



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN

SISTEMA DE ALIMENTACION Y SU EFECTO SOBRE EL
CRECIMIENTO PRE Y POSTPUBER EN VAQUILLAS
HOLSTEIN FRIESIAN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A
GUSTAVO DIAZ MANRIQUEZ

ASESOR: Dr FERNANDO OSNAYA GALLARDO
COASESORA: MVZ. REYNA MARIA ANTONIETA DE LA ROSA ROMERO



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.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

U. N. A. M.
 FACULTAD DE ESTUDIOS
 SUPERIORES-CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE
 EXAMENES PROFESIONALES

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
 P R E S E N T E

ATN: Q. Ma. del Carmen García Mijangos
 Jefe del Departamento de Exámenes
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicarle a usted que revisamos la TESIS:

"Sistema de alimentación y su efecto sobre el crecimiento pre y postpuber en vaquillas Holstein Friesian".

que presenta el pasante Gustavo Díaz Manriquez
 con numero de cuenta 8356245-9 para obtener el titulo de:
 Médico Veterinario Zootecnista

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

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de Octubre de 2003

PRESIDENTE	Dr. Fernando Osnaya Gallardo	
VOCAL	MVZ. Miguel Angel Pérez Ortega	
SECRETARIO	M.A. Antonio Gómez Alcántara	
PRIMER SUPLENTE	MVZ. Rafael Pérez González	
SEGUNDO SUPLENTE	M.C. Juan S. Barrientos Padilla	

AGRADECIMIENTOS

A DON NICOLAS DIAZ DIAZ, † q.e.p.d. Mi Papá

Por tu gran apoyo para mi formación y tus enseñanzas de la vida, por tu fuerza de voluntad para lograr tus anhelos y metas y sacar adelante a tu familia, sin importar tu falta de estudios. Siendo un gran ejemplo que me motivo para alcanzar esta meta de mi vida. Por todo esto te dedico la obtención de mi grado profesional.

JOSEFINA MANRIQUEZ MURILLO, Mi Madre

Por haberme dado la vida. Por todo el amor, esfuerzo y dedicación que me brindaste durante todo el tiempo que viví a tu lado. Por tus consejos y principios que me inculcaste y que fueron la base para mi formación profesional y humana.

M.C.D. MARTHA PATRICIA LUNA CASASOLA. Mi Esposa

Por todas las muestras de cariño y amor que siempre me has brindado, así como por el apoyo incondicional en las buenas y en las malas. Por haberme dado tres bellos motivos para amarte más, que son mis hijos. "Te amo"

PATY, ESTEFANIA y CARLOS GUSTAVO. Mis Hijos

Como una muestra de mi cariño, porque son el motivo que me impulsa a seguir adelante para darles las bases que en futuro sirva para que ustedes alcancen las metas que se fijen en su vida. "Los amo"

PINITO, SOFIA, JOSE AMPARO, NICOLAS, ROBERTO, CELIA, BERTHA, MARTHA, RUBEN y MARIA. Mis Hermanos

Por las muestras de cariño y apoyo que siempre he recibido de cada uno de ustedes.

A MIS SUEGROS, CUÑADAS, CUÑADOS Y SOBRINOS.

Por su amistad incondicional que siempre me han brindado, que ha sido importante para vivir en familia.

AL DR. FERNANDO OSNAYA GALLARDO.

Por la asesoría y tiempo dedicado para realización del presente trabajo y además por la confianza que me tiene en desarrollo de mi vida profesional.

A LA MVZ REYNA MARIA ANTONIETA DE LA ROSA ROMERO

Por su colaboración en la realización del presente trabajo. "Gracias"

AL JURADO

Por las atenciones y aportaciones realizadas en el presente trabajo.

AL MVZ MIGUEL ANGEL PEREZ ORTEGA Y AL DR. GUILLERMO OVIEDO FERNANDEZ

Por el apoyo, amistad y consejos que me han dado para ejercer de manera satisfactoria mi actividad profesional.

**A LA FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN – UNAM
Y A MIS PROFESORES**

Por todas las enseñanzas brindadas que son la base de mi formación profesional.

INDICE

	Página
INDICE.....	i
INDICE DE CUADROS.....	ii
INDICE DE GRAFICAS.....	iii
RESUMEN.....	iv
1.- INTRODUCCION.....	1
1.1.- HIPOTESIS.....	4
1.2.- OBJETIVOS.....	4
2.- REVISION DE LITERATURA.....	5
3.- MATERIALES Y METODOS.....	49
4.- RESULTADOS.....	51
5.- DISCUSION.....	54
6.- CONCLUSIONES.....	58
7.- LITERATURA CITADA.....	59

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1.- Producción de leche mundial.....	6
Cuadro 2.- Población ganadera de bovinos (carne y leche).....	6
Cuadro 3.- Producción pecuaria 1997 – 2002.....	8
Cuadro 4.- Producción estatal de leche de Bovino (2002).....	10
Cuadro 5.- Proporción del tejido del estómago de los bovinos del nacimiento a los 38 meses de edad.....	14
Cuadro 6.- Resumen de la digestión y absorción en el rumen.....	19
Cuadro 7.- Duración de las etapas de desarrollo y tipo de dieta.....	21
Cuadro 8.- Concentrados y forrajes en dietas de vaquillas.....	25
Cuadro 9.- Ingredientes en diferentes edades en la dieta de vaquillas.....	26
Cuadro 10.- Requerimientos nutricionales de las vaquillas Holstein Friesian a diferentes pesos corporales y tasas de crecimiento.....	32
Cuadro 11.- Recomendaciones del contenido de nutrientes en las dietas de vaquillas de reemplazo de la raza Holstein Friesian, con ganancias de peso de 0.700 kg/día.....	39
Cuadro 12.- Tasa crecimiento durante los períodos pre y postpuber de las vaquillas Holstein Friesian.....	51

INDICE DE GRAFICAS

	Pagina
Gráfica 1.- Aportación porcentual de leche por zona geográfica durante el año de 1999.....	9
Gráfica 2.- Relación de la edad y peso corporal en vaquillas Holstein, con diferentes ganancias diarias de peso.....	33
Gráfica 3 .- Requerimientos del consumo de materia seca en vaquillas de acuerdo a la tasa de crecimiento.....	33
Gráfica 4 .- Requerimientos de total de nutrientes digestibles (TND) expresado en porcentaje de materia seca (MS)en vaquillas de acuerdo a la tasa de crecimiento.....	34
Gráfica 5 .- Requerimientos de proteína cruda (PC) expresado en porcentaje de materia seca (MS) en vaquillas de acuerdo a la tasa de crecimiento.....	37
Gráfica 6 .- Requerimientos de proteína no degradable (UIP) expresado en porcentaje de proteína cruda (PC) en vaquillas de acuerdo a la tasa de crecimiento.....	37
Gráfica 7.- Relación optima entre la edad y peso corporal en vaquillas Holstein, con ganancias de 0.700 kg/día.....	40
Gráfica 8.- Edad a la presentación de la pubertad en vaquillas Holstein.....	52
Gráfica 9.- Peso a la presentación de la pubertad en vaquillas Holstein.....	52

RESUMEN

Sistema de alimentación y su efecto sobre el crecimiento pre y postpuber en vaquillas Holstein Friesian

La investigación se realizó en el Módulo de Bovinos Productores de Leche de la Unidad Académica de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM, que se localiza en el Municipio de Cuautitlán Izcalli. Se utilizaron 51 vaquillas de los 4 a los 16 meses de edad y se asignaron a uno de tres sistemas de alimentación: Pastoreo (P) (n=18); Pastoreo mas suplementación (PS) (n=17) e intensivo (I) (n=16). El objetivo fue estudiar el efecto del sistema de alimentación en la crianza de vaquillas de la raza Holstein Friesian sobre la ganancia de peso diaria antes y después de la presentación de la pubertad. Las variables dependientes analizadas fueron: Peso inicial , Edad y Peso a la presentación de la pubertad, Peso final, así como la ganancia de peso diaria antes y después de la pubertad. El peso inicial promedio \pm error fue de 87.2 ± 1.76 kg. y al final las vaquillas pesaron 334.0 ± 27.7 kg. logrando una ganancia de peso corporal durante el experimento de 245.9 ± 24.4 kg. , con una ganancia de peso diaria final de 0.683 ± 0.01 kg. Se presentó efecto del tratamiento en la ganancia de peso vivo y en la ganancia de peso final, los resultados menos satisfactorios se presentaron en las vaquillas del tratamiento P. Con respecto a la edad y peso a la presentación de la pubertad, está se determinó en promedio a los 354 ± 6 días con un peso de 246.2 ± 3.05 kg. no existiendo efecto del tratamiento ($P > 0.10$). La ganancia de peso diaria antes de la presentación de la pubertad fue 0.685 ± 0.01 kg, después de la presentación de la pubertad fue de 0.681 ± 0.02 , solo se presentó efecto del tratamiento sobre la ganancia de peso diaria durante el período post puber ($P < 0.05$), en donde las vaquillas en P tuvieron las menores ganancias de peso diaria. Con base a los resultados obtenidos es posible concluir que en las condiciones ambientales del presente trabajo, las vaquillas Holstein Friesian sometidas a un sistema de alimentación en pastoreo rotacional logran una ganancia de peso diaria aceptable antes de la presentación de la pubertad, sin embargo durante el período

postpuber se hace necesario suplementar a las vaquillas para lograr mejores ganancias de peso diario y que las vaquillas con mayor peso corporal a los cuatro meses de edad mejora el la tasa de crecimiento de los 4 a los 16 meses de edad, en la vaquillas sometidas al pastoreo rotacional en praderas mixtas de leguminosas y gramíneas.

INTRODUCCIÓN

En México poca ha sido la atención a la crianza de vaquillas de reemplazo que es el futuro del negocio, por lo que se deben hacer esfuerzos para establecer sistemas de crianza eficientes que disminuyan los costos de alimentación y dejar la dependencia por la importación de vaquillas. La situación económica por la que atraviesa el país ha puesto en manifiesto a los productores, la necesidad de prestar mayor interés a la cría de sus propios reemplazos. El número de vaquillas de reemplazo necesarias para mantener el tamaño del hato es dependiente de la tasa de eliminación anual de las vacas en producción. Los reportes han demostrado que alrededor del 25 al 30% de los hatos productores de leche son reemplazados anualmente (Heinrichs y Swartz, 1990).

En la crianza de las vaquillas se hacen fuertes inversiones a largo plazo que representan alrededor del 9 al 20% de los gastos de producción de la explotación (Heinrichs y Swartz, 1990; Heinrichs, 1993). Económicamente es recomendable que la vaquilla presente el primer parto a los 2 años de vida para que comience su producción de leche y con la venta amortice los gastos que son aproximadamente de \$12,650.00 a \$ 14,950.00 MN a un tipo de cambio \$ 11.50 MN por dólar (Bailey y Currin, 1999). En la Universidad de Ohio, 1999 (<http://ohioline.ag.ohio-state.edu>), se publicó un análisis de los costos de crianza de las vaquillas de reemplazo desde el nacimiento a la primera parición a los 24 meses de edad, en donde, calcularon una inversión total de \$ 13,800.00 MN por vaquilla. El costo de alimentación fue de \$ 8,556.00 MN equivalente al 62 % de los costos totales de crianza y determinaron un incremento de \$ 11.30 MN en la inversión por concepto de alimentación por cada día que se retrase el parto Hoffman y Funk (1992) reportaron que la tasa de crecimiento de las vaquillas de reemplazo influye sobre la eficiencia reproducción y productiva. Es importante determinar la tasa de crecimiento porque las ganancias de peso diario influyen directamente sobre la edad y peso a la pubertad, al primer servicio y al primer parto (Sejrsen y Purup, 1997; Lee, 1997). El National Research Council (NRC, 1978) recomienda ganancias diarias de 0.700 a 0.800 kg./día en las becerras de las razas lecheras de tallas grandes (Holstein), entre las semanas 10 a la 67 de edad, tiempo en

el cual alcanzan un peso promedio de 350 kg. que es el recomendado para recibir la primera inseminación artificial y lograr la concepción (Bortone et al., 1994). La pubertad se presenta alrededor de los 9 meses de edad, cuando se tiene una ganancia de peso diaria de 0.900 kg. y entre los 12 y 13 meses si las ganancias son de 0.600 kg./día (Swanson, 1967). Numerosos trabajos han demostrado un efecto positivo entre el peso al parto y la producción de leche durante la primera lactancia. Keown y Everett (1986) encontraron la máxima producción cuando el peso al primer parto fue de 635 kg. en ganado Holstein, resultados similares obtuvieron Heinrichs y Hargrove (1991). Los animales que llegan al parto con un peso de 539 kg. lograron producciones de leche de 5,180 kg. durante la primera lactancia. Heinrichs y Hargrove (1987) determinaron que las vaquillas con un peso de 525.9 kg. a los 24 meses de edad tuvieron lactancia superiores a los 7,264 lts.

La reducción de la edad al primer parto, se puede lograr mediante el empleo de un adecuado programa nutricional que permita una ganancia de peso diaria con la finalidad de alcanzar un peso corporal satisfactorio al momento del parto (Hoffman y Funk, 1992). El plano nutricional y el peso al primer parto, tienen un interés primario, ya que de alguna forma influyen o interaccionan con los demás conceptos, teniendo impactos positivos o negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva (Simeril et al., 1991).

Tradicionalmente la cría de reemplazos y producción de leche en el altiplano se realiza bajo condiciones de estabulación o semi-estabulación, en donde es común utilizar concentrados y durante el invierno forrajes de corte para ofrecer en verde, henificados o ensilados, utilizando comúnmente diferentes variedades de ballicos (*Lolium multiflorum*), los cuales son establecidos en condiciones de riego y humedad empleando programas de fertilización (Hoffman.1997; Kertz et al., 1998). Sin embargo, el uso de estos forrajes requiere de maquinaria especializada para su establecimiento, cosecha y almacenamiento, por lo que restringe a los sistemas de producción a aquellos con mayor grado de tecnificación.

Uno de los sistemas de producción de rumiantes más rentable, es el que basa su alimentación en pastoreo, ya que los forrajes son el alimento más económico y la cosecha se realiza directamente por el animal. Para el manejo apropiado de este sistema de producción se requiere conocer los principales componentes, como son el tipo de animal, la especie vegetal y el medio circundante (Burboa, et al. 1992).

El pastoreo en praderas asociadas de leguminosas y gramíneas puede ser un recurso importante en la crianza de vaquillas. La función de las leguminosas es mejorar el suministro de proteína al animal, proporcionar una fuente de nitrógeno para las gramíneas asociadas y aumentar la fertilidad del suelo. Uno de los objetivos de este tipo de praderas es mantener una adecuada cobertura de leguminosas, ya que el rendimiento total de la misma y el crecimiento de los animales se relacionan positivamente (Evans, 1978). Jones (1982) mencionó que las leguminosas son más sensibles al pastoreo que las gramíneas. Se hace esta consideración en las leguminosas, porque si su cobertura disminuye, la disponibilidad y calidad total del forraje disminuirá considerablemente.

En México, no hay suficientes trabajos que avalen las ventajas del sistema de pastoreo rotacional en praderas asociadas de leguminosas y gramíneas, en la crianza de vaquillas de reemplazo, por lo que se considera posible que a un mediano plazo sea extensiva su utilización y reduzca las importaciones de vaquillas, por los bajos costos de crianza bajo este esquema.

1.1.- HIPOTESIS.

El sistema de alimentación no afecta la ganancia de peso diaria de las vaquillas antes y después de la presentación de la pubertad y el peso corporal a los 4 meses de edad de las vaquillas afecta la tasa de crecimiento y la presentación de la pubertad.

1.2.- OBJETIVOS.

Estudiar el efecto del sistema de alimentación en la crianza de vaquillas de la raza Holstein Friesian sobre la ganancia de peso diaria antes y después de la presentación de la pubertad. Así como determinar el efecto del peso inicial de las vaquillas al momento de introducción al sistema de alimentación sobre la ganancia de peso diario.

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- Situación mundial y nacional de la industria lechera.

El proceso de globalización económica ha crecido a un ritmo acelerado, modificando las relaciones comerciales entre las naciones. El comercio internacional y la revolución tecnológica han propiciado la integración de los países en bloques comerciales para hacer frente al nuevo entorno económico. La industria lechera no se encuentra al margen del desarrollo de la globalización económica, ya que la leche, así como sus derivados son productos relevantes en el intercambio comercial y tecnológico por ser uno de los principales rubros de ingreso de la economía rural (García, 1996). El tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ha colocado a Estados Unidos, Canadá y México en una condición para obtener importantes logros comerciales. En los Estados Unidos, con una exitosa campaña para promover el consumo de leche, se disminuyó la amenaza de inundar con los excedentes de leche a los mercados de Canadá y México. De hecho, era un proceso que se venía dando ya que Canadá impuso un arancel de 320 % a las importaciones de leche de Estados Unidos, y a México lo ayudó indirectamente la devaluación de la moneda, que encareció a más del doble el precio de la leche y de la importación de animales (Martínez, 1995).

En términos generales la producción mundial de leche durante el período de 1995-1999 se ha mantenido estable. La Unión Europea es el más grande productor de leche en el mundo aportando aproximadamente el 20.-% de la producción mundial, seguido de los Estados Unidos, India y Rusia (Cuadro 1). Nueva Zelanda y Australia, cuya producción en términos de volumen no es muy grande, han visto incrementada su producción en los últimos 5 años, ambas naciones se caracterizan por ser excedentarias de leche y productos lácteos, que por sus características geográficas y dimensiones territoriales tienen los menores costos de producción de leche (FAO Stat/Database, 1999).

Cuadro 1.- Producción mundial de leche
(miles de toneladas métricas)

País	1995	1996	1997	1998	1999
Mundial	540,018.9	542,795.2	548,054.1	551,459.1	554,937.3
Unión Europea	117,179.1	116,528.4	115,708.4	114,538.8	114,643.8
Estados Unidos	70,439.1	69,855.0	70,801.0	71,414.0	73,482.0
India	66,150.0	68,855.0	71,097.0	70,150.0	72,080.0
Rusia	30,305.0	35,818.0	34,135.0	33,254.0	32,299.0
Paquistán	18,936.0	19,919.0	20,950.0	22,039.0	22,039.0
Brasil	17,126.0	15,821.0	13,767.0	13,752.0	13,752.0
Ucrania	17,274.0	15,821.0	13,767.0	13,752.0	13,752.0
Polonia	11,644.0	11,697.0	12,124.0	12,597.0	11,901.0
N. Zelanda	9,285.0	10,010.0	11,058.0	11,380.0	11,140.0
Australia	8,460.0	8,986.0	9,304.0	9,731.0	9,822.0

FAO, FAO Stat/Database, 1999.

