdidas económicas atribuidas a costos de alimentación, sanidad y mano de obra, principalmente.

The entrepreneurial technological level was better than the transition one since it presented lower IFPS (75.5 ± 5.5 vs 91.1 ± 2.3 d), being the reflection of what was obtained for the IFPH.

Arbel *et al.* (2001) mention that a delay of 60 days with regards to the period of voluntary wait in insemination of the high-producing cows brings economic advantages and allows the producer to make decisions regarding each cow. Miller *et al.* (2007) report that a period of voluntary wait of 60 days equal to the days until conception, is assumed to calculate the pregnancy rate (De Jarnette *et al.*, 2007).

Stewart and Rapnicki (2006) mention that in this analysis, high-producing cows are those of second and third labor for which an interval to first service of 84.5 ± 3.1 and 81.7 ± 3.1 d was found. However, Ramírez and Segura (1992) reported 83 d of IFPS for dairy cows in intensive systems of northeastern México. Nebel (2003) recommends as goal 75 d at first service in systems of intensive production, and Córdova *et al.* (2005) published an optimum of 77.53 d in cows of feedlot dairy production. According to this analysis, the entrepreneurial producers obtained a mean of 75.7 ± 5.5 d of IFPS and the transition ones of 91.1 ± 2.3 d, so it is deduced that the entrepreneurial producers present a more adequate IFPS than the transition producers in the biological aspect.

In Table 2, the minimum square means of the principal effects for the reproductive variables analyzed are presented.

The general AFL mean was 25.7 ± 0.6 months; the values for the IFPH and IFPS were 77.35 ± 3.48 and 83.41 ± 3.33 d, and 125.14 ± 7.14 d for OD. Marini *et al.* (2004) compared cows of 26.1 ± 0.02 and 36.6 ± 0.13 months of AFL and found that Holstein cows with 26.1 months of age presented a greater interval to first post-partum heat (76.1 ± 1.99 d), at first post-partum service (122.8 ± 3.84 d) and longer periods of open days (140.3 ± 3.97 d) than those of 36.6 months of age. On the other hand, Nilforooshan and Edriss (2004) mention that 24 months is the ideal age at first labor. When comparing the results from this study to those found by Marini *et al.* (2004), it can be observed that AFL and IFPH were similar; however the IFPS and OD were 39 and 15 d shorter than those found by the authors mentioned, indicating that the general management

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos (\pm EE) de los efectos principales: número de parto, año de parto, época de parto y nivel tecnológico para las variables reproductivas: edad al primer parto (EPP), días abiertos (DA), servicios por concepción (SPC), intervalo entre partos (IEP), intervalo al primer celo posparto (IPCP) e intervalo al primer servicio posparto (IPSP).

Table 2. Minimum square means (\pm EE) of the principal effects: number of labor, year of labor, season of labor and technological level for the reproductive variables: age at first labor (AFL), open days (OD), services per conception (SPC), interval between labors (IBL), interval to first post-partum heat (IFPH), and interval to first post-partum service (IFPS).

Efectos fijos	EPP, meses	SPC, número	IPCP, D	IPSP, D	DA, D	IEP, D
Número de parto						
1	ND	1.68 \pm 0.1 ^c	84.3 \pm 3.5 ^a	86.9 \pm 3.1 ^a	120.8 \pm 6.4 ^a	398.7 \pm 6.3 ^a
2	ND	1.74 \pm 0.1 ^{bc}	78.8 \pm 3.6 ^{ab}	84.5 \pm 3.1 ^{ab}	123.3 \pm 6.5 ^a	402.8 \pm 6.4 ^a
3	ND	1.83 \pm 0.1 ^b	73.8 \pm 3.7 ^b	81.7 \pm 3.1 ^b	123.2 \pm 6.7 ^a	399.1 \pm 6.5 ^a
4	ND	1.88 \pm 0.1 ^b	71.0 \pm 3.8 ^b	79.8 \pm 3.2 ^b	125.5 \pm 6.9 ^a	402.8 \pm 6.8 ^a
5	ND	1.90 \pm 0.1 ^b	76.3 \pm 4.2 ^{ab}	83.3 \pm 3.4 ^{ab}	123.7 \pm 7.3 ^a	400.1 \pm 7.3 ^a
6	ND	1.93 \pm 0.1 ^{ab}	81.1 \pm 4.6 ^{ab}	82.7 \pm 3.7 ^{ab}	125.7 \pm 8.0 ^a	400.6 \pm 8.2 ^a
7	ND	2.16 \pm 0.1 ^a	76.2 \pm 5.0 ^{ab}	85.0 \pm 3.7 ^{ab}	133.8 \pm 8.2 ^a	408.5 \pm 8.4 ^a
Época de parto (nacimiento)						
Lluvias	25.5 \pm 0.5 ^a	1.84 \pm 0.1 ^b	79.9 \pm 3.6 ^a	86.5 \pm 3.1 ^a	124.3 \pm 6.5 ^a	401.7 \pm 6.3 ^a
Secas	25.9 \pm 0.4 ^a	1.91 \pm 0.1 ^a	74.8 \pm 3.5 ^b	80.4 \pm 3.0 ^b	126.0 \pm 6.4 ^a	401.8 \pm 6.2 ^a
Nivel tecnológico						
Empresarial	25.2 \pm 0.8 ^a	2.04 \pm 0.2 ^a	63.8 \pm 6.2 ^b	75.7 \pm 5.5 ^b	119.3 \pm 11.5 ^a	396.7 \pm 11.1 ^a
Transición	26.1 \pm 0.3 ^a	1.72 \pm 0.1 ^a	90.8 \pm 2.7 ^a	91.1 \pm 2.3 ^a	131.0 \pm 4.9 ^a	406.9 \pm 4.9 ^a

