



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

La Alimentación de la Becerra Holstein y su Ganancia de Peso
Vivo
(Revisión Bibliográfica)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MEDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A:

Guadalupe Nayely Bárcenas Ramírez

ASESOR DE TESIS:

M. en MVZ Héctor Reyes Soto

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTTLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTTLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUELLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTTLÁN
PRESENTE



ATN: LA. LAURA MARGARITA FORTAZAR FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
Facultad de Estudios Superiores Cuauttlán.

Con base en el Reglamento General de Exámenes y a Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Tesis

La alimentación de la Becerra Holstein y su Ganancia de Peso Vivo

Que presenta a presento GUADALUPE NAYELY BACENAS RAMÍREZ
Con número de cuenta: 41211643-0 para obtener el Título de Licenciado en Medicina Veterinaria y Zootecnia

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cuauttlán, México, a 25 de enero de 2017.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dr. Fernando Ortega Gallardo	
VOCAL	M. en M.V.Z. Froylán Izquierdo Villalobos García	
SECRETARIO	M. en M.V.Z. Theodor Reyes Sosa	
1er. SUPLENTE	Dra. María del Angeles Cruz Rubio	
2do. SUPLENTE	M. en M.V.Z. Melissa Margarita Regal Hernández	

NOTA: Los vocales suplentes podrán delegar a personas que no forman parte del Examen Profesional (C. A. 170)

U. N. A. M.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Por haberme permitido llegar tan lejos en la vida, dándome salud para poder lograr mis metas y objetivos.

A MIS PADRES

Elizabeth y José Juan por darme todo el apoyo, buenos ejemplos, consejos, valores constancia y perseverancia en todo momento, por lo cual me han permitido ser una persona de bien mostrándome que siempre se puede salir adelante pese a las circunstancias, pero sobretodo quiero agradecer la confianza y amor que han depositado en mí, para hacer esta meta una realidad.

A MIS HERMANOS Y NOVIO

A mi hermana Amanda por guiarme y dejarme aprender de sus errores, mi hermano Guillermo por siempre sacarme una sonrisa cuando lo necesitaba, mi tía Yolotzin por apoyarme y siempre estar presente, mi novio José por darme uno que otro consejo, ayudarme a ver mis errores y aciertos, pero sobretodo les agradezco siempre el amor infinito que me tienen.

A MIS PROFESORES

M en MVZ Héctor Reyes Soto por todo el apoyo guía y paciencia para la realización y culminación de esta tesis, a los doctores integrantes de mi jurado Dr Fernando Osnaya, M en MVZ Eusebio Villalobos, Dra Ángeles Ortiz y M en MVZ Miriam Rogel, así como todos aquellos que contribuyeron en mi formación profesional.

A MIS AMIGOS

Que siempre estuvieron presentes en la buenas y malas apoyándonos mutuamente para salir adelante en esta aventura que emprendimos de ser MVZ y que hasta la fecha seguimos siendo amigos: Alexandria González, Stephanie Montalvo, Antonio López, Cynthia Ibarra y Eduardo Rojas.

La Alimentación de la Becerra Holstein y su Ganancia de Peso Vivo (Revisión Bibliográfica)



INDICE

RESUMEN.....	1
ANTECEDENTES HISTÓRICOS	2
INTRODUCCIÓN	3
Etapa predestete (nacimiento-destete (2-3 meses)).....	3
Etapa prepuberal (destete – pubertad (9-11meses)).....	4
Pubertad hasta tres meses de gestación.....	4
3-meses de gestación-parto.....	4
MARCO TEORICO.....	5
CAPÍTULO 1	5
1.1 Primer día de edad	5
1,2 Clasificación de calostro de alta calidad	5
1.3 Cantidad ofrecida de calostro	7
1.4 Importancia nutricional del calostro	7
1.5 Sustitutos de calostro.....	9
1.6 Segundo y tercer día de vida (leche de transición)	10
1.7 Cuarto día de edad hasta el destete, (alimentación líquida).....	10
1.8 Leche entera	10
1.9 Sustitutos lácteos	11
1.10 Perfil de ácidos grasos en el sustituto lácteo	12
1.11 Cantidad total de leche o sustituto lácteo al día.....	13
1.12 Cantidad de leche o sustituto lácteo por comida	15
1.13 Necesidades nutricionales de las becerras.....	17
1.14 Consumo de iniciador y forraje	18

1.15 Transición de consumo de alimento líquido a sólido	19
1.16 Efecto del forraje sobre la expresión de transportadores de ácidos grasos volátiles	20
CAPÍTULO 2	21
2.1 Destete.....	21
2.2 A tiempo fijo temprano	21
2.3 A tiempo fijo tardío	22
2.4 A consumo fijo de alimento iniciador	22
2.5 Endocrinología del crecimiento.....	24
2.6 Etapa Prepuber (3 o 4° mes - pubertad)	25
2.7 Alternativas en la relación forraje: concentrado para vaquillas prepuberes	26
2.8 Crecimiento halométrico de la etapa prepuber	27
2.9 Efecto de la ganancia de peso sobre el rendimiento lácteo (etapa prepuberal)	29
CAPITULO 3	29
3.1 De la pubertad hasta la Gestación Temprana (3 meses)	29
3.2 Efecto de la ganancia de peso sobre el rendimiento lácteo (etapa post puberal hasta los 3 meses de gestación).....	30
3.3 Efecto de la ganancia de peso sobre el rendimiento lácteo (Tres meses de gestación-parto)	31
3.4 Efecto de la densidad energética sobre la producción láctea (1° parto).....	32
CONCLUSIÓN	33
BIBLIOGRAFÍA	34

RESUMEN

La ganancia de peso promedio durante la etapa predestete (<3 meses de vida) de la becerria tiene un impacto en el nivel productivo futuro, en este sentido, es de gran importancia el desarrollo de la glándula mamaria, ya que dicho tejido puede ser positivamente afectado por el manejo alimenticio intensivo (ganancia de peso > 0.64 Kg/d) durante esta etapa.

En la etapa prepúber (4 a 9-11 meses de vida) la ganancia de peso mayor a 1 kg/día puede afectar negativamente la relación tejido: parénquima mamario/grasa y afectar el rendimiento lácteo, sin embargo, si existe una relación proteína/energía de más de 38g de proteína metabolizable (16% PC) por cada Mcal de EM/Kg de MS en la dieta esta condición no ocurre. Durante las etapas pre y post púber las ganancias diarias promedio de 0.850-0.969 Kg expresan los mejores rendimientos lácteos de estos animales.

A pesar de la importancia del desarrollo de las vaquillas, existe un vacío de información acerca de la intensidad de alimentación durante la gestación temprana sobre la expresión lechera, ya que una dieta elevada en forrajes (> 70%) y una cantidad limitada de concentrados (< 30%) no tiene repercusiones sobre el crecimiento y no tiene un interés económico. Las vaquillas de primera lactancia sometidas a una alta densidad energética en la dieta no responden con producción láctea como las vacas multíparas, porque ellas utilizan este nutriente primordialmente para el crecimiento y el mantenimiento de las reservas corporales durante el posparto.

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La crianza de becerras es el segundo (Tozer y Heinrichs, 2001) o tercer (Harsh et al., 2001) gasto más importante del establo lechero (20-25%), solo por debajo de la alimentación de las vacas en producción (65%) (Tozer y Heinrichs, 2001), el costo más importante de la crianza de becerras es la alimentación (50-55%) (Zwald et al., 2007), y reducir el tiempo de 24 meses al primer parto sería la principal meta de toda empresa lechera (Ettema y Santos, 2004), la manera de llegar a esta meta es a través de la inseminación artificial a los 14-15 meses de edad junto con un peso promedio de 350 a 360 kg (Van Amburg y Meyer, 2005, Heinrichs y Lammers, 2008). El sub-óptimo crecimiento de la vaquilla independientemente de la causa, tiene un impacto negativo sobre su fertilidad, menor desempeño productivo futuro y menor longevidad en el hato lechero (Bazeley et al., 2016). En la recria existen diversos parámetros, sin embargo, la producción (kilogramos de leche) en su primera lactancia es el dato de mayor relevancia, ya que es un reflejo de manejo nutricional, sanitario y bienestar desde que nacen las becerras hasta el momento del primer parto, por lo que el nivel productivo deseado es llegar al pico de producción con 75-80% con respecto al ganado adulto (\bar{x} 40 Kg / $\geq 3^{\circ}$ lactancia) (Nordlun y Cook, 2004), para llegar a la meta, debemos monitorear la ganancia promedio de peso y la condición corporal de los animales en momentos clave (nacimiento, destete, previo a la inseminación artificial, próximas al parto), estos índices de crecimiento pueden mostrar diferencias entre Establos por los tipos de manejo entre ellos (Bazeley et al., 2016).

INTRODUCCIÓN

Etapa predestete (nacimiento-destete (2-3 meses)

Se ha demostrado, que, al promover el crecimiento acelerado de las becerras durante esta etapa mediante programas intensivos de alimentación (sustituto lácteo a un nivel del 2.1% de su peso vivo en base seca, con una densidad de nutrientes del 30.6% PC, 16.1% grasa) dan como resultado una mayor ganancia diaria de peso, reduce la edad a la pubertad, con una tendencia a mayor rendimiento lácteo en la primera lactancia, comparado con programas de alimentación convencional (sustituto lácteo a una cantidad de 1.2% de su peso vivo en base seca, con una densidad de nutrientes del 21.5% PC, 21.5% grasa) (ver tabla 1) (Rincker et al., 2011).

Tabla 1 Efecto de la alimentación intensiva, sustituto de leche, desarrollo y rendimiento de la lactancia			
	Tratamiento		
	Convencional	Intensivo	P valor ^a
Consumo de sustituto de leche (Kg. MS)	0.60	1.03	<.01
Consumo de iniciador (Kg. MS)	0.39	0.20	<.01
Ganancia diaria promedio (2-42 días / Kg)	0.44	0.64	<.01
Altura piso-cadera/42 días (cm)	83.6	86.3	<.01
Edad a la pubertad (días)	301	270	<.01
Primera lactación(305-días/Kg)	9712	10.128	.08

Abreviaturas: MS = materia seca; PA, medias matrices utilizadas como variable.

Periodo de predestete (menor de 6 semanas de edad)

Datos de Davis Rincker LE, VandeHaar MJ, Wolf CA, et al. Efecto de la alimentación intensiva de las terneras en crecimiento, la edad de la pubertad, la producción de leche y la economía J Dairy Sci 2011;94:3554-67.

Etapa prepuberal (destete – pubertad (9-11meses))

Durante este tiempo, la glándula mamaria crece a una tasa más rápida que otros órganos del animal (crecimiento halométrico) y durante este periodo, la relación parénquima mamario / tejido adiposo puede ser afectado negativamente por la ganancia diaria promedio superior a 1Kg., demostrando una menor producción láctea (7,750kg) comparado con una dieta que ofrece una ganancia de peso menor a 0.7kg (8,040kg) (Radcliff et al., 2000, Sejrsen et al., 2000, Meyer et al., 2006.). En un meta-análisis de 8 estudios de Zanton y Heinrichs (2005), han concluido que la tasa de crecimiento debe ser limitada a menos de 0.8 Kg por día para maximizar la producción en su primera lactancia. El tejido graso guarda una estrecha relación con ganancia de peso y a su vez con un alto consumo de energía, sin embargo, otros investigadores demuestran que la ganancia de peso poco afecta el desarrollo de la glándula mamaria cuando la dieta tiene un excelente balance entre energía y proteína (Dobos et al., 2000, Whitlock et al., 2002., Albino et al., 2015).

