

- Sánchez, M. R. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio. *Tendencias pedagógicas*, (17), 83-103.

- Sands, P. (2014). *Hybridity, Social Capital, and Online Learning: Teaching the Humanities Online: A Practical Guide to the Virtual Classroom*, 61.

- Scheinsohn, D. A. (2009). *Comunicación estratégica*. PAIS: Ediciones Granica SA.

- Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M. y Zvacek, S. (2014). *Teaching and learning at a distance*. Information Age Pub.

- Soblechero, M. V. L., Gaya, C. G. y Ramírez, J. J. H. (2014). A comparative study of classroom and online distance modes of official vocational education and training. *PLoS one*, 9(5), e96052.

- Solana, M. Y. M. (2014). Redes Sociales y TIC, su papel en la Educación Superior del siglo XXI. *Nuevas perspectivas modales para la enseñanza superior*, 137.

- Stromquist, N. P. y Monkman, K. (Eds.). (2014). *Globalization and education: integration and contestation across cultures*. PAIS: R&L Education.

- Tait, A. W. (2014). From place to virtual space: reconfiguring student support for distance and e-learning in the digital age. *Open Praxis*, 6(1), 5-16.

- Torres, E. A. O. y Sánchez, M. D. L. Á. M. (2004). IX. El trabajo independiente en el proceso de enseñanza-aprendizaje universitario. *Pedagogía Universitaria*, 9(5).

- Valderrama, C. E. (Ed.). (2000). *Comunicación- educación: coordenadas, abordajes y travesías*. PAIS: Siglo del Hombre Editores.

- Villaverde, M. F. (2013). La educación a distancia y su relación con las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones. *Medisur*, 11(3), 280-295.

Zhang, J. (2014). *Reconstructing New Space for Teaching and Learning: The Future Classroom*. In *Hybrid Learning: Theory and Practice* (pp. 49-55). Springer International Publishing.

REPORTE DE INVESTIGACIÓN

Efectividad de la utilización de un programa de crecimiento acelerado o programación metabólica en terneras Holstein en un establecimiento de la cuenca lechera de Panamá.

Joseph K. Grajales C.¹, Jimmy Alvarado², Efraín Quintero³, Miguel A. Castillo U.⁴

¹Ing. Agrónomo Zootecnista – Universidad de Panamá
Profesor Asistente de la Universidad de Panamá – Facultad de Ciencias Agropecuarias
Diplomado en Reproducción Bovina – Universidad Tecnológica Costa Rica
Magister en Ciencia Animal – Universidad Austral de Chile
e-mail: joseph772009@hotmail.com

²Jimmy Alvarado
Asesor de establecimientos lecheros en Panamá y Representante de Semex Alianza para Chiriquí
e-mail: pitocodomiz@yahoo.com

³M.V.M.Sc. Efraín Quintero Ch.
Médico Veterinario, Universidad Austral de Chile
Especialización y Maestría en Reproducción Bovina, Universidad de Córdoba, Argentina
e-mail: reneejr@gmail.com

⁴Ing. Agrónomo Zootecnista – Universidad de Costa Rica.
Académico, Escuela de Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.
Magister en Producción Animal – Universidad Austral de Chile
e-mail: miguel.castillo.umana@una.com



Resumen

El presente estudio tuvo por objetivo determinar la efectividad de utilizar un programa de crecimiento acelerado o programación metabólica en terneras Holstein en un establecimiento de la cuenca lechera de Panamá. Se evaluaron parámetros de crecimiento como: peso y altura a la cruz. Se generó un análisis económico. El periodo fue de enero de 2015 a agosto de 2016; se utilizaron 84 terneras de la raza Holstein de cero a dos meses de edad. Las terneras fueron alimentadas según el plan de manejo establecido en la finca, en donde todos los animales se les curó el cordón umbilical con yodo al 7%. Durante las primeras 4 horas de vida se les suministró 4 L de calostro de buena calidad. El programa de alimentación se manejó en función de las semanas, por ejemplo, a la semana 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se les suministró 4, 6, 8, 6, 4, 2, 2 y 1 L/día, respectivamente, de leche entera íntegra, suministrada en baldes con biberones a 38°C dos veces al día (am y pm). A partir del tercer día de vida se les ofreció alimento balanceado tipo pre-iniciador; con 5% de PC, 4.71% grasa, 6.99% fibra cruda, 70% TDN. Posteriormente, a los 45 días se les ofreció una ración totalmente mezclada con un perfil nutricional de 20% de proteína y 1.7 Mcal de energía neta. Para llevar a cabo las evaluaciones del crecimiento de los animales, se realizaron mediciones de peso corporal y altura a la cruz con ayuda de una cinta, siempre el mismo día de la semana, a la misma hora y por la misma persona; para evitar inconsistencias y reducir el error. Los análisis de estadística descriptiva demostraron que el peso del nacimiento al destete era más que duplicado con 34 vs 80.5 kg promedio, respectivamente; con ganancias diarias de peso de 0.77 kg. En cuanto a la estatura, las terneras midieron en promedio a la cruz al nacimiento y al



destete 72 vs 88 cm, respectivamente, lo cual se traduce en una ganancia de estatura de 8.3 cm por mes. Con respecto a la valoración económica del programa de alimentación, se reportó un costo de la dieta líquida en base a leche entera de 128.52 \$ que si lo comparamos con un sustituto lácteo fue de 123.20 \$, es decir, la diferencia es de tan sólo 5.32\$. El costo de la dieta sólida a base de concentrados fue de 21.40 \$. De forma general, el costo de utilizar un programa de crecimiento acelerado es de aproximadamente 150.0 \$. Está claro que se justifica trabajar con este programa de alimentación para potencializar el crecimiento de las terneras y la producción de leche.

Palabras clave: Crecimiento acelerado, nutrición de precisión, ternera lechera, ganancia diaria de peso, leche entera,

Abstract

FALTA

Keywords: accelerated growth, nutrition precision, dairy calf, daily weight gain, whole milk

Introducción

Situación actual de la lechería en Panamá

El manejo nutricional es un factor de suma importancia en un sistema de crianza de terneras y el consecuente desarrollo de las vaquillas de reemplazo en los hatos lecheros. Matamoros y col. (2014) trabajaron en 11 establecimientos en la cuenca lechera de Chiriquí, Panamá y reportaron edades al primer parto promedio de 36 meses. Esta es una de las problemáticas que el sector lácteo presenta, ya que al aumentar la edad promedio al primer parto, se incurre en fuertes pérdidas económicas por atraso reproductivo y, por ende, el retorno de los gastos de criar una ternera desde el nacimiento hasta el primer parto serán más tardíos. Por lo que, es de suma importancia potencializar el crecimiento de las terneras durante las primeras semanas de vida.

En muchos países, los sistemas de crianza de becerros se basan tradicionalmente en métodos que limitan la ingestión líquida diaria, con base en una proporción del 10% del PV de animal; es decir, que una ternera que pese 40 kg, se le ofrecerá 4 L de leche entera o sustituto lácteo. Al utilizar este sistema, se estimula al animal a consumir más alimento concentrado durante los primeros días de vida con el fin de estimular el desarrollo ruminal. Esta cantidad de leche (4L/d) es muy inferior a la que los animales consumen en condiciones naturales (*at libitum*).