El México durante el año de 2001 contabilizo una población ganadera 30,620,933 millones de cabezas de ganado bovino, de las cuales el 7.02 % estuvieron vinculadas con la producción de leche, divididas en tres sistemas de producción Especializado o estabulado, No especializado o semi-estabulado y de doble propósito (Villa, 1990 SIAP - SAGARPA 2001). (Cuadro 2):

Cuadro 2.- Población ganadera de bovinos (carne y leche).
(Número de cabezas)

	1999	2000	2001 ^{2/}
Bovino para carne	28,313,158	28,449,218	28,480,803
Bovino para leche	1,863,977	2,074,517	2,140,130
Total nacional	30,177,135	30,523,735	30,620,933

^{2/} Cifras Preliminares.

FUENTE: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con Información de las Delegaciones, SAGARPA.

Ganadería Especializada.- Se caracteriza por producciones anuales por vaca de 4,000 a 6,000 litros, hatos con un promedio de 230 vacas, Aplican un alto nivel tecnológico, alimentación balanceada, control y prevención de enfermedades, mayor avance genético de las razas Holstein y Suizas en mayor proporción, y mayores costos de producción. Se ubican principalmente en las zonas templada, semiárida y áridas del país (Villa, 1990).

Ganadería no especializada.- Producciones entre los 2,000 y 4,000 litros por vaca/año, 40 vacas en promedio por establo, esporádicamente mecánico, pastos y forrajes, poco control sanitario y genético. También se incluye la ganadería familiar que emplea el pastoreo, la producción promedio es de 300 a 700 litros vaca/año, muy bajo nivel tecnológico, usualmente manejo manual y pastizales, bajo control sanitario, poco o nulo avance genético (Villa, 1990).

Ganadería de doble propósito.- Promedio de producción anual por vaca de 750 litros, bajo número de animales por hato, muy bajo nivel tecnológico, manejo manual, utilización de pastizales, poco control sanitario, utilización de animales de cruza de razas puras con cebuinas y criollos, producción estacional; ubicándose principalmente en las zonas tropicales secas y húmedas (Villa, 1990).

El crecimiento de la población y la expansión de asentamientos humanos en general han tenido y sigue teniendo un impacto significativo sobre los recursos naturales y el medio ambiente. El factor poblacional en México constituye un elemento crucial en el diseño de las estrategias de desarrollo del país, más aún considerando que se encuentra entre las 11 naciones más pobladas del planeta. Algunas de las estadísticas presentadas fueron actualizadas con los resultados preliminares del INEGI XII Censo General de Población y Vivienda 2000, según los cuales la población residente en la República Mexicana es de 97,361, 711 de personas, es decir, 6.2 millones más que en 1995, diferencia que refleja una tasa de 1.6 % de crecimiento promedio anual. La producción de leche nacional no ha sido suficiente para satisfacer las necesidades de la población por lo que se tiene que recurrir a la importación.

El sector lechero mexicano tiene una particularidad con respecto a sus socios comerciales de Estados Unidos y Canadá, no posee su dinamismo, recursos, ni financiamientos. Los indicadores económicos de los productos lácteos muestran que los Estados Unidos participan con el 13.2 % de la producción mundial de leche, y Canadá con el 1.5 %, cifra muy similar a la aportada por nuestro país (FAO Stat/Database, 1999). Aunque la producción anual de México es similar a la canadiense, no es suficiente para cubrir su demanda interna, lo cual explica su importación principalmente de los Estados Unidos (SAGAR. CEA, 2000; Martínez, 1995).

En el Cuadro 3 se presenta la serie histórica de la producción de leche en nuestro país entre los años de 1997 al 2002, en donde, en promedio la leche de vaca aporta el 98.5 % del total de la producción nacional. De acuerdo al avance mensual de la producción de leche de vaca durante el año 2002. La Comarca Lagunera produjo el 18.0 %, el estado de Jalisco con 17.8 %, Chihuahua con 8.4 % y Guanajuato con 6.7 %; que en conjunto aportaron 4,885,862 miles de litros, los cuales representan el 50.9 % del total producido en el país (SIAP - SAGARPA, 2002).

Cuadro 3.- Producción pecuaria 1997 - 2002
[miles de litros]

Producto	1997	1998	1999	2000	2001	2002 ^{2/}
Leche de Bovino	7,848,105	8,315,711	8,877,314	9,311,444	9,472,293	9,597,556
Leche de Caprino	120,528	127,744	130,998	131,177	139,873	
Total Nacional	7,968,633	8,443,455	9,008,312	9,442,621	9,612,166	..

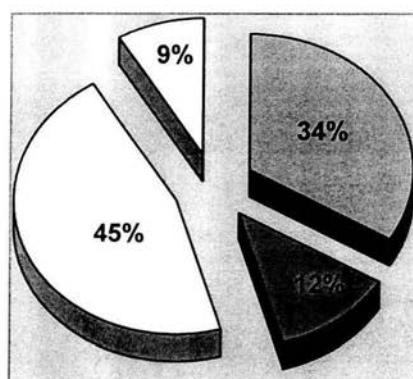
^{2/} Cifra preliminar

FUENTE: Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con Información de las Delegaciones, SAGARPA.

La producción de leche bovina en el país se realiza en condiciones influenciadas por la zona geográfica, aplicación de tecnologías, sistemas de manejo y por la finalidad productiva de la explotación, identificándose en este último aspecto la producción de leche y crianza de vaquillas. En México se han identificado cuatro regiones geográficas,

caracterizadas por sus condiciones climatológicas y por sus sistemas de producción (FIRA, 1999) (Cuadro 4, Grafica 1).

Gráfica 1.- Aportación porcentual de leche por zona geográfica durante el año de 1999



■ SEMIARIDO ■ TROPICO SECO □ TEMPLADO □ TROPICO HUMEDO

Cuadro 4.- Producción estatal de leche de Bovino (2002)
(miles de litros)

ZONAS	CLIMA	ESTADOS	PRODUCCIÓN 2002*
Norte	Semiárido	Coahuila	959,419
	Semiárido	Chihuahua	802,394
	Semiárido	Durango	913,099
	semiárido	Nuevo León	41,905
	Semiárido	Sonora	127,580
	Semiárido	Zacatecas	129,525
Pacífico norte	Semiárido	Baja California Norte	210,930
	Semiárido	Baja California Sur	35,976
	Trópico seco	Colima	39,920
	Trópico seco	Nayarit	67,401
Pacífico sur	Trópico seco	Sinaloa	91,197
	Trópico seco	Chiapas	264,035
	Trópico seco	Guerrero	71,285
Centro	Trópico seco	Oaxaca	143,439
	Templado	Aguascalientes	415,055
	Templado	Distrito Federal	19,599
	Templado	Guanajuato	642,854
	Templado	Hidalgo	419,996
	Templado	Jalisco	1,709,300
	Templado	México	484,161
	Templado	Morelos	17,120
	Trópico seco	Michoacán	297,038
	Templado	Puebla	362,933
	Templado	Querétaro	219,637
Del golfo	Trópico seco	San Luis Potosí	140,370
	Templado	Tlaxcala	126,149
	Trópico seco	Tamaulipas	23,562
	Trópico húmedo	Tabasco	88,609
Peninsular	Trópico húmedo	Veracruz	698,733
	Trópico húmedo	Campeche	22,055
	Trópico húmedo	Quintana Roo	3,888
	Trópico húmedo	Yucatán	8,390

Notas: 2002*, preliminar

Modificado de la Fuente de Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), con Información de las Delegaciones, SAGARPA.

2.2.- Importancia de la crianza de vaquillas de reemplazo.

En la República Mexicana, la industria lechera ha tenido la preocupación de como mejorar la productividad en los hatos bovinos y la manera de hacer frente a todos los factores que afectan su rentabilidad. Sin embargo, poca atención se ha prestado a la crianza de vaquillas de reemplazo, por lo que deben hacer esfuerzos para establecer sistemas eficientes de crianza que eviten la importación de vaquillas ya que la situación económica y el alto costo de importación de vaquillas han puesto de manifiesto, la necesidad de fomentar la cría de sus propios reemplazos.

El aprovechamiento adecuado de los eventos reproductivos en el ganado, requiere de un complejo programa de manejo, alimentación, control y prevención de enfermedades, para alcanzar la regularidad de los ciclos reproductivos, que son la base de una adecuada rentabilidad (Lin et al., 1986; Moore et al., 1991; Troccon, 1993). Con la finalidad de obtener una buena eficiencia del ganado bovino, se requiere del conocimiento del comportamiento de los animales. En el plano reproductivo, se consideran dos períodos, uno que corresponde a la edad al primer parto y otro que es el intervalo entre partos, ya que determinadas pérdidas económicas asociadas con la edad al primer parto y al intervalo entre partos prolongados, por ocasionar una reducción en la producción de leche por día de vida, así como de crías nacidas al año y por lo tanto un retraso en el progreso genético (Gardner et al., 1978; Troccon, 1993; Lin et al., 1988; Simeril et al., 1991).

2.3.- Factores básicos en la crianza de vaquillas.

En los últimos 30 años se ha realizado investigaciones encaminadas a proporcionar las bases en la crianza de vaquillas que permitan disminuir los costos de crianza sin afectar la capacidad reproductiva y productiva. (Hoffman y Funk, 1992).

Con base a los resultados de anteriores investigaciones, Hoffman y Funk (1992), establecieron la necesidad de considerar los factores básicos en todos los programas

de manejo en la cría de vaquillas de reemplazo para lograr cambios positivos en la eficiencia reproductiva y productiva.

- El costo de crianza puede disminuir logrando una reducción en la edad al primer parto (Heinrichs y Swartz, 1990; Crowley et al., 1991).
- Para lograr la reducción en la edad al primer parto, se requiere la aplicación de un plano nutricional adecuado (Gardner et al., 1977; Gardner et al., 1978).
- El incremento en el plano nutricional favorece el crecimiento corporal, pero tiene una correlación negativa sobre el desarrollo de la glándula mamaria durante el período prepuber, por lo que se reduce el potencial de producción láctea durante la vida productiva (Harrison et al., 1983; Sejrsen et al., 1982; Sejrsen et al., 1983; Stelwagen y Grieve, 1990).
- Al favorecer el aumento de peso al primer parto, se reduce la incidencia de partos distócicos (Erb et al., 1985; Thompson et al., 1983).
- El aumento del peso corporal al primer parto, tiene un efecto positivo sobre la producción de leche durante primera lactancia y durante la vida productiva (Fisher et al., 1983; Keown y Everett, 1986; Lin et al., 1984).
- Las mayores ganancias de peso al primer parto, tiene un efecto negativo sobre la eficiencia nutricional (Sieber et al., 1988)

El aplicar programas de manejo sobre la base de cada uno de los factores de forma independiente puede ser una tarea fácil de conseguir. Sin embargo, existen interacciones entre cada uno de ellos, que interfieren sobre el buen desarrollo y aprovechamiento de las vaquillas. Es de interés primario lo relacionado con el plano nutricional y el peso alcanzado al primer parto ya que de alguna manera influyen o se

interaccionan con los demás factores, produciendo impactos positivos o negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva (Hoffman y Funk, 1992).

En términos generales ha sido recomendado y aceptado que las vaquillas de reemplazo se incorporen al hato productivo cuando alcancen en promedio los 24 meses de edad. Las ventajas económicas que se obtienen al reducir la edad al primer parto son debidas al aumento de los porcentajes en los cambios genéticos al acortar el intervalo entre generaciones, mayor número de crías por vaca, la reducción de los costos fijos de mantenimiento y mayor producción de leche por día de vida productiva (Simeril et al., 1991; Lin et al., 1988).

2.4.- Sistemas de alimentación en la crianza de vaquillas.

2.4.1.- Aspectos anatómicos y fisiológicos del tracto digestivo.

El aparato digestivo de la becerrea recién nacida, presenta características diferentes a las que tendrá durante su estado adulto. Por tal razón, aunque no es exactamente un monogástrico típico, tampoco funciona como un verdadero rumiante. Aún cuando en la becerrea existen los cuatro compartimentos gástricos que posee el rumiante adulto, estos no aparecen en las mismas proporciones relativas, además de que el rumen y retículo no son totalmente funcionales. Church (1974) ha descrito en detalle esas diferencias y señala que al nacer, el rumen y el retículo son más pequeños en comparación al abomaso, aunque dichos órganos se desarrollan con mayor rapidez, después del nacimiento. En la becerrea existe una estructura conocida con el nombre de canal esofágico, que es un pliegue muscular que va desde la abertura distal del esófago hasta el orificio retículo omasal. Esta estructura es capaz de conducir la leche consumida directamente al abomaso y explica la falta de funcionalidad del rumen y retículo en los primeros días de edad. (Sisson y Grossman, 1959)

El factor determinante en el aumento del desarrollo funcional del aparato digestivo, es la dieta: Así el desarrollo máximo se puede acelerar o retardar con dietas

toscas o líquidas (De alba, 1973). Church (1974) presenta algunos datos que dan idea de las variaciones relativas de los cuatro compartimentos del estómago, conforme avanza la edad (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Proporción del tejido del estómago de los bovinos del nacimiento a los 38 meses de edad

	EDAD EN SEMANAS						
	0	4	8	12	16	20-26	34-38
Rumen-Retículo	38	52	60	64	67	64	64
Omaso	13	12	13	14	18	22	25
Abomaso	49	36	27	22	15	14	11

Church, 1974

La leche o los sustitutos lácteos, succionados de un pezón o bebidos en un cubo, son conducidos por el esófago a través de la gotera esofágica que se forma como respuesta a diversos estímulos. El cierre de la canaladura esofágica en el pre-rumiante, permite que la leche pase directamente al abomaso. El consumo de alimento sólido inhibe el reflejo de cierre de la canaladura esofágica y permite el paso del alimento al rumen y al retículo. Bajo condiciones naturales, después del paso del alimento por la canaladura esofágica, el tiempo requerido para la relajación de los pilares oscila entre 10 segundos y más de un minuto en diferentes animales y diferente alimentación en un mismo animal. El reflejo de la canaladura esofágica continúa operando durante y después del desarrollo de un rumen funcional, siempre y cuando el animal reciba leche. El fenómeno del cierre de la canaladura esofágica ha sido observado en ganado hasta de dos años de edad (Medina, 1994).

Cuando la leche o el sustituto lácteo con una elevada cantidad de leche descremada en polvo entra directamente en el abomaso, forma un coágulo entre 1 y 10 minutos luego de consumirla, por efecto de las enzimas renina y pepsina, lo que hace que la proteína de la leche se coagule. Los fragmentos residuales de la toma anterior

son englobados en el coágulo recién formado. Se produce una rápida separación del suero con sus proteínas y lactosa, aproximadamente el 90% del suero pasa al duodeno a un ritmo de unos 200 mililitros por hora. Ya en el duodeno prosigue la digestión; el flujo y la absorción de los nutrientes dependen del tipo de dieta (Leibholz 1976).

Grosskopt (1965, citado por Alba, 1973), descubrió que la saliva de la ternera recién nacida contiene una enzima secretada por las glándulas palatinas, capaz de hidrolizar ésteres de ácido butírico y glicerol, resultando ácido butírico. Esta hidrólisis es muy rápida y en ocasiones ocurre antes de llegar al abomaso. En el interior del coágulo de proteína formado por el paso directo de la leche ingerida al abomaso, se encuentra embebida la grasa láctea, considerándose que la digestión parcial de esta grasa se realiza por una enzima, la lipasa. Esta enzima es secretada en la saliva y es incorporada a la leche a medida que es deglutida. Se produce mayor cantidad de saliva cuando los terneros succionan de un pezón o de una mamila, que cuando beben rápidamente de un cubo, lo cual puede ser una ventaja a favor de los sistemas de alimentación a voluntad. La digestión de la grasa en la fase pregástrica es más eficiente con la grasa láctea que con las demás grasas empleadas en la fabricación de sustitutos lácteos en polvo. El pH óptimo para la hidrólisis del tributirato está entre 4.5 y 6.9, se encuentra inhibida a un pH menor de 2.4. Si el pH del contenido abomasal es de alrededor de 3.5 es probable que la lipasa salival tenga actividad (Radostits y Bell, 1970).

Histológicamente se ha demostrado que el abomaso de las becerras es un órgano muscular que tiene la capacidad de formar las estructuras precursoras de las enzimas del jugo gástrico. La función principal del abomaso, es la secreción de los precursores de las enzimas renina y pepsina, que hidrolizan las proteínas al ser activadas por el ácido clorhídrico (Leibholz 1976). En la becerria recién nacida, el abomaso tiene la propiedad para coagular la leche. Es bien conocido que la renina es la responsable de esa coagulación (Radostits y Bell, 1970) y que como resultado, precipita la caseína en presencia de calcio (Hill et al., 1970). Este proceso es muy rápido y continua con la separación del suero de la leche. Así el coágulo puede ser afectado por

la acción de la pepsina y logrando una mayor degradación. Varios estudios han demostrado que la secreción de renina es muy abundante en las becerras recién nacida, sin embargo, la secreción de pepsina es muy baja, alcanzando niveles significativos a las 2 semanas de edad, lo que se cree que se encuentra relacionado con la ingestión de dietas sólidas (Radostits y Bell, 1970).

