



**AgEcon** SEARCH  
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

**COSTOS DE ALIMENTACIÓN Y SALUD EN BECERRAS HOLSTEIN BAJO  
DIFERENTE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN  
CON LECHE ENTERA**

Ramiro González Avalos<sup>1</sup>, Blanca Patricia Peña Revuelta<sup>1</sup>, Karla Quetzalli Ramírez Uranga<sup>1</sup>,  
José González Avalos<sup>2</sup> y Miguel Esteban Parra López<sup>3</sup>

**Feed and health costs in Holstein calves under different whole milk feeding system**

**ABSTRACT**

Calf rearing is the basis for the success of any dairy production unit, a proper comprehension of the process from birth, requires a general understanding of the biological cycle of animals in their growth and development stages. The aim of this study was to estimate the cost of feeding and health in dairy calves fed with different feeding systems. To evaluate the development of suckling calves, 40 Holstein calves were randomly selected in 2 groups of 20 calves each, separated from their dams at birth and housed in individual wooden cages previously disinfected. The applied treatments were as follows: T<sub>1</sub> one milk intake and T<sub>2</sub> two milk intakes, both treatments received a total of 374 liters of pasteurized whole milk. The variables considered to evaluate development were: weight and height. The diseases recorded to monitor calves health were diarrhea, pneumonia and tachypnea. For cost, the price of milk and starter feed were considered. For health, the cost of treatments and the value of a dead animal were considered. Statistical analysis was performed by analysis of variance and comparison of means was performed by a Tukey test. The value of P < 0.05 was used to consider statistical difference. In relation to the results obtained for weight gain, there was no significant difference. Regarding the cost of feeding, the treatment with one intake of milk in suckling calves is economically 7.2% more expensive than feeding two intakes of milk.

**Key Words:** feeding, development, efficient, weight, health.

**RESUMEN**

La crianza de becerras es la base del éxito de toda unidad de producción lechera, la comprensión adecuada del proceso desde el nacimiento demanda el entendimiento en términos generales del ciclo biológico de los animales en sus etapas correspondientes al crecimiento y al desarrollo. El objetivo del presente estudio fue estimar el costo de alimentación y de salud en becerras lecheras alimentadas con diferente sistema de alimentación. Para evaluar el desarrollo de las becerras lactantes, se seleccionaron 40 becerras de la raza Holstein en 2 grupos de 20 becerras cada uno al azar, fueron separadas de su madre al nacimiento y alojadas en jaula de madera de forma individual previamente desinfectadas. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T<sub>1</sub>= una toma de leche y T<sub>2</sub>= dos tomas de leche, ambos tratamientos recibieron un total de 374 litros de leche entera pasteurizada. Las variables consideradas para evaluar el desarrollo fueron: peso y altura. Las enfermedades que se registraron para monitorear la salud de las becerras fueron diarreas, neumonías y taquipnea. Para el costo se consideró el precio de la leche y alimento iniciador. Para la salud, el costo de tratamientos y el valor de un animal muerto. El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza y la comparación de medias se realizará mediante la prueba de Tukey. Se empleó el valor de P ≤ 0.05 para considerar diferencia estadística. En relación con los resultados obtenidos para ganancia de peso, no hubo diferencia significativa. Respecto al costo de la alimentación, el tratamiento con una toma de leche en becerras lactantes es económicamente 7.2 % más caro que alimentar con dos tomas de leche.

**Palabras Clave:** alimentación, desarrollo, eficiente, peso, salud.

<sup>1</sup> Profesores-Investigadores. Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro- Unidad Laguna. Carretera a Santa Fe y Periférico, Torreón, Coahuila, México. Tel. 8717297664 E-mail: jaliscorga@gmail.com; blanca8989@hotmail.com; karla\_r\_u@hotmail.com.

<sup>2</sup> Profesor-Investigador. Departamento Forestal. Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México. Tel.:771-717-2000 Ext. 4640. E-mail: goavjo@hotmail.com.

<sup>3</sup> Consultor Privado en unidades de producción lechera en la Comarca Lagunera. 8717826209. E-mail:mike\_teban@live.com.mx.

## INTRODUCCIÓN

La cría de reemplazos lecheros demanda recursos significativos (alimento, tiempo, instalaciones) que representan aproximadamente el 25% de los costos de producción de una granja lechera (Akins, 2016). De estos costos, la alimentación generalmente comprende alrededor del 50% del costo total de criar reemplazos lecheros (Zwald *et al.*, 2007). El objetivo de la crianza es tener un crecimiento óptimo para parir entre los 22 y 24 meses de edad mientras se minimizan los insumos (alimento, tiempo, mano de obra). Comprender los impactos del manejo nutricional en el desarrollo de los animales es esencial para reemplazos que sean eficientes y rentables (Akins, 2016).