Por ejemplo, cuando la cría permanece con su madre, o en tal caso, se le permitiese tomar leche de un sistema automatizado, naturalmente podría consumir hasta en un 20% de su PV (Albright y Arave, 1997).

Por ejemplo, en un estudio en el cual a un grupo de terneras se les permitió estar con sus madres durante las dos primeras semanas, después de su nacimiento, para que mamaran libremente (Flower y Weary, 2001), a otro grupo control se les separó de sus madres a las 24 horas de nacido y se le ofreció leche, a razón de un 10% de PV durante dos semanas, tal como se hace en un sistema tradicional. Al finalizar las dos semanas, las terneras que habían permanecido con sus madres ganaron en promedio 16.5 kg en comparación con 4.5 kg del grupo control. La gran diferencia se debe a que las terneras que permanecieron con sus madres ingirieron entre 16 y 24% de su peso corporal.

Objetivo General

-Determinar la efectividad de la utilización de un programa de crecimiento acelerado o programación metabólica en terneras Holstein en un establecimiento de la cuenca lechera de Chiriquí, Panamá.

Objetivos específicos

- Evaluar la efectividad de utilizar programas de crecimiento intensivo sobre la mejora en el crecimiento y desarrollo de las terneras al destete.
- Analizar económicamente la implementación de un programa de crecimiento acelerado en las condiciones de la cuenca lechera.
- Proporcionar información actualizada del impacto que tienen los sistemas de alimentación intensivos en el trópico con énfasis en la eficiencia nutricional.

Justificación

La crianza de terneras es fundamental en cualquier sistema de producción de leche, ya que éstas serán el futuro de la explotación lechera. Terneras saludables, con tasas de crecimiento sostenidas para obtener estaturas ideales y pesos meta, son factores importantes que debe buscar cualquier sistema de crianza y desarrollo de terneras.

En Panamá, los sistemas de crianza tradicionales se han basado en métodos que restringen la alimentación líquida diaria a una proporción de 10% del PV del animal; así, por ejemplo, si una ternera pesa 40 kg, se le ofrece 4 L de leche o sustituto de leche al día. Sin embargo, se están cambiando por un sistema denominado programación metabólica o crecimiento acelerado que, en los últimos años, diversas investigaciones han mostrado y respaldado mayores tasas de crecimiento y una mejor efi-



Estado del arte

En Panamá, hasta hace unos años, los productores de leche no se enfocaban mucho en criar buenas terneras, olvidando que éstas son el futuro remplazo de sus vacas. Aspectos tan básicos como la calidad de calostro y aspectos de manejo no eran muy considerados, ya que se inclinan más hacia el área de producción, incurriendo en una baja calidad inmunológica por un inadecuado calostreo y aspectos nutricionales, lo cual generó muchas veces altas tasas de mortalidad y morbilidad en el levante de terneras. Sin embargo, esta situación se está revirtiendo; ya que actualmente se está prestando más atención a la crianza de terneras utilizando programas de alimentación de precisión con énfasis en la eficiencia en el crecimiento y desarrollo para potencializar su futura producción.

Consumo y calidad de calostro

En bovinos, el calostro ha sido tradicionalmente dado a las terneras para ayudar a la transferencia de inmunoglobulinas y fortalecer el sistema inmunitario. Sin embargo, el beneficio de la alimentación con calostro a las terneras va más allá de lo que se le puede atribuir exclusivamente a la transferencia de inmunoglobulinas.

Los efectos positivos a largo plazo incluyen, mayor ganancia diaria de peso a los 180 días (Robison et al., 1988), aumento de la producción de leche y la producción de grasa durante la primera lactancia (DeNise et al., 1989; Faber et al., 2005), reducción en el tiempo al primer parto, aumento en la ganancia de peso diaria predestete (Drackley, 2005), aumento en la eficacia de la alimentación (Jones et al., 2004) y aumento en el consumo de alimento postdestete (Soberón y Van Amburgh,

2011). Por ejemplo, Faber et al., (2005), en un estudio utilizaron Pardo Suizo, en donde ofrecieron diferentes niveles de calostro durante los primeros días de vida (2 vs 4 L de calostro) y reportaron que las terneras que recibieron más calostro tuvieron una mayor ganancia de peso diario antes del destete; sin embargo, al momento del parto no había diferencias en el peso entre los tratamientos. Las terneras que recibieron más calostro al nacer tuvieron un incremento de 12% en la supervivencia hasta el final de la segunda lactancia y también produjeron 1,027 kg más leche durante sus dos primeras lactancias. Estos efectos a largo plazo probablemente no están relacionados con el sistema inmunológico sino con el conjunto de otros factores de crecimiento y hormonas se presentan en grandes concentraciones en el calostro bovino, como lactoferrina, insulina, glucagón, prolactina, somatotropina, IGF-1 – Factor de crecimiento tipo insulina, leptina, TGF alfa - factor alfa de transformación del crecimiento y otras sustancias como el cortisol y el 17 beta estradiol) que actúan directamente sobre el crecimiento morfológico, maduración de la pared intestinal (Buhler et al., 1998; Blattler et al., 2001; Blum, 2006) y que juegan un papel fundamental en el crecimiento y futura producción de la ternera; se cree que las vacas utilizan estas sustancias bioactivas del calostro para que la ternera distribuya y utilice más eficientemente los nutrientes absorbidos tal como les señala (Van Amburg, 2016). De ahí la necesidad de garantizar el consumo adecuado y de calidad en el tiempo a las terneras.

Programas de alimentación (Acelerado vs Tradicional)

Desde una perspectiva económica, el sistema tradicional se ha utilizado y muchos lo recomiendan para conseguir destetes tempranos con el propósito de ahorrar dinero en mano de obra y en alimento líquido, ojalá sin sacrificar crecimiento, desarrollo, sa-

lud y bienestar de las terneras. Sin embargo, en los últimos años numerosas investigaciones representativas han reportado mayores tasas de crecimiento y una mayor eficiencia nutricional cuando se les ofrece mayores cantidades de dieta líquida a las suministradas en un sistema convencional o tradicional (Díaz et al., 2001; Jasper y Weary, 2002; Khan et al., 2007 a,b). A estos sistemas se les ha denominado de diferentes formas: programas de crecimiento acelerado o programas de nutrición intensificada, programación metabólica.

Figura 1. Alimentación *ad libitum* vs convencional

En un estudio realizado por Jasper y Weary (2002), en donde alimentaron terneros de forma convencional en base al 10% del PV, e veces al día ($n = 14 \square$); utilizando cubos y *ad libitum*, alimentados directamente de la madre ($n = 14 \blacklozenge$). Ingestas se determinaron dos veces por semana y de concluyó que los terneros alimentados *ad libitum* ganaron peso a un ritmo más rápido que los terneros alimentados convencionalmente antes del destete (Figura 1), probablemente como resultado de la mayor ingesta de leche. Por ejemplo, la ganancia diaria promedio de los terneros alimentados *ad libitum* fue de $0,8 \pm 0,1$ kg en la primera semana después del nacimiento, en comparación con $0,2 \pm 0,1$ kg para los terneros alimentados convencionalmente. En el día 35, esta diferencia en las ganancias resultó en una ventaja de peso de 10,5 kg a favor de los terneros alimentados *ad libitum*. Durante e inmediatamente después del destete, la tasa de aumento de peso se redujo en ambos grupos de los tratamientos, pero se recuperó aproximadamente al día 49. Sin embargo, la ventaja significativa de peso de los terneros alimentados *ad libitum* persistió hasta el final del ex-



perimento.