Pubertad hasta tres meses de gestación

En esta etapa, el desarrollo de la glándula mamaria tiene la misma tasa de crecimiento que otros órganos del animal (crecimiento isométrico), muy parecidos al inicio de la vida (< 3 meses de vida), durante este periodo, la relación: parénquima mamario / tejido adiposo no es muy sensible a la ganancia de peso (Sejrsen et al., 2000, Akins, 2016).

3-meses de gestación-parto

Durante esta etapa, la glándula mamaria crece más rápido que otros órganos del cuerpo (crecimiento halométrico), de una manera muy similar a la etapa prepuberal, durante este tiempo se debe monitorear la condición corporal de estos animales, ya que la meta es no

llegar al parto con más de 3.5 de puntuación en una escala de 1-5, para evitar problemas metabólicos, distocias y baja producción al primer parto (Radcliff et al., 2000, Meyer et al., 2006, Akins, 2016).

MARCO TEORICO

CAPÍTULO 1

1.1 Primer día de edad

Las becerras de raza lechera al nacer son separadas de sus madres y criadas de manera individual con leche o sustitutos lácteos hasta el destete (8-13 semanas) (Budzynska y Weary, 2008). Estas nacen con niveles basales de anticuerpos en la sangre y sus células inmunes no producen anticuerpos suficientes hasta aproximadamente las 4 semanas de edad (Godden, 2008), por lo que el primer día de edad deben consumir calostro, el cual contiene estas alfa globulinas (IgG 85-90%, IgM 7% e IgA 5%) y leucocitos ($<1 \times 10^6$), cuando estos elementos son absorbidos protegen a la becerro de los patógenos de su medio ambiente, (Beam et al., 2009, Stelwagen et al., 2009), Estos anticuerpos y leucocitos son absorbidos a través de las placas de peyer de la pared intestinal sin embargo, esta habilidad disminuye con el tiempo (< 24 horas) (Reber et al., 2006).

1,2 Clasificación de calostro de alta calidad

Un calostro de buena calidad es cuando este contiene más de 50g de IgG/L y tiene una correlación positiva con gravedad específica, por lo que el uso del calostrómetro es una herramienta simple, rápida y económica para medir esta gravedad específica y ofrece tres clasificaciones: verde = bueno (>50 g IgG/L), amarillo = regular (22-50g IgG/L), rojo = malo (<22 g IgG/L) (ver figura 1) (McGuirk y Collins, 2004, Ellingsen et al., 2016). Entre

los factores que afectan la cantidad de IgG en el calostro son la edad de la madre, la vacunación preparto, estrés calórico durante la gestación tardía, entre otros factores (Morin et al., 2001, Moore et al 2005, Swan et al., 2007).

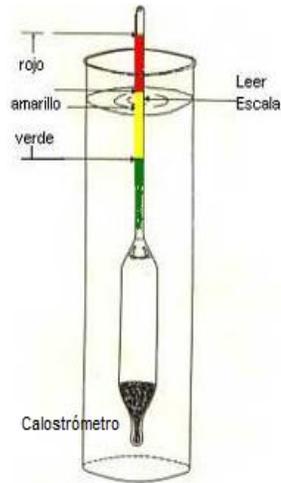


Figura 1 (Calostrómetro)

Además un calostro de calidad debe tener una concentración bacteriológica menor de 100,000 ufc/ml y dentro de estas bacterias debe tener menos de 10,000 ufc coliformes/ml, la importancia radica en que, las bacterias interfieren con la absorción de anticuerpos, el calostro se puede pasteurizar (60° por 60 minutos) (ver figura 2) y almacenar por congelación (1 año) o refrigeración (1 semana) hasta su posterior uso (McGuirk y Collins, 2004, Stewart et al., 2005, Elizondo-Salazar y Heinrichs, 2009).

Figura 2 (Pasteurizador de calostro)



1.3 Cantidad ofrecida de calostro

Una becerro Holstein necesita consumir al menos 150g de IgG durante las primeras 2 horas de vida y ofrecer otros 50g de IgG al término de 6-8 horas, por lo tanto ofrecer 3kilos de calostro de calidad durante las primeras horas y un kilo posterior durante el lapso de tiempo anteriormente mencionado pero, si la becerro es renuente a la alimentación, el uso de las sondas esofágicas puede ser una alternativa (ver figura 3) (Kaske et al., 2005, Godden, 2008, Chigerwe et al., 2008). La deficiencia de inmunoglobulinas en becerros es cuando estas presentan menos de 10mg (0.01g) de IgG / ml de suero, esta concentración de IgG tiene una correlación positiva con proteínas séricas totales (<5.5g de proteína total/dl), esta estimación se debe realizar a becerros de 2-7 días de vida con un refractómetro (Godden, 2008, Beam et al 2009, Elizondo-Salazar y Heinrichs, 2009, Deelen et al., 2014, Elsohaby et al., 2015),

Figura 3 (alimentación de calostro con sonda)



1.4 Importancia nutricional del calostro

Esta nunca debe ser subvalorada para la supervivencia, de las becerros recién nacidas, ya que las reservas energéticas corporales (glucógeno, grasa), son pequeñas y poco duraderas, la energía para la termogénesis y para la maduración de su regulación proviene de los componentes lácteos (grasa, proteína y lactosa) (Przybylska et al., 2007). El calostro además tiene mensajeros químicos por ejemplo: factor de crecimiento parecido a insulina

tipo 1 y 2 (IGF 1-2), hormonas (insulina, hormona del crecimiento etc.) (Ver tabla 2), todos estos mensajeros favorecen el crecimiento y la maduración del tracto digestivo neonato (crecimiento de la mucosa, aumento del tamaño de las microvellosidades, síntesis de enzimas digestivas y de hormonas del tubo digestivo, etc.) favoreciendo los índices de crecimiento de los animales (Blum y Hammon, 2000, Weaver et al., 2000, Blum y Baumrucker, 2002; Blum, 2006).

Tabla 2 Contenido de nutrientes en calostro, leche de transición y leche				
	Calostro	Leche de transición		Leche
Nutrientes	Numero de ordeños posparto			
	1	2	3	6
Gravedad especifica	1.056	1.040	1.035	1.032
Solidos totales (%)	23.9	17.9	14.1	12.9
Lactosa (%)	2.7	3.9	4.4	5.0
Grasa (%)	6.7	5.4	3.9	4.0
Proteína total (%)	14.0	8.4	5.1	3.1
Caseína (%)	4.8	4.3	3.8	2.5
Insulina (µg/L)	65.9	34.8	15.8	1.1
IGf-1(µg/L)	341	242	144	15
Abreviaturas: µg = microgramo, L = litro				

Hammon y Blum (2000)

Además estos componentes del calostro tienen un efecto epigenético a futuro sobre el rendimiento lechero de las becerras, el cual, fue demostrado por Faber y colaboradores (2005), ellos utilizaron becerras recién nacidas de la raza Brown Swiss las cuales fueron asignadas a dos tratamientos de manera aleatoria: 4kg de calostro (n=31) vs 2kg de calostro (n=37), después del segundo día ambos grupos fueron alimentados de manera similar, al llegar a la primera y segunda lactancia las vaquillas que recibieron 4Kg de calostro

respondieron con más kilos de leche que el grupo alimentado con 2Kg de calostro, además los animales tratados con 4Kg de calostro demostraron mayores índices de crecimiento que el grupo tratado con 2Kg de calostro y la diferencia promedio (ver tabla 3)

Tabla 3 Comparación de cantidad de calostro ofrecido			
Tratamientos	2 Kilos	4 Kilos	P
Ganancia de peso general (nacimiento-lactancias)	0,08 ± 0,02 Kg	1,03 ± 0,03 Kg	<0,001
Producción láctea (primer lactación de 305 días)	8952 ± 341 Kg	9907 ± 335 Kg	<0,01
Producción láctea (segunda lactación de 305 días)	9642 ± 341 Kg	11,294 ± 335 Kg	<0,001

Faber y colaboradores 2005

Por otra parte, las investigaciones señalan que el perfil de ácidos grasos en el calostro pueden afectar positivamente la expresión de genes en el futuro tejido alveolar mamario de las becerras y tendencias hacia mayor producción de leche a través de expresión de receptores, activar receptores intranucleares, modificar la expresión genética, alterar la fluidez de la membrana celular etc., (Sampath y Ntambi, 2005; Jump et al., 2013, García et al., 2016).

1.5 Sustitutos de calostro

En algunas ocasiones no existe calostro de calidad o proviene de vacas enfermas (paratuberculosis, tuberculosis etc.) y algunos veterinarios prefieren el uso de suplementos de calostro comerciables que pueden ofrecer un nivel de inmunidad aceptable, estos productos son derivados lácteos y/o de origen plasmático y se recomienda seguir las instrucciones del fabricante para obtener los resultados deseados (McGuirk y Collins, 2004, Swan et al., 2007).

1.6 Segundo y tercer día de vida (leche de transición)

El calostro cambia abruptamente sus propiedades físico-químicas con el tiempo y esta secreción llamada “leche de transición” (ver figura 4) aun no es comercializable (alto contenido de células somáticas) por lo que se destina a la alimentación de las becerras durante este periodo (ver tabla 2)



Figura 4 (Leche de transición, no comercial)

1.7 Cuarto día de edad hasta el destete, (alimentación líquida)

La base de la alimentación durante esta etapa es una dieta líquida (leche o sustitutos lácteos), durante este tiempo se suplementa con alimento sólido (concentrado) y la meta es duplicar el peso de nacimiento, los índices de crecimiento obtenidos durante esta etapa dependen mucho de la calidad (leche entera vs sustituto lácteo) y la cantidad ofrecida (Brickell, et al 2008, Akins M. 2016).

1.8 Leche entera

En un estudio de Moallem y colaboradores (2010), observaron que la relación entre nutrición pre-destete y el rendimiento lácteo futuro en la primera lactancia están asociados con el tipo y/o la calidad de los alimentos, ellos observaron 7.1-10.3% más producción de leche durante la primera lactancia en vaquillas que fueron alimentadas con leche entera (ver figura 5) que sus congéneres alimentadas con sustitutos lácteos durante el mismo periodo, y

sugieren que el sustituto lácteo no contiene los factor bio-activos que estimulan la futura producción láctea.



Figura 5 (Leche entera)

1.9 Sustitutos lácteos

El uso de sustitutos lácteos (ver figura 6) para la alimentación de las becerras permitió que las empresas lecheras obtuvieran más venta de leche y mayores ganancias, ya que la leche tiene, un mayor valor comercial debido a que es una rica fuente de aminoácidos esenciales junto con un bajo nivel de factores anti nutricionales lo que hace un alimento importante para la población humana (niños) (Tomkins et al., 1994 a,b). Por otra parte los sustitutos lácteos para becerras ofrecen una alimentación libre de enfermedades, sin embargo es importante seguir las indicaciones del fabricante, los productos que contienen carbohidratos o proteínas de origen no lácteos no son adecuados para las becerras muy jóvenes (<20 días) ya que pueden provocar disturbios digestivos (diarreas) por la falta de enzimas digestivas (Drackley 2008). En el mercado existen diversos productos comerciales con diferentes densidades de nutrientes (Bartlett et al., 2006, Hill et al., 2008, 2010), sin embargo la mayoría de los sustitutos que promueven un crecimiento acelerado tienen una concentración de proteína cruda de más del 28-30% y una concentración de grasa del 15-20% (Bascom et al., 2007, Hill et al., 2008, 2010).