De las dos enzimas que actúan sobre la proteína de la leche, la renina es más efectiva que la pepsina, especialmente al pH casi neutro que existe en el estómago inmediatamente antes de la comida. La relación entre ambas enzimas varía notablemente entre terneros. En unas pocas horas la acidez del estómago aumenta y, hasta antes de la siguiente comida, es extremadamente ácido (pH 2.0) por efecto de la secreción de ácido clorhídrico

La digestión final de la proteína y grasa, tiene lugar en el intestino delgado, con la ayuda de las enzimas producidas por el páncreas (tripsina, quimi tripsina, lipasa, maltasa, sucrasa, amilasa, nucleasa, carboxipeptidasa y aminopeptidasa). Las enzimas que forman el jugo entérico son: lactasa, maltasa, sucrasa, dipeptidasa y nucleotodasa. La lactosa que se libera rápidamente del coágulo en el abomaso, es degradada por la enzima lactasa (secretada en la mucosa intestinal) para formar glucosa y galactosa; que son absorbidas rápidamente y proporcionan energía inmediata a la becerro. Las becerras jóvenes no son capaces de digerir el almidón durante las primeras semanas de vida, ya que no se encuentra presente la enzima maltasa (Leibholz 1976; Radostits y Bell, 1970).

Cabe hacer mención que la amilasa salival se encuentra ausente en los rumiantes, razón por la cual es la amilasa pancreática la primera en actuar sobre los almidones, pero en el caso de las becerras recién nacidas, los niveles de amilasa son bajos hasta los 9 meses de edad (Huber 1969).

Las proteínas son degradadas hasta los aminoácidos que las constituyen. Huber (1969) encontró que a los 44 días de edad se elevan los niveles de enzimas

pancreáticas que inicialmente son bajas. En becerras alimentadas con leche entera, leche descremada y suero en polvo, se determinaron altas concentraciones de tripsina y quimiotripsina (Gorrill, 1967).

La digestibilidad de las grasas depende de la acción de la lipasa pancreática así como de la presencia de la bilis, que degradan las grasas hasta ácidos grasos y glicerol, después de ser emulsionadas por las sales biliares procedentes de la vesícula biliar y la secreción pancreática. La digestión del intestino delgado tiene lugar en condiciones de alcalinidad, como consecuencia de la secreción pancreática (Radostits y Bell, 1970).

El crecimiento papilar bajo condiciones normales está estrechamente relacionado con la función del rumen. El desarrollo papilar en el rumen del recién nacido es muy lento (mm. de altura) y mientras están con base a dietas líquidas pueden mantener su tamaño. Sin embargo, la adición de materia seca en la dieta da lugar a un notable crecimiento en las primeras cuatro semanas de vida. Tamate et al. (1962) citan que las papilas alcanzan el desarrollo completo a las 7-8 semanas. Sutton et al. (1963) mostró que el desarrollo papilar está asociado con la capacidad de absorción del rumen. Por consiguiente, el rumen de la becerro muy joven tiene velocidades de absorción inferiores a las de la becerro de más edad. El mecanismo disparador del crecimiento papilar parece estar constituido por los productos finales de la fermentación, ya que las esponjas o materiales voluminosos inertes pueden distender el rumen o causar desarrollo muscular, pero no estimular el crecimiento papilar.

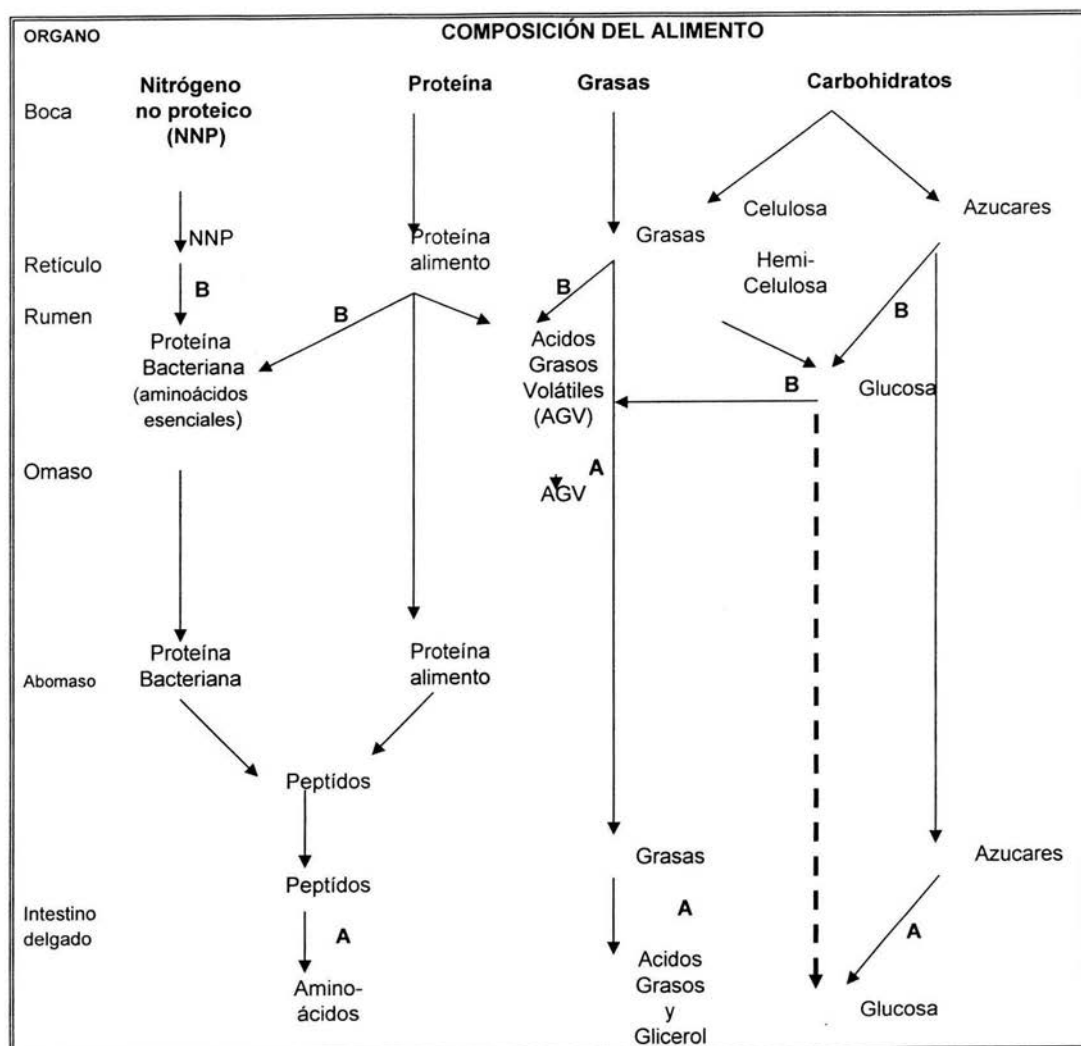
Las papilas del rumen aumentan de tamaño mejorando notablemente la capacidad de absorción de los productos finales de la digestión. Principalmente, de los ácidos grasos volátiles acético, propiónico y butírico. Los dos últimos, en especial son los responsables de estimular el desarrollo del rumen y proceden principalmente de la digestión de concentrado sólidos de la ración. Sin embargo, la presencia de material fibroso, ya sea mezclado con el concentrado o consumido a discreción, es beneficioso y colabora en el mantenimiento del pH óptimo en el rumen. Se sabe que el grado de acidez afecta al tipo y eficiencia de las papilas (Thickett et al., 1989).

La digestión en el rumen es por fermentación de los alimentos consumidos por millones de bacterias y protozoos que se establecen de forma natural, al comienzo de la vida. La enorme población microbiana del rumen se establece de forma natural. En ciertos casos, si las becerras son tratadas con antibióticos por vía oral, puede ser necesario reinocular el rumen con los alimentos rumiados por otra becerro (Thickett et al., 1989).

Antes del destete, la mayoría de las necesidades de aminoácidos y energía de las terneras se derivan de la digestión intestinal de leche o sustitutos de la leche. Cuando la ternera comienza a consumir concentrado iniciador y agua, la fermentación bacteriológica comienza a producir cantidades más grandes de los ácidos grasos volátiles (AGV) acético, propionico, y butírico. La producción de AGV son los responsables del rápido desarrollo del tejido ruminal que permite el destete temprano de las terneras. Los AGV principalmente responsables de desarrollo de las actividades metabólicas del rumen son el butírico y propionico (Cuadro 6).

Leat (1970) mencionó que el desarrollo del aparato digestivo puede dividirse en tres fases: 1) Del nacimiento a las tres semanas de edad, cuando el rumen no es funcional y el animal depende de la dieta líquida. En esta fase, el consumo de la leche alcanza el nivel más alto, teniendo gran actividad las enzimas que catalizan la digestión propia de los nutrientes. 2) De las tres a las 8 semanas de edad, cuando el rumen inicia su desarrollo, en esta fase disminuye el consumo de leche y ocurren cambios en el metabolismo sobre todo de carbohidratos, en virtud de que sintetizan enzimas diferentes a las de la primera fase. 3) De las ocho semanas en adelante, cuando el rumen se ha desarrollado y es completamente funcional.

Cuadro 6.- Resumen de la digestión y absorción en el rumen



B = acción bacteriana; A = Sitio de absorción

2.5.- Programa nutricional en vaquillas de reemplazo

La crianza de reemplazos está constituida por las siguientes fases: 1) Fase de ternera, del nacimiento al destete; 2) Fase de becerria, del destete al primer servicio, y 3) Fase de vaquilla, del primer servicio al parto. De éstas, la primera es la más delicada, en virtud de que la cría de becerrias durante la etapa pre-ruminal es un proceso muy complejo desde el punto de vista nutricional (McMeekan, 1962).

Fase 1: Del nacimiento al destete. Con base a lo mencionado anteriormente el desarrollo del digestivo esta fase puede dividirse en dos etapas: a) Del nacimiento a las tres semanas de edad, cuando el rumen no es funcional y el animal depende de la dieta líquida y es cuando el consumo de la leche alcanza el nivel más alto, teniendo gran actividad las enzimas que catalizan la digestión propia de los nutrientes. b) De las tres a las 8 semanas de edad, en donde el rumen inicia su desarrollo. Durante esta fase disminuye el consumo de leche y ocurren cambios en el metabolismo sobre todo de carbohidratos, en virtud de que sintetizan enzimas diferentes a las de la primera fase y después de las ocho semanas en adelante, el rumen se ha desarrollado y es completamente funcional (Leat, 1970) (Cuadro 7).

La alimentación de las terneras en la crianza de reemplazo es crítica durante los primeros 2 meses de vida, debido a que su sistema digestivo funciona como un monogástrico. Durante estas primeras semanas de vida el rumen, retículo, y omaso de son relativamente pequeños e inactivos comparados con el abomaso o " estómago verdadero", por tal motivo tiene requerimientos especiales para proteína, energía, y vitaminas. Después de los 2 meses de edad, ellas comienzan a funcionar más como un rumiante (Radostits y Bell, 1970).

La producción de calostro se inicia desde antes del parto hasta los 3 a 5 días postparto y usualmente se produce en una cantidad mayor a las necesidades de las terneras (Rindsing, 1976). La importancia de la utilización de calostro en la alimentación radica en su poder inmunológico y nutricional (Muller, et al., 1974).

Cuadro 7.- Duración de las etapas de desarrollo y tipo de dieta

Etapas	Duración	Dieta requerida
Prerumiante.		
El abomaso es el principal compartimento del estómago implicado con la digestión	Del nacimiento hasta por lo menos la segunda o tercera semana. Puede durar más tiempo si no se ofrece una dieta seca (concentrado iniciador).	Leche entera o sustituto de leche de alta calidad y agua. El ternero es dependiente de una dieta líquida para proveer los nutrientes para el mantenimiento y el crecimiento.
Transición		
Cuando el ternero comienza para comer alimentación seca. Inicia la fermentación del rumen y la producción de AGV (ácidos grasos volátiles), que son los responsables de la tasa de desarrollo del rumen.	De la segunda o tercera semana hasta el destete. Esta fase continuará mientras se ofrezca dieta líquida.	Leche entera o sustituto de leche de alta calidad y agua. El ternero iniciara el consumo de considerables cantidades de dieta seca (concentrado).
Rumiante		
La Dieta seca es la única fuente de alimento. El rumen es un componente importante en la digestión. Los microorganismos del rumen juegan un papel importante en la producción de proteína bacteriana y AGV.	Desde el destete en adelante	Dieta seca y agua. Una vez el ternero se desteta, es dependiente de degradación de los alimentos en la fermentación del rumen para proveer de energía y proteínas. Algunos alimentos no son digeridos en el son disponibles para la digestión y absorción en el intestino pequeño.

Después de nacimiento es necesario y obligatorio el consumo de calostro para proveer de una inmunidad pasiva, mientras se establece su sistema inmunitario (Brambell, 1970; Hancock, 1985; Smith, 1996). Aproximadamente las primeras 24 horas después del nacimiento, las células epiteliales del intestino tienen la capacidad de absorber macromoléculas, tales como las inmunoglobulinas (Bush y Staley, 1980; Stanley y Bush, 1985), que son transportadas de las células al sistema linfático y después a la circulación general (Brambell, 1970; Stanley y Bush, 1985). Después de

las primeras 24 horas de vida, las células de intestino reducen la capacidad de absorber las inmunoglobulinas, en promedio las IgG dejan de absorberse a las 27 horas del nacimiento, las IgM a las 16 y las IgA a las 22 horas. Por lo tanto la ingestión de calostro debe darse inmediatamente después del nacimiento.

Aproximadamente 80 % de todas las inmunoglobulinas son de la clase IgG; así, las inmunoglobulinas IgG juega un papel crítico en la prevención de la acción de agentes patógenos (Tizard, 1996). La ternera esta desprovista de IgG al nacimiento y debe depender de calostro para obtener IgG. Así, las concentraciones séricas de IgG en las terneras recién nacidas son los indicadores óptimos del éxito de la alimentación con calostro.

Center for animal health monitoring (1993) informó que 41 % de 2177 becerras muestreadas entre las 24 y 48 horas de edad tuvieron una concentración sérica de IgG menor a los 10 g/lt. Además, 53.6 % de las terneras muertas tuvieron concentraciones séricas menores a los 10 g/lt. Y se asociaron con inadecuadas practicas de consumo de calostro y baja transferencia de Ig. El grado de adquisición de inmunidad pasiva es dependiente de varios factores incluyendo la edad a la primera alimentación de calostro y la masa de Ig consumida (Crawford, et al., 1995).

Fallas en la transmisión de inmunoglobulinas, predisponen a enfermedades digestivas y respiratorias durante sus primeros días de vida, ocasionando que el porcentaje de mortalidad durante esta fase se incremente o se reduzca la tasa de crecimiento con las consecuentes repercusiones sobre la reproducción y mayores inversiones en la crianza (Place et al., 1998)

Desde el punto de vista nutricional el calostro es más rico en sólidos totales que la leche (22 % vs 12 %) debido a su alto contenido en proteína (17.6 % vs 3.3%). Por su alto contenido de nutrientes el calostro ha sido utilizado en la alimentación de la ternera desde el nacimiento hasta los cuatro o cinco días de edad (Rindsing, 1976).

Las beceras recién nacidas, no pueden utilizar la proteína vegetal antes de que su rumen sea funcional porque tienen limitaciones de enzimas digestivas. Por lo tanto, después de la alimentación con calostro, en la alimentación líquida puede usarse la leche entera, calostro fermentado, o los sustitutos de leche que son una excelente fuente de proteína. Después del destete las beceras pueden utilizar eficientemente las proteínas vegetales (Leibholz, 1976).

La alimentación natural en la cría de terneras es la leche entera, la cual ofrece los mejores resultados (Leibholz, 1976; Roy, 1972). La leche entera se suministra a la ternera después de consumir la leche calostrada durante cuatro días (Logan, 1974). Este alimento contiene la mayor parte de nutrientes necesario para la ternera y la importancia radica en la habilidad del recién nacido para aprovechar esta fuente de nutrientes, ya que fisiológicamente está adaptado para su digestión (Radostits y Bell, 1970; Leibholz, 1976). Debido a que la leche entera es fácilmente digerida por la ternera, obteniendo buenas ganancias de peso con un mínimo de trastornos metabólicos, se utiliza como patrón en las investigaciones de nuevos sistemas de alimentación durante la fase de lactancia.

Una alternativa de sustitución de la leche entera en la alimentación de las terneras es la utilización de calostro (fresco, congelado o fermentado) o sustitutos de la leche de excelente calidad, elaborados en su mayor parte de subproductos lácteos, los cuales proporcionan los requerimientos nutricionales para un buen crecimiento con óptimos rendimientos y a un costo menor (Morris, 1987; Muller et al., 1975).

Fuentes importantes de energía para la ternera recién nacida se derivan principalmente a partir de la lactosa (azúcares de leche) y grasa de leche. Es importante que las beceras tengan la energía adecuada porque el valor metabólico es más grande durante las primeras dos semanas de vida. A las dos semanas de edad las terneras desarrollan la capacidad para digerir almidón. De ahí en adelante, ellas desarrollan la capacidad para digerir carbohidratos complejos. La importancia del desarrollo inicial del

rumen dicta que tan rápidamente las terneras pueden digerir almidones complejos y carbohidratos (Radostits y Bell, 1970; Leibholz, 1976).

En los últimos diez años se han logrado cambios importantes en la formulación de los sustitutos de leche y se ha demostrado en diversas investigaciones, que el empleo de su empleo favorece un desarrollo y un rendimiento similares a los obtenidos con la utilización de leche entera (BAMN. 1997).