Los animales jóvenes hacen uso de los nutrientes disponibles para el mantenimiento de sus funciones vitales y solo aquellos nutrientes que sobrepasan los requerimientos de mantenimiento pueden ser usados para el crecimiento y ganancia de peso (NRC, 2001). Durante las primeras semanas de vida, los animales son funcionalmente monogástricos y la leche es su principal recurso para su nutrición. Al beber leche, la gotera esofágica es la encargada de transportar la leche directamente al abomaso (Sjaastad *et al.*, 2010). En un sistema de alimentación tradicional las crías son alimentadas con una tasa promedio de 8-10% de peso vivo (Jasper y Weary, 2002). La becerra puede consumir satisfactoriamente aproximadamente 20% del peso vivo (10-12 L/d) y un mejor consumo de leche nos lleva a un aumento de la ganancia de peso, mejora la función inmunológica, reduce la edad a primer servicio e incrementa la producción de leche en la primera lactancia (Khan *et al.*, 2011). En explotaciones intensivas, las becerras llevan un programa de alimentación de cantidades restringidas de leche (Khan *et al.*, 2016).

Las becerras que llevan un programa de alimentación *ad libitum* son becerras que permanecen sanas y ganan peso de una forma bastante rápida. Sin embargo, estas becerras llegan a consumir menos alimento iniciador (AI) antes del destete (Jasper y Weary, 2002). Alimentar a los animales con cantidades diferentes de leche 4 L/60 d, 6 L-29 d/4 L 30-60 d y 6 L/60 d resulta en un consumo inicial de 0.065 g/d de AI el primer mes de vida incrementando a 0.386 kg/d en el segundo mes y terminando en 2.065 g/d después del destete, la mejor estrategia de alimentación para la obtención de mejores resultados es de 6 L/60 d ya que resulta en un mejor rendimiento, sin declives en el consumo de AI pre- y post-destete o efectos negativos sobre el desarrollo ruminal (Sliper *et al.*, 2014). Otra opción para el incremento en la ganancia diaria de peso, el peso al destete y rendimiento del crecimiento es el incremento de los sólidos totales de la leche adicionando sustituto de leche, sin ningún efecto sobre el consumo de AI, clasificación y duración de las diarreas (Azevedo *et al.*, 2016).

Las becerras nacen con un rumen física y metabólicamente subdesarrollado e inicialmente requieren de la leche para obtener la demanda de nutrientes que necesitan para su mantenimiento y crecimiento. El consumo de alimento sólido, obtener bacterias anaerobias, establecimiento de fermentación del rumen, diferenciación y crecimiento de las papilas, expansión del volumen ruminal, desarrollo de vías de absorción y metabólicas, maduración del aparato salivar y desarrollo del comportamiento de la rumia son puntos fundamentales para un cambio de la dependencia de una alimentación líquida a una sólida (Khan *et al.*, 2016). Estas empiezan a consumir cantidades medibles de AI a partir de los 14 días de edad (Williams y Frost, 1992; Khan *et al.*, 2008), y este aumenta rápidamente cuando la cantidad de leche es reducida o removida (Jasper y Weary, 2002; Khan *et al.*, 2007).

Con las becerras que llevan un programa de alimentación con cantidades restringidas de leche son incapaces de satisfacer sus necesidades de energía diaria que ellas necesitan solo de la leche, por lo que ellas consumen hasta dos veces la cantidad de AI a comparación de las becerras alimentadas con altas cantidades de leche (Nielsen *et al.*, 2008). En cambio, los animales que llevan un programa de reducción de leche consumen más AI y las ganancias de peso son mejores a comparación de aquellas que son alimentadas con programas convencionales. El programa de reducción previene aquellos problemas del bajo consumo de AI asociado con programas *ad libitum* de leche. Además, provoca una respuesta endocrinológica y tiene gran influencia en el desarrollo intestinal (Khan *et al.*, 2007).

### Principales enfermedades en beceras lactantes

La tasa de mortalidad en beceras antes del destete es de 7.8%. La diarrea y otros problemas digestivos contribuyen al 56.5% de las muertes. El complejo respiratorio es la segunda causa de mortalidad con 22.5% (USDA, 2010). Sin embargo, la muerte temprana de las beceras tiene como resultado la pérdida de hembras de reemplazo y por consecuencia la reducción en la producción de leche (Mushtaq *et al.*, 2013). El deceso de las crías puede darse por procesos tales como la diarrea neonatal de las beceras, alteración muy frecuente que se presenta durante los primeros días de vida del animal y que representa más de un cuarto del total de la mortalidad en los establos (Foster y Smith, 2009), proceso que puede presentarse como un síndrome complejo en el que participan factores infecciosos, ambientales, nutricionales e inmunológicos (Smith, 2012).

Las manifestaciones clínicas de la enfermedad son heces acuosas, amarillentas y ocasionalmente con estrías de sangre, deshidratación, fiebre y depresión (Blanchard, 2012). Clínicamente, la identificación del agente etiológico no es posible, lo que hace necesario realizar estudios de laboratorio; para esto, se toman muestras fecales frescas directamente del recto del animal, para evitar contaminación y posteriormente, se envían los especímenes al laboratorio de diagnóstico veterinario, donde generalmente son procesados mediante cultivos bacteriológicos o detección de antígenos con ensayo por inmunoabsorción ligado a enzimas (ELISA) (Cho y Yoon, 2014). Entre los principales agentes infecciosos causantes de diarrea en beceras se reconoce a agentes bacterianos como *E. coli* (Fairbrother y Nadeau, 2006). Sin embargo, los más comunes y económicamente importantes son *E. coli* y *Salmonella spp* (Mukhtar *et al.*, 2015). Por cierto, cerca del 70% de los casos de muerte observados en la industria lechera han sido asociados a la presencia de diarrea, especialmente durante la primera semana de vida (Żychlińska-Buczek *et al.*, 2015).