Medias en la misma columna y efecto con distinta literal son diferentes ($p \leq 0.05$). ND: No determinado. ♦ Means in the same column and effect with different letters are different ($p \leq 0.05$). ND: Not determined.

Las vacas de primer parto presentaron más días ($p \leq 0.05$) al primer celo posparto (84.3 \pm 3.5 d) y primer servicio posparto (86.9 \pm 3.1 d) que las de tres y cuatro partos; estas últimas presentaron menos días de IPCP (73.8 \pm 3.7 y 71.0 \pm 3.8 d) e IPSP (81.7 \pm 3.1 y 79.8 \pm 3.2 d), lo que concuerda con los resultados reportados por González (2008), quien menciona que vacas de primer parto reciben su primer servicio posparto días más tarde que aquellas de tercero y cuarto.

El nivel tecnológico empresarial presentó menos ($p \leq 0.05$) días de IPCP e IPSP (63.8 \pm 6.2 y 75.7 \pm 5.5 d) que el de transición (90.8 \pm 2.7 y 91.1 \pm 2.3 d). Al respecto, Hillers *et al.* (1984) reportaron que factores relacionados con el manejo pueden influenciar directamente el comportamiento reproductivo del hato lechero, entre ellos: detección oportuna de celos, manejo adecuado del semen, técnicas de inseminación, sanidad, mejoramiento genético y alimentación de la vaca. De igual manera, Lane *et al.* (2013) indican que el comportamiento reproductivo es el resultado de la acción de diversos factores, por lo que Overton y Waldron (2004) señalan que es necesario lograr la nutrición óptima de la vaca, cuyos requerimientos

of the agribusinesses under study is good, because the productive life of the cow begins at an age close to that recommended by Nilforooshan and Edriss (2004), with shorter intervals to post-partum service and, as a result of this, less open days, factor that translates into less economic losses attributed to feeding costs, salubriousness and labor, primarily.

The cows of first labor presented more days ($p \leq 0.05$) at first post-partum heat (84.3 \pm 3.5 d) and first post-partum service (86.9 \pm 3.1 d) than those of three and four labors; the latter presented less days of IFPH (73.8 \pm 3.7 and 71.0 \pm 3.8 d), and IFPS (81.7 \pm 3.1 and 79.8 \pm 3.2 d), which agrees with the results reported by González (2008), who mentions that cows of first labor receive their first post-partum service days later than those of third and fourth labor.

The entrepreneurial technological level presented less days ($p \leq 0.05$) of IFPH and IFPS (63.8 \pm 6.2 and 75.7 \pm 5.5 d) than those of transition (90.8 \pm 2.7 and 91.1 \pm 2.3 d). In this regard, Hillers *et al.* (1984) reported that factors related to management could influence directly the reproductive behavior of the dairy herd, among them: timely detection of heats, adequate management of the semen, insemination techniques, salubriousness, genetic improvement,

varían según el estado fisiológico, además de satisfacer las demandas de nutrientes específicos en el periodo seco para prevenir trastornos metabólicos en el período perinatal; entonces, se puede considerar que el manejo nutricional de la vacas del sistema empresarial es más adecuado (tal vez no óptimo), al igual que el mejor manejo en la detección de calores que el de los de transición, pues tienen diferentes raciones de acuerdo con la etapa fisiológica de la vaca y están en confinamiento. Por lo tanto, presentan una mejor respuesta en la variable de IPSP.