En los últimos años, se ha estudiado el impacto de la nutrición temprana (predestete) sobre la producción de leche. Actualmente, los estudios que investigan esta relación son muy variables. En algunos, donde se utilizó un programa de alimentación intensiva o crecimiento acelerado (Shamay et al., 2005; Moallem et al., 2010; Soberon et al., 2012), utilizando leche entera o sustituto lácteo en las terneras, se han reportado mejoras significativas en la producción de leche. Investigadores como Soberon y Van Amburgh (2013) reportan un incremento de 42.9 kg en la producción de leche por cada aumento de 100 g/d en la ingesta de nutrientes en la leche o sustituto lácteo.

Otros estudios recientes (Raeth-Knight et al., 2009; Davis Rinker et al., 2011; Kiezebrink et al., 2015) no han mostrado diferencia estadísticamente significativa en cuanto a la producción de leche, grasa y proteínas a pesar de que las terneras recibieron sustitutos con mayor densidad de nutrientes.

Se ha demostrado que la tasa de crecimiento de las terneras, posterior al destete hasta la pubertad es cuadrática y está relacionada con la producción de leche, reflejándose la máxima producción con ganancias diarias de peso de 799g/d (Zanton y Heinrichs, 2005). Según otros estudios (Jasper y Weary, 2002; Cowles et al., 2006; Stamey et al., 2012), la utilización de un programa de alimentación intensivo en terneras recién nacidas aumenta las tasas de crecimiento, lo que se traduce en una mayor altura y peso corporal al destete.

También está bien documentado que para maximizar el rendimiento de la lactancia y reducir los costos de crianza, la media de la edad al primer parto, en novillas Holstein, en los países occidentales se recomienda que sea ≤ 24 meses con 540 a 650 kg de PV antes del primer parto en los sistemas de alimentación intensiva donde se utilizan altas cantidades de concentra-

do (Hoffman, 1997) y entre 475 y 550 kg en los sistemas basados en pasturas (Holmes et al., 2002; Macdonald et al., 2005).

Alimentadores automáticos

Actualmente existe una clara tendencia en utilizar alimentadores automáticos, de hecho, en nuestro país a través de la empresa Servicios Integrados de Buiatría y Reproducción Animal (SIBRA BIOTEC S.A), se han instalado algunos equipos en modernos centros de crianza, pues estos novedosos alimentadores permiten una mayor precisión en la medición y el control de la absorción individual del alimento líquido y sólido.

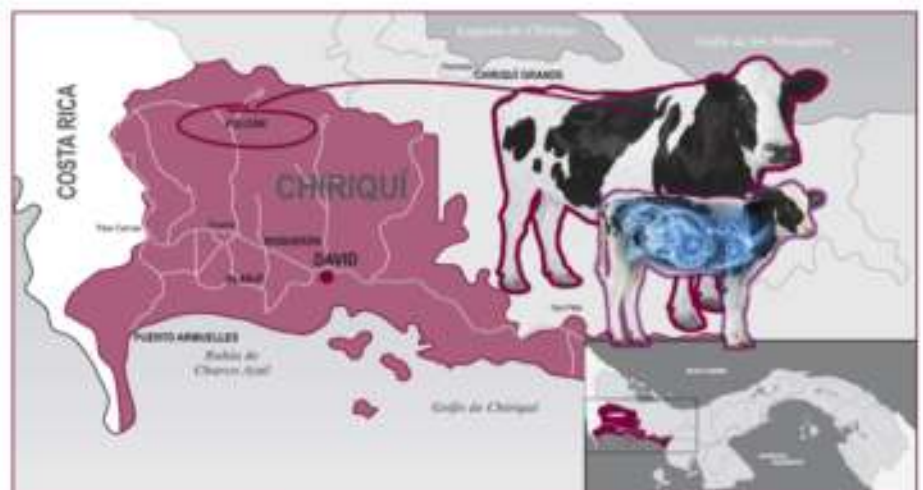
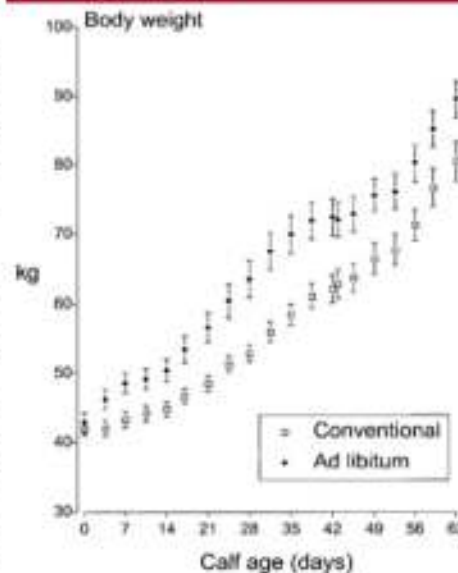
Autores como Roth et al., 2008; De Passillé y Rushen de 2012, citados por Passillé et al. (2016), señalan

que estos facilitan la alimentación de terneros lecheros lactantes utilizando, ya sea más leche entera o sustituto de leche, lo cual conduce a un mayor crecimiento predestete (Khan et al., 2011; Miller-Cushon y DeVries, 2015). Hay más pruebas de que altas tasas de crecimiento predestete están asociados, de alguna manera, con el aumento de primera lactancia producción de leche como lo señalan estudios realizados por Bach, 2012; Soberon et al., 2012. Por otra parte, las cantidades tradicionales de leche o sustituto para alimentación de terneros lactantes (de 8 a 15% del PV) conducen a las visitas frecuentes no recompensadas o bajos niveles de comportamiento en el juego, que han sido interpretados como signos de hambre (Jensen y Holm, 2003; De Paula Vieira et al., 2008; Borderas et al., 2009; Krachun et al., 2010). Algunas normas de bienestar recomiendan alimentar a las terneras en base a un 20% de su peso corporal, ya sea utilizando leche entera o sustituto lácteo (Productores Lecheros de Canadá, 2009).

METODOLOGÍA

Figura 2. Ubicación geográfica del establecimiento

El estudio se llevó a cabo en un establecimiento de la cuenca lechera de Panamá entre enero de 2015 y julio de 2016. La misma se localiza al Oeste del Istmo de Panamá, frontera con Costa Rica. Esta zona se caracteriza por tener un clima templado y lluvioso, con temperaturas que pueden os-



80.3% y pluviosidad promedio de 400 mm anual (56 – 1600 mm).