Es importante para los productores lecheros entender los costos involucrados en la crianza de vaquillas lecheras de reemplazo tanto en establos que quieren criar sus propios animales, como aquellos que buscan contratar criadores. En ambos casos, para hacer un mejor trabajo o permitir que alguien más realice la crianza, se deben conocer los costos actuales para predecir los costos en el futuro (González *et al.*, 2019). El costo económico de la cría de una vaquilla hasta los 24 meses varía según a explotación. Al parir después de esa edad, se pierde dinero diariamente en alimento, reemplazos y producción durante la vida útil de la vaca. Por este motivo, la reducción de la edad a primer parto de estos animales puede tener un impacto positivo sobre la rentabilidad. Sin embargo, deben crecer a un ritmo óptimo para impedir problemas al parto y asegurar que la primera lactancia sea óptima (Schingoethe y García, 2001). En base a lo anteriormente expuesto el objetivo del presente estudio fue estimar el costo de alimentación y de salud en beceras lecheras alimentadas con diferente sistema de alimentación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del sitio experimental

El estudio se desarrolló del 01 de junio al 08 de agosto de 2021, en un establo del municipio de Matamoros en el Estado de Coahuila; éste se encuentra localizado en la región semidesértica del norte de México a una altura de 1100 msnm, entre los paralelos 25°24'10.5"N 103°18'40.8"W con una precipitación media anual de 230 mm y con temperatura promedio de 24 °C, máxima de 41 °C en mayo y junio, y mínima de -1 °C en diciembre y enero, y con una precipitación anual promedio de 240 mm y una humedad relativa de entre 29 y 83%.

### Descripción de los animales del estudio

Para observar el efecto del desarrollo productivo, se seleccionaron 40 beceras de raza Holstein, las cuales fueron separadas de la madre al momento del nacimiento y alojadas de forma individual en jaulas de madera anticipadamente desinfectadas. Los tratamientos fueron: T<sub>1</sub>= una toma de leche al día, T<sub>2</sub>= dos tomas de leche al día. En ambos grupos se suministró el 10% de peso vivo de calostro durante las primeras dos horas de vida y una segunda toma ocho horas después de la primera toma.

Se evaluó la proteína sérica por medio de refractometría, tomando una muestra sanguínea con tubos vacutainer entre 12-24 horas después de la primera toma de calostro, la muestra se dejó reposar a temperatura ambiente. La lectura en un refractómetro (Vet 360, Reichert Inc ®) del suero (g/dL de proteína sérica) se empleó como variable de la transferencia de inmunidad pasiva hacia las becerras. Los resultados obtenidos fueron clasificados en tres grupos: transferencia incompleta  $\leq 5.3$  g/dL, transferencia regular 5.4-5.7 g/dL, transferencia exitosa  $\geq 5.8$  g/dL.

Las becerras del grupo T<sub>1</sub> recibieron un total de 374L de leche entera pasteurizada; ofrecida solo una toma por la mañana a 7:00 h a una temperatura de 39-40° C, esta se ofreció hasta el destete, el cual se realizó a los 59 días (Cuadro 1). Las becerras del grupo T<sub>2</sub> recibieron un total de 374L de leche entera pasteurizada; ofrecida por la mañana 7:00 h y por la tarde 14:00 h, a una temperatura de 39-40°C; esta se ofreció hasta el destete, el cual se realizó al día 58 (Cuadro 2). Las variables que se consideraron para evaluar el desarrollo y la supervivencia fueron: peso y altura a la cruz al nacimiento y al destete que fue a los 59 días de vida en T<sub>1</sub> y 58 días de vida en T<sub>2</sub>.

**Cuadro 1. Programa de Alimentación T<sub>1</sub>**

	<b>Rango en Días</b>	<b>Leche (L)</b>
<b>1</b>	<b>14</b>	4
<b>15</b>	<b>20</b>	6
<b>21</b>	<b>50</b>	8
<b>51</b>	<b>55</b>	6
<b>56</b>	<b>58</b>	4
<b>59</b>	<b>60</b>	0

Elaboración Propia.

**Cuadro 2. Programa alimentación T<sub>2</sub>**

	<b>Rango en días</b>	<b>Leche (L) mañana</b>	<b>Leche (L) tarde</b>
<b>1</b>	<b>7</b>	3	3
<b>8</b>	<b>40</b>	4	4
<b>41</b>	<b>57</b>	2	2
<b>58</b>	<b>60</b>	0	0

Elaboración Propia.