Fase 2: Destete al primer servicio.- El destete se caracteriza por la suspensión de la dieta líquida, por lo que se hace necesario proporcionar alimentos que la sustituyan para cubrir los requerimientos nutricionales para el mantenimiento y crecimiento de las terneras. Los sustitutos deben ser de excelente calidad y las mezclas de concentrados con forrajes son la mejor opción (Nosbush et al., 1996; Bortone et al., 1994). Una disponibilidad abundante de agua limpia y fresca antes, durante, y después del destete es importante para un buen consumo de forraje y concentrado. Los requerimientos nutricionales y la capacidad de consumo cambian a diferentes tasas a lo largo del tiempo. Las vaquillas de menos de 1 año de edad tienen requerimientos altos pero les falta la capacidad ruminal. Como resultado, las tasas de crecimiento permanecerán sub-óptimas si ellas únicamente son alimentadas con forraje por lo que granos o concentrados deben de ser incluidos en la dieta de las novillas jóvenes, pero no necesariamente en dietas de las vaquillas mayores de 1 año de edad (Cuadro 13). La buena alimentación en su etapa rumiante es importante para que alcancen el 80 % a 85 % de peso corporal maduro a los 24 meses de edad. Una ganancia de peso diaria promedio de 0.675 a 0.810 kg., es recomendable para que las vaquillas Holstein alcancen un peso corporal 550 kg. a los 2 años de edad. Las recomendaciones dietéticas desde los 2 meses a 1 año de edad son: Heno de leguminosas, gramíneas o ensilaje (17.5 % proteína, 56 % TND) y concentrado (14 % proteína, 80 % TND). Con 90 % de materia seca, proporcionado 1.5 kg. de concentrado y forraje *ad libitum*. Después de los 12 meses de edad la alimentación puede ser a partir de forraje de excelente calidad. La mitad del consumo de materia seca puede ser cubierta con una mezcla de leguminosas y gramíneas, y la otra mitad con ensilaje de maíz (Knutson, et

al., 1996). En un programa más rígido de la alimentación, las vaquillas de reemplazo se agrupan para su alimentación de acuerdo a su edad (3-6, 7-12, 13-18, y 19-22 meses). La proteína cruda recomendada (% de materia seca) para estos grupos es en promedio de: 15 -16 %, 14 -15 %, 12 % y 12 % respectivamente (NRC, 1989). La dieta puede consistir de 20 - 60 %, 30 - 90 %, 40 -100 %, y 40 -100 % de forraje para cada uno de los grupos (Knutson, et al., 1996). Típicamente, de los 3 a 6 meses de edad, la ración de la ternera debe de contener de 40 % a 80 % de forraje (Cuadro 8)

Cuadro 8.- Concentrados y forrajes en dietas de vaquillas

	Edad (meses)			
	3 - 6	7 - 12	13 - 18	19 - 22
Peso promedio, kg.	150	270	400	500
Consumo esperado, kg./d	3.2 - 4.0	5.4 - 7.3	7.7 - 9.5	10 - 11.8
Forraje excelente ¹ , kg.	1.8 a 2.2	5.0 a 6.0	8.0 a 9.0	10 a 11
Concentrado, kg.	1.4 a 1.8	0 a 1.0	0 a 1.0	0 a 1.0
Buen forraje ² , kg.	1.4 a 1.8	4.5 a 5.0	6.4 a 7.3	9.0 a 10
Concentrados, kg.	1.8 a 2.2	1.4 a 1.8	1.4 a 1.8	1.0 a 1.4
Mal forraje ³ , kg.	0.9 a 1.4	3.2 a 4.0	5.4 a 6.4	7.3 a 8.2
Concentrados, kg.	2.3 a 2.7	2.3 a 2.7	2.7 a 3.6	2.7 a 3.6
	Composición de la dieta, % de la dieta en materia seca			
Forrajes	40 a 80	50 a 90	60 a 100	60 a 100
Fibra -FND	34	42	48	48
Proteína cruda	16	15	14	12
Calcio	0.5	0.4	0.3	0.3
Fósforo	0.3	0.3	0.2	0.2

1 Más de 60% de TDN (ensilaje de maíz, gramíneas en una madurez temprana)

2 54% a 56% TDN (alfalfa con botonomiento medio a completo)

3 48 a 50% TDN (paja, heno de un pasto de mala calidad, etc.)

Wattiaux y McCullough, 1995

Conforme las vaquillas van creciendo, la concentración de proteína en la dieta puede ser reducida y la concentración de fibra (FND) puede ser incrementada. Los

forrajes de mala calidad deben de evitarse en las raciones de las terneras de 3 a 6 meses de edad. Forrajes de mala calidad administrados a vaquillas más grandes deben ser complementados adecuadamente con concentrados y minerales (Cuadro 9). El porcentaje de proteína cruda requerido en el concentrado depende principalmente del contenido de proteína cruda del forraje en la dieta. Generalmente, una mezcla de concentrado con 16 % de proteína cruda que algunas veces es formulado para las vacas en lactación, puede ser utilizada satisfactoriamente por las vaquillas.

Cuadro 9.- Ingredientes en diferentes edades en la dieta de vaquillas

INGREDIENTES	3 a 6 meses de edad				7 a 12 meses de edad			
	1	2	3	4	1	2	3	4
	CANTIDAD (Base de materia seca)							
Alfalfa botonamiento medio, kg	2.2		1.7		3.2		5.7	
Alfalfa-graminea, kg				1.1		2.8		
Heno de una graminea, kg		1.6						
Rastrojo de maíz, kg								4.3
Ensilaje de maíz, kg			0.9	1.1	2.7	2.8		
Maíz en grano, kg ¹	1.4	1.5	1.0	0.9	0.5	0.5	1.1	1.2
Suplemento con 44% PC, kg	0.27	0.64	0.36	0.64	0.27	0.5		1.1
Minerales, 23% Ca - 18% P, g	14.0		14.0	9.0	18.0	9.0	18.0	23.0
Piedra caliza o CaCO ₃ , g		40.0		18.0				18.0
Premezcla de minerales traza, g	9.0	9.0	9.0	9.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Total (consumo, kg/d)	3.9	3.7	4.0	3.7	6.7	6.6	6.8	6.6
INGREDIENTES	13 a 19 meses de edad				19 a 22 meses de edad			
	1	2	3	4	1	2	3	4
	CANTIDAD (Base de materia seca)							
Alfalfa botonamiento medio, kg	5.1	10.1			11.4	7.3	6.6	
Alfalfa-graminea, kg			5.4					
Heno de una graminea, kg								
Rastrojo de maíz, kg				6.5			4.1	8.6
Ensilaje de maíz, kg	4.0		3.6			3.6		
Maíz en grano, kg ¹				1.5			0.73	1.2
Suplemento con 44% PC, kg			0.27	1.3				1.5
Minerales, 23% Ca - 18% P, g	36.0	23.0	18.0	41.0	18.0	36.0	50.0	50.0
Piedra caliza o CaCO ₃ , g				23.0				23.0
Premezcla de minerales traza, g	23.0	23.0	23.0	23.0	29.0	27.0	29.0	28.0
Total (consumo, kg/d)	9.1	10.1	9.2	9.3	11.4	10.9	11.4	11.3

Fase 3: Del primer servicio al parto.- Las vaquillas después de los 15 meses de edad tienen la suficiente capacidad ruminal para un crecimiento adecuado cuando son alimentadas con raciones que únicamente contienen forrajes de buena calidad. Ciertamente, los forrajes con alta energía como el silo de maíz deben de ser ofrecidos en cantidades limitadas ya que las vaquillas pueden sobrealimentarse y ser obesas. Una combinación de silo de maíz y una leguminosa o un pasto bien fertilizado provee el consumo adecuado de energía y proteína. Los concentrados deben de ser utilizados principalmente cuando el forraje en la ración es de baja calidad (Cuadro 9).

Tradicionalmente la cría de reemplazos y producción de leche en el altiplano se ha realizado bajo condiciones de estabulación o semi-estabulación, en donde es común utilizar durante el invierno forrajes de corte para ofrecer en verde, henificados o ensilados, siendo los más comunes las diferentes variedades de ballicos (*Lolium multiflorum*), los cuales son establecidos en condiciones de riego y humedad utilizando programas de fertilización. Sin embargo el empleo de éstos forrajes requiere de maquinaria especializada para su establecimiento, cosecha y almacenamiento, por lo que restringe a los sistemas de producción a aquellos con mayor grado de tecnificación.

Uno de los sistemas de producción de rumiantes más rentable, es el que basa la alimentación en pastoreo, ya que los forrajes son el alimento más económico y su cosecha se realiza directamente por el animal. Para el manejo apropiado de este sistema de producción se requiere conocer sus principales componentes, como son el tipo de animal, la especie vegetal y el medio ambiente (Burboa, et al., 1992).

La mejor eficiencia de la pradera se logra cuando el aumento y disminución estacional de la producción de forrajes coinciden, hasta donde sea posible, con las necesidades nutritivas de los animales en pastoreo durante su ciclo de crecimiento (Mc Ilroy, 1987). La utilización del forraje de la pradera depende de la eficiencia en la producción de materia seca, para la alimentación del animal; dentro de este contexto, es necesario evaluar el valor nutritivo del forraje, en relación a las necesidades

nutricionales del animal, como una medida directa de la utilización del mismo (Tergas, 1985).

En términos generales, se cuenta con dos formas de realizar el pastoreo de las vaquillas; el libre o continuo, y el rotacional. El pastoreo continuo consiste en dejar a los animales libremente en la pradera sin racionar su alimentación, lo que tiene la desventaja de selectividad de las especies de forraje más apetecibles y de mayor calidad (plantas deseables o decrecientes), provocando un pobre reestablecimiento de la pradera y junto con esto el crecimiento de malezas (plantas menos deseables o indeseables). En realidad, la eficiencia de utilización de la pradera es baja porque existe un corte frecuente de las plantas deseables y su crecimiento es menor en cada ciclo, provocando un desequilibrio biológico, reduciendo el aporte de nutrientes. Una de las ventajas del pastoreo continuo, es el bajo empleo de mano de obra y equipo que lo hace más económico (Burboa, et al., 1992).

Tergas (1985) señaló que el pastoreo rotacional debe ser utilizado como una técnica, para mantener la composición botánica de la pradera, en lugar de una forma de aumentar el valor nutricional del forraje y la productividad animal. El pastoreo rotacional ofrece más ventajas, ya que la pradera es dividida con la finalidad de evitar la selectividad y dar suficiente tiempo para la recuperación de las plantas deseables y estas recobran su vigor, su producción de semilla y su diseminación. El número de divisiones o franjas de la pradera dependerá de la cantidad y calidad del forraje, explicando así que en una pradera en buenas condiciones, se podrá incrementar el número de franjas al disminuir la superficie y la frecuencia de pastoreo. Al practicar el pastoreo rotativo se aprovecha uniformemente el forraje y se disminuyen las pérdidas del valor nutritivo, además, permite la constitución de grupos de animales por edad, estado fisiológico y requerimientos nutricionales

Una forma de aplicar el sistema rotacional, es asignar al ganado durante un día en cada unidad de pastoreo. La ventaja principal es la reducción en el desperdicio del forraje con una mayor utilización del alimento producido. Flores (1980) reportó como

máximo un desperdicio del 15 % bajo este esquema, mientras que en el continuo se determinaron pérdidas del 40 %, en el corte con maquinaria las pérdidas se estimaron en un 5 %..

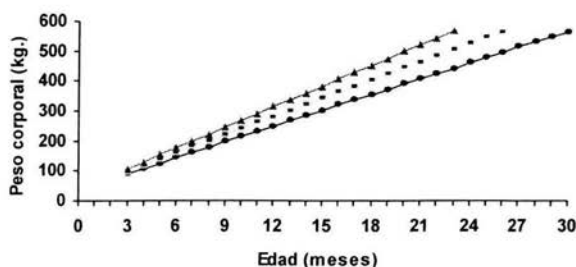
El pastoreo restringido consiste en mantener un grupo de animales por sólo cierto tiempo al día, en una división de la pradera, o bien los denominados pastoreos matutinos, vespertinos o nocturnos. Martin y Ruiz (1986) encontraron mejores ganancias de peso cuando los toretes Holstein fueron pastoreados en horarios nocturnos.

El pastoreo en praderas asociadas de leguminosas y gramíneas puede ser un recurso importante en la crianza de vaquillas. La función de las leguminosas es mejorar el suministro de proteína al animal, proporcionar una fuente de nitrógeno para las gramíneas asociadas y aumentar la fertilidad del suelo. Uno de los objetivos de este tipo de praderas es mantener una adecuada cobertura de leguminosas, ya que el rendimiento total de la misma y el crecimiento de los animales se relacionan positivamente (Evans, 1978). Jones (1982) mencionó que las leguminosas son más sensibles al pastoreo que las gramíneas, se hace esta consideración en las leguminosas, porque si su cobertura disminuye, la disponibilidad y calidad total del forraje disminuirá considerablemente.

2.6.- Tasas y normas de crecimiento de las vaquillas.

Una vez destetada la becerria, se hace necesario definir el desarrollo deseado con la finalidad de lograr un crecimiento para presentar el primer parto a un peso corporal entre los 540 y 585 kg. que corresponde aproximadamente al 85 % del peso corporal maduro de las vacas. Considerando que los costos de alimentación son equivalentes al 62 % de los costos totales de crianza, es de vital importancia poner atención a este rubro para reducir las inversiones (Universidad de Ohio, 1999).

Existen recomendaciones provenientes de diversas investigaciones, unas encaminadas a reducir la edad al primer parto mediante una elevada tasa de crecimiento incrementando el plano nutricional (Hoffman y Funk, 1992; Gardner et al., 1977; Gardner et al., 1978), otras sugieren que las vaquillas deben crecer en forma lenta sin demasiadas exigencias de alimentación, aunque se retarde la edad al primer parto. (Sieber et al., 1988; Harrison et al., 1983; Sejrsen et al., 1982; Sejrsen et al., 1983; Stelwagen y Grieve, 1990). Estas diferentes opiniones conllevan a que cada explotación establezca el criterio sobre la tasa de crecimiento de las vaquillas más idóneo. Considerando que en la crianza de vaquillas de reemplazo, los costos de alimentación ocupan el primer lugar de las inversiones, es necesario establecer las metas de edad y peso al primer servicio, servicio fértil y al primer parto, con la finalidad de determinar la tasa de crecimiento. La tasa de crecimiento de las vaquillas está condicionada principalmente por el plano nutricional (Niezen et al., 1996). En la Gráfica 2 se ilustran diferentes tasas de crecimiento en las vaquillas de reemplazo, que disminuyen los impactos negativos sobre el desarrollo de la glándula mamaria durante la fase prepuber y por lo tanto sobre el nivel de producción de leche a través de la primera lactancia (Hoffman y Funk, 1992), aunque si influyen sobre los costos de crianza y la eficiencia productiva (Kerts, 1998), observándose una reducción de la edad para alcanzar un peso corporal mayor a los 560 kgs. a medida que se incrementa las ganancias de peso diario,



Gráfica 2.- Relación de la edad y peso corporal en vaquillas Holstein,

—●— 0.585 · 0.675 —▲— 0.765

2.7.- Requerimientos nutricionales de las vaquillas.

Es necesario decidir la tasa de crecimiento deseada y alimentar a las vaquillas con las fuentes más económicas de energía, proteína, minerales y vitaminas para satisfacer sus requerimientos (Choi et al., 1997; Lammers et al., 1999). Los requerimientos nutricionales y la capacidad de consumo cambian a diferentes tasas a lo largo del tiempo. Las vaquillas con una edad menor a un año tienen requerimientos más altos, pero les falta la capacidad ruminal para aprovecharlos (Radostitis y Bell, 1970). Como resultado, las tasas de crecimiento permanecerán sub-óptimas si únicamente son alimentadas con forraje, por lo que granos o concentrados deben de ser incluidos en la dieta de las vaquillas jóvenes, pero no necesariamente en dietas de las mayores de un año de edad. En la Cuadro 10 se presentan los requerimientos nutricionales de las vaquillas, donde se puede observar que las necesidades de consumo materia seca, energía, proteína y otros están en función del peso corporal y de la tasa de crecimiento, ésta no tiene que ser constante, de hecho, las tasas de crecimiento usualmente están caracterizadas por períodos de crecimiento lento y períodos más rápidos (Heinrichs y Swartz, 1990).

2.7.1.- Materia seca.

Durante el periodo de crecimiento es de interés primario el consumo de materia seca. Al incrementar su consumo, se eleva la tasa de crecimiento por aportar una mayor cantidad de nutrientes por cubrir los requerimientos de nutricionales. El consumo de materia seca por las vaquillas alimentadas con forrajes y concentrados, depende del contenido de energía de la dieta, de su digestibilidad y palatabilidad, así como de las condiciones ambientales, ventilación, frecuencia de alimentación, consumo de agua y peso corporal. A medida que el peso corporal se incrementa también aumentan las necesidades de consumo de materia seca del animal (Heinrichs y Swartz, 1990), (Gráfica 3).

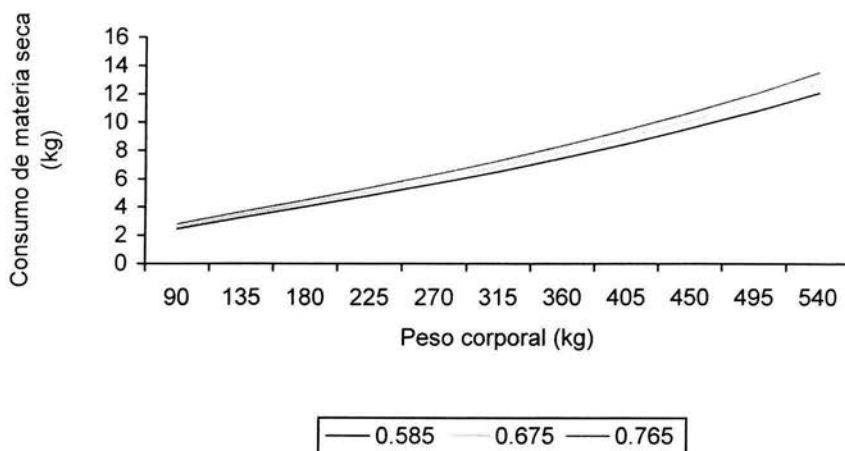
Cuadro 10.- Requerimientos nutricionales de vaquillas Holstein Friesian a diferente peso corporal y tasa de crecimiento

PESO CORPORAL (KG.)	GPD (KG.)	CMS (KG.)	ENM (MCAL)	ENG (MCAL)	TND (KG.)	PC (KG.)	UIP (KG.)
90	0.585	2.44	2.53	0.89	1.71	0.39	0.32
90	0.675	2.61	2.53	1.11	1.83	0.42	0.35
90	0.765	2.78	2.53	1.32	1.95	0.45	0.37
135	0.585	3.22	3.43	1.07	2.22	0.51	0.29
135	0.675	3.42	3.43	1.32	2.36	0.55	0.31
135	0.765	3.63	3.43	1.58	2.50	0.58	0.33
180	0.585	4.01	4.25	1.22	2.71	0.63	0.26
180	0.675	4.25	4.25	1.52	2.87	0.68	0.28
180	0.765	4.49	4.25	1.82	3.04	0.72	0.30
225	0.585	4.81	5.03	1.72	3.19	0.62	0.23
225	0.675	5.09	5.03	2.01	3.37	0.67	0.25
225	0.765	5.38	5.03	2.30	3.56	0.71	0.27
270	0.585	5.64	5.76	1.89	3.66	0.68	0.22
270	0.675	5.97	5.76	2.20	3.87	0.72	0.23
270	0.765	6.30	5.76	2.52	4.09	0.76	0.24
315	0.585	6.52	6.47	2.05	4.14	0.78	0.20
315	0.675	6.89	6.47	2.39	4.38	0.83	0.21
315	0.765	7.28	6.47	2.74	4.62	0.87	0.22
360	0.585	7.45	7.15	2.20	4.64	0.90	0.19
360	0.675	7.88	7.15	2.57	4.90	0.95	0.20
360	0.765	8.32	7.15	2.95	5.17	1.00	0.21
405	0.585	8.46	7.81	2.35	5.14	1.02	0.18
405	0.675	8.95	7.81	2.75	5.44	1.08	0.18
405	0.765	9.44	7.81	3.15	5.74	1.13	0.19
450	0.585	9.55	8.45	2.49	5.67	1.15	0.18
450	0.675	10.10	8.45	2.92	6.00	1.21	0.18
450	0.765	10.66	8.45	3.34	6.33	1.28	0.18
495	0.585	10.74	9.08	2.64	6.24	1.29	0.17
495	0.675	11.37	9.08	3.08	6.60	1.36	0.18
495	0.765	12.00	9.08	3.53	6.97	1.44	0.18
540	0.585	12.06	9.69	2.77	6.84	1.45	0.18
540	0.675	12.78	9.69	3.24	7.24	1.53	0.18
540	0.765	13.50	9.69	3.72	7.65	1.62	0.18

Adaptado de : Heinrichs y Swartz, 1990, según NRC, 1989)

GPD = Ganancia diaria de peso, ENm = Energía neta de mantenimiento, ENG = Energía neta de ganancia, TND = Total de nutrientes digestibles, PC = Proteína cruda, UIP = Consumo de proteína no degradable.

