



**ESTRATEGIAS DE MANEJO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD Y  
DESEMPEÑO REPRODUCTIVO EN BOVINOS DE DOBLE PROPÓSITO**

**[MANAGEMENT STRATEGIES TO MAKE BETTER PRODUCTIVITY AND  
REPRODUCTIVE PERFORMANCE IN DUAL PURPOSE CATTLE]**

**C. Luna Palomera<sup>§</sup>**

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco/ División Académica de Ciencias Agropecuarias, Villahermosa, Tabasco, México. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: (carlos.luna@ujat.mx).

**RESUMEN**

La desempeño productivo y reproductivo de los bovinos de doble propósito bajo condiciones tropicales depende de la combinación de varios factores, entre los que se destacan el nivel de alimentación asociado al nivel tecnológico, la calidad y disponibilidad de los nutrientes en el pasto asociado con el sistema de manejo, el genotipo del animal, así como factores medioambientales de cada región, entre otros. De esta manera la maximización de la producción en estos sistemas dependerá del grado de conocimiento del productor y/o profesional para combinar de manera estratégica, funcional e innovadora estos diferentes factores bajo las condiciones propias del sistema de producción. En este documento se plantean algunas estrategias de las cuales se tienen evidencia de que pueden contribuir de manera significativa a mejorar la productividad en estos sistemas de producción.

**Palabras clave:** Desempeño productivo, lechería tropical, nivel de encaste racial.

**ABSTRACT**

The productive and reproductive performance of dual-purpose cattle under tropical conditions depends on the combination of several factors, including the level of feeding associated with the technological level, the quality and availability of nutrients in the grass associated with the system of management, the genotype of the animal, as well as environmental factors of each region, among others. In this way the maximization of production in these systems will depend on the degree of knowledge of the farmer and / or professional to combine in a strategic, functional and innovative way these different factors under the conditions of the production system. In this document some strategies are proposed, of which there is evidence that they can contribute significantly to improving productivity in these production systems.

**Index words:** Crossbreeding level, productive performance tropical dairy.

**INTRODUCCIÓN**

En México, las regiones tropicales comprenden el 25% del territorio nacional, y los sistemas bovinos de doble propósito (SBDP) aportan el 18.3% de la producción nacional de leche (SIEA-



SAGARPA, 2016). La leche producida en estos sistemas es mayormente comercializada a nivel local, constituyendo una fuente importante de ingresos para las familias y liquidez de las unidades de producción pecuaria (UPP) (Luna-Palomera, 2004; Orante-Zebadúa *et al.*, 2014; Albarrán-Portillo *et al.*, 2015).

Estos sistemas de producción han sobrevivido por décadas a cambios en modos de vida y estrategias en políticas agropecuarias en el campo mexicano, lo cual habla del enorme arraigo de los productores a este sistema de vida (Rangel-Quintos, 2016). Esto se debe a que ofrece numerosas ventajas comparativas entre las que se mencionan:

1. Constituyen una fuente importante de ingresos para las familias y liquidez de las unidades de producción, con los cuales financian los gastos corrientes generados semanalmente.
2. Abundante disponibilidad de agua y suelo para la producción de forrajes y cultivos con el uso mínimo de productos agroindustriales, lo cual permite tener menores costos de producción por unidad de leche y carne.
3. Niveles de contaminación inferiores y condiciones de bienestar animal más adecuados en comparación con los sistemas intensivos.
4. Maximizar la producción con genotipos bien adaptados a las condiciones ambientales de los trópicos.
5. Excelente calidad nutricional y de ácidos grasos (CLA) en la leche, con oportunidad de acceder a nichos de mercados.

Sin embargo, por años también presentan enormes rezagos y desafíos para mejorar el desempeño productivo y reproductivo que poco se han logrado mejorar, entre los que se mencionan:

1. Deficiencias en los sistemas de crianza tradicional de becerros son criados de manera tradicional con la leche residual de la madre, donde es común tener bajas ganancias de pesos debido a la baja o nula complementación para su desarrollo.
2. Alta prevalencia de enfermedades parasitarias e infecciosas, lo cual retrasa el desarrollo o pueden causar mortalidad entre los terneros en el predestete.
3. Las hembras de reemplazo son recriadas en praderas generalmente de mala calidad con baja o nula complementación, por lo que la edad al primer servicio fértil se presenta en promedio después de los 30 meses de edad.
4. Cambios posparto caracterizados por alta movilización de grasa corporal, proteínas y minerales para satisfacer los requerimientos para producción de leche, que contribuyen a incrementar los días abiertos e intervalo entre partos.
5. Limitados aportes nutricionales de los forrajes tropicales por esquemas deficientes de pastoreo, lo cual finalmente refleja en el desempeño y estacionalidad productiva (producción total de leche, persistencia y duración de la lactancia) y reproductivo (días abiertos e intervalo entre parto).
6. Sistemas de cruzamiento entre razas *Bos Taurus* de diversas variedades genéticas con *Bos indicus*, pero sin un esquema de cruzamiento ordenado y definido, en ocasiones con problemas de adaptación a las condiciones ambientales que impone el trópico, lo cual añade variación a la producción de leche.



7. Niveles deficientes en el manejo sanitario de la ordeña, lo que resulta en leche con baja calidad sanitaria.

Por lo tanto, es importante implementar las estrategias de manejo que se han generado a través de estudios y desarrollo tecnológico a través de los años a fin de que impacten a corto plazo las características productivas y reproductivas de los sistemas de producción (Milián-Suazo *et al.*, 2016; Rangel-Quintos, 2016).

En este sentido es importante trabajar con el nivel de encaste que mejor desempeño productivo y reproductivo bajo diferentes esquemas de manejo y niveles tecnológicos en el medio ambiente tropical (temperatura, la humedad, el desplazamiento del aire, la radiación solar, la presión barométrica y la precipitación pluvial), además de considerar otros factores ambientales que puedan afectar la eficiencia productiva de los rebaños (López-Ordaz *et al.*, 1999; López-Ordaz *et al.*, 2010).

La mejora en el manejo y uso de tecnología para intensificar los sistemas de producción y su transformación a sistemas de lechería tropical, es una alternativa que puede ayudar hacer más eficientes y rentables los sistemas de producción. Estas innovaciones tecnológicas en el sistema incluyen hacer uso intensivo y eficiente de los recursos naturales para su transformación a carne y leche. Sin embargo, es importante valorar su desempeño a través de los años, las condiciones de manejo y grado de encaste racial que pueden favorecerlo (Rangel-Quintos, 2016).

El objetivo de este documento es contribuir en la recomendación de algunas estrategias a fin de mejorar el desempeño productivo y reproductivo en bovinos de doble propósito.

### **Estrategias para mejorar la productividad**

Mejora de las condiciones de crianza y manejo en el pre destete y pos destete: Una de las principales limitantes en los SBDP son los bajos pesos al destete derivado de carencia de una estrategia de crianza y sanidad. Se caracteriza por baja o escasa complementación alimenticia y criados con la leche residual, además existen enfermedades causadas por parásitos que presentan alta prevalencia y distribución y, que reducen la ganancia de peso, retardan el desarrollo y pueden causar la muerte de los terneros (Milián-Suazo *et al.*, 2016).