Figura 6 (Sustituto lácteo)

1.10 Perfil de ácidos grasos en el sustituto lácteo

En los estudios de García y sus colaboradores (2016) utilizaron becerras calostradas (n=56) y al segundo día de vida fueron asignadas aleatoriamente a un sustituto lácteo con dos tratamientos: concentración basal de ácido graso linoleico (0.048g/Kg de MS, n=28) y suplementación de ácido linoleico, (0.154g/Kg de Ms, n=28) por 60 días, estos investigadores observaron que las becerras suplementadas con ácido linoleico presentaron mejores respuestas anabólicas durante el periodo pre-destete (2-60 días) y al llegar a la primera lactancia presentaron una tendencia hacia mayor producción láctea que el grupo control, además con mayor rendimiento de sólidos totales en leche (ver tabla 4)

Tabla 4 efecto de la suplementación de ácido graso linoleico			
	Sustituto (suplementado)	Sustituto Control	P= valor
Ganancia de peso (Kg)	0.46	0.42	0.04
Conversión alimenticia (kg)	0.62	0.57	0.05
Proteína sérica total (g/L)	59.7	58	0.07
Glucosa en sangre (mg/dl)	95.0	91.5	0.03
Insulina (ng/ml)	1.64	1.25	0.01
IGF-1 circulante (ng/ml)	62.3	54.1	0.05
B-OH-butirato (mg/dl)	0.83	1.35	0.01
Producción			
Rendimiento lechero (305d)	9,161	8,582	0.14
Grasa (305d)	350	319	0.10
Proteína (305d)	283	258	0.04
Abreviaturas: Kg = kilogramos, g = gramos, L = litro, mg = microgramos, dl = decilitro, ng = nanogramos ml = mililitro, d = días			

García et al., 2016

1.11 Cantidad total de leche o sustituto lácteo al día

En el pasado, se ofrecía leche o sustituto lácteo (ver figura 7) a un nivel del 8-10 % del peso vivo de las becerras (Jasper y Weary, 2002), este nivel es restrictivo y estimula el consumo de alimento seco y promueve el desarrollo del rumen en un tiempo más temprano, sin embargo, los animales solamente expresan un 20-30% de su capacidad biológica de crecimiento (Appleby et al., 2001), este régimen alimenticio no cumple con las necesidades de energía, proteína y otros nutrientes por lo que los animales padecen de una desnutrición crónica (De Paula Vieira et al., 2008; Borderas et al., 2009). Superar este nivel de alimentación tendrá una mejor respuesta de crecimiento (Jasper y Weary 2002), una mejor respuesta inmune (Drackley, 2005) y una menor incidencia de enfermedades y mortalidad

(Godden et al., 2005, NAHMS, 2007, Khan et al., 2007a). Ofrecer un nivel alimenticio del 15% del peso vivo ofrece arriba del 50% de su capacidad biológica de crecimiento (NRC, 2001, Hoffman et al., 2008). Hoy en día se sabe que la becerro puede tomar hasta el 16-20% de su peso vivo al día sin ninguna consecuencia digestiva y que las diarreas están asociadas al mal manejo alimenticio y a la mala calidad de los productos lácteos (Dairy Farmers of Canada, 2009, Khan et al., 2007^a, 2011, Sweeney et al., 2010).

Para una becerro de 45Kg, su necesidad de energía es de: 1.75Mcal EM/día, solo para cubrir el mantenimiento de las funciones vitales en situación de termoneutralidad (15-25°C) (Drackley, 2005, Van Amburgh y Drackley, 2005) si la leche entera contiene 5.4Mcal EM/Kg de solidos lácteos, la misma becerro necesitaría 324g de solidos lácteos o 2.6kilos de leche para cubrir esta demanda y la cantidad que exceda estas necesidades serán útiles para el crecimiento, los sustitutos lácteos contienen una menor concentración de grasa en su composición, por lo que estos tienen menor densidad de energía (4.6 - 4.7Mcal/ Kg de solidos lácteos) por lo que para la misma becerro de 45Kg necesitaría 380g de solidos lácteos o 3kilos de sustituto lácteo reconstituido para cubrir la demanda de mantenimiento (Drackley, 2005, Bartlett et al, 2006, Khan et al., 2007 a,b).

Los estudios demuestran que las becerros que consumen leche de manera ad libitum desde el nacimiento hasta los 56 días de edad, están relacionadas con una mayor producción de leche futura (450-1300Kg) durante su primera lactancia, comparado con animales alimentados con niveles restrictivos, en el mismo periodo (Shamay et al., 2005; Terré et al, 2009; Moallem et al., 2010).

Soberon y sus colaboradores (2012), promovieron ganancias diarias pre-destete de 0.10-1.58Kg mediante un sustituto lácteo comercial cuya composición química era de 28% de proteína, 15-20% de grasa, 4.65Mcal de energía Metabolizable (EM), la única variable fue

la cantidad ofrecida, además utilizaron un concentrado iniciador comercial de manera ad libitum (23% de Pc y 1.84Mcal/Kg EM), este grupo de investigadores demostró una correlación positiva entre ganancia de peso y producción de leche, ellos observaron que por cada Kg de ganancia de peso ganado en esta etapa, las vaquillas producían 850Kg más de leche durante su primera lactación y producían 235Kg más leche por cada Mcal de energía Metabolizable consumida por arriba del nivel de mantenimiento y concluyen que el nivel nutricional de las becerras antes del destete es un factor epigenético importante para la producción láctea futura.

Figura 7 (Cantidad de alimento ofrecido)



1.12 Cantidad de leche o sustituto lácteo por comida

En el pasado se pensó, que, ofrecer más de dos kilos de leche por comida superaba la capacidad de volumen del abomaso y que parte de esta leche entraba al rumen por reflujo, de esta manera los componentes lácteos (lactosa y proteínas) experimentaban una fermentación y una putrefacción, así los compuestos generados tienen un efecto osmótico y pueden provocar episodios de diarrea, indigestión, meteorismo etc., sin embargo, lo anterior no es un problema en los animales recién nacidos o muy jóvenes (< 2-3 semanas de vida), ya que tienen su rumen inmaduro y no presenta la función que normalmente desarrollarían (fermentación) la leche que entra al rumen regresa hacia el abomaso en cuestión de horas sin ninguna afección a la salud ruminal, por otra parte, durante la

alimentación líquida se activa el reflejo de la canaladura esofágica, una respuesta fisiológica que conduce la leche directamente hacia el abomaso sin pasar por el rumen, este reflejo es afectado positivamente por eventos relacionados con el momento de la alimentación (succión del chupón de la mamila, temperatura de la leche, posición erguida de la cabeza de la becerro mientras se alimenta, personal que alimenta, entre otros factores) (Sjaastad et al., 2010).

Ofrecer un volumen total de leche (15% del peso vivo) en una sola comida en lugar de dos, no afecta el desempeño de la crianza de becerros (no hay efectos adversos en la ganancia diaria promedio, ni en la conversión alimenticia). (Gleeson et al., 2007, Connely et al., 2014). Los estudios de Ellingsen y colaboradores (2016) descubrieron que cuando las becerros (19-23 días de edad), eran sometidas a consumos voluntarios elevados (5-6 litros) en una sola comida no presentaban reflujos de leche del abomaso hacia el rumen y la manera de comprobarlo fue mediante medios de contraste en leche (radiografías ver imagen 1 y 2).

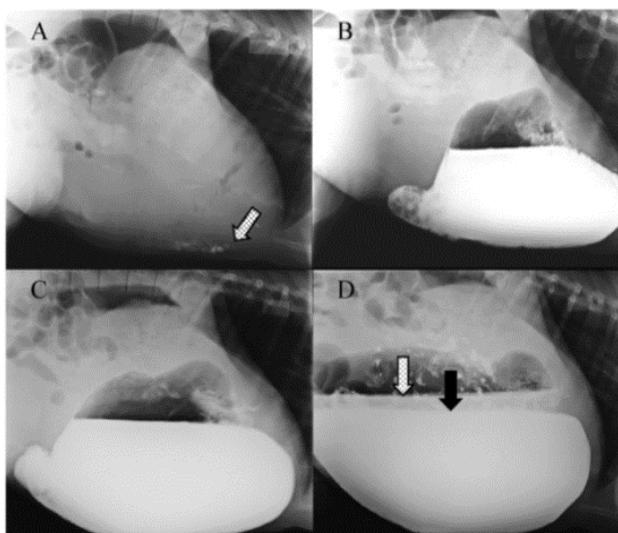


Imagen 1: radiografía cráneo abdominal, leche con medio de contraste sulfato de bario (6:1) (Ellingsen 2016)

A) Una pequeña cantidad de sulfato de bario para la localización cráneo ventral del abomaso

B/C/D) material radio opaco presente en el abomaso y no visible en el rumen

D) se representa una interface entre líquido y gas (flecha negra líquido y flecha blanca gas)

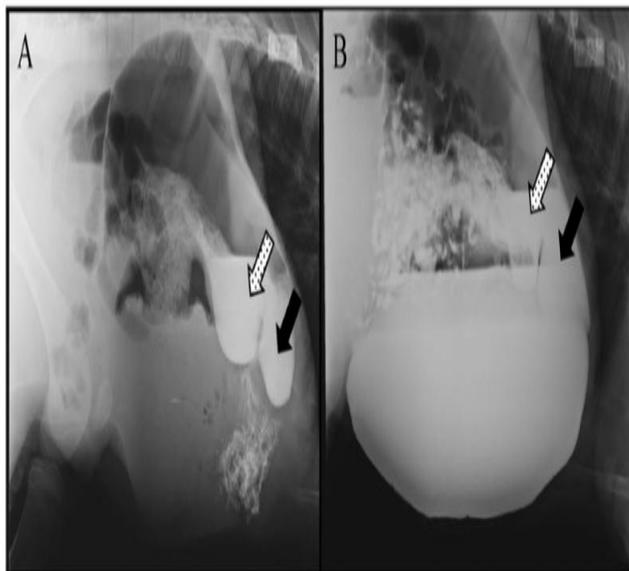


Imagen 2: radiografía abdominal latero craneal con medio de contraste a los 15 días de edad (Ellingsen 2016)

A) administración de 100ml de sulfato de bario con sonda esofágica

B) administración de 4 L de leche más medio de contraste, resaltando rumen (flecha blanca) y retículo (flecha negra)

1.13 Necesidades nutricionales de las becerras

Las becerras demandan nutrientes para cubrir sus necesidades de mantenimiento y crecimiento, esta densidad de nutrientes no es fija y puede variar de acuerdo a la ganancia diaria promedio, condiciones ambientales entre otros factores, En la Universidad de Illinois y Cornell, Van Amburgh y Drackley (2005) ajustaron algunas ecuaciones de la última publicación del NRC del año 2001 y proponen las siguientes necesidades nutricionales para becerras lactantes (ver tabla 5)

