



# Producción de leche de vacas Holstein x Gyr en un sistema de doble propósito en el trópico

Jorge Alonso Peralta-Torres<sup>1</sup> ; Yuliana Izquierdo-Camacho<sup>1</sup>   
Víctor Hugo Severino-Lendecky<sup>2</sup> ; José Candelario Segura-Correa<sup>3\*</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México.

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Chiapas. Centro de Estudios Etnoagropecuarios, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Yucatán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Mérida, Yucatán, México.

\*Correspondencia: [jose.segura@correo.uady.mx](mailto:jose.segura@correo.uady.mx)

Recibido: Abril 2021; Aceptado: Noviembre 2021; Publicado: Diciembre 2021.

## RESUMEN

**Objetivo.** Determinar el efecto del grupo racial (GR), número de parto (NP) y época de parto sobre la duración de la lactancia (DL), la producción de leche por lactancia (PLL) y por día (PLD) de vacas de doble propósito (DP). **Material y métodos.** Se usaron los datos de 160 vacas Holstein x Gyr (0 a 75% Holstein) manejadas en un sistema de producción DP en el trópico húmedo de Chiapas, México. La información de DL se analizó mediante análisis de supervivencia, y la de PLL y PLD usando modelos lineales generales. El modelo incluyó los efectos de GR (0-25, 50 y 62.5-75% Holstein), NP y época de parto. **Resultados.** Las medias para LL, MPL, MPD fueron 219.3±39.6 días; 2125.1±568.7 kg; 9.66±1.96 kg, respectivamente. El GR y NP afectaron todas las variables. La razón de riesgo (HR) de 1.815 indica que las vacas 0-25% Holstein tuvieron mayor riesgo de terminar la lactancia antes que las vacas F1, con una DL similar al GR 62.5 a 75% Holstein. La HR fue mayor para las vacas que parieron en la época de nortes (HR = 1) que aquellas que parieron en las épocas seca y lluviosa (HR=0.448 y 0.446, respectivamente). El riesgo de que una vaca primípara se seque fue mayor (HR=2.198). El LL de vacas con 2 y ≥3 partos fue similar. **Conclusiones.** GR, NP y la época de parto afectaron la DL y PLL de vacas doble propósito.

**Palabras clave:** Análisis de sobrevivencia; época; número de parto; producción de leche; trópico húmedo (*Fuente CAB*).

## ABSTRACT

**Objective.** To determine the effect of breed group (BG), number of calving (NP) and season of calving on lactation length (LL), milk production per lactation (MPL) and per day (MPD) of dual-purpose (DP) cows. **Material and methods.** Data from 160 Holstein x Gyr cows (0 to 75% Holstein) managed in a DP production system in the humid tropics of Chiapas, Mexico were used. Information for LL was analyzed using survival analysis, and that for MPL and MPD by general linear models. The model included the effects of BG (0-25, 50 and 62.5-75% Holstein), NP and season of calving. **Results.** The means for LL, MPL, MPD were 219.3±39.6 days; 2125.1±568.7 kg; 9.66±1.96 kg, respectively.

### Como citar (Vancouver).

Peralta-Torres JA, Izquierdo-Camacho Y, Severino-Lendecky VH, Segura-Correa JC. Producción de leche de vacas Holstein x Gyr en un sistema de doble propósito en el trópico. Rev MVZ Córdoba. 2022; 27(1):e2359. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2359>



©El (los) autor (es) 2021. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

BG and NP affected all variables. The hazard ratio (HR) of 1.815 indicates that 0-25% Holstein cows had higher risk of being dry-off earlier than F1 cows, which had similar LL than 62.5 to 75% Holstein group. The HR was higher for cows calving in the windy-rainy season (HR=1) than those calving in the dry and rainy seasons (HR=0.448 and 0.446, respectively). The risk that a primiparous cow was dry-off was higher (HR=2.198). The LL of cows with 2 and  $\geq 3$  parities was similar. **Conclusions.** BG, NP and season of calving affected LL and milk yield of dual-purpose cows.