El sistema de crianza artificial bajo un contexto de lechería tropical especializada, como alternativa al sistema tradicional, los resultados son alentadores (Cuadro 1), con pesos a los 90 días que fluctúan entre los 90 y 100 kg, con ganancias diarias de peso entre 600 y 800 gr/d. Estos promedios encontrados son superiores a los reportados por Osorio-Arce y Segura-Correa (2008) para becerros de DP en el trópico húmedo de Tabasco, donde se reportan pesos de  $121.4 \pm 32.5$  kg a una edad promedio de 224 d. Por su parte, Teyer-Bobadilla *et al.* (2002) en un sistema especializado reportaron pesos de  $65.4 \pm 2.02$  kg a los 60 d de edad. Es importante hacer notar que existe una diferencia significativa entre sistemas de crianza artificial sin ayuda de la madre y de doble propósito con ayuda de la madre, ya que existe riesgo de infecciones gastrointestinales bajo el primer sistema sino se cuenta con la adecuada higiene, lo cual puede resultar en enfermedades gastrointestinales y altas mortalidades (Álvarez *et al.*, 1980).



Para la mayoría de los productores el mejoramiento del sistema de crianza tradicional con la ayuda de la madre es la mejor alternativa para favorecer el mejor desarrollo del becerro (Magaña *et al.*, 1996; Sandoval *et al.*, 1997) y desempeño del sistema de defensa ante las enfermedades, mejor desarrollo y aspectos de los terneros (Teyer-Bobadilla *et al.*, 2002) y contribuye a mejor cosecha de la leche y mejor salud de la glándula mamaria de la madre (Fröberg *et al.*, 2007; González-Sedano *et al.*, 2010). Sin embargo, las estrategias incluyen el uso de concentrado o alimento comercial en combinación con forraje y agua de buena calidad durante el desarrollo de los terneros acorde con sus requerimientos nutricionales, mejora significativamente a desarrollar el rumen y los hace menos dependiente de la alimentación de la madre (Coverdale *et al.*, 2004), y se destetan sin mayor estrés y pérdida de peso.

**Cuadro 1.** Desempeño productivo de becerros en crianza artificial bajo un sistema de lechería en el trópico.

Factores	PN (kg)	PA 90d (kg)	GPPD (kg)
Sexo			
Hembra	33.09 ± 0.31 <sup>b</sup>	100.59 ± 11.14 <sup>a</sup>	0.765 ± 0.12 <sup>a</sup>
Macho	34.65 ± 0.32 <sup>a</sup>	96.16 ± 13.38 <sup>a</sup>	0.729 ± 0.15 <sup>a</sup>
Encaste cría			
≤ 50% <i>Bos taurus</i>	33.46 ± 0.31 <sup>b</sup>	105.70 ± 11.31 <sup>a</sup>	0.822 ± 0.12 <sup>a</sup>
> 50% <i>Bos taurus</i>	34.28 ± 0.33 <sup>a</sup>	91.04 ± 13.87 <sup>a</sup>	0.673 ± 0.15 <sup>a</sup>
# de partos			
1	31.92 ± 0.35 <sup>b,d</sup>	101.61 ± 14.56 <sup>a</sup>	0.777 ± 0.16 <sup>a</sup>
2	33.82 ± 0.41 <sup>b,d</sup>	102.25 ± 18.65 <sup>a</sup>	0.817 ± 0.21 <sup>a</sup>
3	35.19 ± 0.49 <sup>a,c</sup>	91.06 ± 16.93 <sup>a</sup>	0.670 ± 0.19 <sup>a</sup>
4	33.49 ± 0.54 <sup>b,c</sup>	104.80 ± 25.78 <sup>a</sup>	0.837 ± 0.29 <sup>a</sup>
5	34.28 ± 0.62 <sup>a,c</sup>	87.82 ± 28.40 <sup>a</sup>	0.579 ± 0.32 <sup>a</sup>
≥ 6	34.74 ± 0.46 <sup>a,c</sup>	102.71 ± 24.90 <sup>a</sup>	0.804 ± 0.28 <sup>a</sup>
Época			
Lluvia	34.36 ± 0.49 <sup>a</sup>	92.94 ± 25.49 <sup>a</sup>	0.708 ± 0.28 <sup>a</sup>
Norte	34.02 ± 0.31 <sup>a</sup>	97.07 ± 13.18 <sup>a</sup>	0.716 ± 0.14 <sup>a</sup>
Seca	33.23 ± 0.34 <sup>b</sup>	105.12 ± 12.08 <sup>a</sup>	0.819 ± 0.13 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c, d</sup> Literales diferentes entre hileras para cada factor analizado denotan diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

Dentro de esta estrategia existe la posibilidad del uso o pastoreo de leguminosas forrajeras y arbustivas como alternativa durante la crianza, con la finalidad de disminuir el uso de concentrados y satisfacer los requerimientos nutricionales en el predestete y posdestete. En este sentido Álvarez *et al.* (1980) desde décadas pasadas reportaron pesos al destete promedio de 145 kg a los 6 meses y ganancias de peso promedio de 464 g/d y mortalidad promedio de 6% en la crianza de terneros bajo amamantamiento restringido, pastoreando en praderas bajo la asociación de forrajes tropicales con leguminosas (*Cynodon plestostachyus* (Bermuda Cross 1) y Estrella de África asociada con *Glycine wightii* cv. *tinaroo*, *Macroptillium atropurpureum* (Siratro), *Centrocema pubecens* (Centro), *Desmodium intortum* y *Stylosanthes guyanensis* cv Schofield. Saucedo *et al.* (1980) demostraron que con el aporten del 2.5% del peso vivo de *Leucaena leucocephala* obtuvieron ganancias promedio de 680 gr/d en becerros cruzas de HS o PS x C de 4 meses de edad.



En este sentido Arias-Chávez (1999) reporta resultados alentadores y competitivos en el desarrollo de becerros alimentados con dietas integrales con heno de Clitoria en comparación con el heno de alfalfa (Cuadros 2), demostrando con ello el potencial de esta leguminosa en las zonas tropicales.

Por otra parte, cada vez hay más estudios que documentan las ventajas de los sistemas silvopastoriles sobre los monocultivos de forrajes tropicales. En este sentido Paciullo *et al.* (2011) compararon el sistema silvopastoril contra monocultivo de pastos tropicales en vaquillas cruzadas Europeo x Cebú en épocas de lluvias y sequías encontrando ganancias de peso en época de lluvia de 665.7 gr/d vs. 567.3 gr/d y en época de sequías de 367.3 gr/d vs. 337 gr/d, a favor del sistema silvopastoril.

**Cuadro 2.** Cambio de peso Corporal y eficiencia alimenticia de becerros lactantes con heno de Clitoria o Alfalfa en dietas integrales.

Variables:	Heno de clitoria <sup>1</sup>	Heno de alfalfa <sup>2</sup>	EEM	DMS
Nº de animales,	11.0	11.0		
Peso corporal inicial, (kg)	37.8	38.0	0.7	ns
Peso corporal final, (kg)	104.7	110.3	1.1	ns
Ganancia de peso, (g/día)	743	803	43	ns
Perímetro torácico (cm)	103	105	1.6	ns
Altura a la cruz, (cm)	91.3	93.6	1.3	ns
Conversión alimenticia (consumo/ganancia)	1.87	1.66	0.1	ns
Eficiencia alimenticia, (ganancia/consumo)	550	650	48.0	ns
Temperatura rectal, °C	39.0	39.0	0.11	ns
Frecuencia respiratoria, respiraciones/minuto	37.5	39.6	4.09	ns
Costo por alimentación (\$ /animal/día) <sup>a</sup>	1.60	2.25		

<sup>1</sup> Concentrado basado en heno de clitoria. <sup>2</sup> Concentrado basado en heno de alfalfa.

<sup>a</sup> Comprende solo consumo de concentrado con costos de \$1.40 y 1.70/kg para T1 y T2, respectivamente.  
EEM = error estándar de la media. DMS = diferencia mínima significativa ns = (P>0.05).