Para el análisis estadístico, se utilizó el programa estadístico R (Ihaka y Gentleman, 1996) y la estadística descriptiva para caracterizar los datos obtenidos en el estudio.

Figura 3. Programa de Alimentación de las terneras

Durante el periodo del estudio se utilizaron 84 terneras



de la raza Holstein de cero a dos meses de edad. Los animales fueron separados de sus madres desde el nacimiento y alojados en cunas individuales de madera de 2,0 x 1,2 m, con piso de tierra y cama de bujucha de madera.

Las terneras fueron alimentadas según el plan de manejo establecido en la finca, en donde todos los animales se les curó el cordón umbilical con yodo al 7% y durante las primeras 4 horas de vida se les suministraron 4 L de calostro de buena calidad. De la semana 1,2,3,4,5,6,7 y 8 se les suministró 4,6,8,6,4,2,2 y 1 L/día, respectivamente, de leche entera íntegra suministrada en baldes con biberones a 38°C dos veces al día (0800 y 1600 h), tal como se muestra en la figura 3. A partir del tercer día de edad también se les ofreció alimento balanceado tipo pre-inicio (con un perfil de 25% de PC, 4.71% grasa, 6.99% fibra cruda, 70% TDN.). Posteriormente, a partir de los 45 días, se les ofreció una ración totalmente mezclada con un perfil nutricional de 20% de proteína y 1.7 Mcal de energía neta, la misma se ofrecía en una mezcla de 50/50 con respecto al preiniciador con el objetivo de ir adaptando a la ternera y buscando desarrollo ruminal. Para llevar a cabo las evaluaciones del crecimiento de los animales, se realizaron mediciones semanales de peso corporal y altura a la cruz con ayuda de una cinta, siempre el mismo día de la semana, a la misma hora y por la misma persona; para evitar inconsistencias y reducir el error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Estadística descriptiva del programa de crecimiento acelerado en terneras Holstein

n=84	Peso al nacimiento	Peso ajustado al destete a 60 días	Altura al nacimiento	Altura ajustada al destete a 60 días	Ganancia diaria de peso (GDP)	Ganancia diaria de altura (GDA)
Promedio	34.131	80.4821	72.0357	87.9821	0.773452	0.266548
Mediana	35.0	79.5	72.0	87.8	0.77	0.25
Varianza	14.7658	100.847	10.9746	14.1338	0.0233699	0.00375782
Desviación Estándar	3.84263	10.0423	3.3128	3.75949	0.152872	0.061301
Coefficiente de Variación	11.2585%	12.4776%	4.59882%	4.27302%	19.7649%	22.9982%
Error Estándar	0.419265	1.0957	0.361456	0.410194	0.0166797	0.00668849
Mínimo	24.0	57.8	62.0	79.8	0.38	0.11
Máximo	45.0	106.8	79.0	97.4	1.23	0.45

La estadística descriptiva del cuadro 1, demuestra que el peso promedio al nacimiento fue de 34 kg; en este estudio se logró más que duplicar el peso del nacimiento al destete con un peso promedio de 80.48 kg y con rangos de 57.80 a 106.80 kg; cumpliendo con los estándares mundiales. En lo referente a las ganancias diarias promedios de peso, se encontró que las terneras ganaban 0.77 kg/d, con un rango de 0.57 a 1.23 kg/d. Con respecto a la estatura a la cruz las terneras midieron en promedio 71.93 cm al nacimiento, con valores mínimos y máximos de 57 y 79 cm respectivamente. En cuanto a la altura al destete se puede observar que midieron 87.98 cm, con rangos de 79.80 a 97.40 cm. Bajo este sistema de alimentación los animales lograron ganar 8.3 cm por mes.

En un estudio realizado en Costa Rica por Elizondo et al. (2012), donde también utilizaron un programa de crecimiento acelerado o intensivo con terneras Holstein, reportaron pesos al destete de 68 ± 4 kg y alturas a la cruz al destete de 91.2 cm, siendo éstas 12 kg menos que nuestros datos; sin embargo, la altura al destete fue similar en ambos estudios. Situación similar reportaron Raeth-



Knight et al., (2009), donde la altura a la cadera fue alrededor de 91,2 cm a los 56 días.

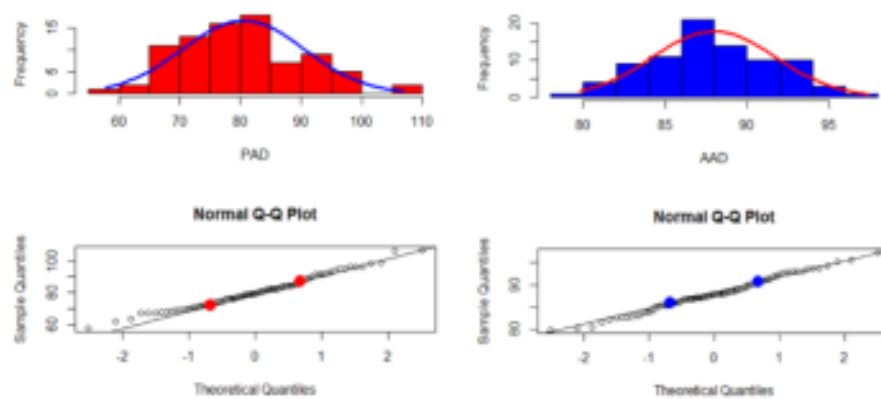
Resultados similares fueron reportados en estudios realizados en otras latitudes por Soberon et., al (2012), utilizando sustituto de leche (28:20), en dos rebaños; uno en la universidad de Cornell y el otro en un establecimiento comercial, en donde se reportaron ganancias diarias de peso promedio de $0,82 \pm 0,18$ kg / d, con un rango de 0,10 a 1,58 kg / día, lo cual concuerda de manera muy similar a los resultados generados en nuestro reporte. En este mismo estudio se demuestra que el peso al destete fue de 82,08 y 84,13 para los rebaños de Cornell y el establecimiento comercial, respectivamente. La altura al destete fue de 93,79 cm, la cual fue un poco superior a la nuestra, lo que es lógico por el biotipo de animal que se maneja en nuestras condiciones.

En otros estudios, al igual que en el nuestro, se determinó que incrementar el consumo de energía y proteína en terneras con la utilización de un programa de alimentación

sivo en terneras recién nacidas aumenta las tasas de crecimiento, lo que se traducía en una mayor altura y peso corporal al destete. Así, por ejemplo, Jasper y Weary (2002) reportaron una diferencia de 10,5 kg al destete, favoreciendo a los animales que consumieron mayor cantidad de leche. Es importante señalar que los pesos obtenidos en el presente ensayo son muy similares a los obtenidos por otros autores como Coverdale et al. (2004) donde reportan pesos entre 58,7 y 65,6 kg a los 52 días. Por su parte Khan et al. (2007a) encontraron pesos entre los 64,13 y 68,71 kg en animales destetados a las 7 semanas, mientras que Suárez et al. (2011) reportaron pesos entre 45,9 y 47,1 kg a las cinco semanas.