**Keywords:** Calving number; daily milk production; humid tropic; season; survival analysis (*Source CAB*).

## INTRODUCCIÓN

En México, la ganadería es una actividad importante en el sector agrícola, con más del 50% del territorio nacional dedicado a esta actividad. Las regiones tropicales de México ocupan el 25% del territorio nacional y tienen un gran potencial de desarrollo para la producción de carne y leche bovina, debido a sus abundantes recursos naturales. El trópico mexicano aporta el 39.6% de la carne del país y el 21,4% de la producción de leche del país (1,2). Además, aproximadamente el 60% de los 2.3 millones de vientres en México están involucradas en la producción de leche, siendo manejadas en sistemas de doble propósito utilizando vacas cebú cruzadas con toros Holstein o Suizo Pardo (2). El sistema de doble propósito se caracteriza por ser extensivo, donde los animales son alimentados con pastos nativos o introducidos y ocasionalmente complementados con subproductos agroindustriales (3,4,5).

El desempeño productivo del ganado en el sistema de doble propósito es pobre, con intervalos de partos de 15 meses, tasas de partos del 40 al 60%, producción diaria de leche entre 3.5 a 8 kg, lactancias de 800 a 1600 kg de leche y peso de los terneros de 160 kg al destete (1,4). Algunos estudios (6,7,8,9,10) informan sobre el efecto de diferentes factores ambientales y relacionados con la raza en la producción de leche en sistemas de doble propósito en condiciones tropicales subhúmedas, pero pocos de ellos en condiciones tropicales húmedas. Las condiciones tropicales húmedas y subhúmedas son diferentes, no sólo en las prácticas de manejo, sino también en la cantidad de lluvia, las diferencias estacionales y la cantidad y calidad de los pastos por mes del año. Además, los niveles de estrés y la cantidad de parásitos son diferentes. En términos generales, las vacas cruzadas parecen tener un mejor desempeño que las vacas *Bos taurus* o *Bos indicus* puras en clima tropical y un sistema de manejo extensivo, debido al estrés por calor y la presencia de enfermedades.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del grupo racial, la época de parto y el número de parto sobre la duración de la lactancia y la producción de leche de vacas de doble propósito manejadas en condiciones tropicales húmedas. Esto con el fin de generar información útil para que los ganaderos tomen mejores decisiones de manejo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Área y período de estudio.** Se realizó un estudio observacional retrospectivo con datos de noviembre de 2017 a febrero de 2019 en una unidad de producción ganadera ubicada en la carretera Juárez-Reforma kilómetro 10, Ría, Aldama, municipio de Juárez, Chiapas, México. Las coordenadas son 17°33'19.8" y 17°50'44.88" norte y 93°23'25.8" y 93°00'42.84" de latitud oeste, y a una altitud de 140 m sobre el nivel del mar. El clima es cálido-húmedo con temperatura y precipitación promedio de 26°C y 3000 mm, respectivamente (11). El tipo de suelo predominante es el luvisol con valores de pH entre 5.5 y 7.0.

**Animales y manejo.** Los animales eran principalmente vacas cruzadas Holstein x Gyr manejadas bajo pastoreo rotacional de *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria brizantha*, más 1 kg de un alimento comercial con 18% de proteína cruda (durante el ordeño), sal mineral tres veces por semana y agua *ad libitum*. El rancho estaba certificado en buenas prácticas de manejo para la producción de leche por SAGARPA-SENASICA. Las vacas eran ordeñadas con una máquina de ordeño mecánica (DeLaval®), una vez al día (04:00 a 07:00 horas) cada 14 días, después de la desinfección de ubres y con apoyo de terneros. Las vacas permanecían con los terneros durante las dos primeras semanas de vida, y posteriormente, estuvieron en lactancia restringida hasta el destete (240 días de edad). Los primeros 60 días de edad, a los terneros se les dejó un cuarto de ubre más

leche residual y luego sólo leche residual hasta el destete. Los terneros tenían libre acceso a pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) durante el día y 0.5 kg de alimento concentrado por animal por día. El manejo reproductivo fue por monta directa. La vacunación fue anual contra septicemia hemorrágica, carbunco sintomático y edema maligno.

Se utilizó la información de 160 vacas con registros completos de la duración de la lactancia (una lactancia por vaca) y 142 vacas con registros de producción de leche por lactancia registrados de noviembre de 2017 hasta febrero de 2019. Se eliminaron 19 datos del mismo número de vacas, debido a que la producción de leche se registró 28 días después del parto. La producción de leche se pesó cada 14 días y ese día se realizó la prueba de mastitis de California.