El uso de una gran variedad de leguminosas como fuentes alternativas de sustitución parcial de concentrados en los sistemas de doble propósito es posible y viables bajo condiciones de trópico seco y húmedo en México (Villanueva-Ávalos *et al.*, 2002; Macedo *et al.*, 2015; Muir *et al.*, 2017). En estos sistemas se requiere maximizar las ganancias predestete, minimizar el estrés y pérdida de peso por efectos del destete.

### Edad al primer servicio fértil primer parto

En vaquillas de reemplazo se requiere una mayor ganancia de peso promedio anual en los sistemas de doble propósito o lechería tropical, ya que la aceleración en el crecimiento puede contribuir a una reducción en la edad de la primera concepción y, en consecuencia, del primer parto de las novillas.



En el Cuadro 3 Se presentan resultados de la edad al primer servicio fértil y edad al primer parto. La realidad en los sistemas de doble propósito en las regiones tropicales no dista de ser muy diferentes. Desde el punto de vista de eficiencia reproductiva los parámetros obtenidos no son los deseables debido a que las vaquillas en ambos casos se toma alrededor de 30 meses para que se gesten por primera vez y su primer parto se registra en alrededor de 40 meses. Estos parámetros están muy lejos del ideal y de los parámetros reportados en vaquillas Holstein en sistemas especializados de producción de leche en los que la edad al primer parto oscila entre 21 y 25 meses (Tozer y Heinrich, 2001), y como parámetro óptimo entre 23 y 24 meses (Heinrich, 1993); por lo que la edad al primer servicio fértil entre 12 y 16 meses de edad. No obstante, los parámetros encontrados son diametralmente mayores a los reportados por Román-Ponce *et al.* (1983) en ganado Holstein y Pardo suizo en condiciones tropicales de manejo con edades al primer parto de  $32.2 \pm 0.7$  y  $32.8 \pm 0.7$  meses respectivamente. Sin embargo, coincide con Padilla-Ramírez *et al.* (1984) quienes reportan edad a la primera concepción de  $29.1 \pm 8.53$  meses y edad al primer parto de  $38.4 \pm 6.93$  meses en vaquillas Holstein x Cebú.

**Cuadro 3.** Factores que afectan la edad al primer estro fértil y el primer parto en vaquillas Holstein x Cebú en el trópico.

Factores	Edad al primer servicio fértil (meses)	Edad al primer parto (meses)
Encaste materno		
≤ 50% Bos taurus	$29.88 \pm 1.10^a$	$40.79 \pm 1.02^a$
> 50% Bos taurus	$32.38 \pm 1.39^a$	$41.86 \pm 1.30^a$
Época		
Lluvia	$34.61 \pm 2.28^a$	$44.21 \pm 2.13^a$
Norte	$34.98 \pm 1.40^a$	$44.40 \pm 1.31^a$
Seca	$33.45 \pm 1.65^a$	$44.32 \pm 1.55^a$
Año		
1996	$31.14 \pm 2.97^{b,d,e}$	$39.63 \pm 2.79^{b,c,e}$
1997	$27.81 \pm 8.87^{b,d,f}$	$36.24 \pm 2.69^{b,d,f}$
1998	$38.30 \pm 2.33^{b,c,e}$	$47.80 \pm 2.18^{b,c,e}$
1999	$32.62 \pm 3.29^{b,c,e}$	$41.75 \pm 3.08^{b,c,e}$
2000	$31.06 \pm 2.72^{b,d,e}$	$38.79 \pm 2.55^{b,d,e}$
2001	$30.54 \pm 6.88^{b,c,e}$	$40.40 \pm 6.46^{b,c,e}$
2002	$24.60 \pm 5.00^{b,d,f}$	$45.10 \pm 4.69^{b,c,e}$
2003	$32.73 \pm 4.4^{b,c,e}$	$42.49 \pm 4.14^{b,c,e}$
2004	$41.10 \pm 4.52^{b,c}$	$48.34 \pm 4.24^{b,c}$
2005	$33.64 \pm 4.34^{b,c,e}$	$42.09 \pm 4.07^{b,c,e}$
2006	$32.94 \pm 4.00^{b,c,e}$	$40.42 \pm 3.75^{b,c,e}$
2007	$36.13 \pm 2.63^{b,c,f}$	$47.44 \pm 2.46^{b,c,f}$
2008	$34.26 \pm 2.53^{b,c,e}$	$43.37 \pm 2.37^{b,c,f}$
2009	$53.43 \pm 2.12^a$	$63.25 \pm 1.99^a$
2010	$34.78 \pm 2.39^{b,c,f}$	$45.35 \pm 2.21^{b,c,f}$
2011	$36.49 \pm 2.52^{b,c,f}$	$45.72 \pm 3.27^{b,c,f}$
2012	$39.84 \pm 2.92^{b,c,f}$	$49.18 \pm 2.73^{b,c,f}$
2013	$33.60 \pm 3.57^{b,c,e}$	$47.61 \pm 3.25^{b,c,f}$
2014	$39.45 \pm 2.70^{b,c,f}$	$49.10 \pm 2.47^{b,c,f}$
2015	$34.20 \pm 3.24^{b,c,e}$	$43.18 \pm 3.04^{b,c,e}$
2016	$22.61 \pm 5.88^{b,d,e}$	$33.27 \pm 5.51^{b,d,e}$



Los parámetros encontrados ponen en evidencia el hecho de que no se han procurado implementar estrategias y metas a nivel de rancho. No menos importantes son las acciones y políticas que se deben tomar en el sistema producto bovino en el trópico que contribuyan a mejorar el rezago en el desempeño reproductivo, y por lo tanto mejorar la rentabilidad de estos sistemas de producción. Por tanto, algunas estrategias que ya se ha demostrado que funcionan incluyen:

Incrementar la tasa de crecimiento a través de la complementación alimenticia posdestete de vaquillas para lograr una ganancia posdestete de al menos 500 g/d con la finalidad de que su primer estro fértil lo tengan entre los 18 y 22 meses. Se ha demostrado al menos en vaquillas Holstein que es posible disminuir costos de producción de reemplazos en un 18% cuando se logró disminuir en 5 meses la edad al primer parto (Tozer y Heinrich, 2001).

Uso inteligente del recurso forrajero asignando a las vaquillas en desarrollo a praderas de buena calidad; pastoreando el forraje en el momento cuando tienen la mayor disponibilidad de nutrientes y digestibilidad (Juárez-Lagunes *et al.*, 1999). Estas estrategias permitirían a corto y mediano plazo incrementar la productividad en el rebaño al alcanzar una edad óptima en la cual conviene gestar a las hembras sin comprometer su desempeño productivo y reproductivo de por vida (Ettema y Santos, 2004).

### **Producción de leche con animales adaptados a las condiciones tropicales**

La selección y uso de animales genéticamente adaptadas a las condiciones ambientales a partir de razas locales es una de las mejores alternativas a largo plazo (Nuñez-Domínguez *et al.*, 2005).

En este sentido se ha estudiado desde hace varios años el desempeño de vacas bajo diferentes niveles de encaste de Holstein x Cebú, la primera aporta las características de productividad y la segunda la rusticidad y resistencia. Los resultados han sido variables, muy relacionados al manejo, nivel tecnológico, la alimentación proporcionada y el medio ambiente (Anderson y Wadsworth, 1992; Magaña-Monforte *et al.*, 2006a; Magaña-Monforte *et al.*, 2006b). En el Cuadro 4 se observan algunos factores que añaden mayor variabilidad a la producción de leche, dentro de los que se encuentran los efectos de grupo racial o nivel de encaste, así como la época y año de parto de una unidad producción en el trópico húmedo en el estado de Tabasco, México.

Este es un ejemplo que demuestra que bajo condiciones de trópico aportando minerales de buena calidad biológica, un sistema de pastoreo rotacional donde el pastoreo se hace en el momento de mayor relación tallo-hoja (mayor digestibilidad y disponibilidad de nutrientes), proporcionando dos kilogramos de concentrado al día (18 % de PC y 3 Mcal/kg de EM) se pueden obtener niveles de producción que sobrepasa los 3000 kg de leche por lactancia.