En nuestro experimento, no se observó ningún signo de enfermedad distinta de la diarrea, y el nivel de esta dolencia era bastante baja. Varios estudios anteriores también han encontrado que no hay aumento de la diarrea, asociada con un aumento de la alimentación de la leche, tal es el caso de Jasper y Weary, 2002; Appleby et al., 2001).

Grafico 1. Distribución del peso y la estatura ajustada al destete



Los gráficos muestran la manera en que están distribuidos tanto los datos de peso ajustado al destete (PAD) y altura ajustada al destete (AAD) a los 60 días. Con la prueba de Shapiro-Wilk se confirma el supuesto de distribución normal de los datos con p-valor de 0.36 y 0.76 para el peso y la altura, respectivamente.

Está bien documentado que, durante las primeras semanas de vida, los terneros se consideran funcionalmente como no rumiantes con un mínimo o ningún consumo de alimento seco durante las primeras dos semanas de vida. Investigaciones recientes realizadas por Raeth-Knight et al., 2009; Davis Rincker et al., 2011, han demostrado que el aumento de la tasa de crecimiento de los terneros durante las primeras ocho semanas de vida conduce a que éstas estén aptas para la reproducción y en consecuencia se genere un parto

temprano; mayor vida productiva, y una mayor producción de leche en la primera lactancia.

Actualmente existe una excelente revisión del impacto de la nutrición temprana de terneros bajo un programa de crecimiento acelerado desde el nacimiento hasta el destete realizada por Drackley (2016), donde se explica en detalle requerimientos nutricionales del ternero, opciones de alimentación líquida, regímenes de alimentación prácticos y su impacto sobre la producción futura de leche.

Si bien es cierto en este reporte no llegamos a evaluar la producción de las novillas a la primera lactancia, pero creemos que si hay un impacto positivo en las primeras lactancias de los animales que fueron alimentados con un alto plano nutricional.

Cuadro 2. Diferencias en cuanto a la producción en la primera lactancia de novillas debido a un programa de alimentación intensivo o crecimiento acelerado

Estudio	Respuesta de en producción (kg de leche)
Foldager y Krohn (1994)	1405 Leche entera
Bar-Peled et al. (1997)	453 Leche entera / Sustituto lácteo
Foldager et al. (1997)	519 Leche entera
Ballard et al. (2005)	700 Sustituto lácteo
Shamay et al. (2005)	981 Leche entera / Sustituto lácteo
Drackley et al. (2007)	1.332 Sustituto lácteo
Raeth-Knight et al. (2009)	718 Sustituto lácteo
Terre et al. (2009)	624 Sustituto lácteo
Morrison et al. (2009)	-91 Sustituto lácteo
Moallem et al. (2010)	732 Leche entera / Sustituto lácteo
Davis-Rincker et al., (2011)	416 Sustituto lácteo
Soberon et al., (2012)	552 Sustituto lácteo
Kiezebrink et al., 2015	-25

Adaptado de Drackley, 2016

Pues hasta la fecha, se han reportado trece estudios de carácter científico en los que se ha evaluado el efecto de la nutrición temprana durante las primeras siete semanas de vida y la producción láctea futura.

En este cuadro se evidencia que solamente en dos de estos estudios no se reflejaron ventajas en cuanto a producción de leche, a pesar de que se las terneras se alimentaron con un alto plano nutricional. En los demás estudios o sea, 11 de ellos, se observaron mejoras significativas con respecto a la producción cuando se les ofreció a las terneras una mejor nutrición predestete. Sin embargo, estos estudios demuestran que en promedio las novillas produjeron

33 más kg de leche cuando fueron alimentadas con un programa de crecimiento acelerado.

En nuestras condiciones de trópico esa mejora en produ

cción de leche futura puede ser de un 50% con respecto a las que se reportan en otras latitudes en condiciones ambientales y de manejo diferentes.

En nuestras condiciones de trópico esa mejora en producción de leche futura puede ser de un 50% con respecto a las que se reportan en otras latitudes en condiciones ambientales y de manejo diferentes.

Además, es bien documentado que la ingesta adecuada de nutrientes durante el período predestete es esencial para el bienestar, la salud y la productividad futura de las novillas. Las terneras alimentadas *ad libitum* logran tasas de crecimiento mayores durante el período predestete, sin efectos negativos sobre el desarrollo del rumen (Khan et al., 2007; Silper et al., 2014); y una mejor salud (Borderas et al., 2009; cHengst et al., 2012; Bach et al., 2013).

Estudios recientes también indican que las novillas que dan mayores volúmenes de alimentación líquida mostró una mejora



Cuadro 2. Análisis económico de la dieta líquida utilizada en el programa de crecimiento acelerado.

Semana	Días	Litros	Cantidad (L)	Leche Entera	Sustituto
				Costo/Animal	Costo/Animal
1	7	4	28	\$ 7.00	\$ 15.40
2	7	6	42	\$ 26.04	\$ 23.10
3	7	8	56	\$ 34.72	\$ 30.80
4	7	6	42	\$ 26.04	\$ 23.10
5	7	4	28	\$ 17.36	\$ 15.40
6	7	2	14	\$ 8.68	\$ 7.70
7	7	1	7	\$ 4.34	\$ 3.85
8	7	1	7	\$ 4.34	\$ 3.85
			224	\$ 128.52	\$ 123.20
				Diferencia \$ 5.32	

en la respuesta inmune postdestete en comparación con las vaquillas con volúmenes inferiores a los indicados (Ballou, 2012; Ballou et al., 2015). Sin embargo, a pesar de todas estas ventajas, los productores y técnicos asesores son reacios a aumentar el volumen de leche para alimentar a las terneras, debido al aumento de los costos de la leche o sustituto de leche, y las posibles reducciones en la cantidad de leche disponible para la venta (Moore et al., 2009).

En el cuadro 2 se aprecian los costos de dos programas de crecimiento acelerado con leche entera vs un sustituto lácteo local considerado como uno de los mejores (24:20) en su respectiva relación proteína: grasa. Puede observarse claramente que el margen de diferencia en cuanto al costo entre la leche entera y el sustituto fue tan sólo de \$5.32. Se aprecia que el costo asociado de ofrecer leche entera vs un sustituto lácteo a una ternera hasta el destete genera un costo de 128.52 vs 123.20 dólares, respectivamente. Es importante señalar que debido al alto valor nutricional que ofrece esta dieta líquida a las terneras en la finca era justificable ofrecer este tipo de alimentación por el pequeño margen de diferencia que existía con respecto a utilizar

esta etapa para potencializar al máximo el crecimiento y desarrollo sobre todo estructural de las terneras, ya que la proteína que estaba entregando a las becerras era de alto valor biológico, lo cual favorecía e impulsaba a que la ternera ganara más peso y estatura.

En una revisión reciente realizada por Drackley (2016), se evaluaron 13 estudios, de los cuales sólo se reportó que terneras que habían sido alimentadas utilizando este tipo de programas de alimentación producían en promedio 537.33 kg más de leche en la primera lactancia. En coincidencia con estas afirmaciones otros autores como Soberón et al., (2013) demostraron que ganancias diarias de peso de 1 kg/día en el predestete se asocia con un aumento de 1000 kg o más de leche durante la primera lactancia. Definitivamente, existe suficiente evidencia científica que respalda la utilización de este tipo de alimentación en terneras durante las primeras ocho semanas de vida y su futuro potencial con respecto a la producción de leche.