Tabla 5 Necesidades nutricionales y ganancia de peso estimada para becerras lactantes			
Ganancia de Peso (Kg/d)	MS (Kg/d)	EM (Mcal/d)	PC (%)
0.4	0.63	2.9	23.4
0.6	0.77	3.5	26.6
0.8	0.91	4.1	27.5
1.0	1.09	4.80	28.7
Abreviaturas: Kg = kilogramo, d = días, MS = Materia Seca, EM = Energía Metabolizable, PC = Proteína Cruda, Mcal = Mega calorías			

(Van Amburgh y Drackley 2005)

1.14 Consumo de iniciador y forraje

El concentrado iniciador suplementa los nutrientes necesarios para el crecimiento, y los ácidos grasos volátiles producto de su fermentación favorecen el desarrollo ruminal, este alimento se ofrece en la primera semana de vida, sin embargo se puede ofrecer desde una edad más temprana (>3 d) (Pazoki et al 2017). Este grupo de investigadores, utilizaron becerros de la raza Holstein (41.3 ± 0.4 Kg PV / 7 d edad) para evaluar la textura física y el tamaño de partícula del iniciador, estos animales (n=13 por grupo) fueron asignados a 1 de 4 tratamientos: 1) cereales ligeramente molidos (0.72 mm d), 2) cereales en presentación de hojuelas, 3) cereales en forma peletizada y 4) granos ligeramente molidos y 10% de alfalfa heno (1.02 mm d), los becerros recibieron 6kilos de leche desde, el día 3 hasta el día 47 y 2.5kilos desde el día 47 al día 49 de vida, el destete ocurrió el día 50 pero el estudio termino el día 70. Los becerros suplementados con alfalfa obtuvieron mayor consumo de concentrado iniciador (CCI), peso al destete, peso final y ganancia diaria promedio (GDP), además este grupo presento mayor bienestar ruminal que los otros grupos durante el estudio. Además el grupo alimentado con la presentación peletizada demostró menores índices de crecimiento y de bienestar ruminal (ver tabla 6)

Tabla 6 Efecto del tipo de presentación del concentrado iniciador					
	C Molido	C. Hojuelas	C. Peletizado	C. Molido/Alfalfa	Valor P
CCI (Kg/1-70d)	0.932 ab	0.980 ab	0.776 b	1.146 a	0.01
GDP (Kg/ 1-70d)	0.553 bc	0.603 ab	0.471 c	0.682 a	0.01
Peso Destete (Kg/1-50d)	62.8 ab	65.7 ab	60.5 b	67.4 a	0.01
Peso final (Kg/70 d)	78.8 bc	85.2 ab	73.7 c	88.6 a	0.01
Rumen					
Papilas (largo/ μ m)	1430 b	1607 b	1426 b	2319 a	0.01
Capa Keratina (μ m)	22.7 b	20.8 b	32.8 a	12.9 c	0.01
Capa Muscular (μ m)	1917 b	2060 b	1967 b	2914 a	0.01
pH (70 d)	5.37 b	5.41 b	5.15 b	5.87 a	0.01
Abreviaturas: CCI = consumo de concentrado iniciador, GDP = Ganancia Diaria Promedio, C = Cereal, Kg = Kilogramo, d = días, μ m = micra					

(Pazoki et al 2017).

La rumia se encuentra ausente al nacimiento pero una vez que se establece el consumo de alimento sólido (ver figura 8), las becerras comienzan a rumiar a una edad muy temprana (3 semanas aproximadamente) (Baldwin et al., 2004, Khan et al., 2008). Se ha demostrado que el tiempo destinado a rumiar es mayor en becerras alimentadas con concentrado iniciador más forrajes, comparado con becerras alimentadas solo con concentrado iniciador (5.5 vs 4.2 h/d) (Phillips, 2004).

Figura 8 (Consumo de alimento sólido)



1.15 Transición de consumo de alimento líquido a sólido

Los ácidos grasos volátiles (AGVs) son un producto de la fermentación de los carbohidratos (estructurales y no estructurales) y tienen diferentes capacidades para madurar la mucosa ruminal (butirato > acetato > propionato) este es el principal motivo por el cual se utilizan los cereales preferentemente en la alimentación de las becerras lactantes (Schwartzkopf-Genswein et al., 2003, Baldwin et al., 2004). El desarrollo ruminal es positivamente afectado por los AGVs y negativamente afectada por la concentración de ácido láctico, los AGV,s se pueden encontrar en el rumen de las becerras desde la segunda semana de edad, pero los animales de 8 semanas ya presentan concentraciones molares muy parecidas a los animales adultos (120-160 mM) (Suárez et al., 2006 b). La edad de consumo de alimento sólido, su composición química, su procesamiento y la cantidad ingerida, tienen un efecto en la maduración y la salud ruminal de las becerras, las investigaciones

señalan que ofrecer una dieta alta en almidón y baja en forraje en las becerras lactantes puede afectar negativamente el desarrollo ruminal, por lo que suplementar con forrajes ofrece respuestas benéficas en la maduración del tubo digestivo y en la conducta ruminal, de esta manera, el heno de alfalfa promueve el consumo de alimento iniciador durante el destete y estabiliza el pH ruminal en becerros lactantes (Khan et al., 2011b, 2012, Castells et al 2012, 2013), este forraje tiene una elevada densidad de proteína (>20%) con una alta capacidad para amortiguar el pH (Suárez et al., 2006ab), además ayuda a la síntesis de saliva y sus componentes con acción buffer (Yang y Beauchemin, 2006). La eficiencia del forraje depende de su palatabilidad, nivel de inclusión, tamaño, y la calidad de las proteínas entre otros factores (Khan et al., 2011b, Castell et al., 2012). Suárez y colaboradores (2006) observaron que sustituir el 30% de la materia seca del concentrado iniciador por forraje (alfalfa) no afecta el consumo de materia seca ni sus índices de crecimiento.

Además Costa y sus colaboradores (2016a) observaron que las becerras buscan forraje cuando se les ofrece concentrado iniciador en su crianza y viceversa buscan el concentrado iniciador si se les alimenta con ración totalmente mezclada (RTM) de las vacas lecheras, estos resultados indican que las becerras tienen la capacidad de seleccionar y modificar sus conductas a los diferentes sistemas de manejo.

1.16 Efecto del forraje sobre la expresión de transportadores de ácidos grasos volátiles

Castell y sus colaboradores (2013) demostraron que existe una mayor expresión de transportadores de ácidos grasos volátiles (AGV,s) ruminales (MCT-1) en becerras alimentadas con leche, concentrado iniciador y que fueron suplementadas con forrajes comparadas con las becerras alimentadas con leche y un concentrado iniciador sin forraje, una mayor expresión de MCT-1 favorece la estabilización del pH ruminal ya que participan

en la absorción de lactato, acetato y protones desde la mucosa ruminal hacia el torrente sanguíneo. Además Connor y colaboradores (2013) observaron que los henos estimulan la expresión de un gen que codifica la inhibición de la inflamación y que protege la mucosa del tubo digestivo. Desafortunadamente, en las dietas para beceras no se ha establecido la cantidad de forraje o la cantidad de fibra detergente neutro (FDN) capaz de favorecer una maduración ruminal normal, una suficiente producción de saliva y una estabilización del pH ruminal (Zebeli et al., 2012).

CAPÍTULO 2

2.1 Destete

Existen diferentes métodos de destete:

- 1) A tiempo fijo temprano (6-8 semanas)
- 2) A tiempo fijo tardío (12-13 semanas)
- 3) A consumo fijo de alimento iniciador (de Passillé y Rushen, 2015)

2.2 A tiempo fijo temprano

Es un método común en Norte América se introdujo para forzar a las beceras a comer concentrado iniciador lo más pronto posible y acelerar la maduración ruminal, (Appleby et al., 2001). El costo de crianza de una beceras desde que nace hasta el destete es de aproximadamente \$ 217.23 dólares (12.02% del costo total de la crianza), por lo que disminuir este tiempo de estancia reduce los costos y el manejo de la alimentación líquida (Heinrichs et al 2013), sin embargo es perceptible un freno de crecimiento al pos-destete (Eckert et al., 2015; Miller-Cushon y DeVries, 2015).

2.3 A tiempo fijo tardío

Es un método común en Europa y favorece el crecimiento acelerado de las becerras por un mayor consumo de leche, pero disminuye el consumo de alimento concentrado iniciador (Roth et al., 2008).

2.4 A consumo fijo de alimento iniciador

Este método propone destetar cuando las becerras comen más de 1Kg de alimento iniciador por tres días consecutivos (NRC, 2001). Su desventaja es que entre becerras existe una marcada diferencia entre edades al consumo óptimo de iniciador (de Passillé and Rushen, 2012, 2015).

De Passillé y Rushen (2015) evaluaron los tres métodos de destete antes señalados, por lo que hicieron tres grupos: (1): destete temprano (n=14), este comenzó el día 40 de vida y termino el día 48, (2) destete tardío (n=14), este inicio el día 80 y termino el día 89 y destete por consumo de iniciador (n=28): este comienza cuando las becerras consumen en promedio 200 g diarios de concentrado iniciador (54 ± 18.9 días de edad) y termina cuando los animales consumen en promedio 1,400g diarios de concentrado (75.8 ± 10.7 días de edad), en este experimento se registró la cantidad de leche consumida, el consumo de concentrado iniciador y el consumo de heno, estas cantidades se multiplicaron por sus densidades energéticas respectivas (5.59Mcal ED / kg solidos lácteos, 3.48Mcal ED / Kg MS de concentrado iniciador y por ultimo 2.40Mcal ED / Kg MS de heno). Los resultados demostraron que durante el experimento el grupo de destete temprano obtuvo la menor ganancia de peso comparada con el grupo de destete tardío y que el grupo de destete por consumo de iniciador, durante el experimento, el grupo de destete tardío y por consumo de iniciador son muy similares a excepción de la semana 12 en donde existe una mayor

ganancia de peso para el destete por consumo de iniciador lo que hace este grupo más constante. (Ver tabla 7).

Tabla 7 Peso corporal (media ±DE) de las becerras con destete temprano, tardío, o por consumo de iniciador				
Semana	Destete temprano	Destete tardío	Por consumo de iniciador	P-valor
8	73.4 ± 2.3 a	82.1 ± 2.6 b	77.3 ± 1.6 ab	0.06
10	84.5 ± 2.4 a	94.9 ± 2.6 b	90.6 ± 1.6 b	0.01
12	100.2 ± 2.9 a	106.6 ± 3.3 a	108.0 ± 2.1 b	0.07
13	108.2 ± 2.8 a	115.9 ± 3.1 ab	115.2 ± 2.0 b	0.09

Literales diferentes demuestran diferencia estadística significativa. De Passillé y Rushen (2015)

El consumo de leche fue menor en el grupo de destete temprano que los otros dos grupos, además este grupo respondió con más consumo de alimento iniciador durante el tiempo del experimento, pero el consumo total de energía entre los tres grupos no obtuvo diferencia estadística entre ellos. (Ver tabla 8). Ellos concluyen que el destete por consumo de iniciador es el grupo que tiene menos varianza.