Gráfica 3 .- Requerimientos del consumo de materia seca en vaquillas de acuerdo a la tasa de crecimiento



2.7.2.- Energía.

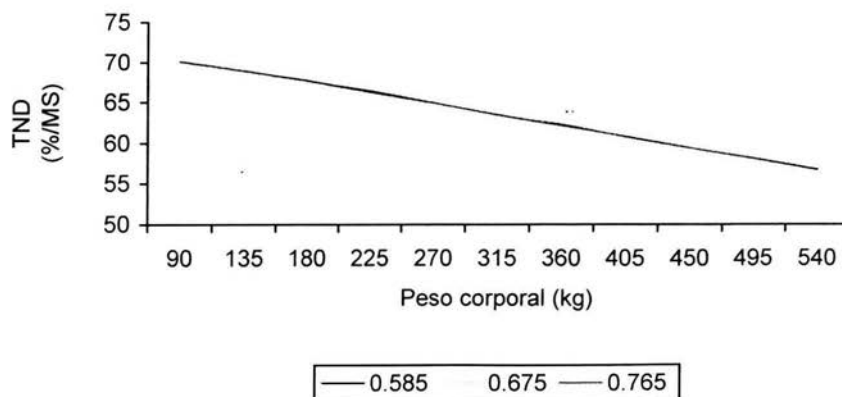
La energía es el combustible necesario para realizar todas las actividades de la vida y es expresada en diferentes términos: total de nutrientes digeribles (TND), energía neta de mantenimiento (ENm) y energía neta para ganancia (ENg).

Los requerimientos de energía de las vaquillas dependen del peso corporal y de la tasa de crecimiento (Cuadro 8). Los excesos de energía se almacenan como glucógeno, que es encontrado en los músculos y en el hígado, pero mucha es depositada como grasa corporal. El crecimiento acelerado de las vaquillas de reemplazo requiere de altos niveles de energía en la dieta, que al ser depositada como grasa en la glándula mamaria, ejerce un efecto negativo sobre el desarrollo de tejido secretor, por lo que se reduce el potencial de producción láctea durante la vida productiva (Harrison et al., 1983; Sejrsen et al., 1983; Stelwagen y Grieve, 1990). Sejrsen et al., (1982) identificaron la etapa prepuber como un período crítico en el

desarrollo de tejido secretor de la glándula mamaria, cuando altos niveles de energía son consumidos, aunque Amburgh et al., (1998) no encontraron efecto sobre el nivel de producción de leche durante la primera lactancia, con ganancia de peso de 0.5 a 1.1 kg./día. Es muy cierto que altos niveles de energía aceleran el crecimiento, reduciendo la edad al primer parto y por lo tanto los costos de crianza, sin embargo, es necesario evaluar la utilización de mayores cantidades de concentrado en relación con la producción de leche durante la primera lactancia.

El aumento del contenido de energía en la dieta, incrementa el consumo de materia seca, de aquí que un animal de un determinado peso coma a veces menos cantidad de una ración que contenga una elevada proporción de fibra que de una más concentrada. Con base a la información presentada en el Cuadro 8, los requerimientos de TND en kilogramos se incrementan conforme la vaquilla se va desarrollando, sin embargo, los requerimientos de TND expresados en porcentaje de materia seca se reducen conforme se incrementa el peso corporal de las vaquillas (Gráfica 4). Esta consideración es muy importante en el balanceo de raciones en un determinado grupo de vaquillas.

Gráfica 4 .- Requerimientos del total de nutrientes digestibles (TND) expresado en porcentaje de materia seca (MS) en vaquillas de acuerdo a la tasa de crecimiento.



2.7.3.- Proteína.

Las proteínas proveen los aminoácidos requeridos para el mantenimiento de funciones vitales como crecimiento y reproducción. Los animales no rumiantes necesitan aminoácidos preformados en su dieta, pero los rumiantes pueden utilizar otras fuentes de nitrógeno porque tienen la habilidad especial de sintetizar aminoácidos y de formar proteína desde nitrógeno no proteico. Esta habilidad depende de los microorganismos en el rumen, además los rumiantes poseen un mecanismo para ahorrar nitrógeno. Cuando el contenido de nitrógeno en la dieta es bajo, la urea, que es un producto final del metabolismo de proteína en el cuerpo puede ser reciclada al rumen en grandes cantidades.

Las tres fracciones de proteína comúnmente usadas en la formulación de raciones son: proteína degradable, no degradable, y soluble. Los microbios del rumen requieren un abastecimiento adecuado de nitrógeno ruminal disponible que viene de fuentes de nitrógeno degradable, incluyendo ambas fuentes de nitrógeno proteico y no proteico. En suma, los microbios ruminales se benefician a partir de una cantidad limitada de la proteína fácilmente soluble en el rumen. Por lo tanto las diferentes fracciones de proteína deberán estar presentes en la dieta para crecimiento cubriendo las necesidades de los microorganismos ruminales, y aportando los aminoácidos esenciales para el animal.

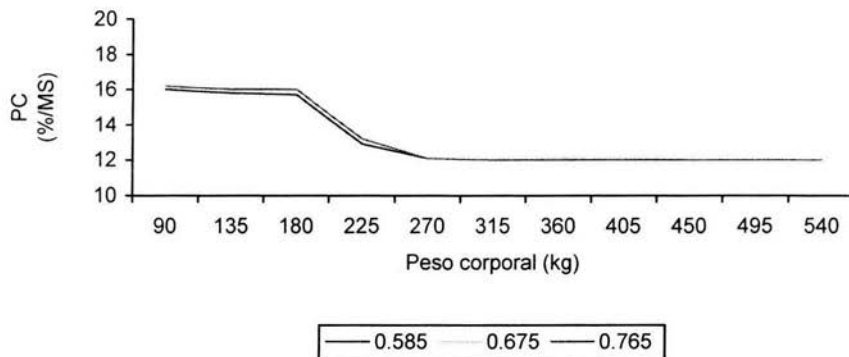
El rumiante depende de la proteína cruda microbiana que sintetizó en el rumen y de la proteína de la dieta que escapa a la digestión en el rumen para el abastecimiento de aminoácidos. La proteína microbiana es muy alta en calidad, compitiendo con la proteína animal excediendo a la mayoría de la proteína vegetal en el contenido esencial de aminoácidos. Sin embargo, los microbios del rumen no pueden producir todos los aminoácidos esenciales requeridos para el crecimiento animal y para elevados niveles de producción de leche. Los aminoácidos son absorbidos y utilizados en el intestino delgado. Muchos aminoácidos se usan en la síntesis de las proteínas de cuerpo, tal como músculo y proteínas de la leche. Algunos aminoácidos, especialmente esos de la

reserva de proteína en el cuerpo, puede usarse para mantener los niveles de glucosa en sangre y sirven para cubrir las necesidades de energía.

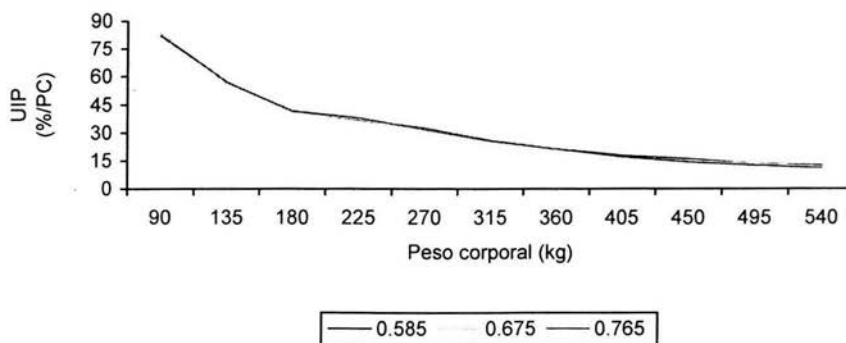
Adelantos en la alimentación de proteína en vaquillas Holstein en crecimiento han conducido al National Research Council (NRC, 1989) a diferenciar las recomendaciones de proteína en fracciones degradable y no degradables. Zerbini y Polan (1985) y Jahn y Chandler (1976) indicaron que el crecimiento de vaquillas de reemplazo puede ser mejorado con dietas que contengan más proteína cruda.

Al igual que los requerimientos de energía, los de proteína son dependientes del peso corporal y de la tasa de crecimiento (Cuadro 8), los cuales se diseñaron para lograr ganancias diarias promedio de 0.585 a 0.765 kg. y alcanzar un peso corporal postparto superior a los 550 kg., evitando un sobrecondicionamiento durante el periodo de crecimiento prepuberal. El límite superior asegura una edad al primer parto de 24 meses, cuando no existen tensiones ambientales (Hoffman et al., 1994; NRC, 1989). Estudios realizados por Daccarett et al. (1993) y Kertz et al. (1987) han sugerido que, si la proteína adecuada se provee junto con la energía, se obtienen ganancias diarias de peso superiores a 0.800 kg. durante la fase prepubertal, sin ocasionar un sobrecondicionamiento del animal. Para vaquillas entre 3 a 6 meses de edad, Kertz et al. (1987) sugirieron que la materia seca de la dieta debe contener 17 % CP para lograr una ganancia diaria de peso de hasta 1.000 kg. sin un sobre acondicionamiento, mientras que para novillas de entre 7 a 12 meses de edad debe contener 15 % CP para cubrir los requerimientos de los tejidos logrando ganancias diarias de 0.930 a 1.000 kg. En la Gráfica 5 se ilustra como el porcentaje de los requerimientos de proteína cruda con respecto al consumo de materia seca, se reducen conforme se incrementa el peso corporal de las vaquillas y de la tasa de crecimiento deseada, sobresaliendo que las vaquillas con pesos corporales menores a los 180 kg. con aproximadamente 7 meses de edad requieren de un porcentaje mayor de proteína bruta.

Gráfica 5 .- Requerimientos de proteína cruda (PC) expresado en porcentaje de materia seca (MS) en vaquillas de acuerdo a la tasa de crecimiento



Gráfica 6 .- Requerimientos de proteína no degradable (UIP) expresado en porcentaje de proteína cruda (PC) en vaquillas de acuerdo a la tasa de crecimiento



EL NRC (1989) recomienda que la concentración de proteína no degradable (UIP) en la dieta debe ser mayor de 50 % de la proteína cruda, cuando las vaquillas pesan menos de 250 kg., debido a que producen apreciablemente menos proteína microbiana para cubrir sus requerimientos de proteína. Sin embargo, el crecimiento y la eficiencia alimenticia no ha sido mejorada en las vaquillas livianas con suplementaciones de UIP en la dieta (Amos et al., 1986; Casper et al., 1994). Investigaciones previas (Swarts et al., 1989 ; Tomlinson et al., 1989; Zerbini y Polan, 1985 y Tomlinson et al., 1997) demostraron que las dietas compuestas con 40 % de UIP del total de proteína disminuyen el consumo de materia seca con igual o mayor ganancia diaria de peso.

En vaquillas con un peso corporal superior a los 215 kg. Tomlinson et al., (1997) en 50 días que duró su investigación encontró que cuando las vaquillas recibieron en su dieta más del 40 % de UIP consumieron menos materia seca y energía digestible pero lograron ganancias diarias de peso mayores a los 0.840 kg. que se obtuvieron con dietas con un contenido de 30 % de UIP. Amburgh et al. (1998), sugieren que los requerimientos de UIP pueden ser menores al 35% de la dieta de proteína cruda, ya que en vaquillas con aporte de energía para obtener ganancias diarias de peso de 0.680, 0.830 y 0.940 kg. no se vieron influenciadas por la fuente de proteína, con reducciones entre 13 % al 25 % UIP de las recomendaciones del NRC, 1989. En la Gráfica 6 se observa que la administración de altos porcentajes de UIP son requeridos a pesos corporales menores, pero que a medida que el peso corporal se incrementa las necesidades de UIP se reducen.

En resumen la capacidad de consumo de materia seca se incrementa conforme el animal va creciendo, pero los requerimientos de proteína y energía disminuyen cuando son expresados en porcentajes de materia seca, pero el total en kg. de cada nutriente es mayor conforme se incrementa el peso corporal de la vaquilla. En consideración de que la edad, peso corporal y tasa de crecimiento producen cambios en los requerimientos nutricionales de las vaquillas y no es posible alimentarlos en forma individual, se hace necesario agrupar a los animales de la manera más

homogénea posible y satisfacer las necesidades nutritivas de grupo de vaquillas, para lo cual se recomienda aplicar el programa nutricional descrito en el Cuadro 11 (Heinrichs y Swartz, 1990).

Cuadro 11.- Recomendaciones del contenido de nutrientes en las dietas de vaquillas de reemplazo de la raza Holstein Friesian, con ganancias de peso de 0.700 kg./día.

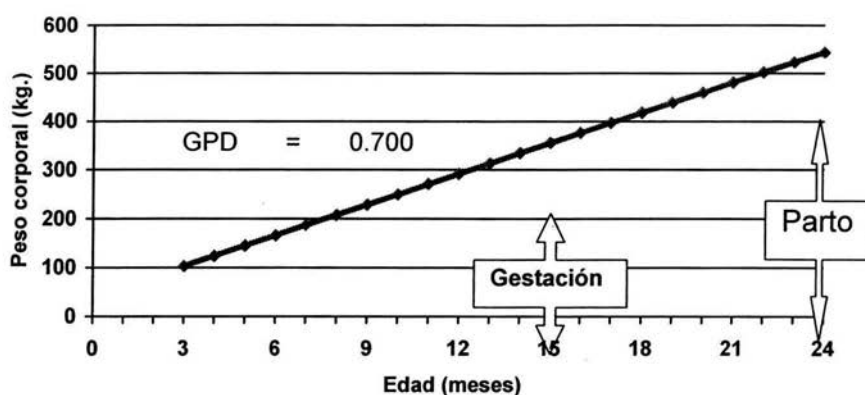
	Edad en meses		
	3-6	6-12	12 18
Energía			
Enm (Mcal/kg)	0.77	0.72	0.63
ENg (Mcal/kg)	0.49	0.44	0.37
TND % de MS	69	66	61
Proteína			
Proteína cruda (%)	16	12	12
UIP (%)	8.2	4.3	2.1
Contenido mínimo de fibra.			
Fibra cruda (%)	13	15	15
Fibra detergente ácida FDA (%)	16	19	19
Fibra detergente neutra FDN (%)	23	25	25
Minerales			
Calcio (%)	0.52	0.41	0.29
Fosforo (%)	0.31	0.30	0.23
Magnesio (%)	0.16	0.16	0.16
Potasio (%)	0.65	0.65	0.65
Azufre (%)	0.16	0.16	0.16
Sodio (%)	0.10	0.10	0.10
Cloro (%)	0.20	0.20	0.20
Vitaminas			
A UI/kg	1000	1000	1000
D UI/kg	140	140	140
E UI/kg	11	11	11

Adaptado de : Heinrichs y Swartz, 1990.

GDP = Ganancia diaria de peso, ENm = Energía neta de mantenimiento, ENg = Energía neta de ganancia, TND = Total de nutrientes digestibles, MS = Materia seca, UIP = Consumo de proteína no degradable, FDA = Fibra detergente ácida, FDN = Fibra detergente neutra.

El monitoreo del crecimiento de las vaquillas, es una práctica de manejo elemental para evaluar la relación entre peso corporal y la edad. Las metas de crecimiento de las vaquillas consisten en alcanzar un peso corporal de 350 kg. alrededor de los 15 meses, que son las recomendaciones para recibir la primera

inseminación y el servicio fértil, pariendo por primera vez a los 2 años de edad con un peso corporal superior a 550 kg. Para alcanzar las metas se requiere que las vaquillas tengan un promedio mínimo de ganancias de peso de 0.700 kg./día desde el nacimiento a primer parto. En la Gráfica 7 se ilustran las relaciones entre la edad y peso corporal, en vaquillas con una tasa de crecimiento promedio de 0.700 kg./día, indispensables para alcanzar las metas de crecimiento y reproductivas.



Gráfica 7.- Relación óptima entre la edad y peso corporal en vaquillas Holstein, con ganancias de 0.700 kg/día.

2.8.- Aspectos reproductivos en la crianza de vaquillas.

2.8.1.- Presentación de la pubertad.