Cuadro 3. Análisis económico de la dieta sólida

Etapa en días	Días	Cantidades a consumir			Precio	costo
		Preiniciador (lbs)	RTM	Total (lbs)		
3 a 15 día	12	0.5		6.0	\$ 0.30	\$ 1.80
16 a 30	14	1.0		14.0	\$ 0.30	\$ 4.20
31 a 45	14	1.5		21.0	\$ 0.30	\$ 6.30
45 a 60	14		2.5	35.0	\$ 0.30	\$ 9.10
Total						\$ 21.40



El costo total de la ración sólida hasta los 60 días fue de 21.40 dólares/temera, tomando en consideración que a partir de los 45 días se iniciaba una transición de alimento preiniciador a una ración totalmente mezclada con el propósito de estimular el desarrollo de las papilas ruminales.

Si bien es cierto el objetivo final de las explotaciones lecheras es producir las mejores vacas de novillas de reemplazo. Sin embargo, la sustitución de gestión de vaca y la alimentación son costosas y requieren un extenso trabajo en el manejo adecuado y preciso de la nutrición temprana de las temeras, considerando que el precio es de aproximadamente el 20% de los gastos de explotación tal y como lo señala Heinrichs (1993).

En este cuadro se muestra el peso y la altura que deben tener las temeras y novillas con respecto a la edad en meses. Se tomó como referencia la altura y el peso corporal medio de las vacas maduras (> 3 lactancias), siendo este de 140 cm y 570 kg, respectivamente. Está claro que lograr edades al primer parto entre los 22 y 24 meses de edad con un peso corporal óptimo es favorable para disminuir los costos de alimentación de la crianza, aumentar la vida productiva y lograr el retomo de la inversión en menos tiempo, tal y como lo señala Raeth-Knight et al. (2009).

En coincidencia con nuestros datos, para obtener estas edades al primer parto Van Amburgh et al. (2005) señalan que se requieren tasas de crecimiento adecuadas para lograr los pesos objetivos, por ejemplo, los pesos deseados al servicio, pre parto y post parto deben ser el 55%, 94% y 85% del peso vivo adulto respectivamente, para así maximizar la futura producción de leche. La tasa de crecimiento deseado depende tanto de la edad deseada al parto y prevista de peso corporal al parto (94% del peso vivo adulto).

En un artículo recientemente publicado por Akins (2016), se describe que para calcular el número de días para el crecimiento y la ganancia de peso total antes del parto, el aumento de peso corporal recomendado de nacimiento hasta el parto debería ser de 0,8 kg por día para novillas Holstein con un peso maduro promedio adulto de las vacas de MBW de 682 kg y una edad al parto de 24 meses.

El cálculo para derivar la ganancia necesaria desde el nacimiento hasta pre-parto sería:

$((682 \text{ kg MBW} \times 0,94) - 42 \text{ kg de peso al nacer}) / 730 \text{ días} = 0,82 \text{ kg de ganancia por día}$. Sin embargo, el peso corporal adulto o maduro es muy variable dependiendo del biotipo animal y la varianza genética (Hoffman, 2007).

En el presente estudio se adaptó la ecuación de acuerdo a las características del establecimiento lechero en estudio, generándose la siguiente ecuación:

$((564 \text{ kg MBW} \times 0,94) - 34 \text{ kg de peso al$

Cuadro 4. Crecimiento personalizado para temeras y novillas basada en el peso maduro y el objetivo para la edad al momento del parto según las condiciones del rebaño.

Edad, mes	Edad, días	Peso corporal, kg	% de peso corporal adulto	Estatura, cm	% de altura adulto
0	0.0	34	6.03	77.0	55.0
1	30.4	57	10.08	81.8	58.4
2	60.9	80	14.12	86.6	61.8
3	91.3	97	17.20	91.4	65.3
4	121.7	114	20.27	96.1	68.7
5	152.2	132	23.34	100.9	72.1
6	182.6	149	26.42	105.7	75.5
7	213.1	166	29.49	108.1	77.2
8	243.5	184	32.56	110.5	78.9
9	273.9	201	35.64	112.9	80.6
10	304.4	218	38.71	115.3	82.3
11	334.8	236	41.78	117.7	84.0
12	365.2	253	44.86	120.1	85.8
13	395.7	270	47.93	121.2	86.6
14	426.1	288	51.00	122.3	87.4
15	456.6	305	54.08	123.5	88.2
16	487.0	329	58.40	124.6	89.0
17	517.4	354	62.73	125.8	89.9
18	547.9	378	67.06	126.9	90.7
19	578.3	403	71.38	128.1	91.5
20	608.7	427	75.71	129.2	92.3
21	639.2	451	80.04	130.4	93.1
22	669.6	476	84.36	131.5	94.0
23	700.0	500	88.69	132.7	94.8
24	730.5	525	93.02	133.8	95.6
25	760.9	483	85.63	133.9	95.7
26	791.4	490	86.90	134.0	95.7
27	821.8	497	88.17	134.1	95.8
28	852.2	504	89.43	134.2	95.9

nacer) / 730 días = 0,88 kg de ganancia por día. Sin embargo, las temeras alcanzaron a ganar 0.77 kg/d.

En un estudio reciente, Van De Stroet et al. (2016) evaluaron la asociación de las características de crecimiento de temera con características de producción en el ganado lechero y reportaron que el crecimiento predestete tiene asociaciones con la producción de leche en la edad adulta. Las diferencias en la producción de leche fueron más evidentes durante la lactancia temprana y el pico de producción. En particular, los terneros que eran las más cortas tenían el potencial de producción de leche más bajo y eran los más propensos a ser eliminados del rebaño antes de la

CONCLUSIONES

A continuación, mostramos las siguientes inferencias del estudio realizado:

Definitivamente que el utilizar programas de crecimiento acelerado o intensivo tiene un impacto importante sobre el crecimiento y desarrollo de terneras. Los análisis de estadística descriptiva demostraron que el peso del nacimiento al destete era más que duplicado con 34 vs 80.5 kg promedio respectivamente; con ganancias diarias de peso promedio de 0.77 kg. En cuanto a la estatura, las terneras en promedio midieron al nacimiento y al destete 72 vs 88 cm, respectivamente, lo cual se traduce en una ganancia de estatura de 8.3 cm por mes. Está claro que con los datos obtenidos se justifica trabajar con este tipo de programas de alimentación para potencializar el crecimiento de las terneras y la futura producción de leche.

En lo referente a la valoración económica de este tipo de programas de alimentación se reportó un costo de la dieta líquida en base a leche entera de 128.52 \$ que si lo comparamos con un sustituto lácteo fue de 123.20 \$, es decir, la diferencia es de tan sólo 5.32 \$. El costo de la dieta sólida a base de concentrados fue de 21.40 \$. De manera general, el costo de utilizar un programa de crecimiento acelerado es de aproximadamente 150.0 \$.