Las variables de interés fueron la duración de la lactancia (LL, días), la producción de leche por lactancia (MPL, kg) y por día (MLD, kg). La LL comprendió desde la fecha del parto hasta el final de la lactancia, y la producción de leche por día se calculó como MPL / LL. Los datos fueron explorados y analizados usando el paquete SAS (12). Según la prueba de Kolmogorov-Smirnov del procedimiento UNIVARIATE, los datos de LL (rango de 105 a 284 días) no tuvieron una distribución normal ( $p < 0.01$ ); por lo tanto, los datos se analizaron utilizando los procedimientos de evento-tiempo (días en lactancia-secado, respectivamente), LIFETEST y PHREG. El modelo fijo que describió la variable LL incluyó los efectos de grupo racial (0-25, 50, 62.5-75% Holstein; grupo de referencia 50% sangre Holstein), época de parto (seca, lluviosa y nortes) y número de parto (1,  $2 \geq 3$  vacas paridas). La época seca incluyó los meses de marzo, abril y mayo; la época lluviosa los meses de junio a octubre; y la época de nortes los meses de noviembre a febrero.

Los datos de MPL y MPD tuvieron distribución normal ( $p > 0.05$ ). Por tanto, los datos se analizaron mediante procedimientos GLM aplicando un modelo de efectos fijos similar al de LL. Se calcularon los coeficientes de correlación simple entre LL, MPL y MPD mediante el procedimiento CORR.

## RESULTADOS

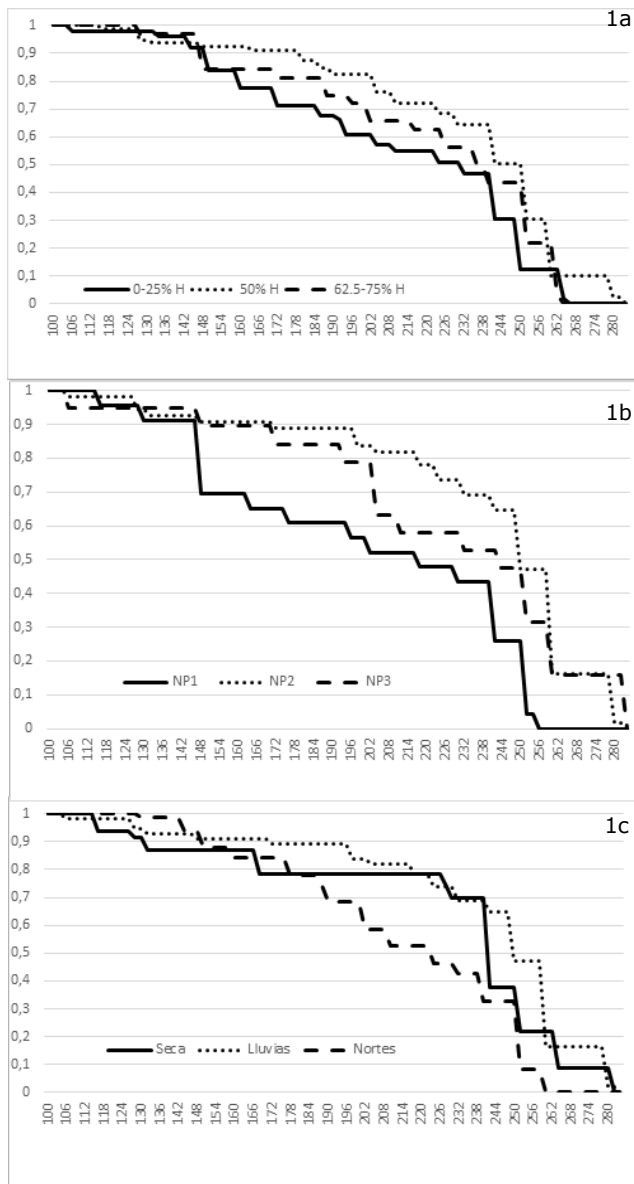
Las medias generales y las desviaciones estándares obtenidas para LL, MPL y MPD fueron  $219.3 \pm 39.6$  días,  $2125.1 \pm 568.7$  kg y  $9.66 \pm 1.96$  kg, respectivamente.