Tabla 8 Consumo de alimento (media ±DE) de leche, concentrado iniciador, consumo total de energía para los tres tipo de destete.				
Alimento	Destete temprano	Destete tardío	Por consumo de iniciador	P-valor
Leche (kg)	267.4 ± 28.4 a	595.9 ± 30.7 b	463.1 ± 20.1 c	<0.001
Iniciador (Kg)	122.3 ± 12.2 a	42.9 ± 13.2 b	78.5 ± 8.6 c	<0.001
Heno (Kg)	24.6 ± 4.1	19.6 ± 4.4	21.7 ± 2.8	>0.10
Energía Total Consumida (Mcal/ED)	592.6 ± 31.1	569.6 ± 33.6	591.5 ± 22.0	>0.10
Abreviaturas: Kg = kilogramo, Mcal = megacalorías, ED = energía digestible				

De Passillé y Rushen (2015)

2.5 Endocrinología del crecimiento

Existe una variedad de señales metabólicas y endócrinas que se relacionan con el crecimiento (eje somatotrópico) este eje, está compuesto por la hormona del crecimiento (GH), la insulina, factores de crecimiento parecidos a insulina (IGF 1-2), etc.. La IGF-1 es secretada por el hígado en respuesta de la unión de la GH a su receptor hepático, esta acción es positivamente afectada por la nutrición intensiva y por los niveles elevados de insulina circulante (Hammon et al 2002, Shen et al., 2004). La insulina y la IGF-1 inducen cambios en la expresión de RNAm hacia la síntesis de proteínas y promueve la maduración del epitelio ruminal (Naeem et al., 2012). Por lo que la composición química y la cantidad de leche tiene un efectos directos en el desarrollo gastrointestinal de los terneros (Górka et al., 2011, Naeem et al., 2012), además estos mensajeros son multi-sistémicos promueven el crecimiento por varias vías (síntesis proteica en el tejido musculo-esquelético) (Hammon et al, 2002).

La concentración circulante de glucosa, insulina e IGF-1 son afectadas positivamente por el consumo de energía y proteína (Smith et al., 2002, Brickell et al, 2009, Albino et al., 2015). Estudios de Berry, (2001) han observado que la glándula mamaria produce cantidades significativas de IGF-1 cuando las vaquillas se encuentran en fase anabólica (crecimiento). Además Purup y colaboradores (2000) encontraron una fuerte correlación ($R^2= 0.84$) entre la concentración de IGF-1 en suero y la concentración de IGF-1 en glándula mamaria, por lo que este factor tiene efecto mitógeno en el parénquima mamario e induce respuestas epigenéticas a favor de la producción láctea. Brickell et al., (2009) encontraron una correlación positiva entre ganancia de peso y concentración sérica de IGF-1 (ver tabla 9)

Tabla 9 Relación de entre ganancia diaria promedio y concentración de IGF-1 e Insulina					
		Ganancia promedio diaria (Kg/día)			
Metabolito sérico	Edad (meses)	<0.6 (n=99)	0.6-0.8 (n=149)	>0.8 (n=202)	P= valor
IGF-1(ng/ml)	1	33.4 a	37.4 a	51.3 b	< 0.001
	6	36.7 a	79.2 b	114.4 c	<0.001
	15	98.6 a	100.6 a	111.5 b	<0.01
Insulina	6	0.24 a	0.25 a	0.49 b	<0.001
	15	0.31 a	0.32 a	0.38 b	<0.05

Abreviaturas: ng = nanogramos, ml = mililitro, Kg = kilogramos

Brickell et al., (2009)

2.6 Etapa Prepuber (3 o 4° mes - pubertad)

Después del destete, el consumo de materia seca en becerras es gobernado por el volumen ruminal, el patrón de fermentación, la motilidad ruminal, la tasa de pasaje de alimentos, la fuente de energía, su procesamiento de esta, nivel y calidad de proteína, tamaño de partícula de forrajes entre otros factores (Lesmeister and Heinrichs, 2004; Khan et al., 2007b, 2008; Porter et al., 2007, Bonfante et al., 2016). A partir de esta etapa, ofrecer una dieta elevada en forrajes (60-70 %) y una cantidad limitada de concentrados (30-40 %) es un método económico para reducir los costos de crianza de becerras y ofrecer una alimentación ad libitum sin repercusiones en los índices de crecimiento y desarrollo. (Zanton y Heinrichs, 2007).

2.7 Alternativas en la relación forraje: concentrado para vaquillas prepuberes

En los estudios de Zanton y Heinrichs, (2007) utilizaron becerras prepuberes (117 ± 6 d edad (3.5meses) / 125Kg) que fueron sometidas de manera aleatoria a dos tratamientos: (1) dieta elevada en forrajes (75%, n=21) y (2) dieta elevada en concentrado (75%, n =20), las dietas fueron diseñadas para obtener la misma ganancia de peso entre grupos (0.800kg), por lo que se controló el consumo de materia seca para ambos tratamientos, las dietas experimentales concluyeron al llegar a la pubertad, sin embargo, las mediciones terminaron hasta la primer lactancia, el objetivo fue evaluar el crecimiento y el rendimiento lácteo de estos dos grupos experimentales. Los resultados demuestran que, un nivel elevado de inclusión de concentrado (75%), no ofrece una ventaja, sobre los índices de crecimiento, durante la etapa pre-púber (ver tabla 10). Después del parto, este grupo, presentó una diferencia numérica (no estadísticamente significativa) hacia más producción láctea, un mayor balance energético negativo (más pérdida de peso) y una mayor concentración de grasa y proteína en la leche, que las vaquillas alimentadas con alta concentración de forraje (75%), por desgracia, el grupo alto en concentrado tiene una tendencia numérica hacia un menor porcentaje de concepción después de la pubertad, que las vaquillas alimentadas con una dieta elevada en forraje (ver tabla 10), ellos concluyen que las dietas altas en concentrado puede ser una opción en lugares en donde el forraje sea una limitante.

Tabla 10 relación forraje : concentrado				
	Forraje (75%)	Concentrado (75%)	SE	P=valor
Edad-pubertad (d)	333	320	6	0.166
Peso a Pubertad (Kg)	293	287	7	0.590
GDP - Pubertad (Kg)	0.837	0.837	0.009	0.967
Concepción (%)	83	75	7	0.423
Edad-1ºlactancia (m)	23.3	23.5	0.2	0.51
Kg leche (150d)	31.70	34.70	1.46	0.134
Pico Leche (Kg)	37.73	42.51	1.80	0.081
Pérdida - peso (nadir)	43	76	8	0.011
Grasa (%)	3.71	3.95	0.11	0.138
Proteína (%)	3.12	3.02	0.04	0.118
Abreviaturas: d = días, Kg = kilogramo, m = meses, SE = varianza				

Zanton y Heinrichs, (2007)

2.8 Crecimiento halométrico de la etapa prepuber

Durante este periodo, el parénquima de la glándula mamaria está compuesto de ductos y células indiferencias que serán las precursoras de las secretorias, este tejido, crece a una mayor velocidad que otros órganos corporales (crecimiento halometrico), y su relación negativa con el tejido adiposo (crecimiento-invasión) guarda una estrecha asociación con el nivel de consumo de energía y ganancias de peso por arriba de 0.08Kg. (Radcliff et al., 2000, Smith, 2002, Albino et al 2017). Sin embargo Albino y colaboradores (2015) señalan que es muy importante la relación (g) proteína metabolizable : (Mcal) energía metabolizable en la dieta, para que esta condición no ocurra, ellos utilizaron 25 vaquillas Holstein de 7.8 ± 0.5 meses con un peso promedio de 213 ± 13.5 Kg y asignadas de manera aleatoria a 5 tratamientos (n=5 por grupo) los tratamientos fueron: diferentes concentraciones (g) de proteína metabolizable (PM) (33, 38, 43, 48, 53) por cada Mcal de

energía metabolizable (EM), todas las dietas fueron iso-energéticas (2.6Mcal / Kg de Ms), las dietas fueron formuladas para que las vaquillas ganen más de 1Kg de peso vivo, la relación forraje : concentrado fue de 60 : 40 respectivamente, en la presentación de ración totalmente mezclada y el objetivo del experimento fue: evaluar el grado de acumulación de grasa en el parénquima mamario, mediante ultrasonografía a través de grados de brillantes (o-255000 pixeles) es decir “ecogenicidad” que son: “hiperecoico” (blanco), “anecoico” , “hipoecoico” (negro), además midieron la concentración sérica hormonal de IGF-1, ya que esta hormona guarda una correlación positiva con hiperplasia y desarrollo mamario. Los resultados demostraron que conforme se incrementa los g de PM (48 - 53) disminuye linealmente ($P < 0.05$) la brillantes de los pixeles (hipoecoico) es decir aumenta el parénquima mamario (ver imagen 3), además existe un aumento lineal en la concentración de de IGF-1 conforme se incrementa la concentración (g) de PM en la dieta (ver imagen 4), ellos concluyen que a medida que aumenta la concentración sérica de IGF-1 por el tratamiento, aumenta el desarrollo del tejido mamario.



Imagen 3 (imagen de ultrasonido del parénquima mamario, el círculo representa una zona hipoeoica (parénquima mamario))

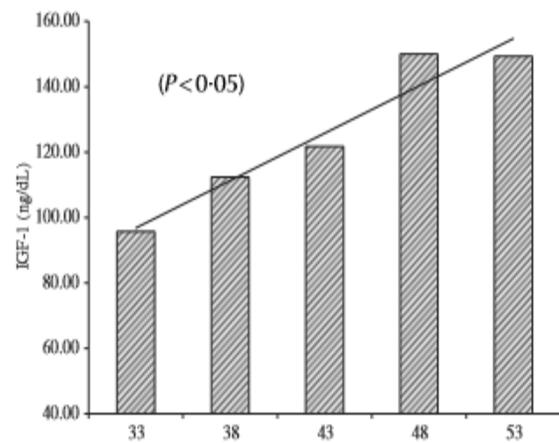


Imagen 4 (Efecto del tratamiento (g) de PM sobre la concentración de insulina sérica)

2.9 Efecto de la ganancia de peso sobre el rendimiento lácteo (etapa prepuberal)

Krpálková y colaboradores (2014) estudiaron el efecto de la ganancia diaria promedio (Kg) sobre el rendimiento lácteo en tres lactancias consecutivas (ver tabla 11), los resultados demuestran que los menores índices de ganancia diaria promedio (≤ 0.849 Kg) se asocian con menores rendimientos lácteos en las tres lactancias consecutivas y que las ganancias de peso por arriba de 0.970Kg no tienen efecto adicional sobre el promedio (0.850-0.969Kg), ellos concluyen que al promover una ganancia por arriba de 0.970Kg /día no tienen una justificación económica para promoverlo

Tabla 11 Efecto de la Ganancia Diaria Promedio de Peso (kg)			
Sobre las 3 lactancias consecutivas (5 a 10 meses de edad)			
No. Lactancia	≤ 0.849 Kg	0.850-0.969 Kg	≥ 0.970 Kg
1°	8,596 \pm 536.77 a	9,117 \pm 549.23 b	9,041 \pm 555.84 b
2°	9,421 \pm 547.38 a	9,878 \pm 550.76 ab	10,050 \pm 589.48 b
3°	10,008 \pm 847.61 a	10,845 \pm 885.53 b	11,351 \pm 929.61 b

Krpálková y colaboradores (2014)

Diferencia estadística (P < 0.05)

CAPITULO 3

3.1 De la pubertad hasta la Gestación Temprana (3 meses)

La pubertad comienza normalmente a los 11-12 meses de edad, cuando tienen un peso aproximado del 50-55% (300-330kg) del peso vivo adulto (Holstein \tilde{x} 650kg) e inseminadas después (\geq tres ciclos estrales), cuando alcanzan los 60-65% (\geq 350kg) de su peso vivo maduro, en un tiempo aproximado de 13-15 meses (Hoffman, 2003b, Ettema et al., 2004), sin embargo las vaquillas pueden llegar a la pubertad desde los 9 meses por efecto de la alimentación intensiva en la etapa pre-destete (Rincker et al., 2011), a partir de la pubertad los animales demuestran una elevada conversión alimenticia y se puede cubrir

sus necesidades con una dieta elevada en forrajes (<75%) (ver tabla 11) (Hoffman et al., 2007, 2008) (ver tabla 12).