Con esta investigación, se proporciona información actualizada del impacto que tienen los sistemas de alimentación intensivos bajo nuestras condiciones de trópico con énfasis en la eficiencia nutricional, ya que no se había reportado datos con respecto a la temática en Panamá.

RECOMENDACIONES

Es importante continuar con este tipo de estudio y evaluar el desempeño productivo sobre todo durante las primeras lactancias de animales que han sido sometidos a programación metabólica para ver cuánto más producen las novillas y si el impacto también es positivo en el trópico, así como lo es en otras latitudes del mundo.

Trabajar con énfasis en nutrición de precisión según las etapas de crecimiento para potencializar el adecuado crecimiento de las terneras y así disminuir las edades al primer parto a lo óptimo (23-24 meses) y que de hecho es posible conseguirlo en nuestras condiciones, ya que de esta manera se obtiene más rápido el retorno de la inversión y se generan más lactancias y más leche que es lo que en el fondo beneficia al productor.

Generar curvas de crecimiento de cada establecimiento lechero en función del biotipo de animales que estén utilizando y medir por lo menos peso y estatura al nacimiento, destete, pre servicio y servicio para ver si las metas están siendo alcanzadas, de lo contrario el productor estará incurriendo en pérdidas económicas.

Referencias Bibliográficas

- Bach, A., Terré, M. y Pinto, A. (2013). Performance Appleby, D.M. y Weary, B. (2001). Chua Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 74: 191-201.
- Albright, L. y Arave, C. (1987). The behaviour of cattle. Wallingford, UK, CAB International e and health responses of dairy calves offered different milk replacer allowances. *Journal of Dairy Science*, 96: 7790-7797.
- Bach, A. (2012). Ruminant nutrition symposium: Optimizing performance of the offspring: Nourishing and managing the dam and postnatal calf for optimal lactation, reproduction, and immunity. *J. Anim. Sci.* 90: 1835-1845.
- Ballou, M.A. (2012). Immune responses of Holstein and Jersey calves during the preweaning and immediate postweaned periods when fed varying planes of milk replacer. *Journal of Dairy Science*, 95: 7319-7330.
- Ballou, M.A., Hanson, D.L., Cobb, C.J., Obsidat, B.S., Sellers, M.D., Pepper-Yowell, A.R., Carol, J.A., Earleywine, T.J. y Lawhon, S.D. (2015). Plane of nutrition influences the performance, innate leukocyte responses, and resistance to an oral *Salmonella enterica* serotype Typhimurium challenge in Jersey calves. *Journal of Dairy Science*, 98: 1872-1882.
- Borderas, T.F., de Passillé, A.M.B. y Rushen, J. (2009). Feeding behavior of calves fed small or large amounts of milk. *Journal of Dairy Science*, 2843-2852.
- Coverdale, J., Tyler, H., Quigley, J. y Brumm, J. (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.
- Cowles, K.E., White, R.A., Whitehouse, N.L. y Erickson, P.S. Growth characteristics of calves fed an intensified milk replacer regimen with additional lactoferrin. *J. Dairy Sci.* 2006, 89: 4835-4845.
- Davis Rinker, L.E., VandeHaar, M.J., Wolf, C.A., Liesman, J.S., Chapin, L.T. y Weber Nielsen, M.S. (2011). Effect of intensified feeding of heifer calves on growth, pubertal age, calving age, milk yield, and economics. *Journal of Dairy Science*, 94: 3554-3567.
- DeNise, S. K., Robison, J. D., Stott, G.H. y Armstrong, D.V. (1989). Effects of passive immunity on subsequent production in dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 72:552.
- De Passillé, A.M. y Rushen, J. (2016). Using automated feeders to wean calves fed large amounts of milk according to their ability to eat solid feed. *Journal of Dairy Science*, 99:1-8.
- De Passillé, A.M. y Rushen, J. (2012). Adjusting the weaning age of calves fed by automated feeders according to individual intakes of solid feed. *Journal of Dairy Science*, 95: 5292-5298.
- De Paula Vieira, A., Guesdon, V., de Passillé, A.M., von Keyserlingk, M.A.G. y Weary, D.M. (2008). Behavioural indicators of hunger in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109: 180-189.
- Diaz M., Van Amburg M., Smith J., Kelsey J., Hutten E. (2001). Composition growth of Holstein calves fed milk replacer from birth to 105-kilogram body weight. *Journal of Dairy Science*, 84:830-842.
- D.L. Van De Stroet, J.A. Calderón Diaz, K.J. Stalder, A.J. Heinrichs, C.D. Dechow. (2016). Association of calf growth traits with production characteristics in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 99:1-9
- Drackley J. K. (2016). Nutrición de las terneras para crecimiento, salud y producción. Webinar del Nutricionista. Seminario web interactivos mensuales sobre nutrición en rodeos lecheros.
- Drackley, J. K. (2005). Early growth effects on subsequent health and performance of dairy heifers. Chapter 12 in "Calf and heifer rearing: Principles of rearing the modern dairy heifer from calf to calving". Nottingham Univ. Press. P.C. Garsworthy, ed. Pp. 213-235.
- Elizondo J.A., Sánchez M. (2012). Efecto del consumo de dieta líquida y alimento balanceado sobre el crecimiento y desarrollo ruminal en terneras de lechería. *Agronomía Costarricense* 36(2): 81-90.
- Faber, S. N., N. E. Faber, T. C. McCauley, and R. L. Ax. (2005). Case Study: Effects of colostrum ingestion on lactational performance. *Prof. Anim. Scientist* 21:420-425.
- Hengst, B.A., Nemeč, L.M., Rastani, R.R., and Gressley, T.F. (2012) Effect of conventional and intensified milk replacer feeding programs on performance, vaccination response, and neutrophil mRNA levels of Holstein calves. *Journal of Dairy Science*, 95: 5182-5193.
- Hoffman, P. C. (1987). Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 75:836-845.
- Hoffman P.C. (2007). Innovations in dairy replacement heifer management. Reno, NV: Western Dairy Management Conference. 237-48.
- Holmes, C. W., I. M. Broekers, D. J. Garick, D. D. S. Mackenzie, T. J. Parkinson and G. F. Wilson. (2002). *Milk Production from Pasture*. Massey University, Palmerston North.
- Ihaka R. R Gentleman, (1996). R: a language for data analysis and graphics. *J. Comp Graph Stat* 5: 299-314.
- Jasper J., Weary D. (2002). Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 85:3054-3058.
- Jensen, M. B. and Holm, L. (2003). The effect of milk flow rate and milk allowance on feeding related behaviour in dairy calves fed by computer controlled milk feeders. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 82: 87-100.
- 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.
- Khan M., Lee H., Lee W., Kim H., Kim K., Hur T., Suh G., Kang S., Choi Y. (2007a). Structural growth, rumen development, and metabolic and immune responses of Holstein male calves fed milk through step down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90:3376-3387.
- Khan M., Lee H., Lee W., Kim H., Kim K., Ki J., Ha H., Lee G., Choi Y. (2007b). Pre- and post-weaning performance of Holstein female calves fed milk through step-downs and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, 90:876-885.
- Krachun, C., Rushen, J., and de Passillé, A.M. (2010). Play behaviour in dairy calves is reduced by weaning and by a low energy intake. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 122: 71-78.