Las enfermedades que se registraron para monitorear la morbilidad y mortalidad de las becerras fueron diarrea y problemas respiratorios. Las crías con heces normales se consideraron sanas y becerras con heces de consistencia semi-pastosa a líquida fueron consideradas crías enfermas. Con relación a la clasificación de problemas respiratorios, cría con secreción nasal, lagrimeo, tos y elevación de la temperatura superior a 39.5°C se registró como cría enferma, si no presentaba lo anterior se consideró cría sana.

El agua estuvo disponible a libre acceso a partir del día 1 de nacimiento. Se ofreció concentrado iniciador premium 450 Nuplen ® (Cuadro 3), suministrado diariamente por la mañana a partir del día uno. Para determinar el consumo de alimento se utilizó una báscula digital (Trupper ®), el consumo de alimento se midió a partir del día 1 de vida hasta el destete de las becerras.

**Cuadro 3. Análisis bromatológico del iniciador utilizado en la alimentación de las becerras**

<b>Humedad</b>	Max	12.00%
<b>Proteína cruda</b>	Min	21.50%
<b>Fibra cruda</b>	Max	7.00%
<b>Grasa cruda</b>	Min	2.50%
<b>Cenizas</b>	Max	9.00%
<b>E.L.N.</b>	Min	48.00%

Elaboración Propia.

**Análisis Estadístico**

Para estimar el costo de alimentación y de salud en becerras lecheras alimentadas con diferente sistema de alimentación se consideró el precio por L de leche (costo de producción del establo cooperante) y alimento iniciador. Para la salud el costo de tratamientos y el valor de un animal muerto.

El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey. Se empleó el valor de  $P \leq 0.05$  para considerar diferencia estadística. Los análisis se ejecutaron utilizando el paquete estadístico de Olivares-Sáenz (2012).

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En los resultados obtenidos en el presente estudio para evaluar el desarrollo de la becerro (Cuadro 4) no existieron diferencias estadísticas ( $P \leq 0.05$ ) entre las variables evaluadas.

Estos valores difieren de los observados por Florentino (2015), reporta ganancias de peso diario de 0.500 y 0.587 kg en becerras alimentadas con leche pasteurizada (6 y 5 L) respectivamente durante 50 días de vida de las crías, así como De la Cruz (2015), quien reporta en su estudio un promedio de 0.616, 0.497 y 0.581 kg de ganancia de peso diario en becerras alimentadas con leche pasteurizada (6 L) y destetadas a los 57 días; los valores se observan inferiores a los del presente estudio.

De acuerdo con las tablas de crecimiento de vaquillas lecheras elaboradas por la Universidad de Pensilvania las becerras a los 30 días de edad deben de pesar 53 kg de peso y a la edad de 60 días estas deben de pesar 73 kg y tener una estatura entre 91-100 cm de altura. Comparados con los resultados obtenidos (Cuadro 4) estos quedaron por debajo de las medidas recomendadas por dicha universidad.

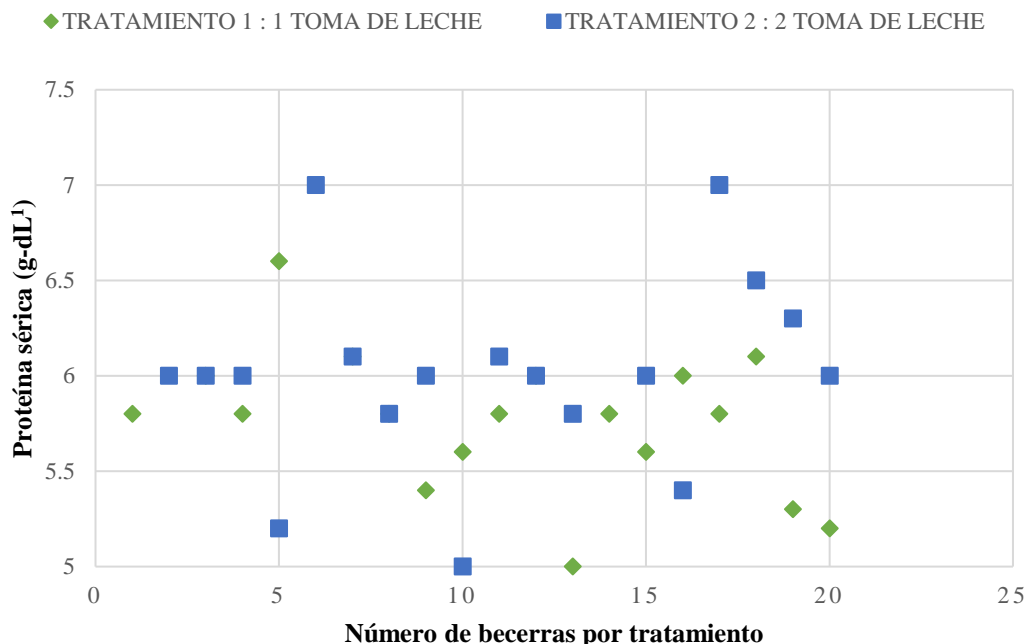
**Cuadro 4. Desarrollo de becerras lecheras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera**

<b>Variables</b>	<b>T 1 (1 toma)</b>	<b>T 2 (2 tomas)</b>
Peso al nacimiento	35	36
Peso al destete	63	66
Ganancia de peso total	28	30

Elaboración Propia.