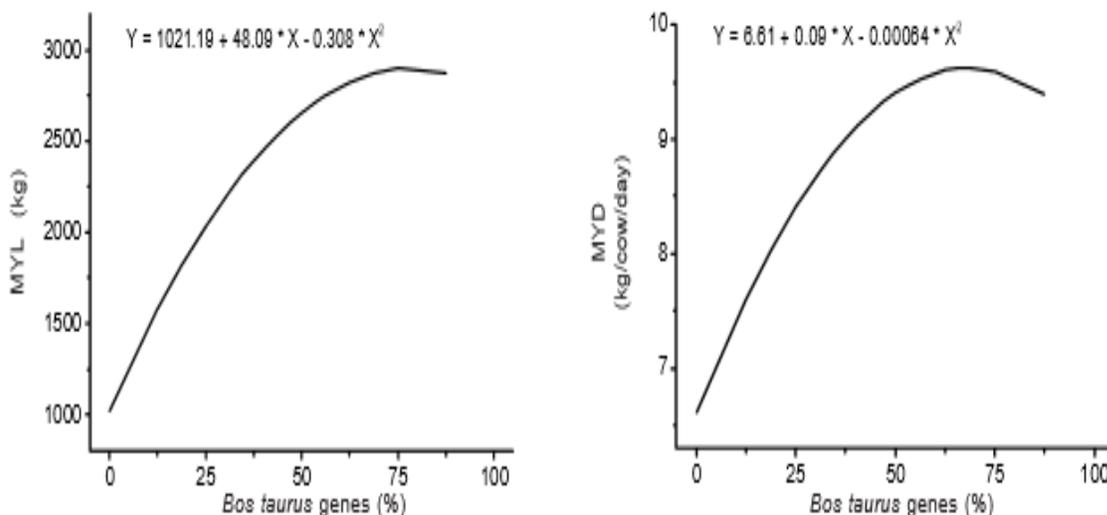


**Cuadro 4.** Producción de leche en vacas Holstein x Cebú bajo un sistema de lechería en el trópico.

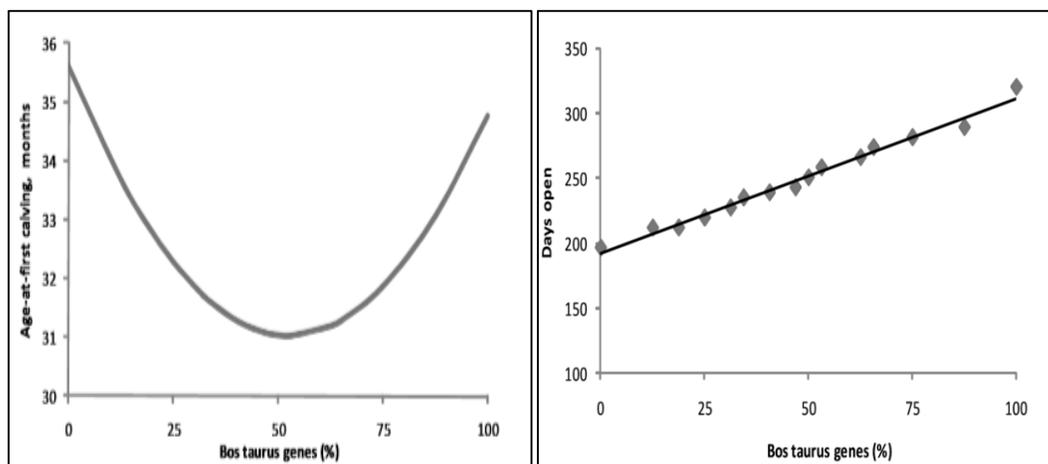
Factores	DL (kg)	PDL (kg)	PLA 280d (kg)	PLDI (kg/d)
Nivel de encaste materno				
≤ 50% Bt	252.43 ± 6.35 <sup>a</sup>	7.55 ± 0.14 <sup>b</sup>	2114.87 ± 41.40 <sup>b</sup>	4.90 ± 0.22 <sup>a</sup>
> 50% Bt	265.75 ± 10.09 <sup>a</sup>	8.12 ± 0.23 <sup>a</sup>	2274.25 ± 66.15 <sup>a</sup>	5.58 ± 0.36 <sup>a</sup>
Época de parto				
Lluvia	261.57 ± 12.00 <sup>a</sup>	7.59 ± 0.28 <sup>a</sup>	2127.16 ± 79.86 <sup>a</sup>	5.02 ± 0.39 <sup>a</sup>
Norte	256.29 ± 7.66 <sup>a</sup>	7.78 ± 0.17 <sup>a</sup>	2179.79 ± 49.00 <sup>a</sup>	5.28 ± 0.27 <sup>a</sup>
Seca	259.41 ± 8.30 <sup>a</sup>	8.13 ± 0.19 <sup>a</sup>	2276.73 ± 53.62 <sup>a</sup>	5.42 ± 0.29 <sup>a</sup>
Año de parto				
1998	443.57 ± 74.63 <sup>a</sup>	4.36 ± 1.64 <sup>b,d</sup>	1222.47 ± 459.50 <sup>b</sup>	4.75 ± 2.22 <sup>a,c</sup>
1999	261.25 ± 27.34 <sup>b,c</sup>	6.53 ± 0.60 <sup>b,d</sup>	1828.81 ± 168.75 <sup>b</sup>	5.39 ± 0.76 <sup>b,c</sup>
2000	356.96 ± 23.37 <sup>a</sup>	7.03 ± 0.52 <sup>b,d</sup>	1969.72 ± 146.69 <sup>b</sup>	5.72 ± 0.66 <sup>b,d</sup>
2001	265.46 ± 22.61 <sup>b,c</sup>	9.94 ± 0.49 <sup>a,c</sup>	2784.93 ± 139.62 <sup>b,c</sup>	8.45 ± 0.68 <sup>a</sup>
2002	280.41 ± 15.60 <sup>b,c</sup>	9.58 ± 0.34 <sup>b,c</sup>	2682.50 ± 97.24 <sup>b,c</sup>	7.03 ± 0.47 <sup>b,d</sup>
2003	323.89 ± 14.68 <sup>a</sup>	9.66 ± 0.32 <sup>b,c</sup>	2705.45 ± 91.78 <sup>b,c</sup>	6.50 ± 0.45 <sup>b,c</sup>
2004	283.75 ± 16.27 <sup>b</sup>	9.90 ± 0.36 <sup>b,c</sup>	2772.91 ± 101.53 <sup>b,c</sup>	8.06 ± 0.49 <sup>a,d</sup>
2005	235.79 ± 16.31 <sup>b,c</sup>	10.20 ± 0.36 <sup>b,c</sup>	2858.21 ± 101.97 <sup>b,c</sup>	6.82 ± 0.53 <sup>b,c</sup>
2006	242.10 ± 18.06 <sup>b,c</sup>	11.45 ± 0.40 <sup>a</sup>	3207.50 ± 113.11 <sup>a</sup>	6.82 ± 0.51 <sup>b,c</sup>
2007	257.32 ± 17.99 <sup>b,c</sup>	10.30 ± 0.40 <sup>b</sup>	2884.68 ± 112.32 <sup>b,d</sup>	6.00 ± 0.52 <sup>b,c</sup>
2008	258.95 ± 20.49 <sup>b,c</sup>	8.84 ± 0.46 <sup>b,c</sup>	2477.28 ± 129.63 <sup>b,d</sup>	5.43 ± 0.58 <sup>b,d</sup>
2009	266.25 ± 18.35 <sup>b,c</sup>	9.50 ± 0.41 <sup>b</sup>	2660.65 ± 116.55 <sup>b,c</sup>	5.23 ± 0.49 <sup>b,d</sup>
2010	251.27 ± 17.45 <sup>b,c</sup>	8.10 ± 0.40 <sup>b,d</sup>	2269.23 ± 111.56 <sup>b,d</sup>	4.82 ± 0.49 <sup>b,d</sup>
2011	275.09 ± 17.28 <sup>b</sup>	8.20 ± 0.38 <sup>b,d</sup>	2296.35 ± 107.66 <sup>b,d</sup>	5.12 ± 0.52 <sup>b,d</sup>
2012	242.96 ± 17.29 <sup>b</sup>	8.40 ± 0.39 <sup>b,d</sup>	2351.50 ± 108.98 <sup>b,d</sup>	5.43 ± 0.48 <sup>b,d</sup>
2013	210.62 ± 14.24 <sup>b,d</sup>	7.62 ± 0.33 <sup>b,d</sup>	2135.56 ± 92.64 <sup>b,d</sup>	4.00 ± 0.40 <sup>b,d</sup>
2014	140.57 ± 15.18 <sup>b,d</sup>	4.36 ± 0.40 <sup>b,d</sup>	1223.53 ± 112.16 <sup>b,d</sup>	1.69 ± 0.49 <sup>b,d</sup>
2015	163.43 ± 13.19 <sup>b,d</sup>	2.37 ± 0.35 <sup>b,d</sup>	665.20 ± 100.73 <sup>b,d</sup>	1.01 ± 0.61 <sup>b,d</sup>
2016	163.10 ± 20.84 <sup>b</sup>	2.50 ± 0.71 <sup>b,d</sup>	700.14 ± 200.86 <sup>b,d</sup>	1.27 ± 0.87 <sup>b,d</sup>