La edad de presentación de la pubertad se encuentra influenciada por factores genéticos (Nelsen et al., 1982; Witbank et al., 1969), ambientales (Moran et al., 1989), y su interacción. El inicio de la actividad sexual es dependiente de los factores endocrinos que favorecen el inicio de la actividad ovárica y el crecimiento de las estructuras tubulares del tracto reproductor. Las vaquillas durante la fase prepuber presentan patrones de secreción endócrina regulados por el sistema hipotálamo-hipofisiario. El hipotálamo sintetiza neurohormonas que estimulan la producción y liberación de

gonadotropinas a nivel de la adenohipófisis, las cuales al incrementar sus niveles sanguíneos favorecen el inicio de la actividad ovárica (Schams et al., 1981). Desjardins y Hafs (1968) exponen que las concentraciones de gonadotropinas en el tejido adenohipofisiario se encuentran elevadas a los 7 meses de edad y que cuando los niveles de la hormona folículo estimulante (FSH) y luteinizante (LH) disminuyen en la adenohipófisis, se presenta la primera ovulación. Los niveles sanguíneos de FSH en vaquillas prepuberes son más o menos constantes (González-Padilla et al., 1975a; McLeod et al., 1985) pudiendo existir ligeras fluctuaciones. Los niveles de FSH tienden a elevarse paralelamente a los incrementos de LH, lo cual puede ser el resultado de la estimulación de las células basófilas de la adenohipófisis que son las responsables de la síntesis y liberación de ambas gonadotropinas. Schams et al. (1981) observaron un primer pico de elevación pulsátil de LH alrededor de los 3 meses de edad, para luego disminuir y meses después se presenta una segunda elevación pulsátil que favorece la primera ovulación. El incremento de LH en la segunda elevación pulsátil se presenta aproximadamente 50 días antes de la primera ovulación (Day et al., 1984), por lo que las elevaciones de LH son esenciales en el proceso fisiológico de la ovulación (Kinder et al., 1987).

Los estrógenos y la progesterona son hormonas esteroides importantes en la actividad reproductiva de los animales, en las vaquillas los niveles sanguíneos son bajos y constantes (Schams et al., 1981), pero cuando alcanzan patrones similares a los que se presentan en los animales adultos se hace inminente la primera ovulación (González-Padilla et al., 1975a; Day et al., 1984), esto implica que juegan un papel sobresaliente en la presentación de la pubertad.

Numerosos factores ambientales intervienen en el inicio de la actividad ovárica entre los que se incluyen el peso, tamaño corporal, época de nacimiento y plano nutricional etc. (Moran et al., 1989). Diversas investigaciones han demostrado que cuando los animales son sometidos a un plano nutricional alto, se disminuye la edad al primer parto, lo anterior se debe a que aumentando las necesidades nutricionales de las becerras durante la crianza se logra una mejor ganancia diaria de peso que reduce

la edad a la pubertad (Swanson, 1967). El National Research Council (NRC, 1978) recomienda ganancias diarias de 700 a 800 g/día en becerras de las razas lecheras de tallas grandes (Holstein), entre la semana 10 y la 67 de edad, tiempo en el cual las becerras alcanzan un peso promedio de 350 kg que es el peso deseado para recibir la primera inseminación artificial y lograr la concepción. La pubertad aparece alrededor de los 9 meses de edad, si las becerras tienen una ganancia de peso diaria de 900 g y entre los 12 y 13 meses con ganancias de 600 g/día (Swanson, 1967). Brelín et al., (1985) mencionaron que cuando las ganancias de peso son de 600 a 700 g/diarios alrededor de la presentación de la pubertad, se reducen los impactos negativos sobre la producción láctea. Elevar el plano nutricional en las vaquillas durante el período postpuberal favorece el aumento de peso, proporciona mayores reservas corporales y permite el desarrollo satisfactorio del tejido secretor de la glándula mamaria, traduciéndose en un mejor efecto sobre la producción láctea durante la primera y subsecuentes lactaciones.

En un estudio realizado por Sejrnsen et al., (1982) alimentando a las becerras con una proporción de 60:40 de forraje y concentrado ad libitum, agruparon a las vaquillas en prepúberes y postpúberes, observaron un efecto negativo en los animales prepúberes al ocasionar una disminución del 23% de tejido glandular. Otras investigaciones encontraron también el efecto detrimental sobre el desarrollo de la glándula mamaria, cuando se incrementó el plano nutricional en las becerras prepúberes (Gardner et al., 1977; Stelwagen y Grieve, 1990). El mecanismo por el cual la dieta elevada durante la fase prepúber, afecta el desarrollo de la glándula mamaria, cuando se tienen ganancias de peso superiores a los 900 g/diarios no está bien entendido, pero se ha encontrado una correlación positiva con la presencia de la hormona somatotropina (bST) (Sejrnsen et al., 1983).

Las ganancias diarias de 1 kg. de peso antes de la primera concepción, ocasionó una disminución en la producción láctea en la primera y en las tres siguientes lactaciones, comparadas con los controles que presentaron ganancias de peso de 740 g/día (Clark y Touchberry, 1962). Foldager y Sejrnsen (1991) obtuvieron resultados

similares en cuanto a la reducción en la producción, cuando a los animales se les proporcionó un elevado régimen de alimentación alrededor de la presentación de la pubertad. Esta fase crítica según Brelin et al., (1985) ocurre a partir de los 3 o 6 meses de edad y hasta la realización de la concepción, mientras que Foldager y Serjsen (1987) consideraron el peso del animal, para enmarcar este período, comprendido desde los 90 hasta los 350 kg de peso. Sejsen et al., (1984) en su investigación realizada en becerras, sometidas a un régimen de alimentación restringida, comparado con otro *ad libitum*, obtuvieron ganancias de peso de 600 y de 1,220 g/día respectivamente, determinando que el nivel nutricional tiene un efecto negativo sobre el desarrollo de la glándula mamaria en los animales prepúberes alimentados *ad libitum*, al presentar un menor desarrollo del tejido secretor.

Harrison et al., (1983) encontraron que el peso de la glándula mamaria no se afecta cuando los animales tienen ganancias de peso de 570, 760, y 1,180 g/día, observando menor cantidad de tejido secretor en las vaquillas que tuvieron ganancias diarias de 1,180 g. Little y Kay (1979) mencionan que dicha disminución del tejido secretor puede ocasionar una disminución en la producción de leche durante la primera lactancia. En un estudio más reciente, Stelwagen y Greve (1990) concluyeron que el plano nutricional elevado no afecta el total de DNA en la glándula mamaria, pero que la cantidad de tejido adiposo se incrementa considerablemente teniendo un efecto adverso sobre la mamogénesis.

2.8.2.- Edad al Primer Servicio.

La edad al primer servicio es un factor importante que influye sobre el comportamiento productivo y reproductivo en las vaquillas. Inseminar a una edad temprana, tiene la ventaja de reducir los costos de crianza por reducir la edad al parto. Sin embargo, las desventajas son la disminución en la producción de leche durante la primera y siguientes lactaciones y el incremento de las dificultades al primer parto (Little y Kay, 1979; Lin et al., 1988).

La decisión de aplicar la primera inseminación está en función del peso, tamaño y edad de la vaquilla. Es deseable que se inseminen por primera vez a los 15 meses de edad, con un peso de 350 kg (NRC, 1978; Lin et al., 1988). Bortone et al., (1994) reportaron que la primera inseminación en las vaquillas se realizó a las 67 semanas de edad, la concepción a las 71 semanas, requiriendo de 1.4 servicios por concepción, cuando se cubrieron el 100% de los requerimientos nutricionales (NRC, 1978) de los 3 a los 12 meses de edad y el 115% después de los 12 meses hasta 21 días antes del parto.

Trocon (1993) en su investigación determinó que las vaquillas recibieron el primer servicio en promedio a los 440 días de edad, con un peso promedio de 346 kg cuando emplearon diferentes planos nutricionales. Las becerras que quedaron gestantes en la primera inseminación parieron en promedio a los 736 días, concluyendo que el plano nutricional no afectó la longitud de la gestación, ni el peso al nacimiento.

Simeril et al., (1991) determinaron que la edad promedio de exposición al primer servicio en 456 vaquillas Holstein fue a los 410 días, en la cual las becerras recibieron la primera inseminación al presentarse el primer calor detectado, considerando el peso y condición corporal. Durante los siguientes 30 días de exposición, el 54 % de los animales se inseminaron al menos una vez. La primera inseminación se realizó en promedio a los 439 días de edad, con un intervalo entre primer servicio y servicio fértil de 34 días y un número de servicios por concepción de 2.11, lográndose el primer parto en promedio a los 25.8 meses de edad .

El resultado de la decisión de inseminar a las vaquillas a los 12.4 meses de edad favoreció que el primer parto se presentara a los 23 meses de edad, con la desventaja de disminuir el porcentaje de fertilidad al primer servicio y la producción de leche. Cuando se inseminaron a las vaquillas a los 15.6 meses de edad el parto se presentó en promedio a los 26.1 meses de edad. Obteniéndose un porcentaje de fertilidad al primer servicio del 47% y un mejor comportamiento productivo en la primera lactancia

(Lin et al., 1986). Gardner et al. (1977) encontraron que las vaquillas inseminadas a los 9.6 meses de edad requirieron de 2.1 servicios por concepción, mientras que las inseminadas a los 16.8 meses fue de 1.5 servicios por concepción.

Hansen et al. (1983) reportaron edades al primer servicio de 18.5 meses basado en la información generada por Dairy Herd Improvement Association (DHIA) en la zona noroeste de los Estados Unidos.

2.8.3.- Edad al primer parto.

La recomendación de que las vaquillas de remplazo deben entrar al hato de producción cerca de los 24 meses llega de una serie de resultados a través de los años. Importantemente, producción de leche de por vida, producciones en 305 días; y se llega hasta el máximo beneficio durante la vida de las vaquillas de remplazo cuando las vaquillas paren por primera vez entre 23 y 25 meses de edad. Aunque ahora 24 meses se recomienda ampliamente, de hecho las edades de las vaquillas al primer parto son más grandes que esto. Analizando el período de 1966 a 1986, Nieuwhof et al. (1989) encontró que las edades medias al primer parto para las razas lecheras eran mayores que 26 meses (Ayrshire, 29.4; Pardo Suizo, 28.7; Guernsey, 28.3; Holstein 28.2; y Jersey, 26.8 meses. Estas edades de parto probablemente no han disminuido durante los años siguientes.

Lin et al., (1988) estudiaron el posible efecto de la edad al primer parto en vaquillas que parieron en promedio a los 23 meses contra las que lo hicieron a los 26 meses de edad, determinaron que durante la primera lactancia las vaquillas que parieron a los 23 meses, produjeron 275 kg. menos de leche que sus contemporáneas que parieron a los 26 meses, pero al comparar la producción por día de vida productiva las vaquillas que parieron a una edad temprana lograron 107 días más de producción, con un incremento de 1475 kg. de leche en 61 meses de edad. En la investigación realizada por Gardner et al., (1978) se encontraron resultados similares cuando las

vaquillas parieron a una edad temprana; compararon a becerras de la raza Holstein con una edad promedio al primer parto de 22.2 meses con las de 24.6 meses, la única diferencia que encontraron fue que la edad al primer parto no afectó la producción de leche durante la primera lactancia. Por otro lado, en una evaluación de 933 vaquillas Holstein se encontró que las vaquillas que parieron a los 23 meses de edad lograron un mayor tiempo de vida productiva, pero existió un mayor aprovechamiento en los animales que lograron el primer parto a los 25 meses de edad (Gill y Allaire, 1986)

Powell (1985) realizó un estudio en seis millones de registros reproductivos en diferentes razas durante los años de 1960 a 1982 pertenecientes a diversas explotaciones comerciales de los Estados Unidos, determinando que el promedio de la edad al primer parto en las vaquillas Holstein fue a los 27.52 meses. La información presentada por Powell (1985) y Nieuwolf et al., (1989) sugiere que las recomendaciones relativas a que las becerras de reemplazo se optimicen, logrando el primer parto a los 24 meses de edad, no han sido aceptadas entre los productores de ganado en forma comercial, lográndose ligeros cambios a este respecto. Una situación muy similar se ha presentado en México (Ruíz et al., 1994).

Parece que existen ventajas para hacer parir a las vaquillas más grandes que 24 meses. Son más grandes, más capaces de competir en el hato de ordeña, y capaces de producir más leche que las vaquillas más jóvenes y más pequeñas. Hay desventajas importantes por hacer parir a las vaquillas de más edad además de aumentar la vida no productiva del animal y retrasar los ingresos por venta de leche. También aumentará el inventario de vaquillas de reemplazo requeridas y aumentará el intervalo de generación a causa del retraso en traer reemplazos genéticamente superiores al hato de producción. Si la tasa de desecho anual o de reemplazo en el hato de ordeño es 34%; entonces por cada 100 vacas, se necesitarán cada año 34 buenas vaquillas de reemplazo de 2 años de edad. Esto significa que aproximadamente se requerirán 40 vaquillas anualmente para suministrar estos reemplazos, asumiendo un 15% de pérdida de vaquillas del nacimiento al primer parto. Por cada 2 meses de incremento de la edad al parto, se requerirán dos o tres vaquillas adicionales por 100

vacas en producción. De manera, de que a menos que haya otras consideraciones dentro del hato que favorezcan que las vaquillas paran mayores a 24 meses, esto debe ser evitado.

Muchas investigaciones han señalado las ventajas de reducir la edad al primer parto, pero otros han encontrado problemas cuando se reduce a 21 ó 22 meses de edad, ya que también es menor el peso de la vaquilla al momento del parto, ocasionando una mayor presentación distocías. Erb et al., (1985) determinaron que las distocías ocasionan desórdenes reproductivos postparto entre los que se encuentran la retención de placenta, metritis y aumento de los días al primer servicio. La presentación de las distocías se encuentra altamente correlacionada con el peso de las vaquillas al momento del parto, trayendo como consecuencia una alteración en la eficiencia reproductiva, dentro de las que se encuentra la retención placentaria, mortalidad del producto o de la madre. Pero al utilizar buenas técnicas de manejo y selección adecuada del semental en base al tamaño de la cría es posible reducir la incidencia de distocías (Thompson et al., 1983).

Pollak y Freeman (1976) sugirieron que el tamaño de la cría es la causa de las dificultades al parto y no el tamaño de la madre, aunque el tamaño de la madre influye sobre el tamaño del producto. Sin embargo, otras investigaciones destacan que las vacas pequeñas tienen crías pequeñas, por lo que disminuye el riesgo de distocías, pero ha sido discutido que la edad temprana o tardía del primer parto pueden incrementar la incidencia de distocías.

La reducción de la edad al primer parto, se puede lograr mediante el empleo de un adecuado programa nutricional que permita una ganancia diaria de peso, con la finalidad de llegar con un peso satisfactorio al momento del parto (Hoffman y Funk, 1992). Debido a que el plano nutricional y el peso al primer parto, tienen un interés primario, ya que de alguna forma influyen o interaccionan con los demás conceptos, teniendo impactos positivos o negativos sobre la eficiencia productiva y reproductiva (Simeril et al., 1991; Simeril et al., 1992).

Numerosos trabajos han demostrado el efecto positivo entre el peso al parto y la producción de leche durante la primera lactancia. Keown y Everet (1986) encontraron una máxima producción cuando el peso al primer parto fue de 635 kg en ganado Holstein, resultados similares obtuvieron Heinrichs y Hargrove (1991). Los animales que llegan al parto con un peso de 539 kg. lograron producciones de leche de 5,180 kg. durante la primera lactancia. Heinrichs y Hargrove (1987) determinaron que las becerras con un peso de 525.9 kg. a los 24 meses de edad tuvieron lactancia superiores a los 7,264 lts.

Moore et al., (1991) evaluaron los registros productivos y reproductivos de un total de 112,371 becerras Holstein, encontraron que la edad promedio al primer parto fue de 858 ± 152 días con un peso promedio de 504 ± 86 kg teniendo una producción de 5,528 lts en la primera lactancia ajustada a 305 días.

En resumen, la edad temprana al primer parto reduce el período improductivo de las vaquillas de reemplazo, con una reducción en los costos de producción pero para lograr reducir los impactos negativos es necesario aplicar adecuados programas nutricionales.

A pesar de todas las investigaciones relacionadas con el adecuado plano nutricional, para favorecer la presentación del primer parto a los 24 meses de edad con un peso superior a los 525 kg., no han sido aplicadas en las explotaciones comerciales de producción de leche, que se encuentran por arriba de la edad recomendada al primer parto (Powell, 1985).

3.- MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en el Módulo de Bovinos Productores de Leche de la Unidad Académica de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM. Localizado en el Municipio de Cuautitlán Izcalli, ubicado en la porción noroeste del Estado de México, entre los paralelos 99° 35' 05" y 99° 43' 40" de latitud norte y los meridianos 99° 10' 32" y 99° 17' 25" de longitud oeste con una altitud de 2290 metros sobre el nivel del mar. El municipio presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano que varían de 600 a 800 mm anuales (INEGI,1990). En la presente investigación se utilizaron 51 becerros de los 4 hasta los 16 meses de edad y asignadas al azar a cada uno de los tratamientos. El tratamiento Intensivo (I) (n = 16) recibieron una alimentación de alfalfa (fresca o achicalada) y concentrado con 16% de proteína en una proporción de 60:40, el tratamiento P (n = 18) fue un grupo experimental que tuvo el mismo manejo y alimentación hasta los tres meses de edad y un mes de adaptación al pastoreo rotacional con encierro nocturno. El tratamiento PS (n= 17) fue otro grupo experimental que tuvo el mismo manejo y alimentación que el tratamiento P más una suplementación en corral con un concentrado comercial con 16% de proteína. El consumo de materia seca de los animales en pastoreo se determinó al inicio y durante cada mes de la investigación aplicando el siguiente procedimiento: $CPMS \text{ kg.} = (mpv + 2 ds) * (0.03)$, en donde CPMS kg. = Consumo promedio de materia seca del grupo, mpv = promedio de peso vivo del grupo, 2 ds = dos desviaciones estándar de peso vivo del grupo y (0.03) = equivalente al 3% del peso vivo del grupo. Se utilizaron parcelas mixtas de alfalfa con pasto orchard. Todas las vaquillas fueron pesadas cada dos semanas y cuando las vaquillas alcanzaron los 8 meses de edad y/o 200 kg. de peso, fueron observadas dos veces diariamente entre las 6:00 y 7:00 h y durante las 17:00 y 18:00 h con las finalidades de detectar las manifestaciones clínicas del celo. A partir de este momento las vaquillas fueron palpadas rectalmente cada semana para determinar la presencia de estructuras ováricas. El inicio de la pubertad se consideró con la primera manifestación del celo seguida de una fase lútea normal con la presencia de un cuerpo lúteo (CL). Las variables dependientes fueron: Ganancia de peso vivo Inicial (GPVI), Ganancia de peso

vivo Final (GPVF), Ganancia de Peso diaria (GPD), Peso a la presentación de la pubertad. (PPUB), Edad a la presentación de la pubertad (EPUB). Las variables dependientes fueron analizadas mediante un diseño con diferente número de observaciones para lo cual se utilizó el procedimiento del modelo lineal general (GLM) y las medias fueron comparadas por el procedimiento de Fisher de diferencia de mínimos cuadrados con la opción PDIFF, utilizando el paquete Statistical Analysis System (1988), acorde al siguiente modelo:

$$Y_{ij} = M + A_i + \beta(P120*A)_{j} + e_{ij}$$

en donde: Y_{ij} = Variable dependiente

M = Media de la población.