Por tanto, para la industria lechera, no sólo es deseable obtener reemplazos, también es deseable que se exprese el potencial productivo de éstos y así, incrementar la rentabilidad de la inversión que se realizó. La cantidad de leche producida a lo largo de la vida de una vaca depende principalmente de la genética, nutrición, estado de salud, número de partos, manejo y el patrón de crecimiento de las becerras (Rodríguez *et al.*, 2012).

Con relación a los resultados obtenidos para la transferencia de inmunidad pasiva en el presente estudio (Figura 1), el 67.5% de las becerras en ambos tratamientos obtuvieron una transferencia de inmunidad exitosa, el 10% una transferencia de inmunidad regular y el 22% obtuvo una falla en la transferencia de inmunidad.



**Figura 1. Proteína sérica en suero sanguíneo de becerras lactantes en ambos tratamientos.**  
Elaboración Propia.

La transferencia de inmunidad pasiva en becerras debe ocurrir por ingestión de calostro, ya que el tipo de placentación bovina evita la transferencia de inmunoglobulinas (Ig) de la madre al feto (Elizondo-Salazar, 2007). La calidad del calostro tiene relación con la concentración de Ig; es decir, a mayor cantidad de Ig, será mayor la calidad del calostro. En el calostro se encuentran principalmente 3 tipos de Ig, a saber: G, M y A. Las IgG, IgA e IgM contabilizan aproximadamente el 85%, 5%, 7% del total de Ig en el calostro, respectivamente (Larson *et al.*, 1980; González *et al.*, 2012).

Con la transferencia de inmunidad pasiva a través del calostro materno es primordial para la salud y supervivencia de las becerras en las primeras semanas de vida. Para lograr con éxito la transferencia pasiva de Ig, la becerro debe consumir una concentración suficiente de Ig del calostro de primera calidad por tiempo limitado después del nacimiento (Godden, 2008).

La falla en la transferencia pasiva de inmunidad ocurre cuando la becerro no absorbe una adecuada cantidad de Ig. Sin embargo, incluso las becerras que recibieron su alimentación temprana con gran cantidad de calostro y alta concentración de Ig tienen considerable variabilidad en los niveles de transferencia pasiva (Haines y Godden, 2011). Cuando la becerro presenta fallas en la transferencia de inmunidad pasiva, están más susceptibles a enfermarse o morir dentro de los primeros meses de vida (Coleen y Heirinch, 2011).

En los resultados obtenidos para la incidencia de enfermedades en las becerras (Cuadro 5) se observó que en el T<sub>2</sub> fueron más afectadas a comparación del T<sub>1</sub>. Según Khan *et al.* (2007), la ocurrencia de diarrea es más alta durante la semana 3-4 de edad en aquellas becerras alimentadas con programas convencionales de leche, pero en este experimento la incidencia de diarreas ocurrió durante la primera semana de vida.

**Cuadro 5. Mortalidad y morbilidad con eventos de enfermedad en becerras lecheras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera**

Variable	T <sub>1</sub>	%	T <sub>2</sub>	%
Total de becerras del estudio	20	100	20	100
Becerras con evento de diarrea	17	85	12	60
Becerras con evento taquipnea + diarrea	0	0	1	5
Becerras con evento de taquipnea + neumonía	2	10	5	25
Becerras con evento de taquipnea + diarrea + neumonía	0	0	2	10
Total de becerras enfermas	19	95	20	-
Total de becerras muertas	3	15	1	-
Promedio de días a diarrea	7.79	-	7.77	-
Promedio de días neumonía	19	-	49.6	-
Promedio de días en tratamiento	3.88	-	3.56	-
Mínimo de días de tratamiento	3	-	3	-
Máximo de días de tratamiento	6	-	7	-

Elaboración Propia.

Delgado-González *et al.* (2019), realizaron un estudio para determinar la prevalencia de los principales enteropatógenos causantes de diarrea en becerras Holstein en la Comarca Lagunera, México. Demostrando que el 60% de las becerras testeadas presentaron una diarrea provocada por más de un enteropatógeno. Los principales patógenos encontrados durante las primeras 2 semanas fueron *Cryptosporidium spp* y Rotavirus. Por otro lado, Reyes (2019), realizó un estudio observacional en una población de 510 becerras Holstein en lactancia donde reportó 84% de morbilidad y 28% de mortalidad en becerras con problemas de diarrea + neumonía, resultados que están por encima de los obtenidos en el presente estudio.

La enfermedad respiratoria es la segunda causa de muerte (diarrea es la primera) en las terneras lecheras no destetadas. Los problemas respiratorios han aumentado en un 34% en los últimos 20 años, causando cerca de 21% de la mortandad de los terneros. Las terneras que sobreviven continúan con un desempeño pobre al convertirse en vacas adultas (García y Daly, 2010).