Días abiertos (DA)

De acuerdo con lo presentado en el Cuadro 2, el nivel tecnológico empresarial presentó un promedio de 119.3 ± 11.5 días abiertos y de 131 ± 4.9 d para el de transición, sin haber diferencia estadística entre ellos. Ortiz *et al.* (2005) señalan un óptimo de 85 a 110 días abiertos, con cifras mayores a 140 d como indicadores de problemas en sistemas intensivos, lo cuales son valores similares a los óptimos reportados por Córdova *et al.* (2005) de 85 a 100 DA en un sistema estabulado. En este estudio se obtuvo un promedio general de 125 DA, indicando que las agroempresas tienen un adecuado periodo de DA. Las agroempresas con nivel tecnológico empresarial presentaron 11.7 DA en promedio, menos que las de transición, pero esta diferencia no fue significativa ($p \geq 0.059$).

Servicios por concepción (SPC)

El número de parto influyó en el de servicios por concepción (Cuadro 2); los SPC se incrementaron de manera gradual con la edad de las vacas. Para vacas de primer parto el número de servicios por concepción fue 1.68 ± 0.1 , menor que para las de siete o más (2.16 ± 0.1). Hillers *et al.* (1984) señalan que existen muchos factores que influyen en el comportamiento reproductivo de las vacas lecheras y que son de gran impacto en la fertilidad, entre ellos el número de parto y la edad; con respecto a este último, reportan que las de uno y dos partos tienen mejor porcentaje de concepción que las de tres o más.

Agroempresas con nivel tecnológico empresarial y de transición presentaron 2.04 ± 0.2 y 1.72 ± 0.1 SPC. Ortiz *et al.* (2005) señalan un óptimo menor a 1.7 SPC y como indicador de problemas reproductivos,

and diet of the cow. Likewise, Lane *et al.* (2013) indicate that the reproductive behavior is the result of the action of various factors, which is why Overton and Waldron (2004) mention that it is necessary to achieve the optimal nutrition of the cow, whose requirements vary according to the physiological status, in addition to satisfying the specific nutritional demands during the dry period to prevent metabolic disorders during the perinatal period; therefore, it can be considered that the nutritional management of the cows in the entrepreneurial system is more adequate (perhaps not optimal), and also that the better management in the detection of heats than in the transition systems, for they have different rations according to the physiological stage of the cow and they are confined. Therefore, they present a better response to the variable of IFPS.

Open days (OD)

According to what is shown in Table 2, the entrepreneurial technological level presented an average of 119.3 ± 11.5 open days and of 131 ± 4.9 d for the transition, without there being a statistical difference between them. Ortiz *et al.* (2005) point out an optimum of 85 to 110 open days, with figures over 140 d as indicators of problems in intensive systems, which are similar values to the optimum ones reported by Córdova *et al.* (2005) of 85 to 100 OD in a feedlot system. In this study, a general average of 125 OD was obtained, indicating that the agribusinesses have an adequate period of OD. The agribusinesses with entrepreneurial technological level presented 11.7 OD in average, less than in those of transition, but this difference was not significant ($p \geq 0.059$).

Services per conception (SPC)

The number of labor influenced the services per conception (Table 2); the SPC are increased gradually with the age of the cows. For the first partum cows the number of services per conception was 1.68 ± 0.1 , less than for those of seven or more (2.16 ± 0.1). Hillers *et al.* (1984) mention that there are many factors that influence the reproductive behavior of dairy cows and which have great impact on fertility, among them, the number of labor and the age; concerning the latter, they report that those

más de 2.5 SPC, por lo que las agroempresas en estudio se encuentran dentro del rango de valores aceptables.

En época de lluvias se dieron menos servicios por concepción que durante la de sequía, mientras que el IPCP e IPSP fueron menores para esta última. Maciel y Scandolo (2008) comentan que las lluvias intensas reducen la actividad estral y la manifestación de celos en climas con temperaturas ambientales mayores de 30 °C y lluvia; es tres veces menos notoria que en clima seco con temperaturas de 20 a 25 °C.