A_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

$\beta(P120*A)_{j}$ = Efecto de la covariable peso corporal a los 4 meses de edad en cada Tratamiento.

e_{ij} = Error experimental.

4.- RESULTADOS

Los resultados del peso y edad a la presentación de la pubertad se muestran en el Cuadro 12. es importante mencionar que la presentación de la pubertad se determinó exclusivamente mediante la presencia de un cuerpo lúteo mediante el examen tocológico de los ovarios.

Cuadro 12.- Tasa de crecimiento durante los períodos pre y postpuber de las vaquillas Holstein Friesian.

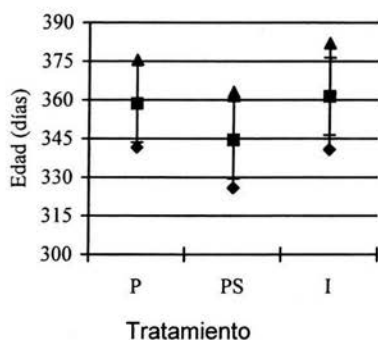
Tratamientos	P		PS		I	
	Media	ee	Media	ee	Media	ee
No de vaquillas	18		16		14	
Inicial (120 días)						
(PC) Peso corporal (kg.)	86.4	2.7	84.8	2.9	93.1	3.1
Período prepuber						
Ganancia de peso diario (kg.)	0.655b	0.016	0.724a	0.017	0.699a	0.019
Ganancia de peso corporal (kg.)	153.2b	4.8	161.2ab	5.3	169.0a	5.9
PUBERTAD						
Edad (días)	359	9	345	10	361	11
Peso corporal (kg.)	241.0b	4.8	249.0ab	5.3	256.7a	5.9
Período postpuber						
Ganancia de peso diario (kg.)	0.627b	0.025	0.675ab	0.028	0.733a	0.030
Ganancia de peso corporal (kg.)	79.6b	6.5	91.2a	7.2	87.7a	8.0
FINAL (480 días)						
Peso corporal (kg.)	320.6b	4.8	340.2a	5.3	344.4a	5.9
Ganancia de peso diario (kg.)	.647b	0.013	0.701a	0.015	0.713a	0.016
Ganancia de peso corporal (kg.)	232.8b	4.8	252.4a	5.3	256.6a	5.9

Tratamientos: P = Pastoreo, PS= Pastoreo más Suplementación y I= Intensivo

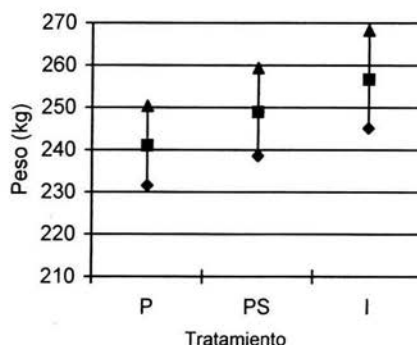
Media \pm ee = Media de mínimos cuadrados \pm error estándar

Letras diferentes en el mismo renglón presenta diferencias estadística (P<0.05)

El sistema de alimentación no afecto la edad de presentación de la pubertad que se presentó en promedio a los 354 ± 6 días ($P > 0.10$) (Gráfica 8), pero si existió un efecto del Peso corporal inicial (PC) sobre la edad al inicio de la pubertad ($P < 0.05$) en las vaquillas de los tratamientos P y I tuvieron los siguientes coeficientes de regresión ($\beta = -2.92$ y $\beta = -1.99$) respectivamente. El peso corporal promedio de todas de las vaquillas al momento de la pubertad fue de 246.2 ± 3.1 kg., existiendo efecto del tratamiento P y I sobre ésta variable dependiente ($P < 0.05$) (Gráfica 9), no existiendo efecto del PC inicial en ningún tratamiento.



Gráfica 8.- Edad a la presentación de la pubertad en vaquillas Holstein



Gráfica 9.- Peso a la presentación de la pubertad en vaquillas Holstein

Con respecto al promedio de peso corporal al inicio de la investigación no se determinaron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.10$). Las ganancias de peso diario promedio antes de la presentación de pubertad fueron de 0.685 ± 0.01 kg., existiendo un efecto de tratamiento ($P < 0.05$), en donde las menores GDP durante el período prepuber se observaron en el tratamiento P, en este tratamiento también el PC inicial tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la GDP durante el período prepuber ($\beta = 0.0032$). En relación a la ganancia de GDP después de la presentación de la

pubertad, se determinó un promedio general de 0.681 ± 0.02 kg., observándose un efecto del tratamiento ($P < 0.05$). Las mejores ganancias durante el período postpuber se presentaron en la vaquillas del tratamiento I y las más bajas en el tratamiento P quedando en medio las vaquillas del tratamiento PS que no presentaron diferencias con los anteriores tratamientos ($P > 0.10$). En las vaquillas de los tratamientos PS, el PC inicial presentó un efecto significativo sobre la GDP durante el período pospuberal ($\beta = -0.010$). No se presentaron diferencias significativas ($P > 0.10$) entre las GDP antes y después de la presentación dentro de cada uno de los tratamientos. Durante los 360 días de estudio de esta fase de la investigación la GDP en general fue de 0.683 ± 0.01 , en donde los tratamientos PS y I lograron en promedio ganancia diarias de peso superiores a las vaquillas de tratamiento P ($P < 0.05$). En el tratamiento P se observó que el PC inicial tuvo efecto sobre la GDP de los 120 a los 480 días de edad ($P < 0.05$), lo que es indicativo que por incremento de un 1 kg. de PC inicial existió una GDP de ($\beta = 0.003$). El tipo de tratamiento afectó el PC final ($P < 0.05$), obteniéndose un promedio general de 333.7 ± 4.8 kg. Las vaquillas del tratamiento P tuvieron los menores pesos corporales a los 480 días de edad. Se tuvo una ganancia de peso corporal general de 245.9 ± 24.45 kg. durante los 360 días de investigación. Existió un efecto del tratamiento en la ganancia de peso corporal logrado en este período ($P < 0.05$), otra vez las vaquillas del tratamiento P tuvieron las menores ganancias de peso en relación a los demás y por consiguiente las menores ganancias de peso diario desde el inicio al final de la investigación que fueron menores para dicho tratamiento ($P < 0.05$), obteniéndose un promedio general de 0.683 ± 0.01 kg.

5.- DISCUSION

El National Research Council (NRC,1989) recomienda una ganancia de peso diaria de 0.700 a 0.800 kg. para las vaquillas de la raza Holstein, de la semana 10 a la 67 de edad, con la finalidad de que alcancen durante este período un peso corporal promedio de 350 kg. que es el recomendado para recibir la primera inseminación artificial. En la presente investigación, las vaquillas alimentadas bajo el esquema intensivo lograron ganancias de peso diario promedio de 0.713 kg., lo cual es indicativo que si se cumplieron las expectativas de los requerimientos nutricionales para ganancias de peso diarias de 0.700 kg.. Sin embargo, durante los 360 días de estudio de esta fase de experimentación, las vaquillas lograron ganancias de peso corporal de aproximadamente 256.6 kg., con un peso corporal a las 67 semanas de 344.4 kg. Las razones que podrían explicar el no haber alcanzado las recomendaciones del peso corporal al final del período de estudio, son que las condiciones de manejo, alimentación y ambientales de las vaquillas antes del inicio de la presente investigación, no fueron satisfactorias para el óptimo crecimiento, debido a que el peso corporal a los 4 meses de edad fue 43 kg. Inferior al promedio reportado por Hoffman (1997). Morril et al. (1998) reportaron que con ganancias de peso diario de 0.640 kg. desde el nacimiento a los 120 días de edad las vaquillas alcanzaron un peso corporal de 118 kg., o sea 31 kg. más de peso corporal en comparación a las vaquillas utilizadas en esta investigación. Place et al. (1998) encontraron que la época de nacimiento tiene efecto sobre la ganancias de peso diario durante los primeros 4 meses de edad, ya que las vaquillas nacidas durante el verano presentaron las menores ganancias de peso diario. Se pudo determinar que a medida que el peso corporal a los 4 meses de edad se incrementa, se reduce la edad para alcanzar los 350 kg. de peso corporal recomendado por NRC,1978.

Las vaquillas alimentadas en pastoreo y que fueron suplementadas en corral tuvieron un comportamiento similar en cuanto a la ganancia de peso diario, y a la ganancia de peso corporal durante la fase de la investigación. Este grupo de vaquillas también estuvo por abajo del objetivo de los 350 kg. a las 67 semanas de edad. La

gran ventaja de este grupo de vaquillas con respecto a las del sistema intensivo es que se tuvo una reducción en los costos de alimentación diarios de un 18.8 % y del 21.0 % por ganancia de kg. de peso, lo que es indicativo de menores inversiones en la crianza de las vaquillas durante este periodo, sin que se vea afectada la ganancia de peso diario y la ganancia de peso corporal.

Las menores inversiones empleadas en las vaquillas alimentadas en pastoreo, de acuerdo a las condiciones ambientales en que se realizó este trabajo podrían tal vez justificar las menores ganancias de peso diario y ganancia de peso corporal durante los 360 días de estudio en comparación a sus contemporáneas. La reducción del 47.7 % de los costos de alimentación diaria y del 42.1 % por kilo de carne producido en comparación al esquema intensivo, apoya la utilización de crianza de vaquillas bajo el sistema de pastoreo empleado en esta investigación y que es posible acercarse a los objetivos si consideran los factores señalados por Place et al. (1998), para obtener mejores ganancias de peso diario en las vaquillas desde el nacimiento a los 4 meses de edad, que permitan que éstas sean introducidas al pastoreo con el mayor peso corporal posible. Ya que a medida que el peso corporal se incrementa fue posible reducir la edad en la cual alcanzan los 350 kg. requeridos para cumplir con las recomendaciones señaladas por NRC, 1978.

La pubertad aparece alrededor de los 9 meses de edad, si las vaquillas logran una ganancia de peso diaria de 0.900 kg. y entre los 12 y 13 meses con ganancias de 0.600 kg. diarios (Swanson, 1967). Bortone et al. (1994) reportaron que cuando se cubrieron el 100 % de las necesidades nutricionales para obtener ganancia de peso de 0.700 kg. la pubertad se presentó a los 12 meses de edad con un peso corporal de 278 kg. y que cuando se incrementa un 15% las necesidades nutricionales se obtienen ganancias de peso diario de 0.790 kg. con lo cual se reduce en 23 días la edad a la presentación de la pubertad. Las ganancias de peso diarias durante el período prepuber en las vaquillas alimentadas bajo el sistema intensivo en nuestro estudio fueron de 0.699 kg., la pubertad se determinó en promedio a los 12 meses de edad lo que concuerdan con lo señalado anteriormente. En las vaquillas sometidas al pastoreo con

suplementación, no se vio afectada la edad a la presentación a la pubertad y no hubo diferencias en la ganancias de peso diaria durante la etapa prepuber. La edad a la presentación a la pubertad no se vio afectada en las vaquillas sometidas exclusivamente al pastoreo, a pesar que las ganancias de peso diario durante el período prepuber fueron menores a sus contemporáneas estas fueron de 0.655 kg. En las vaquillas en pastoreo sobresale el hecho de que si se mejora el peso corporal de las vaquillas a los 4 meses de edad, es posible incrementar las ganancias de peso diario y reducir la edad a la presentación de la pubertad. Es importante mencionar que las ganancias de peso durante el período prepuber en los tratamientos analizados se encuentra dentro del rango de los 0.600 a 0.750 kg. diarios, que reducen los impactos negativos sobre el desarrollo de la glándula mamaria, señalados por Brelin et al. (1985), Clark y Touchberry (1962), Sejrsen et al. (1984), Harrison et al. (1983) y mas reciente Amburgh et al. (1998). Por lo tanto varios investigadores no recomiendan incrementar el plano nutricional durante el período prepuber para obtener de forma indiscriminada ganancias de peso superiores a los 0.900 kg./diarios con el solo objetivo de reducir la edad a la presentación de la pubertad, al primer servicio, al servicio fértil y la edad al primer parto, con la finalidad de disminuir los costos de alimentación ya que esto va de una disminución en la producción de leche durante la primera lactación (Hoffman et al, 1996; Foldager y Sejrsen, 1991). Durante el período postpuber se puede acelerar el crecimiento e incrementar el peso corporal, que permitan reducir la edad a primer parto sin que existan efectos negativos sobre el desarrollo de la glándula mamaria (Hoffman, 1996). Considerando que el peso corporal a la presentación de pubertad fue de 246.2 kg. a los 354 días de edad, es necesario incrementar el plano nutricional que permitan ganancias de peso diario de 1.0 kg., con la finalidad de que tengan un peso corporal de 350 kg. a los 15 meses de edad (Hoffman, 1992). Sin embargo, en nuestro trabajo las ganancias de peso diario obtenidas durante la fase postpuber fueron similares a las encontradas durante el período prepuber en cada uno de los tratamientos. En el caso de las vaquillas alimentadas bajo el esquema intensivo durante la etapa postpuber fueron las esperadas, por haberse aplicado un programa nutricional que permitiera ganancias de peso diario de 0.700 kg., y solo las vaquillas alimentadas en pastoreo más suplementación tuvieron ganancias similares. Las

vaquillas alimentadas con el esquema intensivo y pastoreo mas suplementación, tuvieron una ganancia de peso corporal de alrededor de los 252 kg. de los 4 a los 16 meses de edad , alcanzando un peso corporal de alrededor de 342 kg. La causa por lo que no se alcanzó el objetivo del peso corporal de 350 kg. a los 15 meses de edad, puede explicar a que las vaquillas a los 4 meses de edad presentaron peso corporal menor a lo recomendado por Hoffman (1997) y Place et al. (1998). Considerando las recomendaciones de que las vaquillas alcancen un peso corporal de aproximadamente 118 kg. y se lograron ganancias de peso de 252 kg. se hubiera alcanzado un peso corporal de 370 kg. a los 16 meses de edad. A pesar que la menor ganancia de peso corporal se presentó en el grupo de vaquillas alimentadas en pastoreo, estas lograron un total de 232 kg., y si hacemos la misma consideración de los otros tratamientos, se hubiera alcanzado un peso corporal de 350 kg. a los 16 meses de edad, lo cual puede ser importante desde el punto de vista económico.

6.- CONCLUSIONES.

Los resultados de este estudio indican que las vaquillas Holstein Friesian que a partir de los 4 meses de edad y hasta el servicio fértil fueron sometidas exclusivamente al pastoreo rotacional en praderas mixtas de leguminosas y gramíneas presentaron las menores tasas de crecimiento que no se reflejaron sobre la edad a la presentación de la pubertad, pero sin embargo, si afectaron la eficiencia reproductiva al incrementar la edad al primer servicio y servicio fértil. Incrementos de peso corporal a los 4 y 10 meses de edad mejoran la tasa de crecimiento y la eficiencia reproductiva de las vaquillas alimentadas bajo el sistema de pastoreo rotacional.

La ganancia de peso diaria planeada en el sistema de alimentación intensivo fue lograda y con respecto a las vaquillas asignadas al sistema de alimentación en pastoreo con suplementación, estas lograron tasas de crecimiento y una eficiencia reproductiva similar entre ellas y mejor que las obtenidas en las vaquillas alimentadas sólo en pastoreo. La ventaja del sistema de alimentación en pastoreo con suplementación, sobre los otros dos sistemas, fue que se logra menor inversión por concepto de alimentación sin que sea afectada la eficiencia reproductiva.

Con base a los resultados obtenidos es posible concluir que en las condiciones ambientales del presente trabajo, las vaquillas Holstein Friesian que presentan buenas ganancias de peso diaria antes de los cuatro meses de edad y son sometidas a un sistema de alimentación en pastoreo rotacional logran una ganancia de peso diaria aceptable antes de la presentación de la pubertad que pueden reducir los impactos negativos sobre el desarrollo de la glándula mamaria, sin afectar la edad y peso a la presentación de la pubertad, sin embargo durante el período postpuber se hace necesario suplementar a las vaquillas para lograr mejores ganancias de peso diario al elevar el plano nutricional que favorece el aumento de peso, y proporciona mayores reservas corporales que permiten el desarrollo satisfactorio del tejido secretor de la glándula mamaria.

7.- LITERATURA CITADA

Amburgh, M.E., D.M. Galton., D.E. Bauman., R.W. Everett., D.G. Fox., L.E. Chase. y H.N. Erb. 1998. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of heifers during first lactation. *J. Dairy Sci.* 81: 527-538.

Amos, H.E. 1986. Influence of dietary protein degradability and energy concentration on growth of heifers and steers and intraruminal protein metabolism. *J. Dairy. Sci.* 69:2099-2110.

Bailey, T y J. Currin (1999, Junio). Heifer inventory and the economics of replacement rearing. Obtenido de la Red Mundial el 31 de mayo 2000. <http://www.ext.vi.edu/pubs/dairy/404.287/html>.

Bortone, E. J., J.L. Morril y J.S. Stevenson. 1994. Growth of heifers fed 100 or 115% of National Research Council requirements to year of age and then changed to another treatment. *J. Dairy Sci.* 77: 270-277.