Con relación a los costos de tratamientos y morbilidad en el presente estudio, la tasa de mortalidad en T<sub>1</sub> fue más elevado que en el T<sub>2</sub>, al igual que el costo de tratamiento por becerro (Cuadro 6). De igual manera el costo de tratamiento tuvo una diferencia del 141.68% con relación al T<sub>2</sub>. Desde la perspectiva económica el T<sub>1</sub> es de costos más elevados que el T<sub>2</sub>.



**Cuadro 6. Costo de tratamientos y mortalidad en becerras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera**

Eventos	T <sub>1</sub>	\$ costo total de tratamientos	T <sub>2</sub>	\$ costo total de tratamientos
Total de becerras con evento de diarrea	17	1,365.60	12	725.68
Mortalidad *	3	18,000.00	0	
Total de becerras con evento de taquipnea + diarrea	0	-	1	105.89
Mortalidad	0	-	0	-
Total de becerras con evento de diarrea + neumonía	2	392.46	5	1,030.37
Mortalidad	0	-	1	6,000.00
Total de becerras con evento de taquipnea + diarrea + neumonía	0	-	2	313.36
Mortalidad	0	-	0	-
Total en Tratamientos (\$)		1,758.06		2,175.30
Total (\$)		19,758.06		8,175.30
Diferencia en % en relación con el grupo testigo		141.68		-

\* Se consideró el costo de una becerro muerta en 6,000.00 M.N.  
Elaboración Propia.

Respecto al consumo de alimento iniciador (promedio) en el presente estudio (Cuadro 7), el primer mes de vida fue de 0.096 g/d para el T<sub>1</sub> y de 0.074 g/d en el T<sub>2</sub>. Para el segundo mes de vida fue de 0.412 g/d para el T<sub>1</sub> y 0.419 g/d para el T<sub>2</sub> son promedios de consumo respectivamente. Siendo estos resultados más altos que los obtenidos por Sliper *et al.* (2014) que ofreciendo programas de alimentación con 240, 298 y 360L de leche durante el periodo de lactancia obtuvieron consumos de iniciador de 0.065 g/d el primer mes de vida y al finalizar con 0.386 g/d. En el presente experimento se ofreció un total de 374L por becerro/lactancia.

**Cuadro 7. Promedio de consumo de iniciador cada 10 días por grupo**

Tratamiento	Días de prueba						
	0	10	20	30	40	50	60
T <sub>1</sub>	9	66	139	157	208	364	1192
T <sub>2</sub>	11	49	103	151	201	440	1121

Elaboración Propia.

Favela (2015), reporta consumos promedio de concentrado iniciador durante los últimos tres días de 0.691 hasta 0.958 g respectivamente, en becerras alimentadas con sustituto de leche en un periodo de 45 días de lactancia, siendo estos inferiores a los obtenidos en el presente estudio. González *et al.* (2014), obtuvieron consumos de 1.200 g/d durante los tres últimos días, en becerras alimentadas con 6 L de leche por un promedio de 50 días los cuales resultan muy parecidos a los obtenidos en este estudio. El costo de alimentación T<sub>1</sub> tuvo una diferencia del 7.29% con relación al grupo T<sub>2</sub> (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Costo integrado en becerras Holstein bajo diferente sistema de alimentación con leche entera**

Variable	Tratamientos	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
Consumo de leche becerro/lactancia (L)	374	374
Costo leche/becerra/lactancia (\$)	2,431.00	2,431.00
Promedio de consumo del concentrado iniciador/becerra/lactancia (kg)	15.63	15.20
Costo de concentrado iniciador \$ (kg)	8.50	8.50
Costo concentrado/becerra/lactancia (\$)	132.85	129.20
Costo alimentación leche/concentrado/becerra/lactancia (\$)	2,563.85	2,560.20
Costo integrado por kg ganado (\$)	91.56	85.34
Diferencia en % con relación al grupo T <sub>2</sub>	7.29	

Elaboración Propia.

El costo económico de la cría de una vaquilla hasta los 24 meses varía entre distintas explotaciones. Si paren después de esa edad, se pierde dinero diariamente en alimento, reemplazos y producción durante la vida útil de la vaca. Por este motivo, la reducción de la edad a primer parto de estos animales puede tener un impacto positivo sobre la rentabilidad. Sin embargo, deben crecer a un ritmo óptimo para impedir problemas al parto y asegurar que la primera lactancia sea óptima (Schingoethe y García, 2007). Estos costos varían de establo a establo y pueden tener diferencias extremas debido a las variables niveles de manejo.

Los costos en reemplazos lecheros están afectados por una variedad de situaciones. Los establos con altos niveles de morbilidad y de mortalidad han elevado los costos por las mismas. El lento crecimiento de vaquillas en etapas tempranas de vida también es costoso ya que se requieren más nutrientes en etapas posteriores del desarrollo de la vaquilla, aumenta la edad al primer parto, o se reduce el peso corporal vivo al parto. Todos estos son detrimentos a la economía general por vaquillas (Heinrichs *et al.*, 2010).