El hecho de que durante la época de secas se puedan observar mejor los signos de comportamiento estral influye en el comienzo temprano de la detección de celos e inseminación; dicho evento concuerda con los resultados encontrados en el presente estudio. Por otra parte, el que se dieran menos servicios por concepción durante la época de lluvias pudiese estar relacionado con el hecho de que en dicho periodo la calidad nutricional del forraje que se ofrece al ganado es mejor y, por lo tanto, la actividad reproductiva, pues es bien sabido que el comportamiento reproductivo se encuentra estrechamente asociado con el estatus nutricional.

Intervalo entre partos (IEP)

El nivel tecnológico no influyó ($p>0.05$) en el IEP, lo que coincide con lo reportado por Caldera (2003) en agroempresas con niveles tecnológicos bajo, medio y alto en la región de los Altos de Jalisco. En este análisis de las fuentes de variación incluidas solo el año de parto tuvo efecto en el IEP. Se encontró una media de 396.7 ± 11.1 d (13.22 meses) de IEP para los productores empresariales y de 406.9 ± 4.9 d (13.56 meses) para los de transición. Teyer *et al.* (2002) reportaron 15.6 meses de intervalo entre partos en sistemas lecheros especializados del sur de México. Córdova *et al.* (2005) mencionaron un óptimo de 12 meses de IEP en sistemas estabulados, muy similar al reportado en sistemas intensivos por Ortiz *et al.* (2005) de 12.5 a 13 meses, con 14 meses como indicador de problemas; sin embargo, en vacas con sistema de producción similar, Nebel (2003) registró un óptimo de 13.5 meses de IEP. De acuerdo con la literatura citada, las agroempresas estudiadas se encuentran dentro de los valores recomendados.

El promedio general de intervalo entre partos fue 401.8 días, similar a los 406.8 días reportado por Hare *et al.* (2006) para vacas Holstein en sistemas intensivos.

of one and two labors have a better percentage of conception than those of three or more.

Agribusinesses with entrepreneurial and transition technological level presented 2.04 ± 0.2 and 1.72 ± 0.1 SPC. Ortiz *et al.* (2005) point out an optimum under 1.7 SPC and as indicator of reproductive problems, more than 2.5 SPC, which is why the agribusinesses in study are found within the range of acceptable values.

During rainy season there were fewer services per conception than during the dry season, while the IFPH and IFPS were lower for the latter. Maciel and Scandolo (2008) mention that the intense rains reduce the estrum activity and the manifestation of heats in climates with environmental temperatures over 30 °C and rain; it is three times less notorious than in the dry climate with temperatures of 20 to 25 °C.

The fact that during the dry season the signs of estrum behavior can be observed better has an influence on the early start of the detection of heats and insemination; such an event agrees with the results found in this study. On the other hand, the fact that fewer services per conception take place during the rainy season could be related to the fact that in such a period the nutritional quality of the fodder that is offered to the cattle is better and, therefore, the reproductive activity also, for it is well-known that the reproductive behavior is closely associated to the nutritional status.

Interval between labors (IBL)

The technological level ($p>0.05$) did not influence the IBL, which agrees to what was reported by Caldera (2003) in agribusinesses with low, medium and high technological levels in the region of the Jalisco Highlands. In this analysis of the sources of variation included, only the year of labor had an effect on the IBL. A mean of 396.7 ± 11.1 d (13.22 months) of IBL was found for the entrepreneurial producers and of 406.9 ± 4.9 d (13.56 months) for the transition ones. Teyer *et al.* (2002) reported 15.6 months of interval between labors in specialized dairy systems from southern México. Córdova *et al.* (2005) mentioned an optimum of 12 months of IBL in feedlot systems, quite similar to that reported in intensive systems by Ortiz *et al.* (2005) of 12.5 to 13 months, with 14 months as indicator of problems; however, in cows with a similar production system,

Con base en los resultados obtenidos se identifica que solo existen diferencias en indicadores IPPC e IPPS, y que las vacas de las agroempresas del NT empresarial tienen un mejor comportamiento hasta antes de los 60 días después del parto, ya que presentan celo y son inseminadas más pronto. Sin embargo, estas diferencias no son tan importantes para tener un impacto en los indicadores de DA e IEP, ya que al final los animales de los diferentes NT tecnológicos tienen un comportamiento reproductivo similar.

De manera adicional, en futuros trabajos resulta importante analizar si la diferencia en inversión que se tiene en infraestructura y ganado es significativa en los dos niveles tecnológicos para tener más elementos para identificar el más rentable.