**DL**= duración de la lactancia; **PDL**= Producción diaria de leche; **PLA 280d**= Producción de leche ajustada a 280 días; **PLDI**= producción de leche por día interparto.

Con datos de esta misma unidad de producción se han publicado trabajos (López-Ordaz *et al.*, 2009; López-Ordaz, *et al.*, 2010) en los que se ha determinado que bajo las condiciones de trópico húmedo los niveles de mejor desempeño productivo y reproductivo se obtienen con vacas entre los niveles de encaste racial de 3/8, 1/2, y 5/8 Holstein x Cebú (Figura 1 y 2). Los extremos con animales puros o con muy altos niveles de encaste tanto de Cebú o de Holstein tienden registrar un menor desempeño productivo y reproductivo.



**Figura 1.** Efecto del porcentaje de genes *B. taurus* en la producción total de leche por lactancia y producción diaria de vacas cruzadas *B. taurus X B. indicus* desde 100% puras hasta 7/8Bt:1/8Bi en el trópico húmedo de Centro, Rancho La Carolina



**Figura 2.** Efecto del porcentaje de genes *B. taurus* la edad al primer parto y días abiertos de vacas 100% puras ó cruzadas *B. taurus X B. indicus* en el trópico húmedo, RLC.

### Frecuencia y rutina de ordeño

Se ha demostrado que dos ordeñas son mejor que una, y tres mejor que dos en vacas (Lollivier *et al.*, 2001), por lo que el efecto del correcto vaciado de la ubre y las frecuencias adecuadas con que se realiza el ordeño afectan la producción por lactancia de manera positiva.

Por otra parte, las concentraciones circulantes de OT en vacas lecheras dependen del estímulo a que se someten, las que amamantan alcanzan niveles mayores que aquellas que son ordeñadas a



mano y, éstas que aquellas que son ordeñadas mecánicamente. Las vacas que reciben alimento durante la ordeña muestran concentraciones circulantes de OT mayores comparadas con las que no lo reciben (Uvnäs-Moberg *et al.*, 2001). Aunque aún existe cierta controversia, la información existente indica que las ventajas de mejorar la extracción de leche e incrementar la frecuencia con que se ordeña, no sólo aumenta la producción por lactancia por el efecto mecánico para la eyeción de la leche que desencadena la OT, sino que además esta hormona propicia el mantenimiento del epitelio secretor (Stefanon *et al.*, 2002).

Los mecanismos de autorregulación de la glándula mamaria para ajustar la producción de leche a las demandas de las crías, se han asociado con una glicoproteína que es secretada junto con la leche y que aparentemente ejerce un efecto local a nivel del alvéolo, para reducir la síntesis de lactosa y de las proteínas de la leche. Un efecto adicional de esa glicoproteína es la reducción del número de receptores para prolactina (PRL), con lo que se bloquea la acción antiapoptótica de esta hormona, y sin su acción se reduce la población de células secretoras que mueren por apoptosis (Stefanon *et al.*, 2002). En rumiantes, el número de células secretoras de leche disminuye gradualmente en forma natural mediante apoptosis conforme avanza la lactancia, pero se ha observado que la tasa de destrucción de esas células puede ser modificada por la frecuencia de la ordeña y una nutrición adecuada (Li *et al.*, 1999; Stefanon *et al.*, 2002), con lo que se puede cambiar la persistencia de la lactancia. La OT está en medio de estas acciones, y se ha demostrado un efecto directo en la diferenciación y proliferación de células de la glándula mamaria (Sapino *et al.*, 1993). Probablemente por eso Ballou *et al.* (1993) sugieren que la administración de OT en vacas mejora la producción no sólo por la obtención de la leche residual, sino que además hay un aumento real de síntesis de leche a través de la proliferación celular. Estos efectos también se han observado bajo condiciones de trópico bajo ordeño manual y mecánico, como se demuestra en el Cuadro 4 que incluyen grupos de vacas a las que se aplicó o no OT (Luna Palomera, 2006).

**Cuadro 4.** Medias ( $\pm$  EE) para cosecha de leche y ganancia de peso de crías de vacas de doble propósito bajo tres diferentes localidades que incluyeron o no oxitocina.

Localidad	Cosecha de leche (kg/d)		Ganancia diaria de peso CRÍA (g/d)	
	OT	S/OT	OT	S/OT
RLR	8.46 $\pm$ 0.9 <sup>a</sup>	4.28 $\pm$ 1.0 <sup>b</sup>	381.53 $\pm$ 65 <sup>a</sup>	325.24 $\pm$ 69 <sup>a</sup>
RLP	4.07 $\pm$ 0.3 <sup>a1</sup>	2.73 $\pm$ 0.3 <sup>b2</sup>	252.00 $\pm$ 55 <sup>a</sup>	333.22 $\pm$ 55 <sup>a</sup>
RLI	8.58 $\pm$ 0.8 <sup>a</sup>	5.48 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>	561.67 $\pm$ 48 <sup>a</sup>	719.46 $\pm$ 48 <sup>b</sup>