Las curvas de supervivencia por grupo de raza, época de parto y número de parto de las vacas se muestran en las figuras 1a, 1b y 1c, respectivamente. Los coeficientes de regresión de Cox y las razones de riesgo (HR) para LL se muestran en la tabla 1. La prueba de Wilcoxon proporcionada por el procedimiento LIFETEST y la prueba de Wald Chi-cuadrado dada por los procedimientos PHREG mostraron diferencias significativas de grupo de raza (0.0134 y 0.0107), época (0.0001 y 0.001) y número de parto para LL (0.0208 y 0.0024). El HR de 1.815 indica que las vacas con 0-25% de sangre Holstein tienen mayor riesgo de secarse antes que, las vacas con 50% o 62.5-75% de Holstein (HR=1 y HR=1.151, respectivamente). Esto indica un LL más largo para vacas Holstein F1 (50%) y 62.5-75%. De manera similar, las vacas que parieron en la época de nortes tuvieron un LL más corto que las que parieron en las épocas seca y de lluvias (HR=0.448 y 0.446, respectivamente). La posibilidad que una vaca se seque temprano y, en consecuencia, tenga una lactancia corta fue mayor en las vacas primíparas (HR=2.198) que en las multíparas (Tabla 1)(HR=0.659 para vacas con 2 partos y 1 para vacas con 3 o más partos). El LL para las vacas con 2 y 3 o más partos fueron similares. Esto también se aprecia en la figura 1.

**Tabla 1.** Coeficientes del modelo proporcional de Cox y razón de riesgos por grupo racial, época de parto y número de parto para el largo de lactancia de vacas de doble propósito Holstein x Gyr bajo condiciones tropicales húmedas en México.

Factor	Coefficiente + EE	Valor de P	Razón de riesgo
<b>Grupo racial</b>			
0-25	0.596±0.198	0.0026	1.815
50	0	-----	1
62.5-75	0.141±0.222	0.5275	1.151
<b>Época</b>			
Seca	-0.802±0.252	0.0015	0.448
Lluvias	-0.807±0.194	<0.0001	0.446
Nortes		-----	1
<b>Número de parto</b>			
1	0.788±0.255	0.0020	2.198
2	-0.417±0.270	0.1222	0.659
≥3	0	----	1

EE = error estándar



**Figure 1.** Probabilidad por grupo racial, número de parto (NP) y época de parto de que una vaca de doble propósito se seque bajo condiciones tropicales húmedas de México.

Con respecto a MPL y MPD, el grupo racial y el número de parto tuvieron un efecto significativo en esos rasgos. Sin embargo, la época de parto sólo tuvo efecto sobre MPL. MPL y MPD fueron menores en las vacas Holstein 0-25% (1785.0 kg y 8.59 kg, respectivamente) y para las vacas primíparas 1595.2 kg y 8.13 kg, respectivamente. La peor MPL se observó en la época de nortes (Tabla 2).

Se encontró una correlación positiva simple entre LL y MPL ( $r = 0.725^{**}$ ) y MPL y MPD ( $r=0.754^{**}$ ). La relación entre LL y MPD no fue significativa ( $r = 0.103$ ).

**Tabla 2.** Medias de mínimos cuadrados y errores estándares por grupo racial, número de parto y época de parto para producción de leche por lactancia (MPL) y por día (MPD) de vacas de doble propósito bajo condiciones tropicales húmedas de México.

Items	n	MPL (kg)	MPD (kg)
<b>Grupo racial</b>			
0-25	49	1785.0±98.5 <sup>a</sup>	8.59±0.37 <sup>a</sup>
50	79	2116.3±82.1 <sup>b</sup>	9.55±0.30 <sup>b</sup>
62.5-75	32	2313.2±112.4 <sup>b</sup>	10.46±0.41 <sup>c</sup>
<b>Epoca</b>			
Seca	23	2089.1±130.0 <sup>ab</sup>	9.15±0.49 <sup>a</sup>
Lluvias	55	2176.6±88.2 <sup>b</sup>	9.76±0.32 <sup>a</sup>
Nortes	82	1948.7±77.8 <sup>a</sup>	9.69±0.29 <sup>a</sup>
<b>Número de parto</b>			
1	23	1595.2±122.0 <sup>a</sup>	8.13±0.41 <sup>a</sup>
2	19	2374.4±141.5 <sup>b</sup>	10.51±0.49 <sup>b</sup>
≥3	118	2244.6±64.3 <sup>b</sup>	9.96±0.22 <sup>b</sup>

a,b,c columnas con letras diferentes difieren estadísticamente ( $p<0.05$ ).