Tabla 12 de necesidades nutricionales para vaquillas de la raza Holstein						
Edad (meses)	Peso (Kg)	MS (% PV)	PC (%)	TND (%)	FDN (%)	Relación F:C
Etapa prepuberal						
5	163	2.89	16.6	69.6	36.1	50:50
7	201	2.82	16.5	70.6	36.6	67:33
9	247	2.65	15.9	68.5	38.7	75:25
Etapa puberal						
11	300	2.45	14.9	66.7	43.1	75:25
13	349	2.36	14.6	66.1	44.4	75:25
Etapa gestacional						
15	398	2.18	14.6	66.1	44.5	100:00
17	449	2.10	14.0	65.6	45.7	100:00
21	499	2.12	13.5	64.9	47.3	100:00
22	549	1.91	13.4	64.8	47.7	100:00
23	593	1.87	13.5	64.7	47.8	80:20
Abreviaturas: MS = Materia Seca, PC = Proteína Cruda, TND = Total de Nutrientes Digestibles, FDN = Fibra Detergente Neutro, F:C = Forraje : Concentrado						

Adaptada de NRC 2001, Hoffman et al., 2008, Hoffman et al., 2013, Roche et al., 2015)

3.2 Efecto de la ganancia de peso sobre el rendimiento lácteo (etapa post puberal hasta los 3 meses de gestación)

Durante esta fase, la glándula mamaria experimenta un segundo patrón de crecimiento isométrico semejante a la etapa infantil, sin embargo la diferencia es que el nivel de alimentación poco afecta el nivel productivo de las becerras por lo que tiene poca atención este corto periodo (2-5 meses) (Roche et al., 2015).

En los estudios de Krpálková y colaboradores (2014) evaluaron el efecto de la ganancia diaria promedio (Kg) sobre el rendimiento lácteo en tres lactancias consecutivas (ver tabla 13), en la etapa puberal y post puberal, los resultados demuestran que los menores índices de ganancia diaria promedio (≤ 0.849 Kg) se asocian con menores rendimientos lácteos en las tres lactancias consecutivas y que las ganancias de peso por arriba de 0.970Kg no tienen efecto adicional sobre el promedio (0.850-0.969Kg).

Tabla 13 Efecto de la Ganancia Diaria Promedio de Peso (kg)			
Sobre las 3 lactancias consecutivas (11 a 14 meses de edad)			
No. Lactancia	≤ 0.849	0.850-0.949	≥ 0.950
1°	8,252±212.07 a	8,901±170.35 b	8,984 ± 189.19 b
2°	9,368±273.51	10,095±204.53	10,401± 237.96
3°	9,915±416.21 a	10,964 ± 312.30 b	11,029± 340.52 b

Krpálková y colaboradores 2014

Diferencia estadística (P < 0.05)

3.3 Efecto de la ganancia de peso sobre el rendimiento lácteo (Tres meses de gestación-parto)

Durante esta etapa, la glándula mamaria experimenta una segunda fase de crecimiento Halométrico y tampoco el nivel nutricional afecta el nivel productivo de las becerras (Roche et al, 2015).

El NRC (2001) recomienda una guía práctica de alimentación en vaquillas próximas al parto y recién páridas (ver tabla 14)

Tabla 14. Necesidades nutricionales de la vaquilla en transición y recién parida		
Nutriente	Preparto (20 d)	Recién parida (21 d)
CMS (% PV)	1.4-1.6	> 2.2
ENL (Mcal/Kg MS)	1.55-1.60	1.70-1.75
FDN (%)	33-38	25-33
FDA (%)	21-25	17-21
PC (%)	15-16	18-19
PDR (%)	64-67	60
Abreviaturas: CMS = Consumo de Materia Seca, PV = Peso Vivo, ENL = Energía Neta de Lactación, FDN = Fibra Detergente Neutro, FDA = Fibra Detergente Acido, PC = Proteína Cruda, PDR = Proteína Degradable en Rumen, d = días		

(NRC, 2001)

3.4 Efecto de la densidad energética sobre la producción láctea (1° parto)

Gaillard y colaboradores (2016) utilizaron vaquillas primiparas (Holstein) las cuales fueron asignadas aleatoriamente a dos dietas: (1) alta en densidad energética (ADE) (1.86Mcal ENL/Kg MS), la relación concentrado / forraje fue de: 50:50% respectivamente (ADE, n= 8) y (2) baja densidad energética (BDE) (1.78Mcal de ENL/Kg MS), con una relación concentrado / forraje de: 40:60% respectivamente (BDE, n= 9), ambos tratamientos duraron 41 días posparto. Los resultados demostraron que las vaquillas sometidas con ADE presentó menor pérdida de peso (28 kg) en el intervalo parto – nadir, comparado con sus congéneres tratadas con BDE (54kg), además presentaron mejores índices metabólicos que el grupo BDE. El grupo sometido a altas densidades de energía en su dieta no responden con producción como las vacas adultas (>2 lactancias) (ver tabla 15) (Gaillard et al., 2016), debido a que estos animales utilizan la suplementación de energía para crecer y reducir la pérdida de peso en el nadir, en lugar de producir leche.

Tabla 15 Comparación de cantidad de densidad de energía en las distintas etapas						
				Valor de P		
Semana 1-5	BDE	ADE	SE	Tratamiento	Paridad	T X P
Glucosa (mmol/L)	3.8	4.0	0.05	0.02	0.001	0.64
B-OH- Butirato (mmol/L)	0.74	0.57	0.06	0.04	0.24	0.99
NEFAS (mmol/L)	0.52	0.42	0.03	0.01	0.10	0.72
IGF-1 (ng/ml)	89	112	6	0.03	0.004	0.59
Leche (Kg)	30.2	26.9	1.8	0.52	0.001	0.06
Abreviaturas: NEFAS = Ácidos grasos no esterificados, BDE = Baja Densidad Energética, ADE = Alta Densidad Energética, SE = Varianza, mmol = milimol, ng = nano gramos, ml = mililitro						

Gaillard et al (2016)

CONCLUSIÓN

Durante la etapa preproducción de las becerras, la alimentación intensiva tiene un efecto en reducir los días a la pubertad, mejora el sistema inmune de estos animales y es un factor epigenético importante en la producción láctea futura. En la etapa prepuberal, las mejores respuestas productivas se alcanzan con ganancias de peso promedio de 0.850-0.969Kg, lo mismo ocurre durante la etapa post puberal, sin embargo, durante los meses de gestación existe un vacío de información acerca del nivel de alimentación y su respuesta asociada al nivel de producción. Las vaquillas próximas a parir y recién paridas utilizan la energía suplementada principalmente para crecer y después para producir leche.

BIBLIOGRAFÍA

Akins M., 2016. Dairy Heifers Development and Nutrition Management. *Veterinary Clinics Food Animal*, 32 303–317

Albino Ronan L, Marcondes Marcos I, Aikes Robert M, Detmann Edenio, Carvalho Bruno C. and Silva Tadeu E. 2015, Mammary Gland Development of Dairy Heifers Fed Diets Containing Increasing Levels of Metabolizable Protein: Metabolizable Energy. *J Dairy Sci* 82, 113-120

Albino R L, Sguizzato A L, Daniels K M, Duarte M S, Lopes M M, Guimaraes S E F, Weller M M D C A, and Marcondes M I. 2017 Performance Strategies Affect Mammary Gland Development in Prepubertal Heifers. *J Dairy Sci* 100 (10) 1-10

Appleby, M.C, Weary, D. M.,Chua,B.,2001.Performance and Feeding Behavior of Calves on Adlibitum Milk from Artificial Teats. *Appl. Anim. Behav.Sci.*74, 191–201.

Baldwin, R. L. VI, McLeod K R, Klotz J L, and Heitmann R N. 2004. Rumen Development, Intestinal Growth and Hepatic Metabolism in the Pre and Post-Weaning Ruminant. *J. Dairy Sci.* 87 55-65.

Bartlett, K.S. McKeith, FK. VandeHaar M J, Dahl G E, and. Drackley J k. 2006. Growth and Body Composition of Dairy Calves fed Milk Replacers Containing Different Amounts of Protein at Two Feeding Rates. *J. Anim. Sci.* 84 1454-1467.

Bascom, S.A., James R.E, McGilliard M.L, and Van Am-burgh M.E 2007. Influence of Dietary fat and Protein on Body Composition of Jersey bull Calves. *J. Dairy Sci.* 90 5600–5609.

Bazeley KJ, Barrett DC, Williams PD, Reyher KK. 2016. Measuring the Growth rate of UK Dairy Heifers to Improve Future Productivity. *The Vet. J.* 212 9-14.

Beam, A.L., Lombard, J.E., Koprak, C.A., Garber,L.P.,Winter,A.L., Hicks,J.A., Schlater, J.L.,2009. Prevalence of Failure of Passive Transfer of Immunity in Newborn Heifer Calves and Associated Management Practices on US Dairy Operations. *J. Dairy Sci.* 92, 3973–3980.

Berry SDK, Mcfadden B, Pearson RE & Akers RM 2001 A Local Increase in the Mammary IGF-1: IGFBP-3 Ratio Mediates the Mammogenic Effects of Estrogen and Growth Hormone. *Domestic Animal Endocrinology* 21 39–53

Blum J,W. 2006, Nutritional Physiology of Neonatal Calves *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90 1-11

Blum, J. W., and Hammon H. 2000. Colostrum Effects on the Gastrointestinal Tract, and on Nutritional, Endocrine and Metabolic Parameters in Neonatal Calves. *Livest. Prod. Sci.* 66 151–159.

Blum, J.W., Baumrucker, C.R., 2002. Colostral and Milk Insulin-Like Growth Factors and Related Substances: Mammary Gland and Neonatal (Intestinal and Systemic) Targets. *Domestic. Animal. Endocrinol.* 23, 101–110.

Bonfante E, Palmonari A, Mammi L, Canestrari G, Fustini M, and Formigoni A, 2016, Effects of a Completely Pelleted Diet on Growth Performance in Holstein Heifers *J. Dairy Sci.* 99:1–8

Borderas, T. F., de Passillé A M B, and Rushen J. 2009. Feeding Behavior of Calves fed Small or Large Amounts of Milk. *J. Dairy Sci.* 92 2843–2852.

Brickell, J.S, McGowan M.M, Wathes D,C. 2008 Effect of Management and Blood Metabolites During the Rearing Period on Growth in Dairy Heifers *Domestic Animal Endocrinology* 36 67-81.