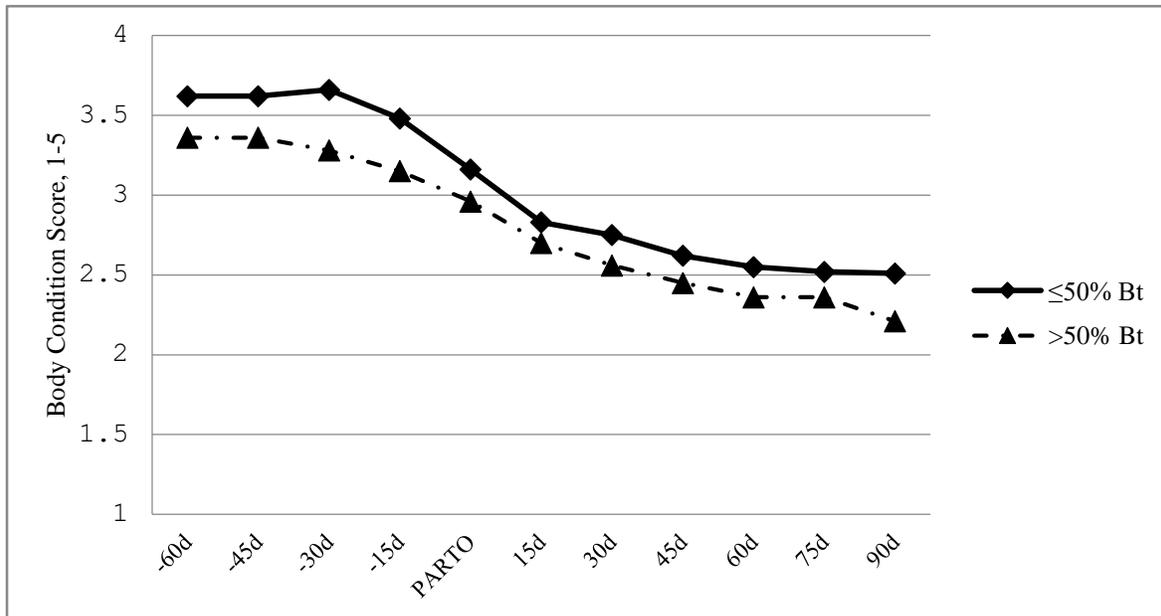
<sup>a, b</sup> Medias con literales diferentes dentro de columnas son diferentes ( $p < 0.01$ ); RLR= rancho Los Rejones, RLP= rancho Las Palmas, RLI= rancho La Isla.

### Complementación estratégica en el parto y posparto

La estimación de la condición corporal es una herramienta útil que consiste en la apreciación y palpación de la cobertura de grasa subcutánea depositada en la región de la pelvis (apófisis espinosa y transversa). La evaluación de la condición corporal antes y después del parto, permitirá elaborar programas estratégicos de complementación alimenticia principalmente en periodos de baja disponibilidad de forrajes (Villa-Godoy y Villagómez, 2000).



La Figura 3 ilustra la realidad de los que sucede en el trópico de México. La pérdida de condición corporal en los primeros días posparto es significativa y se establece en más de un punto (escala de 1 a 5), lo cual se traduce en retraso en el reinicio de la actividad ovárica, días abiertos, intervalo entre partos y por consiguiente la producción de leche por día interparto disminuye significativamente, lo cual impacta negativamente la productividad de carne y leche en los rebaños.



**Figura 3.** Cambios en la condición corporal en el preparto y posparto de vacas cruzadas *Bos taurus x Bos indicus* bajo lechería tropical.

Por otra parte, con la tecnificación de los sistemas de producción en el trópico mexicano observado desde el año 2000, lo cual incluye la mecanización de la ordeña, se han incorporado al sistema de producción prácticas tales como la aplicación de OT para mejorar la cosecha de leche. La aplicación de OT incrementa la cosecha de leche bajo condiciones de ordeña manual o mecánica en vacas cruzadas de *Bos taurus x Bos indicus*. Es importante considerar que cambios en el manejo donde se estimula la síntesis y se mejora la cosecha de leche, sino se consideran la complementación adicional para esta demanda, se puede afectar negativamente la condición corporal de la vaca (Figura 4), la ganancia de peso y el desarrollo de las crías. Por lo que se debe poner atención especial si lo que también se busca es mejorar la tasa de destetes, becerros sanos y con pesos al destete adecuados (Luna Palomera, 2006).

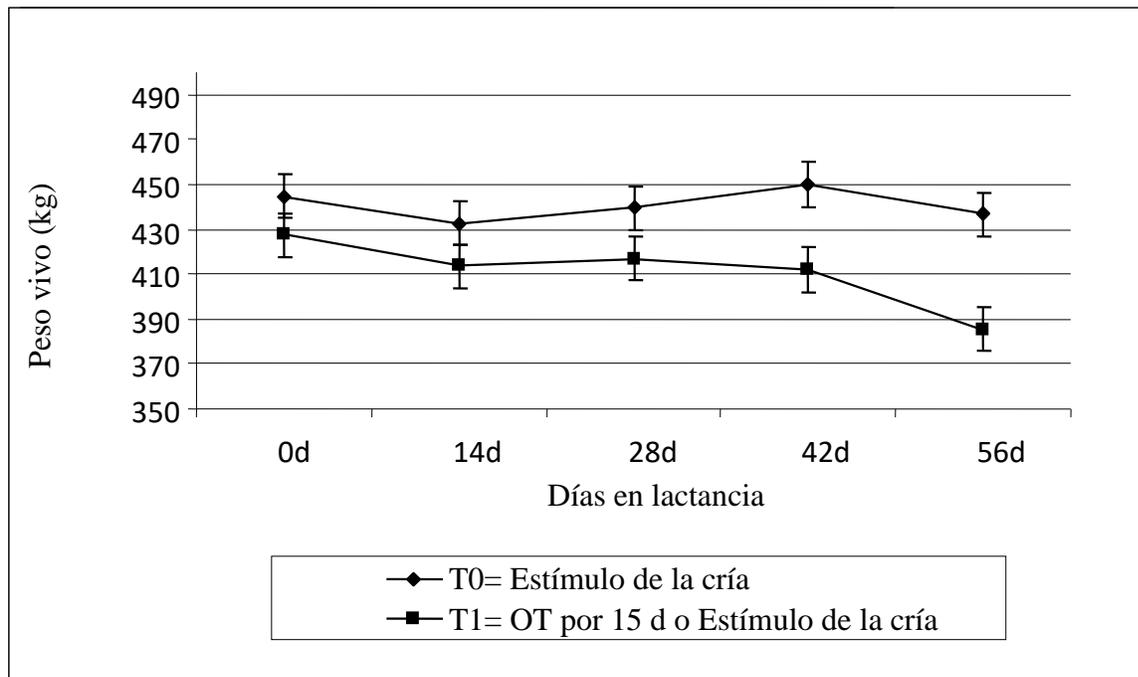
### Calidad y composición de la leche

El consumidor demanda alimentos inocuos y libres de enfermedades de transmisión alimentaria. Sin embargo, debido a las características del medio ambiente y los procesos de producción bajo sistemas tradicionales, la leche presenta riesgos de contaminación y multiplicación de microorganismos, alteración y contaminación físico-química, factores que influyen negativamente sobre la calidad higiénica y nutricional del producto así como la salud pública, lo cual es costoso y



puede influir negativamente en la confianza de los consumidores (Ávila *et al.*, 2002; Senasica-SAGARPA, 2009).

Las Normas Oficiales Mexicanas establecen las características de calidad y manejo de la leche a fin de obtener un producto inocuo, y reducir riesgos de transmisión de enfermedades. En el mismo sentido la SAGARPA a través el SENASICA ha puesto al alcance un manual de buena practicas pecuarias de producción de leche bovina bajo el marco de Ley Federal de Sanidad Animal se establecen las disposiciones aplicables al cumplimiento de las Buenas Prácticas Pecuarias (Senasica-SAGARPA, 2009). Este conjunto de prácticas (Cuadro 5) incluyen procedimientos, condiciones y controles que se aplican en las unidades de producción, entre otras incluyen aspectos de carácter físico, químico y biológico durante la ordeña considerados en las Normas Oficiales Mexicanas a fin de obtener un producto inocuo (Senasica-SAGARPA, 2009).



\*\*\*  $P < 0.01$

**Figura 4.** Cambio en el peso vivo de vacas de doble propósito que recibieron OT o Estímulo de la cría, rancho La Isla. (T0= estímulo de la cría o T1= 10 UI de OT/d del día 1 al 14 y del 28 al 42 o estímulo de la cría del día 14 al 28 y del 42 al 56).