## DISCUSIÓN

Se decidió utilizar procedimientos de eventos de tiempo (análisis de sobrevivencia) para determinar el efecto del grupo racial, número de partos y época sobre el LL de los datos de las vacas, ya que no mostraron distribución normal según la prueba de Komolgorov-Smirnov ( $p<0.001$ ). El uso del procedimiento GLM, que es el más utilizado en la literatura, puede dar diferente magnitud de la importancia del factor estudiado (información no mostrada). Todas las referencias aquí citadas, excepto la del presente estudio, utilizaron procedimientos GLM.

La media global de LL aquí obtenida (219.3 días) es similar a los 214 días reportados por Magaña-Monforte et al (13), y menor a los 255 y 225 días reportados por Hernández-Reyes et al (6) y Parra-Bracamonte et al (7), respectivamente. Sin embargo, es mayor a los 203 días reportados por Magaña et al (14). Todos estos trabajos se realizaron en condiciones tropicales subhúmedas (temperatura media y precipitaciones en torno a 26°C y 1.000 mm). Arce-Recinos et al (15) obtuvieron un LL de 237 días en condiciones tropicales húmedas de Tabasco, México (temperatura promedio y precipitación de 27.8°C y 3682 mm, respectivamente). En Brasil, trabajando con vacas Holstein x Gyr, manejadas con dos ordeños diarios, se alcanzó

un LL de 283.8 días (16). Asimismo, la media de LL obtenida aquí es menor a las medias de 326.7 y 305 días en vacas Holstein puras reportadas por Carbajal-Hernández et al (17) en condiciones tropicales húmedas y subhúmedas de México. Las diferencias en LL podrían atribuirse a grupos de razas y prácticas de manejo utilizadas en cada rancho y región.

La media global de MPL estimada para el rancho aquí estudiado (2125.1 kg) es superior a los valores de 1468 a 1862 kg reportados por otros autores en condiciones tropicales subhúmedas (6,7,13,14) y tropicales húmedas de México (1148 kg; Arce-Recinos et al (15)). De manera similar, la MPD aquí encontrada (9.66 kg) es mayor que las medias de 6.71, 5.81 y 4.84 kg reportadas por Magaña-Monforte (13), Parra-Bracamonte et al (7) y Arce-Recinos et al (15). Existen algunas diferencias principales entre los trópicos subhúmedos y los trópicos húmedos de México. Además de las diferencias de manejo, las regiones tropicales húmedas comúnmente tienen más lluvia por año (alrededor de 3000 mm) en comparación con las regiones tropicales subhúmedas (1000 mm). La presencia de enfermedades y parásitos también son factores importantes. Además, en los trópicos subhúmedos, la peor época del año suele ser la seca, debido a la escasez de pastos; mientras que en los trópicos húmedos de México la peor temporada es la de nortes, debido al lodo y los vientos fríos de lluvia presentes durante noviembre a febrero.

**Grupo racial.** Los grupos raciales aquí evaluados tuvieron efecto ( $p < 0.05$ ) sobre LL. Las vacas Holstein 0-25% tuvieron LL más corto en comparación con las vacas F1 y las vacas Holstein 62.5-75%, sin haber una diferencia significativa entre los dos últimos grupos de razas. Se obtuvieron resultados similares para vacas cruzadas de doble propósito mantenidas en condiciones tropicales húmedas (15) y tropicales subhúmedas (9,10,18). Arce-Recinos et al (15) observaron que el grupo con 62.5 a 75% de genes Holstein tenía LL más largos (260.3 días) en comparación con las vacas con 0-25 y 37.5-50% de sangre Holstein. La diferencia entre los resultados podría explicarse, en parte, porque Arce-Recinos et al (15) agruparon vacas F1 y 37.5% vacas Holstein. Parra-Bracamonte et al (7) encontraron también que las vacas BCS de grado bajo tenían LL más corto que las vacas de grado medio y alto; siendo similar el LL de los dos últimos grupos de razas.

Las MPL y MPD más bajas aquí observadas, concuerdan con los resultados de Parra-Bracamonte (7), quien encontró que las vacas *B. taurus* de grado bajo tenían una MPL más baja que las vacas *B. taurus* de grado alto, sin haber diferencias ( $p > 0.05$ ) con las vacas clasificadas de grado medio. Sin embargo, informaron que las vacas de grado medio tenían la media de MPD más alta. El mejor desempeño de vacas de grado medio en sistemas de doble propósito ha sido notificado en diferentes países (19,20). La superioridad de MPL de las vacas de grado medio aquí en comparación con las vacas de grado alto no dependía de LL porque tuvieron LL similar. Este estudio sugiere el uso de 50 a 75% de vacas Holstein en sistemas de producción de doble propósito. Sin embargo, cómo mantener poblaciones cruzadas sin perder productividad es un problema. Algunos autores han sugerido varias alternativas de reproducción (19,20).