CONCLUSIONES

El nivel tecnológico empresarial presentó intervalos al primer celo posparto y al primer servicio posparto menores que el nivel tecnológico de transición.

No se encontraron diferencias significativas entre el nivel tecnológico de transición y empresarial para días abiertos, servicios por concepción, edad al primer parto e intervalo entre partos. Sin embargo, existe una tendencia a que los indicadores de las agroempresas del nivel empresarial sean mejores. Por lo anterior, sería recomendable continuar con la capacitación y asesoría en el manejo integral de las agroempresas.

La obtención de información de las agroempresas para la generación de indicadores de una de las regiones lecheras más importantes del país resulta interesante para considerarse en las políticas públicas para el desarrollo, así como para la docencia y la investigación.

LITERATURA CITADA

- Arbel, R., Y. Bigun, E. Ezra, H. Sturman, and D. Hojean. 2001. The effect of extended calving intervals in high lactating cows on milk production and profitability. *Journal of Dairy Science* 84: 600-608.
- Caldera N., N. A. 2003. Comportamiento de ganado Holstein en agroempresas de lechería familiar con diferente nivel tecnológico. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 62-75.
- Cathy, T.R., D. P. Berry, A. Fitzgerald, S. MacParland, E.J. Williams, S.T. Butler, A.R. Cromie, and D. Ryan. 2014. Risk factors associated with detailed reproductive phenotypes in dairy and beef cows. *Animal* 8(5): 695-703.
- Córdova I., A., M. S. Córdova J., C. A. Córdova J., y J. F. Pérez G. 2005. Comportamiento reproductivo de ganado lechero.

Nebel (2003) recorded an optimum of 13.5 months of IBL. According to the literature cited, the agribusinesses studied are within the recommended values.

The general average of interval between labors was 401.8 days, similar to the 406.8 days reported by Hare *et al.* (2006) for Holstein cows in intensive systems.

Based on the results obtained, it is identified that there are only differences in the IFPH and IFPS, and that the cows from agribusinesses of the entrepreneurial TL have a better behavior up until the 60 days after labor, since they present heat and are inseminated sooner. However, these differences are not as important to have an impact on the indicators of OD and IBL, since at the end the animals from different technological TLs have a similar reproductive behavior.

In addition, in future studies it is important to analyze whether the difference in investment that there is in infrastructure and livestock is significant in the two technological levels to have more elements to identify the most profitable one.

CONCLUSIONS

The entrepreneurial technological level presented intervals at first post-partum heat and at first post-partum service lower than the transition technological level.

No significant differences were found between the transition and entrepreneurial technological levels for open days, services per conception, age at first partum and intervals between labors. However, there is a tendency for indicators of the agribusinesses of the entrepreneurial level to be better. Because of this, it would be advisable to continue with the training and counsel in the integral management of the agribusinesses.

Obtaining information from the agribusinesses for the generation of indicators from one of the most important dairy regions of the country is interesting to be considered in the public policies for development, as well as for teaching and research.

- End of the English version -

Revista Electrónica de Veterinaria REDVET VI (7): 1-4.
De Jarnette, J. M., C. G. Sattler, C. E. Marshal, and R. L. Nebel. 2007. Voluntary waiting period management practices in