Los costos de alimentación en la lactancia de las becerras oscilan entre \$1,056.00 hasta \$1,800.00 pesos por becerro en la lactancia pueden variar dependiendo de los días en lactancia y la concentración de sólidos que se suministre a los animales (González *et al.*, 2017). Kertz (2009), menciona que el costo de alimentación durante la lactancia se encuentra entre 1,098.00 a 1,980.00 pesos. Heinrichs *et al.* (2013), observaron costos que oscilan entre \$760.00 hasta \$2,000.00 pesos por concepto de alimentación en establos de Pennsylvania, en Estados Unidos. Todos estos por debajo a los costos obtenidos en el presente estudio.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En relación con los resultados observados en el presente estudio se concluye que el sistema de alimentación con una toma de leche en becerras lactantes es económicamente 7.2% más caro que alimentar con dos tomas de leche. Además, la mortalidad de las becerras alimentadas a una sola toma se incrementó más que en las becerras alimentadas con dos tomas de leche. Respecto a los costos de tratamientos y mortalidad para las distintas enfermedades evaluadas, el costo en el tratamiento de una sola toma es 141.6% más caro que en el tratamiento con dos tomas de leche. En referencia a la ganancia de peso de los animales no existió diferencia estadística significativa. Es importante hacer mención que para seleccionar un sistema de alimentación para los reemplazos es necesario conocer el requerimiento mínimo de nutrientes de acuerdo a la raza, peso al nacimiento y a las expectativas que cada productor tiene respecto a la ganancia diaria de peso que desea obtener en sus animales.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Akins, A. S. 2016. Dairy heifer development and nutrition management. *Veterinary Clinics: Food Animal* 32:303-317.

Azevedo, R. A., Machado, F. S., Campos, M. M., Furini, P. M., Rufino, S. R. A., Pereira, L. G. R., Tomich, T. R., and Coelho. 2016. The effects of increasing amount of mil replacer power added to whole milk on feed intake and performance in dairy heifer. *Journal of Dairy Science* 99:1-10.

Blanchard, P. C. 2012. Diagnostics of dairy and beef cattle diarrhea. *Veterinary Clinics: Food Animal*. 28:443-464.

Cho, Y. I., and Yoon, K. J. 2014. An overview of calf diarrhea- infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of Veterinary Science*.15(1):1-17.

Coleen, J., and Heinrichs, A. J. 2011. Colostrum supplements and replacer. Pennstate. College of Agricultura Science. DAS 2011-128.

De la Cruz, M. C. 2015. Desarrollo y supervivencia de becerras Holstein suplementada con levaduras en el periodo de lactancia. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.

Delgado-González, R. A., Meza-Herrera, C. A., González-Álvarez, V. H., Alvarado-Espino, A. S., Contreras- Villareal, V., Gaytán-Alemán, L. R., Arellano-Rodríguez, G., and Véliz-Deras, F. G. 2019. Enteropathogens in Holstein calves with diarrhea during the first five weeks of age in México. *Indian Journal of Animal Research* 53(8):1085-1089.

Elizondo-Salazar, J. A. 2007. Alimentación y manejo del calostro en el ganado de leche. *Agronomía Mesoamericana* 18(2):271-281.

Faibrother, J. M. and Nadeau E. 2006. *Escherichia coli*: on-farm contamination of animals. *Review Science Tech. Off. Int. Epiz. (Paris)*. 25(2):555-569.

Favela, N. 2015. Efecto del selenio y vitamina B12 sobre el desarrollo y supervivencia de becerras lecheras *Holstein Friesian*. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.

Florentino, B. G. 2015. Respuesta del consumo de concentrado y la ganancia de peso en becerras Holstein bajo la disminución de la dieta líquida. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.

Foster, D. M. and Smith, G. W. 2009. Pathophysiology of diarrhea in calves. *Vet Clin Food Anim*. 25:13-36.

Garcia, A. and Daly A. R. 2010. Enfermedad respiratoria en los terneros lecheros, como prevenirla. *Dairy Science Publication Database*. Paper 1009. South Dakota State University.

Godden, S. 2008. Colostrum management for dairy. *Veterinary Clinics: Food Animal* 24:19-39.

González, A. R., González A. J., Peña R. B. P., Moreno R. A., y Reyes C. J. L. 2017. Análisis de costo de alimentación y desarrollo de becerras de reemplazo lactantes. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 40:561-569.

González, A. R., Peña R. B. P., Rodríguez D. N., Ávila C. R., y González A. J. 2019. Costo de alimentación en becerras Holstein suministrando leche entera adicionada con extracto de plantas medicinales. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 45:339-354.