El promedio de MPL aquí encontrado (2125.1 kg) es mayor que el obtenido (1148.2 kg) por Arce-Recinos et al (15) en vacas suplementadas con melaza-urea y un ordeño por día. También es más alto que el promedio de MPL reportado (1862 kg) en Yucatán, México por Hernández-Reyes et al (6) en vacas cruzadas *B. taurus* x *B. indicus* ordeñadas una vez al día y que recibieron 3 kg de alimento comercial (18% PC). En Veracruz, México, en animales cruzados, ordeñados dos veces al día, pastoreando en pastos mejorados y suplementados con 1 kg de alimento comercial (18% PC, 1.65 Mcal EM) por cada 3 kg de leche producida, se informó una alta producción de leche de 4961 kg (10). En Brasil, con animales cruzados Holstein-Gyr, ordeñados dos veces al día, con una dieta basada en pastos mejorados, más ensilado de maíz y alimento concentrado, Facó et al (18) reportaron 2865.2 kg de leche por lactancia. La introducción de genes de *B. taurus* a través del cruzamiento aumenta la producción de leche. Sin embargo, se observó una gran variación entre y dentro de los grupos raciales; afectados principalmente por el sistema de ordeño, el estado de salud, el tipo de alimentación y la cantidad y calidad de los pastos.

**Número de parto.** El número de parto afectó el LL de las vacas Holstein x Gyr aquí evaluadas. Las vacas primíparas tuvieron LL más cortos. Este resultado no concuerda con los de Magaña-Monforte et al (13), quienes no encontraron diferencias entre los números de parto de vacas; sin embargo, observaron una media de LL más corta (204 días) para las vacas primíparas que

para las vacas más viejas (rango de 214 a 242 días). Otros autores (6) no encontraron efecto del número de parto, pero las vacas primíparas siempre mostraron LL cortas. El LL corto esperado de las vacas primíparas se debe a que todavía están creciendo y el tracto reproductivo inmaduro limita la producción de leche.

El número de parto tuvo un efecto significativo sobre MPL y MPD (Tabla 2). Se observaron medias de MPL y MPD pobres para las vacas primíparas que, para las vacas más viejas, lo que concuerda con los resultados de otros autores (6,7) en el trópico subhúmedo mexicano. El bajo desempeño mostrado por las vacas primíparas se debe a que son más susceptibles a los efectos del estrés del primer parto y la primera lactancia (21). Además, utilizan parte de la energía consumida para el crecimiento y el desarrollo reproductivo hasta la madurez (tercer o cuarto parto). Al final del desarrollo reproductivo, la producción de leche de las vacas de primer parto se estabiliza, alcanzando su máxima producción, para luego disminuir a medida que las vacas envejecen (> 6 partos). La diferencia en los rasgos de producción de leche se atribuye en parte a un LL más corto para las vacas de primera paridad.

**Época de parto.** En este estudio, la época de parto tuvo efecto sobre el LL y MPL de las vacas cruzadas aquí evaluadas. Las vacas que parieron en la época de nortes tuvieron un LL más corto y produjeron menos MPL que las que parieron en las épocas seca y lluvias (Tablas 1 y 2). Magaña-Monforte et al (13) también reportaron diferencias en LL entre épocas, quienes obtuvieron medias más cortas para la época de lluvias (210 días) que para la época seca (228 días). Sin embargo, en la misma región subhúmeda Hernández-Reyes et al (6), y Arce-Recinos et al (15) en los trópicos húmedos no encontraron efecto de época sobre LL. Esto probablemente esté asociado al hecho de que las vacas que paren en las épocas seca y lluvias tienen abundante disponibilidad de pastos, no siendo el caso en la época de nortes cuando las áreas de los potreros se inundan.