Brickell, J.S., Bourne, N., McGowan, M.M., Wathes, D.C., 2009. Effect of Growth and Development During the Rearing Period on the Subsequent Fertility of Nulliparous Holstein-Friesian Heifers. *Theriogenology* 72, 408–416.

Budzynska, M., Weary, D.M., 2008. Weaning Distress in Dairy Calves: Effects of Alternative Weaning Procedures. *Appl.Anim.Behav.Sci.*112 33–39.

Castells, L., Bach, A., Araujo, G., Montoro, C., Terré, M., 2012. Effect of Different Forage Sources on Performance and Feeding Behavior of Holstein Calves. *J. Dairy Sci.* 95 (1), 286–293.

Castells, L., Bach, A., Aris, A., Terré, M., 2013. Effects of Forage Provision to Young Calves on Rumen Fermentation and Development of the Gastrointestinal Tract. *J. Dairy Sci.* 96, 5226–5236.

Chigerwe M., Tyler J W., Schultz L G, J. Middleton R, Steevens B J, J. Spain J N. 2008. Effect of Colostrum Administration by Use of Oroesophageal Intubation on Serum IgG Concentrations in Holstein Bull Calves. *Am. J Vet Res.* 69 1158-1163.

Connor, E.E., Baldwin R.L, Li, Li C.R.W, and Chung H. 2013. Gene Expression in Bovine Rumen Epithelium During Weaning Identifies Molecular Regulators of Rumen Development and Growth. *Funct. Integr. Genomics* 13 133–142.

Costa, J.H.C., Adderley, N.A Weary, D.M and M. Von Keyserlingk.M.A.G 2016a. Understanding Sorting Behavior Motivation in Young Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 99 1-5

Dairy Farmers of Canada. 2009. Code of Practice for the Care and Handling of Dairy Cattle. Dairy Farmers of Canada, Ottawa, ON, Canada.

De Passillé A,M.,and Rushen J. 2015, Using Automated Feeders to Wean Calves Fed Large Amounts of Milk According to Their Ability to Eat Solid Feed *J. Dairy Sci.* 99 3578–3583

De Passillé, A.M., and Rushen J. 2012. Adjusting the Weaning Age of Calves Fed by Automated Feeders According to Individual Intakes of Solid Feed. *J. Dairy Sci.* 95 5292-5298.

De Paula Vieira, A., Guesdon V, De Passillé A.M, Von Keyserlingk M.A.G, and Weary D M. 2008. Behavioural Indicators of Hunger in Dairy Calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 109 180–189.

Deelen, S.M., Ollivett, T.L. Haines D.M, and Leslie K.E. 2014. Evaluation of a Brix Refractometer to Estimate Serum Immunoglobulin G Concentration in Neonatal Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 97 3838-3844.

Dobos, R. C., Nandra K S, Riley K, Fulkerson W J, Lean I J. and Kellaway R C. 2000. The Effect of Dietary Protein Level During the Pre-pubertal Period of Growth on Mammary Gland Development and Subsequent Milk Production in Friesian Heifers. *Livestock Production Science.* 63:235-243.

Drackley, J.K. 2008. Calf Nutrition From Birth to Breeding. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 24 55–86.

Drackley, J.K, and Van Amburgh. M E, 2005. Nutrient Requirements of the Calf: Birth to Weaning. in *Dairy Calves and Heifers. Integrating Biology and Management*, Cooperative Extension, Ithaca, NY.175 P. 86-95

Eckert, E. Brown H.E., Leslie K.E, DeVries T.J, and Steele M.A. 2015. Weaning Age Affects Growth, Feed Intake, Gastrointestinal Development, and Behavior in Holstein Calves Fed an Elevated Plane of Nutrition During the Prewaning Stage. *J. Dairy Sci.* 98 6315–6326.

Elizondo-Salazar, J.A., and Heinrichs A J. 2009. Feeding Heat-treated Colostrum to Neonatal Dairy Heifers: Effects on Growth Characteristics and Blood Parameters. *J. Dairy Sci.* 92 3265-3273.

Ellingsen K, Mejdell CM, Ottesen N, Larsen S, and Grondahl AM. 2016, The Effect of Large Milk Meals on Digestive Physiology and Behaviour in Dairy Calves. *Physiology Behavior*; 154 169-174.

Elsohaby, I., McClure J.T, and Keefe G.P. 2015. Evaluation of Digital and Optical Refractometers for Assessing Failure of Transfer of Passive Immunity in Dairy Calves. *J. Vet. Intern. Med.* 29 721-726.

Ettema, J.F., and Santos J,E., 2004. Impact of Age at Calving on Latation, Reproduction, Health, and Income in Fisrt-Parity Holsteins on Commercial Farms. *J Dairy Sci* 87 (8), 2730-2742

Faber, S.N., Faber, N.E., McCauley, T.C., and Ax, R.L., 2005. Effects of Colostrum Ingestion on Lactational Performance. *Prof. Anim. Sci.* 21, 420–425.

García, M., Greco, L.F., Lock, A.L., Block, E., Santos, J.E.P., Thatcher, W.W., and Staples, C.R.. 2016. Supplementation of Essential Fatty Acids to Holstein Calves During Late Uterine Life and First Month of Life Alters Hepatic Fatty Acid Profile and Gene Expression. *J. Dairy Sci.* 99, 7085–7101

Gaillard C, Vestergaard M, Weisbjerg R, and Sehested J, 2016, Effects of Weight Adjusted Feeding Strategy on Plasma Indicator of Energy Balance in Holstein Cows Managed for Extended Lactation *The Animal Consortium* 10 (4) 633-642

Gleeson, D.E., O'Brien, B., Fallon R.J., 2007. Feeding of Cold Whole Milk Once Daily to Calves in a Group and its Effect on Calf Performance, Health, and Labour Input. *Int. J. Appl. Res. Vet. Med.* 5. 97–104

Godden S, 2008, Colostrum Management for Dairy Calves. *Vet Clin. North Food Anim. Pract* 24 19–39

Godden, S.M., Fetrow J.P.J. Feirtag J.M, Green L.R, and Wells S.J. 2005. Economic Analysis of Feeding Pasteurized Nonsaleable Milk Versus Conventional Milk Replacer to Dairy Calves. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 226 1547–1554.

Górka, P., Kowalski Z M, Pietrzak P, Kotunia A, Jagusiak W, Holst J J, Guilloteau P, and Zabielski R. 2011. Effect of Method of Delivery of Sodium Butyrate on Rumen Development in Newborn Calves. *J. Dairy Sci.* 94 5578–5588.

Hammon H.M., Schiessler G, Nussbaum A, and Blum JW 2002. Feed Intake Patterns, Growth Performance, and Metabolic and Endocrine Traits in Calves fed Unlimited Amounts of Colostrum and Milk by Automate, Starting in the Neonatal Period. *J. Dairy Sci.* 85 3352–3362

Harsh, S, Wolf, C, and Wittenberg, E. 2001. Profitability and Production Efficiency of Livestock and Crop Enterprises on Michigan Dairy Operations: Summary and Analysis. *Agric. Econ. Staff Paper No.* 01-04.

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 *J. Dairy Sci.* 96 7355–7362

Heinrichs, A, Lammers, J, 2008 Monitoring dairy heifer growth. *Penn State College of Agricultural Sciences.* 1-12

Hill, T.M., Bateman II H.G, Aldrich J.M, and Schlotterbeck R L, 2008. Effect of Consistency of Nutrient Intake from Milk and Milk Replacer on Dairy Calf Performance. *Prof. Anim. Sci.* 24:85-92.

Hill, T.M., Bateman H.G, Aldrich J.M, and Schlotterbeck R.L. 2010. Effect of Milk Replacer Program on Digestion of Nutrients in Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 93 1105-1115.

Hill, T.M., Bateman 2nd, H.G., Aldrich, J.M., Schlotterbeck, R.L., Tanan, K.G., 2008. Optimal Concentrations of Lysine, Methionine, and Threonine in Milkreplacers for Calves Less Than Five Weeks of Age. *J. Dairy Sci.* 91, 2433–2442.

Hill, T.M., Bateman, H.G., Aldrich, J.M., Schlotterbeck, R.L., 2010. Roughage Amount, Source, and Processing for Diets Fed to Weaned Dairy Calves. *Prof. Anim. Sci.* 26, 181–187

Hill, T.M., Bateman, H.G., Aldrich, J.M., Schlotterbeck, R.L., 2008. Effects of the Amount of Chopped hay or Cottonseed Hulls in a Textured Calf Starter on Young Calf Performance. *J. Dairy Sci.* 91, 2684–2693.

Hoffman P, Kester K, University of Wisconsin-Madison. 2013 Estimating Dry Matter Intake of Dairy Heifers

Hoffman P.C. Weigel K.A. and Wernberg R.M. 2008, Evaluation of Equations to Predict Dry Matter Intake of Dairy Heifers *J. Dairy Sci.* 91 3699–3709

Hoffman, P.C., Simson C.R, and Wattiaux M, 2007. Limit Feeding of Gravid Holstein Heifers: Effect on Growth, Manure Nutrient Excretion, and Subsequent Early Lactation Performance. *J. Dairy Sci.* 90 (2) 946-954

Hoffman, P.C. 2003b. Heifer Fundamentals. In: *Raising Dairy Replacements* (Ed. P.C. Hoffman and R. Plourd), Chapter 6, pp. 53-56, Midwest Plan Service, Ames, Iowa.

Jasper, J, and Weary D. M. 2002. Effects of ad Libitum Milk Intake on Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 85 3054–3058.

Jump, D.B., Tripathy, S.,and Depner, C.M., 2013. Fatty Acid-Regulated Transcription Factors in the Liver. *Annu. Rev. Nutr.* 33, 249–269

Kaske, M.A. Werner, H.J. Schuberth, J. Rehage, and Kehler. W 2005. Colostrum Management in Calves: Effects of Drenching vs Bottle Feeding. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 89 151-157

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. *J. Dairy Sci.* 94 1071–1081

Khan, M. A., Weary D M, Veira D M, and Von Keyserlingk M A G. 2012. Postweaning Performance of Heifers Provided hay During the Milk Feeding Period. *J. Dairy Sci.* 95 3970–3976.

Khan, M. A., Lee H J, W. S. Lee, H. S. Kim, S. B. Kim, S. B. Park, K. S. Baek, J. K. Ha, and Y. J. Choi. 2008. Starch Source Evaluation in Calf Starter: II. Ruminant Parameters, Rumen Development, Nutrient Digestibilities, and Nitrogen Utilization in Holstein Calves. *J. Dairy Sci.* 91:1140–1149.

Khan, M.A., H.J. Lee, Lee W S, Kim H S, Ki K S, Hur T Y, Suh G H, Kang SH , and Choi Y J. 2007b. Structural Growth, Rumen Development, and Metabolic and Immune Responses of Holstein Male Calves Fed Milk Through Step-down and Conventional Methods. *J. Dairy Sci.* 90:3376-3387.

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. 2007a. Pre-and Post-weaning Performance of Holstein Female Calves fed Milk Through Step-down and Conventional Methods. *J. Dairy Sci.* 90:876-885.

Khan, M.A., Weary, D.M., Von Keyserlingk, M.A.G., 2011. Hay Intake Improves Performance and Rumen Development of Calves Fed Higher Quantities of Milk. *J. Dairy Sci.* 94(7), 3547–3553.