- Kezebrink, D.J., Edwards, A.M., Wright, T.C., Cant, J.P., and Osborne, V.R. (2015). Effect of enhanced whole-milk feeding in calves on subsequent first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 98: 349-356.
- Macdonald, K.A., J.W. Penno, A.M. Bryant and J.R. Roche. (2005). Effect of feeding level pre- and post-puberty and body weight at first calving on growth, milk production, and fertility in grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 88:3363-3375.
- Matamoros, I. A. (2014). Alimentación y Manejo de la Vaca Lechera para Maximizar Productividad por Unidad de Área en Panamá. Proyecto de Asistencia Técnica para Lecheros Proveedores de Estrella Azul. Universidad de Zamorano. Disponible en: http://www.aprosolpa.com/memoriascongreso2014/presentacion/via2/d2_4_compressed.pdf
- Matthew S. Akins. (2018). Dairy Heifer Development and Nutrition Management. *Bovine Theriogenology*, 32(2):303-317.
- Miller-Cushion, E.K. and DeVries, T.J. (2015). Invited review: Development and expression of dairy calf feeding behaviour. *Can. J. Anim. Sci.* 95: 1-10.
- Moallem, U., Weimer, D., Lehrer, H., Zachut, M., Livshitz, L., Yakoby, S., and Shamay, A. (2010). Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production. *Journal of Dairy Science*, 93: 2639-2650.
- Raeth-Knight, M., Chester-Jones, H., Hayes, S., Linn, J., Larson, R., Ziegler, D., Ziegler, B., and Broadwater, N. (2008). Impact of conventional or intensive milk replacer programs on Holstein heifer performance through six months of age and during first lactation. *Journal of Dairy Science*, 92: 799-808.
- Robinson, J. D., G. H. Stoff and S. K. DeNise. (1988). Effects of passive immunity on growth and survival in the dairy heifer. *Journal of Dairy Science*, 71:1283-1287.
- Roth, B.A., Hillmann, E., Stauffacher, M., and Keil, N.M. (2008). Improved weaning reduces cross-sucking and may improve weight gain in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 111: 251-261.
- Shamay, A., Weimer, D., Moallem, U., Barash, H., and Bruckental, I. (2005). Effect of nursing management and skeletal size at weaning on puberty, skeletal growth rate, and milk production during first lactation of dairy heifers. *Journal of Dairy Science*, 88: 1460-1469.
- Sipper, B.F., Lana, A.M.O., 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.
- Stamey, J.A., Janovick, N.A., Kertz, A.F., and Drackley, J.K. (2012). Influence of starter protein content on growth of dairy calves in an enhanced early nutrition program. *Journal of Dairy Science*, 95: 3327-3336.
- Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R.W., and Van Amburgh, M.E. (2012). Preweaning milk replacer intake and effects on long-term productivity of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 95: 783-793.
- Soberon, F., and M. E. Van Amburgh. (2013). LACTATION BIOLOGY SYMPOSIUM: The effect of nutrient intake from milk or milk replacer of preweaned dairy calves on lactation milk yield as adults: A meta-analysis of current data. *J. Anim. Sci.* 91:708-712.
- Suárez F., Hill, H., Heinrichs A., Bateman H., Aldrich J., Schlotterbeck R. (2011). Effects of including corn distillers dried grains with solubles in dairy calf feeds. *Journal of Dairy Science*, 94:3037-3044.
- Van Amburgh. (2016). Mamá siempre tiene razón. *Hoards Dairyman en español* 22(256).
- Soberon, F. and M. E. Van Amburgh. (2011). Effects of colostrum intake and pre-weaning nutrient intake on post-weaning feed efficiency and voluntary feed intake. *Journal of Dairy Science*, 94(1):69 (abstr.).
- Van Amburgh M, Meyer M. (2005). Target growth and nutrient requirements of postweaned dairy heifers. In: *Dairy calves and heifers: integrating biology and management*. Syracuse (NY): Natural Resource, Agriculture, and Engineering Services, 128-38.
- Zantón, G.I. and Heinrichs, A.J. (2005). Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *Journal of Dairy Science*, 88: 3860-3867.

Agradecimientos

Extendemos nuestros agradecimientos por la gran colaboración a las siguientes empresas:

Lechería Los Pinos Propiedad de la familia Thorp-Ancheta y la empresa SIBRA BIOTEC S.A.



Efecto de la nutrición y los programas de crecimiento acelerado sobre el desarrollo de la glándula mamaria y futuro desempeño productivo en ganado bovino lechero



¹Joseph K. Grajales C.

Ing. Agrónomo Zootecnista – Universidad de Panamá
 Profesor Asistente de la Universidad de Panamá – Facultad de Ciencias Agropecuarias-Chiriquí
 Diplomado en Reproducción Bovina – Universidad Tecnológica Oteima
 Estudiante de Magister en Ciencia Animal – Universidad Austral de Chile
 E-mail: joseph772009@hotmail.com

²Miguel A Castillo U.

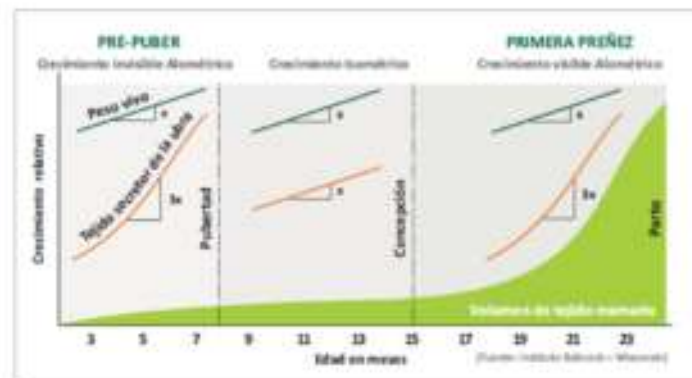
Ing. Agrónomo Zootecnista – Universidad de Costa Rica.
 Académico Escuelas de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia, Costa Rica.
 Estudiante Magister en Producción Animal – Universidad Austral de Chile.
 e-mail: miguel.castillo.umana@una.com

Introducción

Fases de crecimiento de la temera (isométrico y alométrico)

En la etapa de crecimiento de la temera, su glándula mamaria pasa por diferentes fases de crecimiento, según Purup et al. (1993), citado por Lohakare et al. (2012), la glándula mamaria crece al mismo ritmo que el resto del cuerpo, desde el nacimiento hasta aproximadamente tres meses de edad y de 10-12 meses hasta aproximadamente tres meses de gestación (isométrico); de tres meses hasta los 10 meses, la glándula mamaria presenta una tasa de crecimiento mayor con respecto al resto del cuerpo (crecimiento alométrico) (Swanson y Poffenbarger, 1979; Valentine et al., 1987).

Otros autores como Sinha y Toker (1969) y Valentine et al. (1987) indican que el crecimiento mamario inicia desde la etapa fetal y que este crecimiento mamario influye en la capacidad



Fuente: Instituto Babcock-Wisconsin