- González, A. R. Pérez R. E., González A. J., Ramos Á. J. F., Florentino B. G., Fernández C. A., Peña R. B. P. y Núñez G. L. E. 2014. Consumo de concentrado iniciador en becerras lecheras sometidas a diferentes sistemas de alimentación líquida. Memoria de la XXVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango, México.
- González, A. R., Rodríguez H. K. y Núñez, H. G. 2012. Comportamiento productivo de becerras lecheras Holstein alimentadas con calostro pasteurizado. *AGROFAZ* 12(4):1-7.
- Haines, D. M., and Godden S. M. 2011. Short communication: improving passive transfer of immunoglobulins in calves. III. Effect of artificial mothering. *Journal of Dairy Science* 94:1536-1539.
- Heinrichs, A. J., Jones C. M., Gray S. M., Heinrichs P. A., Cornelisse S. A. and Goodling R. C. 2013. Identifying efficient dairy heifer producers using production costs and data envelopment analysis. *Journal of Dairy Science* 96:7355-7362.
- Heinrichs, A. J., Zanton G. I., and Lascano G. J. 2010. Nutritional Strategies for Replacement Dairy Heifers: Using high concentrate rations to improve feed efficiency and reduce manure production. Proceedings 21ST Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. Gainesville, Florida.
- Jasper, J. and Weary D. M. 2002. Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *Journal of Dairy Science* 85:3054-3058.
- Kertz, F. A. 2009. El destete precoz es la mejor forma de reducir los costos de crianza de becerras. *Hoard's Dairyman en Español*. 384-385.
- Khan, M. A., Bach A., Weary D. M., and Von Keyserlink M. A. G. 2016. Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 99:1-18.
- Khan, M. A., Lee H. J., Lee W. S., Kim H. S., Kim S. B., Ki K. S., Ha J. K., Lee H. G. and Choi, Y. J. 2007. Pre-and postweaning performance of holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science* 90:876-885.
- Khan, M. A., Lee H. J., Lee W. S., Kim H. S., Kim S. B., Park S. B., Baek K. S., Ha J. K., and Choi Y. J. 2008. Starch Source Evaluation in Calf Starter: II. Ruminal Parameters, Rumen Development, Nutrient Digestibilities, and Nitrogen Utilization in Holstein Calves. *Journal of Dairy Science* 91:1140-1149.
- Khan, M. A., Weary D. M. and Von Keyserlingk M. A. G. 2011. Invited review: effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers. *Journal of Dairy Science* 94:1071-1081.
- Larson, B. L., Heary H. L. Jr. and Devery J. E. 1980. Immunoglobulin production and transport by the mammary gland. *Journal of Dairy Science* 63:665-71.
- Muktar, Y., Mamo G., Tesfaye B. and Bekina D. 2015. A review on major bacterial causes of calf diarrhea and its diagnostic method. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*. 7:173-185.
- Mushtaq, H. M., Saleem M. N., Ayyub M. R. and Khattak I. 2013. Challenges due to early calf mortality in dairy industry of Pakistan and strategies for improvement. *Veterinaria* 1:13-17.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- Nielsen, P. P., Jensen M. B. and Lidfors L. 2008. Milk allowance and weaning method affect the use of a computer controlled milk feeder and the development of cross-sucking in dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science* 109:223-237.

Reyes, R. A. 2019. Morbilidad de diarreas en becerras lecheras y su efecto en su desarrollo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila. 3-12.

Rodríguez, H. K., Núñez H. G., González A. R., Ochoa M. E., y Sánchez D. J. I. 2012. Factores críticos del proceso de crianza que afectan la edad al primer parto en establos de la Región Lagunera. *AGROFAZ* 12(4):9-17.

Smith, D. V. 2012. Field disease diagnostic investigation of neonatal calf diarrhea. *Veterinary Clinics: Food Animal* 28:465-481.

Schingoethe, D. J. and García, A. D. 2001. Feeding and managing dairy calves and heifers. ExEx4020. South Dakota State University.

Schingoethe, D. J. y García, A. D. 2007. Alimentación y manejo de becerras y novillas lecheras. Albéitar. Publicación Veterinaria Independiente. 110:6-9.

Sjaastad, O. V., Sand O. and Hove K. 2010. Physiology of domestic animals. 2nd ed. Scandinavian Veterinary Press, Oslo.

Sliper, B. F., Lana A. M. Q., Carvalho A. U., Ferreira C. S., Franzoni A. P. S., Lima J. A. M., Saturnino H. M., Reis R. B. and Coelho S. G. 2014. Effects of milk replacer feeding strategies on performance, ruminal development, and metabolism of dairy calves. *Journal of Dairy Science* 97:1016-1025.

USDA-NAHMS. 2010. Dairy 2007, Heifer calf health and management. Practices on U.S. Dairy operations, USDA: APHIS: VS, CEAH. Fort Collins, CO. 550.0110.

Williams, P. E. V. and Frost, A. J. 1992. Feeding the young ruminant. in *Neonatal Survival and Growth*. Occasional Publ. No. 15. Br. Soc. Anim. Prod., Edinburgh, UK. 109-118.

Zwald, A., Kohlman T. L., Gunderson S. L., Hoffman P. C. and Kriegl T. 2007. Economic costs and labor Economic Costs and Labor Efficiencies Associated with Raising Dairy Herd Replacements on Wisconsin Dairy Farms and Custom Heifer Raising Operations. Madison, WI: University of Wisconsin Extension.

Żychlińska-Buczek, J., Bauer E., Kania-Gierdziewicz J. and Wrońska A. 2015. The Main Causes of Calf Mortality in Dairy Farms in Poland. *Journal Agricultural Science and Technology* 5:363-369.

**Artículo recibido el día 18 de Noviembre del 2021 y aceptado para su publicación el día 24 de Abril del 2022.**