Khan, M.A., Weary, D.M., von Keyserlingk, M.A.G., 2011b. Invited Review: Effects of Milk Ration on Solid Feed Intake, Weaning, and Performance in Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 94, 1071–1081

Lesmeister, K.E., Heinrichs, A.J., 2004. Effects of Corn Processing on Growth Characteristics, Rumen Development and Rumen Parameters in Neonatal Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 87, 3439–3450

McGuirk SM, Collins M. 2004 Managing the Production, Storage and Delivery of Colostrum. *Vet Clin North Am Food Anim Pract* ;20 (3) 593–603.

Meyer, M. J., Capuco A V, Ross D A, Lintault L M and Van Amburgh.M E 2006
Developmental and Nutritional Regulation of the Pre-pubertal Heifer Mammary Gland: I.
Parenchyma and Fat Pad Mass and Composition. *J. Dairy Sci.* 89 4289-4297.

Miller-Cushon, E.K., and DeVries T.J 2015. Invited Review: Development and Expression
of Dairy calf Feeding Behavior. *Can. J. Anim. Sci.* 95:1–10.

Moallem, U., Werner D, Lehrer H, Zachut M, Livshitz L, Yakoby S and Shamay A. 2010.
Long-Term Effects of and Libitum Whole Milk Prior to Weaning and Pre-Pubertal Protein
Supplementation on Skeletal Growth Rate and First-Lactation Milk Production. *J. Dairy
Sci.* 93(6) 2639-2650.

Moore M, Tyler JW, Chigerwe M, 2005. Effect of Delayed Colostrum Collection on
Colostrum IgG Concentration in Dairy Cows. *J Am Vet Med Assoc* 226(8):1375–1377.

Morin DE, Constable PD, Maunsell FP, 2001. Factors Associated With Colostrum Specific
Gravity in Dairy Cows. *J Dairy Sci*; 84 937–943.

Naeem A, Drackley JK, Stamey J, Looor JJ 2012. Role of Metabolic and Cellular
Proliferation Genes in Ruminal Development in Response to Enhanced Plane of Nutrition
in Neonatal Holstein Calves. *J Dairy Sci*; 95 1807-1820

NAHMS (National Animal Health Monitoring Service). 2007. Heifer calf health and
management practices on U.S. dairy operations. USDA-APHIS-VS.

Nordlun, K.V. and Cook, N.B. 2004. Using Herd Records to Monitor Transition Cow Survival, Productivity, and Health. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 20 627-649

NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. National. Academy of Sciences, Washington, DC.

Pazoki A, Ghorbani G R, Kargar S, Sadeghi-Sefidmazgi A, Ghaffari M H, and Drackley J K. 2017. Growth Performance, Nutrient Digestibility Ruminal Fermentation, and Rumen Development of Calves During Transition From Liquid to Solid Feed: Effects of Physical Form of Starter Seed and Forage Provision. *Anim Feed Sci and Tec* 16.

Phillips, C.J.C., 2004. The Effects of Forage Provision and Group Size on the Behavior of Calves. *J. Dairy Sci.* 87, 1380–1388

Porter, J.C., Warner, R.G., Kertz, A.F., 2007. Effect of Fiber Level and Physical Form of Starter on Growth and Development of Dairy Calves Fed no Forage. *Prof. Anim. Sci.* 23, 395–400

Przybylska J, Albera E, and Kankofer M. 2007 Antioxidants in Bovine Colostrum. *Reprod Domest Anim*; 42 402–409.

Purup SM, Vestergaard MS, Weber K, Akers RM & Sejrsen K 2000 Local Regulation of Pubertal Mammary Growth in Heifers. *J of Anim Sci* 78 36–47

Radcliff, R. P., Vandehaar M J , Chapin L T, Pilbeam T E , Beede D Q, Stanisiewski E P and Tucker H A. 2000. Effects of Diet and Injection of Bovine Somatotropin on Prepubertal Growth and First-Lactation Milk Yields of Holstein Cows. *J. Dairy Sci.* (83), 23 29.

Reber, A.J., Lockwood, A., Hippen, A.R., Hurley, D.J. 2006 Colostrum Induced Phenotypic and Trafficking Changes in Maternal Mononuclear Cells in a Peripheral Blood Leukocyte Model for Study of Leukocyte Transfer to The Neonatal Calf. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 109, 139-150.

Rincker Davis LE, VandeHaar MJ, Wolf CA, Liesman JS, Chapin LT, Weber Nielsen M. 2011 Effect of Intensified Feeding of Heifer Calves on Growth, Pubertal Age, Calving Age, Milk Yield, and Economics. *J Dairy Sci*; 94 3554-3567.

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.

Sampath, H., Ntambi, J.M., 2005. Polyunsaturated Fatty Acid Regulation of Genes of Lipid Metabolism. *Annu. Rev. Nutr.* 25 317–340.

Schwartzkopf-Genswein, K.S., Beauchemin, K.A., Gibb, D.J., Crews Jr, D.H., Hickman, D.D., Streeter, M., McAllister, T.A., 2003. Impact of Bunk Management on Feeding Behavior, Ruminant Acidosis and Performance of Feedlot Cattle: a Review. *J. Anim. Sci.* 81 (2), 149–158.

Sejrsen, K., Purup S, Vestergaard M and Foldager J. 2000. High Body Weight Gain and Reduced Bovine Mammary Growth: Physiological Basis and Implications for Milk Yield Potential. *Domestic. Animal. Endocrinology.* 19 93-104.

Shamay, A., Werner 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. *J. Dairy Sci.* 88 1460–1469.

Shen Z, Seyfert HM, Lohrke B, Schneider F, Zitnan R, Chudy A, 2004 An Energy-rich Diet Causes Rumen Papillae Proliferation Associated With More IGF Type 1 Receptors and Increased Plasma IGF-1 Concentrations in Young Goats. *J. Nutr.* 134 11-17

Sjaastad, O, V. Hove, K. Sand, O. 2010 *Physiology of Domestic Animals*, 2nd ed. Scandinavian Veterinary Press 54(6) 558 570

Smith JM, Van Amburgh ME, Diaz MC, Lucy MC, Bauman DE. 2002 Effect of Nutrient Intake on the Development of the Somatotrophic Axis and its Responsiveness to GH in Holstein Bull Calves. *J Anim Sci.* 80 1528-1537

Soberon, F., Raffrenato E, Everett R W, and Van Amburgh M E. 2012. Preweaning Milk Replacer Intake and Effects on Longterm Productivity of Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 95:783-793.

Stelwagen K., Carpenter E, Haigh B, Hodgkinson A, Wheeler T T. 2009. Immune Components of Bovine Colostrum and Milk. *J Anim. Sci.* 87 13 (Suppl. 1):3-9.

Stewart S, Godden S, Bey R, Rapnicki, P. Fetrow, J. Farnsworth, R Scanlon M, Arnold Y, Clow L, Mueller K, and Ferrouillet C 2005. Preventing Bacterial Contamination and Proliferation During the Harvest, Storage and Feeding of Fresh Bovine Colostrum. *J Dairy Sci* 88: 2571–2578.

Suárez, B. J., Van Reenen C G, Beldman G, van Denle J, Dijkstra J, and W. Gerrits W J J. 2006a. Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: I. Animal Performance and Rumen Fermentation Characteristics. *J. Dairy Sci.* 89 4365–4375.

Suárez, B.J., Van Reenen C G, Gerrits W.J.J, Stockhofe N, Van Vuuren A M, and Dijkstra J. 2006b. Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: II. Rumen Development. *J. Dairy Sci.* 89 4376–4386.

Suárez, B.J., Van Reenen, C.G., Beldman, G., van Delen, J., Dijkstra, J., Gerrits, W.J.J., 2006. Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal calf Diets: I. Animal Performance and Rumen Fermentation Characteristics. *J. Dairy Sci.* 89, 4365–4375.

Swan H, Godden S, and Bey R, 2007. Passive Transfer of Immunoglobulin G and Preweaning Health in Holstein Calves fed a Commercial Colostrum Replacer. *J Dairy Sci* 90 3857-3866.

Sweeney, B. Rushen C J, Weary D M, and De Passillé A M. 2010. Duration of Weaning, Starter Intake, and Weight Gain of Dairy Calves Fed Large Amounts of Milk. *J. Dairy Sci.* 93 148–152.

Terré,M.,Tejero,C.,Bach,A.,2009.Long-Term Effects on Heifer Performance of an Enhanced-growth Feeding Program Eapplied During the Pre-weaning Period .*J. Dairy Res.*76 331–339.

Tomkins T, Sowinske J, Drackley JK. 1994a Milk Replacer Research Leads to New Developments. *Feedstuffs*;66 42 13-23.

Tomkins T, Sowinski J, Drackley JK.1994b New Developments in Milk Replacers for Preruminants. In: *Proc. 55th Minnesota Nutr.* 71-89.

Tozer, PR. and Heinrichs. A. J., 2001. What Affects the Costs of Rearing Replacement Heifers: a Multiple-component Analysis? *J Dairy Sci* 84, 1836-1844.

Van Amburgh M, Meyer M. 2005. Target Growth and Nutrient Requirements of Post-Weaned Dairy Heifers. In: *Dairy calves and heifers: integrating biology and management*. Syracuse (NY): Natural Resource, Agriculture, and Engineering Services, p. 128–38

Van Amburgh, M.E., and Drackley JK. 2005 Current Perspectives on the Energy and Protein Requirements of the Pre-weaned Calf. Chapter 5 in *Calf and Heifer Rearing: Principles of Rearing the Modern Dairy Heifer From Calf to Calving*. P.C. Garnsworthy, ed. Nottingham Univ. Press, Nottingham, UK. 67–82

Weaver, D.M., Tyler, J.W., VanMetre, D.C., Hostetler, D.E., Barrington, G.M., 2000. Passive Transfer of Colostral of Immunoglobulins in Calves. *J. Vet. Intern. Med.* 14, 569–577.

Whitlock, B. K., VandeHaar M J, Silva L F P and Tucker H A. 2002. Effect of Dietary Protein on Prepubertal Mammary Development in Rapidly Growing Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 85:1516-1525.

Yang, W.Z. and Beauchemin K.A. 2006. Effects of Physically Effective Fiber on Chewing Activity and Ruminant pH of Dairy Cows Fed Diets Based on Barley Silage. *J. Dairy Sci.* 89 217-228

Zanton GI, Heinrichs AJ. 2007 The Effects of Controlled Feeding of a High-Forage or High-Concentrate Ration on Heifer Growth and First-Lactation Milk Production. *J Dairy Sci*; 90 (7):3388–3396.

Zanton, G. I. Heinrichs A J. 2005. Meta-analysis to Assess Effect of Prepubertal Average Daily Gain of Holsteins Heifers on First-Lactation Production. *J. Dairy Sci.* 88 (11):3860-3867.

Zebeli, Q. Aschenbach J.R, Tafaj M, Boguhn J, Ametaj B N, and Drochner W. 2012. Invited Review: Role of Physically Effective Fiber and Estimation of Dietary Fiber Adequacy in High-Producing Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 95:1041–1056.

Zwald A, Kohlman TL, Gunderson SL, Hoffman PC, and Kriegl T 2007. Economic Costs and Labor Efficiencies Associated With Raising Dairy Replacements on Wisconsin Dairy Farms and Custom Heifer Raising Operations. Madison, WI: University of Wisconsin Extension.