**Cuadro 5.** Especificaciones para calidad sanitaria de la leche cruda y pasteurizada según NMX y NOM

Especificaciones para la leche cruda de vaca según NMX-F-700- COFOCALEC-2004	
Densidad A 15°C g/mL	1.0295 Mínimo
Acidez (como ácido láctico) g/l	1.3 a 1.6
Alcohol	Negativa
Bacterias mesófilas aerobias UFC mL <sup>-1</sup> en leche cruda según NMX-F-700- COFOCALEC-2004	
Clase 1	< 100,000
Clase 2	101,000 A 300,000
Clase 3	301,000 A 599,000
Clase 4	600,000 A 1'200,000
Especificaciones para leche pasteurizada de vaca según NOM-091-SSA1-1994	
Materia extraña	Libre
Mesófilos aerobios	30,000
Coliformes totales	10
<i>Salmonella ssp</i> en 25 ml	Ausente
<i>Staphylococcus aureus</i> en 25 ml	Ausente

La implementación de este sistema de prácticas contribuye a disminuir el número de UFC mL<sup>-1</sup> de mesófilos aerobios, coliformes, *Salmonella ssp.*, y *Staphylococcus aureus*, y con ello los riesgos de enfermedades entre animales y a los humanos, principalmente (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Pruebas de plataforma e indicadores de microorganismos en la calidad de la leche cruda en sistemas de doble propósito bajo un programa de buenas prácticas sanitarias y de manejo.

Variable	Antes del programa	Después del programa	P-value
Densidad (g mL <sup>-1</sup> )	1.03 ± 0.0006	1.03 ± 0.0006	0.97
pH, grados Dornie (°D)	6.73 ± 0.04	6.80 ± 0.04	0.30
Acidez (g l <sup>-1</sup> )	1.32 ± 0.05	1.42 ± 0.04	0.03
Alcoholes positivos (%)	15.0 (6/40)	15.0 (6/40)	0.97
Materia extraña (%)	100 (40/40)	50.0 (20/40)	<0.05
Mesófilos aeróbicos ln (CFU+1)	13.40 ± 0.47 (660,003.2)	11.97 ± 0.47 (157,944.7)	0.009
Coliformes ln (CFU+1)	7.18 ± 0.76 (1312.90)	4.33 ± 0.76 (75.94)	0.006
<i>Salmonella positivos</i> (%)	82.5 (33/40)	57.5 (23/40)	<0.05
<i>Staphylococcus aureus</i> ln (CFU+1)	6.50 ± 0.28 (665.14)	4.85 ± 0.28 (127.74)	0.0001

<sup>a, b</sup> Diferentes literales entre columnas son estadísticamente diferentes ( $p < 0.01$ ).<sup>c, d</sup>

Con ello se demuestra que la implementación de un programa de buenas prácticas de higiene y manejo se mejora la calidad e inocuidad de la leche cruda de bovino en el trópico que se comercializa a plantas procesadora de lácteos, lo cual permitiría acceder a mejor mercado, obtener un mejor precio y producir alimentos inocuos.



Es necesario promover entre los productores del sistema de doble propósito e instancias involucradas el mejoramiento de las condiciones de manejo e infraestructura, y la implementación no solo de buenas prácticas de manejo, sino también la de efectuar el pago de la leche basado en la calidad bajo la integración de sistemas de buenas prácticas pecuarias para la producción de leche y carne inocua.

#### LITERATURA CITADA

- Álvarez, F. J., G. Saucedo, A. Arriaga and T. R. Preston. 1980. Effect on milk production and calf performance of milking cross bred European/Zebu cattle in the absence or presence of the calf, and of rearing their calves artificially. *Trop. Anim. Prod.* 5: 25-37.
- Arias-Chávez, L. E. 1999. Utilización de heno de clitoria (*Clitroia ternatea* L.) en la alimentación de becerros lactantes de propósito lechero. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Nayarit. <https://drive.google.com/file/d/0B0wMzyjylj7Pa2c2Z3B4SmdzaDA/view>
- Arrayet, J. L., A. M. Oberbauer, T. R. Famula, I. Garnett, J. W. Oltjen, J. Imhoof, M. E. Kehrl Jr and T. W. Graham. 2002. Growth of Holstein calves from birth to 90 days: the influence of dietary zinc and BLAD status. *Journal of Dairy Science* 80: 545-552 <http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/3/545.pdf>
- Albarrán-Portillo, B., S. Rebollar-Rebollar, A. García-Martínez *et al.* 2015. Socioeconomic and productive characterization of dual-purpose farms oriented to milk production in a subtropical region of Mexico. *Trop Anim Health Prod* 47: 519. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0753-8>
- Ávila, T. S., A. J. Gutiérrez Chávez, G. J. I. Sánchez y J. E. Canizal. 2002. Comparación del estado de salud de la ubre y la calidad sanitaria de la leche de vacas ordeñadas manual o mecánicamente. *Veterinaria México* 33(4): 387-394. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/rvm/vol33-04/RVM33404.pdf>
- Ballou, L.U., J. L. Bleck, G. T. Bleck and R. D. Bremel. 1993. The effects of daily oxytocin injections before and after milking on milk production, milk plasmin, and milk composition. *J. Dairy Sci.* 76: 1544-1549.
- Combellas, J. and M. Tesorero. 2003. Cow-calf relationship during milking and its effects on milk yield and calf live weight gain. *Livestock Research for Rural Development* 15(3) <http://www.lrrd.org/lrrd15/3/comb153.htm>
- Coverdale, J. A., H. D. Tyler, J. D. Quigley and J. A. Brumm. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *Journal of Dairy Science* 87: 2554-2562.
- Cozzi, G., F. Gottardo, S. Mattiello, E. Canali, E. Scanziani, M. Verga and I. Andrighetto. 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. *Journal of Dairy Science* 80: 357-366 <http://jas.fass.org/cgi/reprint/80/2/357.pdf>
- Dreiling, C. E., S. C. Franklin and D. E. Brown. 1991. Maternal endocrine and fetal metabolic responses to heat stress. *Journal of Dairy Science* 74: 312-327
- Ettema, J. F. and J. E. P. Santos. 2004. Impact of Age at Calving on Lactation, Reproduction, Health, and Income in First-Parity Holsteins on Commercial Farms. *J. Dairy Sci.* 87: 2730-2742.