Brambell, F.W.R. 1970. The transmission of passive immunity from mother to young. *Frontiers of biology.* Vol 18. Ed. North Holland, Netherlands

Burboa, C.F.1992. Crecimiento y producción de tres variedades de *Lolium perenne* L, bajo tres presiones de pastoreo. *Tec. Pec. Méx.* 30:2

Bush, L.J., and T.E. Staley. 1980. Absorption of colostral immunoglobulins in newborn calves. *J. Dairy Sci.* 63:672.

Casper, D.P., D.J. Schingoethe, M.J. Brouk, y H.A Maiga. 1994. Nonstructural carbohydrate and undegradable protein sources in the diet: growth responses of dairy heifers. *J. Dairy.Sci.* 77:2595-2604.

Center for animal health monitoring. 1993. Dairy herd management practices focusing on preweaned heifers, USDA. Anim. Plants Health Inspect. Serv. Vet. Serv. Fort Collins. CO.

Choi, Y.J., I.K. Han., J.H. Woo, H.J. Lee., K. Jang., H. Myung y Y.S. Kim. 1997. Compensatory growth in dairy heifers: The effect of a compensatory growth pattern on growth rate and lactation performance. J. Dairy Sci. 80: 519-524.

Church, D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol. 1, 2 y 3. Ed. Acribia, Zaragoza, España.

Clark, R.D. y R.W. Touchberry. 1962. Effect of body weight and age at calving on milk production in Holstein cattle. J. Dairy Sci. 45:1500

Crawford, M.L., J.D. Quigley. Y K.R. Martin. 1995. Immunoglobulin concentrations in serum in responses to injectable immunoglobulin in neonatal dairy calves. J Dairy Sci. 78: 1567-1572

Crowley, J., N. Jorgensen, T. Howard, P. Hoffman y R. Shaver. 1991. Raising dairy replacements. Univ. Wisconsin-Extension. North Central Reg. Ext. Publ. No. 205, Madison.

Daccarett, M.G., E.J. Bortone, D.E. Isbell, J.L. Morrill y A.M. Feyerherm. 1993. Performance of Holstein heifers fed 100% or more of National Research Council requirements. J. Dairy Sci. 76: 606-614.

Desjardins, C. y H.D. Hafs. 1968. Levels of pituitary FSH and LH in heifers from birth through puberty. J. Anim. Sci. 27:472.

De Alba, J. 1973. Alimentación de ganado en América Latina.. Ed. La Prensa Médica Mexicana, México. Pp 28-55, 268-292.

Erb, H.N., R.D. Smith, P.A. Oltenacu, C.L. Guard, R.B. Hillman, P.A. Powers, M.C. Smith y M.E. White. 1985. Path model of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield and culling in Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 68:3337

Evans, T.R. 1978. Interpretación de los resultados de investigación sobre manejo de praderas tropicales. In: Luis E. Tergas y Pedro A. Sánchez (Editores). Producción de pastos en suelos ácidos de los trópicos. CIAT. Cali, Colombia. Pp 291-308.

FIRA.- Banco de México, 1999. La actividad primaria en la ganadería bovina en México. Residencia estatal:

FIRA.- Banco de México, Marzo, 1999a. Diagnóstico de la ganadería de leche. Subdirección regional norte. Residencia estatal: Comarca lagunera. Torreón Coahuila.

FIRA.- Banco de México, Diciembre, 1999b. Análisis de rentabilidad de la producción de leche. Subdirección regional norte. Residencia estatal: Comarca Lagunera. Gómez Palacio, Durango.

Fisher, L.J., J.W. Hall y S.E. Jones. 1983. Weight and age at calving and weight change related to first lactation milk yield. *J. Dairy Sci.* 66: 2167.

FAO. 1997. Boletín trimestral FAO. Estadísticas. Vol. 9, núm. 5.

FAO, FAO/Stat Database, Octubre, 1999.

Flores, M.J.A. 1980. Bromatología animal Ed. Limusa, Méx. D.F.

Foldager, J. y K. Sejrsen. 1987. Mammary gland development and milk production in dairy cows in relation to feeding and hormone manipulation during rearing. Research in dairy cattle: Danish status and perspectives. Det Kgl. Danske Landhussholdningsselskab. Copenhagen, DK.

- Foldager, J y K. Sejrsen. 1991. Rearing intensity in dairy heifers and the effect on subsequent milk production. 693. Beretning Fra stantes. Husdybrugssforsog. Copenhagen. pp 131.
- García, H.L.A. 1996. Las importaciones mexicanas de leche descremada en polvo en el contexto del mercado mundial y regional. U.S. Dairy Export Council. Universidad Autonoma Metropolitana. México. Pp161.
- Gardner, R.W., J.D. Schuh y L.G. Vargus.1977. Accelerated growth and early breeding of Holstein heifers. J. Dairy Sci 60:1941.
- Gardner, R.W., L.W. Smith y R.L. Park.1978. Feeding and management of dairy heifers for optimal life productivity. J.Dairy. Sci. 71:996.
- Gill, G.S. y F.R. Allaire.1986. Relationship of age at first calving, days open, days dry and herd life to a profit function for dairy cattle. J. Dairy Sci. 5:1131.
- Gonzalez-Padilla, E., J.N. Wiltbank y G.D. Niswender. 1975a. Puberty in beef heifers 1.- The interrelationships between pitutary, hipothalamic and ovarian hormones. J. Anim. Sci. 40:1091
- Gorrill, A.D.C., J.W. Thomas., W.E. Stewart y J.L. Morrill. 1967. Exocrine pancreatic secretion by calves soybean and milk protein diets. J. Nutr. 92: 86-91.
- Harrinson, R.D., I.P. Reynolds y W. Little. 1983. A quantitative analysis of mammary glands of dairy heifers reared at different rates of lives weight gain. J. Dairy Res. 50:405.
- Heinrichs, A.J. y G.L. Hargrove.1987. Standards of weight and height for Holstein heifers. J. Dairy Sci. 70:653

Heinrichs, A.J. y L.A. Swartz. 1990. Management of dairy heifers. Pennsylvania State Univ. Ext. Circ. 385, University Park.

Heinrichs, A.J. y G.L. Hargrove. 1991. Standards of weight and height for Guernsey and Jersey heifers. J. Dairy Sci. 74:1684.

Heinrichs, A.J. 1993. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. J. Dairy Sci. 76: 3179-3187.

Hill, K.J., D.E. Noakes y R.A. Lowe. 1970. Gastric digestive physiology of calf and piglet. In Phillipson, A.T. Ed. Physiology of digestion and metabolism in the ruminant. Oriel Prees Ltd. Newcastle, England. Pp. 166.179.

Hoffman, P.C. y D.A. Funk. 1992. Applied Dinamic of Dairy Replacement Growth and Management. J. Dairy Sci. 75: 2504-2516

Hoffman, P.C., N.M. Brehm, W.T. Howard y D.A. Funk. 1994. The influence of nutrition and enviroment on growth of holstein replacement heifers in commercial dairy herds. Prof. Anim. Sci. 10: 59-65.

Hoffman, P.C., N.M. Brehm, S.G. Price y A Prill.Adams. 1996. Efect of accelerated growth and early calving on lactation performance of primiparous Holstein heifers. J. Dairy Sci. 79: 2024-2031.

Hoffman, P.C. 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. J. Anim. Sci. 75: 836-845.

Huber, J.T. 1969. Development of the digestive and metabolic apparatus of the calf. Symposium: Calf nutrition and rearing. J. Dairy Sci. 52:1303-1315.

INEGI. XII Censo General de Población y Vivienda 2000. Resultados preliminares, México.

Jahn, E. y P.T. Chandler.1976. Performance and nutrient requirements of calves fed varying percentages of protein and fiber. *J. Anim. Sci.* 42:724.

Keown, J.F. y R.W. Everett.1986. Effect of days carried calf, days dry and weight of first calf heifers on yields. *J. Dairy Sci.* 69:1891.

Kertz, A.F., L.R. Prewitt y J.M. Ballam. 1987. Increased weight gain and effects on growth parameters of Holstein heifers calves from 3 to 12 months of age. *J. Dairy Sci.* 70: 1612-1622.

Kertz, A.F., B.A. Barton y L.F. Reutzel. 1998. Relative efficiencies of wither height and body weight increase from birth until first calving in Holstein cattle. *J. Dairy Sci.* 81: 1479-1482.

Kinder, J.E., M.L. Day y R.J. Kittok. 1987. Endocrinology of puberty in cow and ewes. *J. Reprod. Fertil. suppl* 34:167.

Knutson, R.J., R.D. Allrich, y M.D. Cunningham. 1996. Raising dairy replacement heifers. from birth to breeding. Department of Animal Sciences, Purdue University.

Lammers, B.P., A.J. Heinrichs y R.S. Kensingers. 1999. The effects of accelerated growth rates and estrogen implants in prepubertal Holstein heifers on growth, feed efficiency, and blood parameters. *J. Dairy Sci.* 82: 1746-1752.

Leat, W.M.F. 1970. Carbohydrate and lipid metabolism in the ruminant, during postnatal development. In Phillipson, A.T. Ed. *Physiology of digestion and metabolism in ruminant*. Oriel Prees. Ltd. Newcastle, England. Pp. 211-222.

Leibholz, J. 1976. The nutrition and management of the pre.ruminant calf. In: Seminario internacional de ganaderia tropical. Producción de leche como actividad especializada. Acapulco, Gro FIRA. Pp. 55-69.

Lin, C.Y., A.J. McAllister y A.J. Lee.1984. Multitrait stimation of relationships of first lactation yields to body weight changes in Holstein heifers. J. Dairy Sci. 68:2954.

Lin, C.Y., A.J. McAllister, T.R. Batra, A.J. Lee, G.L. Roy, J.A. Vasely y J.M. Wauthy. 1986. Production and reproduction of early and late bred dairy heifers. J. Dairy Sci. 69:760.

Lin, C.Y., A.J. McAllister, T.R. Batra y J. Lee.1988. Effects early and breeding of heifers on multiple lactation performance of dairy cows. J. Dairy Sci. 71:2735.

Little, W y R.M. Kay.1979. The effect of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. Anim Prod. 29:131.

Logan, E.F., D.G.McBearth, y B.G. Lowman. 1974. Quantitative studies on serum immunoglobulin levels in suked calves from birth to five weeks. Vet. Rec. 94: 367-370.

Martin, P.C. y R. Ruíz.1986. Ganancia de peso y comportamiento de toros Holstein en pastizal de Pangola (*Digitaria decumbens stent*). Rev. Cubana Cienc. Agric. 20:241-245.

Martínez, A. 1995. Panorama de la lecheria en el mundo, perspectivas. Congrso nacional de la leche y mastitis. Argentina. Hoard's Dairyman en español. Editores Agropecuarios, S.A. de C.V. México, año 3, núm. 11. Pp. 822-834.

Mcllroy, R.S. 1987. Introducción al cultivo de los pastos tropicales. Ed Limusa. Méx. D.F.

Mcmeekan, C.P. 1962. De pasto a leche. Trad. Julián L. Munguía. Ed. Hemisferio sur, Montevideo pp. 25-52

Medina, C.M. 1994. Medicina productiva en la crianza de becerras lecheras. Ed. UTEHA, México. Pp. 306

Moore, R.K., B.W. Kennedy, L.R. Schaffer y J.E. Moxley. 1991. Relationships between age and body weight at calving and production in first lactation Ayrshires and Holstein. *J. Dairy Sci.* 74:269.

Moran, C., J.F. Quirke y J.F. Roche. 1989. Puberty in heifers: A Review. *Anim. Reproduction Sci.* 18:167.

Muller, L.D., M.J. Owens, G.L. Beardsley y D.J. Schingoethe. 1974. Colostrum, whole milk plus whey protein concentrate for Holstein calves. *J Dairy Sci.* 57: 319

Muller, L.D., G.L. Beardsley. Y F.C. Ludens. 1975. Amounts of sour colostrum for growth and health of calves. *J. Dairy Sci.* 58: 1360-1364.

National Research Council.1978. Nutrient requeriments of dairy cattle. *Natl. Acad. Sci.*, Washington, DC.

National Research Council.1989. Nutrient requeriments of dairy cattle. *Natl. Acad. Sci.*, Washington, DC.

Nelsen, T.C., C.R. Long y T.C. Cartwright. 1982. Postinfection growth in straight bred and crossbred cattle. II.- Relationships among, height and pubertal characters. *J. Anim. Sci.* 55:295.

Niezen, J.H., D.G. Grieve., B.W. McBride, y J.H. Burton. 1996. Effect of plane of nutrition before and after 200 kilograms of body weight on mammary development of prepuberal Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 79: 1255-1260.

Nieuwof, G.L., R.L. Powell y H.O. Norman. 1989. Age at calving and calving intervals for dairy cattle in the United States. *J. Dairy Sci.* 72:685.

Nosbush, B.B., J.G. Linn., W.A. Eisenbeisz., J.E. Wheaton y M.E. White. 1996. Effect of concentrate source and amount in diets on plasma hormone concentrations of prepubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 79: 1400-1409.

Place, N.T., A.J. Heinrichs y H.N. Erb. 1998. The effects of disease, management, and nutrition on average daily gain of dairy heifers from birth months. *J. Dairy Sci.* 81: 1004-1009.

Pollak, E.J. y A.E. Freeman. 1976. Parameter estimation and sire evaluation for dystocia and calf size in Holstein. *J. Dairy Sci.* 59:1817.

Powell, R.L. 1985. Trend of age at first calving. *J. Dairy Sci.* 68:768.

Radostitis, O.M. y J.M. Bell. 1970. Nutrition of the pre-ruminant dairy calf with special reference to the digestion and absorption of nutrients: A review. *Can. J. Anim. Sci.* 50: 405-452.

Ruiz, L.F., P.A. Oltenacu y R.W. Blake. 1994. Efecto del nivel de producción de leche sobre la duración de vida productiva de ganado Holstein de registro en México. *Tec. Pec. Méx.* 32:105.

Rindsing, R.B. 1976. Sour colostrum dilution compared to whole milk for calves: *J. Dairy Sci.* 59: 1293-1300.

SIAP - SAGARPA: Servicios de información Agroalimentaria y Pesquera Boletín anual de leche. 2002.

SAS Procedures Guide: Statistics, (release 6.03) 1988 SAS Institute, Inc. Cary, NC.

Schams, D., E. Schallenberger, S. Gombe y H. Korg. 1981. Endocrine patterns associated with puberty in male and female cattle. *J. Reprod. Fertil.* 30(suppl.):103.

Sejrsen, K., J.T. Huber, H.A. Tucker y R.M. Akers.1982. Influence of nutrition on mammary development in pre and postpubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 65:793.

Sejrsen, K., J.T. Huber y H.A. Tucker.1983. Influence of amount feed on hormone concentration and their relationship to mammary growth in heifers. *J.Dairy Sci.* 66:845.

Sejrsen, K. Y S. Purup. 1997. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potencial of dairy heifers. A review. *J. Anim. Sci.* 75: 828-835.

Sieber, M.A., E. Freeman y D.H. Kelley.1988. Relationships between body measurement, body weight and productivity in Holsteins dairy cows. *J. Dairy Sci.* 71:3437.

Simeril, N.A., C.J. Wilcox, W.W. Thatcher y F.G. Martin.1991. Prepartum and peripartum reproductive performance of Dairy Heifers Freshening at young ages. *J. Dairy Sci.* 74:1724.

Simeril, N.A., C.J. Wilcox y W.W. Thatcher. 1992. Postpartum performance of dairy heifers freshing at young ages. *J. Dairy Sci.* 75:590.

Stanley, T.E. y I.J. Bush. 1985. Receptor mechanism of the neonatal intestine and their relationship to inmunoglobulin absorption and disease. *J. Dairy Sci.* 68: 164.

Stelwagen, K. Y D.G. Grieve.1990. Effect of plane of nutrition on growth and mammary gland development in Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 73:2333.

Swanson, E.W.1967. Optimun growth patterns for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 50:244.

Swartz, L.A., A.J. Heinrichs, G.A. Varga, y L.D. Muller. 1989. Varying undegradable intake protein on feed intake and growth of dairy calves from birth to 24 week of age. *J. Dairy Sci.* 72:529.

Tamate, H., A.D. McGilliard y N.L. Jacobson. 1962. *J. Dairy Sci.* 45: 408.

Tergas, L.E. 1985. Efecto de los factores de manejo del pastoreo sobre la utilización de pasturas tropicales. CIAT. Cali, Colombia.

The Ohio State University Extension. (1999). 1999 Dairy heifers production budget. Obtenido de la red mundial el 17 de febrero 2000. <http://ohioline.ag.ohio-state.edu/e-budget/99dl-hfr.html>

Thickett, B., D. Mitchell y B. Hallows. 1989. Cría de terneros. Ed. Acribia, S.A. pp. 153

Tomlinson, D.L. R.E. James, G.L. Bethard y M.L. McGilliard. 1989. Effect of TND and degradable protein on intake, daily gain and subsequent lactation of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 72 (suppl, 1):416.

Tomlinson, D.L. R.E. James, G.L. Bethard y M.L. McGilliard. 1997. Influence of undegradability of protein in the diet on intake, daily gain, feed efficiency, and body composition of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 80:943-948.

Tizard, I. R. 1996. In *Veterinary Immunology*. W. B. Saunders, Co., Philadelphia. Pp. 115-121, 153-155

Troccon, J.L. 1993. Effect of winter feeding during the rearing period on performance and longevity in dairy cattle. *Livestock Prod. Sci.* 36:157.

Villa, M.R. 1990. Situación actual y perspectivas de la industria lechera en México. Seminario internacional sobre mejoramiento genético de bovinos lecheros. (Memorias). Colegio de postgraduados, Montecillos, México. Pp. 9-28

Wattiaux, M.A y D. McCullough. 1995. Factores que afectan el tamaño y productividad del hato lechero de reemplazo. Instituto Babcock. Departamento de Ciencia Lechera. pp. 101-104; 129-132. Obtenido de la red mundial el 25 de octubre 2000. <http://babcock.cals.wisc.edu/spanish/de/pdf26s.pdf>.

Wiltbank, J.N., C.W. Kasson y J.E. Ingalls. 1969. Puberty in crossbred and straight bred beef heifers on two levels of feed. *J. anim. Sci.* 29:602.

Zerbini, E., y C.E. Polan. 1985. Protein sources evaluated for ruminating Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 68:1416.