El efecto de la época en los trópicos húmedos sobre la MPL es relevante debido a los efectos directos sobre la cantidad y calidad del forraje y la influencia de la temperatura y la humedad en los animales. La alimentación podría ayudar,

pero se debe considerar la reducción del estrés causado por la alta humedad y la lluvia y el viento constante. En este estudio, las vacas que parieron en la época de nortes produjeron 7.2 y 11.7% menos MPL que las vacas que parieron en las épocas seca y nortes, respectivamente (Tabla 2). Sin embargo, otras investigaciones (6) no encontraron diferencias significativas entre épocas en Yucatán, México. Se espera que las diferencias estacionales en la producción de leche se vean influenciadas por las prácticas de manejo de la alimentación en las regiones o hatos, así como por el tipo de clima tropical (subhúmedo o húmedo) y la disponibilidad de forraje (21).

La época de partos también tuvo un efecto en MPL, pero no en MPD como se ha informado (15). En las condiciones tropicales subhúmedas de México, algunos autores (6,7,13) encontraron diferencias entre la época de parto para MPL ( $p < 0.05$ ), pero los resultados, en la misma región, también difieren sobre cuál es la mejor época. Magaña-Monforte (13) reportó más MPL en la época de lluvias, contrario a lo observado por otros autores (6,7), quienes encontraron un mejor desempeño productivo para las vacas que parían en la época seca.

Se espera que el efecto de la época varíe si se proporciona un suplemento alimenticio, el período de tiempo dado y la calidad del suplemento. En el trópico subhúmedo, la baja producción de leche en la época seca podría estar asociada a estrés nutricional (falta de pastos de buena calidad). En adición, al contrario de lo que se ha encontrado en el trópico subhúmedo; en este estudio, el mayor estrés se espera que ocurra en la época de nortes, ya que aquí juegan un papel importante el lodo, las lloviznas y las bajas temperaturas, que afectan directamente el desempeño de producción de leche de las vacas de doble-propósito bajo condiciones tropicales húmedas.

En conclusión, el grupo de razas, la época de parto y el número de partos tuvieron efecto en LL y MPL de vacas de doble-propósito bajo condiciones tropicales húmedas. Hubo correlación simple positiva de LL con MPL y de MPL y MPD. Un mejor manejo del hato debe tener un fuerte impacto en la producción de leche de las vacas criadas en condiciones tropicales húmedas.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Lic. Ever Velasco Bernal propietario del Rancho "La Esperanza" por poner a disposición los datos para este estudio.

## Conflictos de interés

Los autores no tienen ningún conflicto de intereses en la publicación de este artículo.

## Contribución de los autores

Peralta-Torres JA e Izquierdo-Camacho Y, llevaron a cabo el diseño y ejecución del experimento; Severino-Lendechy VH participó en la recopilación de datos de campo. Segura-Correa JC participó en el análisis estadístico de los datos. Todos los autores revisaron y escribieron este artículo.

## REFERENCIAS

1. Magaña-Monforte JG, Ríos-Arjona G y Martínez-González JC. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales en México. Arch Latinoam Prod Anim. 2006; 14(3):105-114. <http://www.bioline.org.br/pdf?la06019>
2. Román-Ponce SI, Ruiz-López FJ, Montaldo HH, Rizzi R, Román-Ponce H. Efectos de cruzamiento para producción de leche y características de crecimiento en bovinos de doble propósito en el trópico húmedo. Rev Mex Cienc Pecu. 2013; 4(4):405-416. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/3197>
3. Aguilar-Pérez C, Ku-Vera J, Centurión-Castro F, Garnsworthy C P. Energy balance, milk production and reproduction in grazing crossbred cows in the tropics with and without cereal supplementation. Livest Sci. 2009; 122(2-3):227-233. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2008.09.004>
4. Rojo-Rubio R, Vázquez-Armijo JF, Pérez-Hernández P, Mendoza-Martínez GD, Salem AZM, Albarran-Portillo B, et al. Dual purpose cattle production in Mexico. Trop Anim Health Prod. 2009; 41(5):715-721. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8>
5. Tinoco-Magaña JC, Aguilar CF, Delgado R, Magaña JG, Ku JC, Herrera CJ. Effects of energy supplementation on productivity of dual-purpose cows grazing in a silvopastoral system in the tropics. Trop Anim Health Prod. 2012; 44(5):1073-1078. <https://doi.org/10.1007/s11250-011-0042-8>
6. Hernández-Reyes E, Segura-Correa VM, Segura-Correa JC, Osorio-Arce MM. Intervalo entre partos, duración de la lactancia y producción de leche en un hato de doble propósito en Yucatán, México. Agrociencia. 2000; 34(6):699-705. <http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2000/nov-dic/art-4.pdf>
7. Parra-Bracamonte GM, Magaña JG, Delgado R, Osorio M, Segura JC. Genetic and non-genetic effects on productive and reproductive traits of cows in dual purpose herds in Southeastern Mexico. Genet Mol Res. 2005; 4(3):482-490. <http://www.geneticsmr.com//year2005/vol4-3/pdf/gmr0111.pdf>
8. Vite-Cristobal C, López-Ordaz R, García-Muñiz JG, Ramírez-Valverde R, Ruíz-Flores A, López-Ordaz R. Milk yield and reproductive performance of supplemented dual-purpose cows grazing tropical forage. Vet Mex. 2007; 38(1):63-79. <http://www.medigraphic.com/pdfs/vetmex/vm-2007/vm071g.pdf>
9. López-Ordaz R, Vite CC, García JG, Martínez PA. Reproducción y producción de leche de vacas con distinta proporción de genes *Bos taurus*. Arch Zootec. 2009; 58(224):683-694. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/5058>
10. López Ordaz R, García Rejón R, García Muñiz JG, Ramírez Valverde R. Effect of *Bos taurus* genes percentage on milk yield in crossbred cows in the humid tropics of Mexico. Tec Pecu Mex. 2009; 47(4):435-448. <http://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Pecuarias/article/view/1663/1657>