- Frisch, J. E. and J. E. Vercoe. 1984. An analysis of growth of different cattle genotypes reared in different environments, *Journal of Agricultural Science Cambridge* 103: 137-153.
- Fröberg, S., E. Gratte, K. Svennersten-Sjaunja, I. Olsson, C. Berg, A. Orihuela, C. S. Galina, B. García and L. Lidfors. 2007. Effect of suckling ('restricted suckling') on dairy cows' udder health and milk let-down and their calves' weight gain, feed intake and behavior. *Applied Animal Behaviour Science* 113(1-3): 1-14.
- González-Sedano, M., B. Marín-Mejía, M. I. Maranto, A. C. Leme de Magalhães-Labarthe and M. A. Alonso-Díaz. 2010. Effect of residual calf suckling on clinical and sub-clinical infections of mastitis in dual-purpose cows: Epidemiological measurements. *Research in Veterinary Science* 89(3): 362-366.
- Heinrichs, A. J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J. Dairy Sci.* 76: 3179-3187.
- Juarez-Lagunes, F. I., D. G. Fox, R. W. Blake and A. N. Pell. 1999. Evaluation of Tropical Grasses for Milk Production by Dual-Purpose Cows in Tropical Mexico. *Journal of Dairy Science* 82 (10): 2136-2145.
- López-Ordaz, R., H. M. Díaz, M. J. G. García, D. R. Nuñez, oR. López y H. P. A. Martínez. 2010. Eventos reproductivos de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. *Rev Mex Cienc Pecu.* 1(4): 325-336.
- López-Ordaz, R., C. R. García, M. J. G. García y V. R. Ramírez. 2009. Producción de leche de vacas con diferente porcentaje de genes *Bos taurus* en el trópico mexicano. *Téc Pecu Méx.* 47(4): 435-448.
- Li, P., P. S. Rundland, D. G. Fernig, L. M. Flinch and C. J. Wilde. 1999. Modulation of mammary development and programmed cell death by the frequency of milk removal in lactating goats. *J. Physiol. (Lond.)*. 519: 885-900.
- Luna-Palomera, C., J. A. Ramírez-Godínez and F. A. Rodríguez-Almeida. 2006. Milk production in dual purpose cows treated with oxytocin under Mexican humid tropic conditions. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal* 15 (1): 15-24
- Macedo, R. J., V. Arredondo, N. García, R. Ramírez, O. Prado and L. J. García. 2015. Productive performance of three tropical legumes for protein banks in the dry tropics of Colima, Mexico. *Forrajes Tropicales* 3: 104-111.
- Lollivier, V., D. Rainteau, P. G. Marnet, S. Letort, S. Delpal and M. Ollivier-Bousquet. 2001. Early oxytocin effects on secretory events in rabbit and cow mammary cells. *Livest. Prod. Sci.* 70: 180-192.
- Magaña, J, E. Valencia y R. Delgado. 1996. Efecto del amamantamiento restringido y la crianza artificial sobre el comportamiento de vacas Holstein y sus crías en el trópico subhúmedo de México. *Veterinaria México* 27: 271-277.
- Magaña, J. G., A. Tewolde, S. Anderson and J. C. Segura. 2006. Productivity of different cow genetic groups in dual-purpose cattle production systems in south-eastern Mexico. *Tropical Animal Health and Production* 38: 583-591.
- Magaña-Monforte, J. G., G. Ríos-Arjona y J. C. Martínez-González. 2006. Los sistemas de doble propósito y los desafíos en los climas tropicales de México. *Archivos de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal* 14: 105-114.



- Milián-Suazo, F., R. Hernández-Ortíz, L. Hernández-Andrade, A. Alvarado-Islas, E. Díaz-Aparicio, F. Mejía-Estrada, E. G. Palomares-Reséndiz, I. B. Reyes and H. Zendejas-Martínez. 2016. Seroprevalence and risk factors for reproductive diseases in dairy cattle in Mexico. *J. Vet. Med. Anim. Health* 8(8): 89-98.
- Muir, P. J., O. L. Tedeschi, B. J. C. Dubeux and S. P. M. Burkart. 2017. Enhancing food security in Latin America with forage legumes = Aumentar a segurança alimentar na América Latina com leguminosas forrageiras. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 25(3-4): 113-131.
- Núñez-Domínguez, R., R. Ramírez-Valverde, L. Saavedra-Jiménez y J. García-Muñiz. 2016. La adaptabilidad de los recursos zoogenéticos Criollos, base para enfrentar los desafíos de la producción animal. *Archivos de Zootecnia* 65(251): 461-468.
- Orantes-Zebadua, M. A., D. Platas-Rosado, V. Cordova-Avalos, M. A. De los Santos-Lara y A. Córdova-Avalos. 2014. Caracterización de la Ganadería de Doble Propósito en una Región de Chiapas, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios* 1(1): 49-58.
- Osorio-Arce, M. M. y J. C. Segura-Correa. 2008. Factores que afectan el peso al nacer y al destete de becerros de doble propósito en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 20(15). Retrieved July 29, 2019, from <http://www.lrrd.org/lrrd20/1/osor20015.htm>
- Osorio-Arce, M. M. y J. C. Segura-Correa. 2008. Crecimiento pre-destete de becerros en ranchos de doble propósito en el tropico mexicano. *Livestock Research for Rural Development* 20(18). Retrieved July 26, 2019, from <http://www.lrrd.org/lrrd20/2/osor20018.htm>.
- Paciullo, D. S. C., C. R. Tavares-de Castro, C. A. de Miranda-Gomide, R. Martins-Maurício, M. F. Ávila-Pires, M. Dias-Müller, D. Ferreira-Xavier. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science* 141(2-3): 166-172.
- Rangel, Q. J. 2016. Innovación tecnológica y competitividad del bovino de doble propósito en el trópico mexicano. Tesis doctoral, Universidad de Córdoba, España.
- Rojo-Rubio, R., J. F. Vázquez-Armijo, P. Pérez-Hernández *et al.* 2009. Dual purpose cattle production in Mexico. *Trop Anim Health Prod* 41: 715. <https://doi.org/10.1007/s11250-008-9249-8>.
- Sandoval, C., D. Leaver y S. Anderson. 1997. Manejo de la nutrición de la vaca y la relación vaca-ternero, En: *Conceptos y metodologías de investigación en fincas con sistemas de producción animal de doble propósito* (Lascano C E y Hollman F: Ed). CIAT, Consorsio Tropileche, Colombia. pp 45-66.
- Sandoval, E., A. Valle, D. Jiménez y O. Márquez. 2005. Evaluación de pesos al nacer y crecimiento en becerros doble propósito amamantados con vacas nodrizas durante la etapa de lactantes. *Zootecnia Tropical* 23: 1-16. [http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2301/arti/sandoval\\_e.htm](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/RevistasCientificas/ZootecniaTropical/zt2301/arti/sandoval_e.htm).
- Saucedo, G., F. J. Álvarez, A. Arriaga and N. Jiménez. 1980. *Leucaena leucocephala* as a source of protein for calves reared in a restricted suckling system. *Trop. Anim. Prod.* 5: 232-235.
- Sapino, A., L. Macri, L. Tonda and G. Bussolati. 1993. Oxytocin enhances myoepithelial cell differentiation and proliferation in the mouse mammary gland. *Endocrinol.* 133: 838-842.
- Senasica-SAGARPA. 2009. Manual de buenas prácticas pecuarias en unidades de producción de leche bovina. Gobierno Federal, México. Disponible en: <http://senasica.gob.mx/?id=2239>



- SIAP-SAGARPA. 2016. Producción anual. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>
- Stefanon, B., M. Colitti, G. Gabai, C. H. Knight and C. J. Wildes. 2002. Mammary apoptosis and lactation persistency in dairy animals. *J. Dairy Res.* 69: 37-52.
- Teyer-Bobadilla, R., J. G. Magaña, J. Santos y C. Aguilar C. 2002. Comportamiento productivo y reproductivo de vacas Holstein manejadas en un sistema de lechería especializada y otra de doble propósito en el sureste de México. *Livestock Research for Rural Development* 14(31). Retrieved July 29, 2019, from <http://www.lrrd.org/lrrd14/4/teye144.htm>
- Tozer, P. R. and A. J. Heinrichs. 2001. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis? *J. Dairy Sci.* 84: 1836-1844.
- Uvnäs-Moberg, K., B. Johansson, B. Lupoli and S. K. Svennersten. 2001. Oxytocin facilitates behavioral, metabolic and physiological adaptations during lactation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72: 225-234.
- Villa-Godoy, A. y a. E. Villagómez. 2000. Influencia de la dieta y el amamantamiento en el balance energético, la condición corporal, la producción láctea, el metabolismo y el desempeño reproductivo en vacas de doble propósito. In: *Curso Internacional de Reproducción Bovina*, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 167-215.
- Villanueva, A. J. F., C. J. A. Bonilla Cárdenas, C. J. V. Rubio y G. J. de J. Bustamante. 2004. Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. *Técnica Pecuaria en México* 42(1): 79-96.