- dairy herds participating in a progeny test program. *Journal of Dairy Science* 90: 1073-1079.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005. Guía Metodológica para la Evaluación Estatal del Subprograma Investigación y Transferencia de Tecnología. Evaluación para la Alianza para el Campo. pp:13-15.
- Friggens, N.C., C Disenhaus, and H.V. Petit. 2010. Nutritional sub-fertility in the dairy cow: towards improved reproductive management through a better biological understanding. *Animal* 4(7):1197-1213.
- González O., B. 2008. Factores ambientales que afectan el comportamiento reproductivo de vacas Holstein. Posgrado en Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 89 p.
- Gröhn, Y. T., and P. J. Rajala-Schultz. 2000. Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Animal Reproduction Science* 60-61: 605-614.
- Hare, E., H. D. Norman, and J. R. Wright. 2006. Trends in calving ages and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States. *Journal of Dairy Science* 89: 365-370.
- Hillers, K. J., P. L. Senger, R. L. Darlington, and W. N. Fleming. 1984. Effects of production, season, age of cow, days dry and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herds. *Journal of Dairy Science* 67: 861-867.
- Kramer, C.Y. 1956. Extension of multiple range test to group means with unequal numbers of replications. *Biometrics*. 12: 307-310.
- Lane, E.A., M.A. Crowe, M.E. Beltman, and S.J. More. 2013. The influence of cow and management factor on reproductive performance of Irish seasonal calving dairy cows. *Animal Reproduction Science* 141:34-41.
- Linderroth, S. 2005. Don't cheat on your voluntary waiting period. *Dairy Herd Management* 42(2):32-35. <http://www.dairyherd.com>, consultado el 3 de marzo 2016.
- López L., C., R. Salcedo B., J. M. Salas G., D. Rivera M., M. González A., G. Aranda O., F. Magaña V., I. Márquez H., P. A. Martínez H., M. González A., y E. García P. 2007. Diagnóstico Integral del Sector Primario para el Desarrollo Sustentable del Estado de Oaxaca; bovinos productores de leche. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. 456 p.
- Lucy, M. C. 2003. Mechanisms linking nutrition and reproduction in postpartum cows. *Reproduction* (Cambridge, England) Supplement 61: 415-27.
- Maciel M., y D. Scandolo. 2008. Aspectos básicos del manejo reproductivo de vacas lecheras. In: Memoria del XXI Curso Internacional de Lechería para Profesionales de América Latina. 28 de abril al 16 de mayo. Santa Fe, Argentina. pp: 174-189.
- Marini, P. R., A. Charmandarian, y M. I. Oyarzabal. 2004. Producción intervalo parto-concepción en vacas lecheras de primer a quinta estación. *Revista Argentina de Producción Animal* 23(4): 165-171.
- Mariscal-Aguayo, D.V., H. Estrella-Quintero, R. Núñez-Domínguez, and G. Maldonado-García. 2012. Technological level of Holstein cattle herds in the West and North of Mexico. *Journal of Animal Science* 90(Suppl. 3)/*Journal of Dairy Science* 95(Suppl. 2):580-581.
- Medina C., M. 2003. Investigaciones en becerras y vaquillas lecheras, aplicaciones en México. In: Memoria de 19ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero. 19-21 de julio de 2003. México. pp: 17-27.
- Miller, R. H., H. D. Norman, M. T. Kuhn, J. S. Clay, and J. L. Huitchison. 2007. Voluntary waiting period and adoption of synchronized breeding in dairy herd improvement herds. *Journal of Dairy Science* 89: 365-370.
- Nebel, R. L. 2003. Claves para un programa de manejo reproductivo exitoso. In: Memorias de 19ª Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero. 19-21 de julio de 2003. pp: 71-81.
- Nilforooshan, M. A., and M. A. Edriss. 2004. Effect of age at first calving on some productive and longevity traits in Iranian Holsteins of the Isfahan province. *Journal of Dairy Science* 90: 1594-1606.
- Ortiz S., J. A., O. García T., y G. Morales T. 2005. Manual de manejo de bovinos productores de leche. Colegio de Posgraduados y Secretaría de la Reforma Agraria. México. 53 p.
- Overton, T.R., and M.R. Waldron. 2004. Nutritional management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. *Journal of Dairy Science* 87:105-119.
- Ramírez G., R., y J. C. Segura C. 1992. Comportamiento reproductivo de un hato de vacas Holstein en el noreste de México. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.lrrd.org/lrrd4/2/mexico.htm>, consultado el 07 de noviembre de 2014.
- Roche, J. F., D. MacKey, and M. D. Diskin. 2000. Reproductive management of postpartum cows. *Animal Reproduction Science* 60-61:703-712.
- Sartori, R., J. M. Haughian, R. D. Shaver, G. J. M. Rosa, and M. C. Wiltbank. 2004. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *Journal of Dairy Science* 87: 905-920.
- SAS (Statistical Analysis System). 2013. SAS-STAT 9.1 User's Guide. Vol. 1-7. SAS Institute Inc. Cary, N.C. 5180 p.
- Stewart, S., y P. Rapnicki. 2006. Altas productoras se cargan más tarde. *Órgano Oficial de Holstein de México*, A. C. 37: 11-14.
- 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 otro de doble propósito en el sureste de México. *Livestock Research for Rural Development* 14(4): 1-9.
- Vergara G., O., M. Cerón M., N. Hurtado L., E. Arboleda Z., J. Granada P., y C. Rúa B. 2008. Estimación de la heredabilidad del intervalo de partos en bovinos cruzados. *Revista MVZ Córdoba* 13(1): 1192-1196.