11. INEGI. Banco de Indicadores. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: México; 2020. URL available in: <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?ag=07048>.
12. SAS. Statistics Software. SAS/Stat. Version 9.4 ed. Cary (NC) USA: SAS Institute Inc. 2012.
13. Magaña-Monforte JG, Luis-López E, Segura-Correa JC, Aké-López JR, Montes-Pérez RC, Aguilar-Pérez CF. Comportamiento productivo de vacas cruzadas en un sistema de doble propósito en Yucatán, México. *Livest Res Rural Develop*. 2016; 28:Article156. <http://www.lrrd.org/lrrd28/9/maga28156.html>
14. Magaña J, Tewolde A, Anderson S, Segura J. Productivity of different cow genetic groups in dual purpose cattle production systems in south-eastern Mexico. *Trop Anim Health Prod*. 2006; 38(7-8):583-591. <https://doi.org/10.1007/s11250-006-4247-1>
15. Arce-Recinos C, Aranda-Ibáñez EM Osorio-Arce MM, González- Garduño R, Díaz-Rivera P, Hinojosa-Cuellar JA. Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en un ható de doble propósito en Tabasco, México. *Rev Mex Cienc Pecu*. 2017; 8(1):83-91. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4347>
16. Mcmanus C, Teixeira AR, Talarico DL, Louvandini H, Bianchini OEM. Características productivas e reproductivas de vacas Holandesas e mestizas Holandes x Gir no Planalto Central. *Rev Brasil Zoot*. 2008; 37(5):819-823. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000500006>
17. Carvajal-Hernández M, Valencia-Heredia ER, Segura-Correa JC. Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Rev Biomed*. 2002; 13(1):25-31. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revbio/bio-2002/bio021d.pdf>
18. Facó O, Lôbo RNB, Martins FR, Melo LFA. Idade ao primeiro parto e intervalo de partos de cinco grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. *Rev Brasil Zoot*. 2005; 34(6):1920-1926. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000800010>
19. Madalena FE, Peixoto MGCD, Gibson J. Dairy cattle genetics and its applications in Brazil. *Livest Res Rural Develop*. 2012; 24(6):Article97. <http://www.lrrd.org/lrrd24/6/made24097.htm>
20. Galukande E, Mulindwa H, Wurzinger M, Roschinsky R, Mwai AO, Sölkner J. Cross-breeding cattle for milk production in the tropics: achievements, challenges and opportunities. *Anim Genet Resour*. 2013; 52:111-125. <https://doi.org/10.1017/S2078633612000471>
21. Amasaib EO, Fadel-Elseed AM, Mahala AG, Fadlilmoula AA. Seasonal and parity effects on some performance and reproductive characteristics of crossbred dairy cows raised under tropical conditions of the Sudan. *Livest Res Rural Develop*. 2011; 23(4):Article78. <http://www.lrrd.org/lrrd23/4/amas23078.htm>