

**Determinación del consumo de materia seca
de vaquillas Holstein y Jersey con tres a
siete meses de preñez en la época seca en El
Zamorano**

Godofredo Martín Benavides Pineda

Manuel Francisco Aspiazu Echeverría

ZAMORANO

Carrera de Ciencias y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2004

ZAMORANO
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Determinación del consumo de materia seca
de vaquillas Holstein y Jersey con tres a
siete meses de preñez en la época seca en El
Zamorano**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Presentado por:

Godofredo Martín Benavides Pineda

Manuel Francisco Aspiazu Echeverría

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

Los autores conceden a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Godofredo Martín Benavides Pineda

Manuel Francisco Aspiazú Echeverría

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2004

Determinación del consumo de materia seca de vaquillas Holstein y Jersey con tres y siete meses de preñez en la época seca en El Zamorano

Presentado por:

Godofredo Martín Benavides Pineda

Manuel Francisco Aspiazu Echeverría

Aprobado:

Miguel Vélez, Ph. D.
Asesor Principal

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.
Coordinador CPA.

Isidro Matamoros, Ph. D.
Asesor

Aurelio Revilla, M.S.A
Decano Académico Interino

Héctor H. Cuestas, Ing. Agr.
Asesor

Kenneth L. Hoadley, D.B.A
Rector

John Jairo Hincapié, Ph. D
Coordinador Área Temática

**DEDICATORIA
G.M.B.P.**

A Dios.

A mis padres Martín y Rosa.

DEDICATORIA
M.F.A.E

A Dios por haberme permitido llegar al final y por estar siempre a mi lado.

A mis padres, Manuel Antonio Aspiazu Bajaña y Geoconda Echeverria Hidalgo, por su apoyo incondicional en cada momento y por la confianza que depositaron en mí.

A mis hermanos, Manuel Andrés, Manuel Jacinto y Manuel Antonio, por su apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

G.M.B.P

A Dios Todopoderoso por estar siempre a mi lado, bendecirme y permitirme terminar mi carrera.

A mis padres Martín Benavides y Maria Rosa Pineda por el apoyo incondicional, sus consejos, atenciones y por haberme correspondido.

A mis hermanos Olvin, Henry, Eiby, Erlin, Janexy por su amor e interés.

A mis tíos, tías, primos, profesores del Fausto Castillo Suazo por estar pendientes de mí.

Al Dr. Vélez por su paciencia, consejos, regaños y entusiasmo.

A Allan, Fredy, Bartolomé Torres, Henry, Heidy Maldonado, Denis Portillo, Juan Bustillo, Alexi Bojorquez, Victor Galeano, Román Irías, Esma Jiménez, Jorge Humberto, Mauro Zelaya y demás amigos por su fiel amistad.

A mis amigos de Zamorano por los gratos momentos que compartidos juntos estos cuatro años especialmente a Nelson Sánchez, Marlon Canales, Oscar Ruiz, Saulo Zeledón, Luis Rodrigues, José Posadas, Selvin Hernández, Abel Zapet, Jaime Gaviria, Manuel Aspiazu, Cristian Rivera, Luis Cedeño, Luis Tirado, Arturo Varela, José Acevedo, Boris Márquez, Juan Carlos Aguirre.

Al Dr. Isidro Matamoros por su apoyo y carisma.

Al ingeniero Héctor Cuestas por su apoyo y consejos.

A los profesores, instructores, estudiantes y trabajadores por compartir sus conocimientos, energía, amistad y confianza durante los cuatro años en Zamorano.

AGRADECIMIENTOS

M.F.A.E

A Dios por estar conmigo tanto en los buenos, como en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi padre que siempre está en mi corazón y en mis oraciones, gracias papito por todo el estímulo que me dio para iniciarme en la carrera.

A mi madre, mi mejor amiga, que siempre estuvo incondicionalmente, a pesar de todas las dificultades que se nos han presentado.

A toda mi familia, quienes aportaron su granito de arena para que ésta carrera fuera posible.

Al Dr. Miguel Vélez, por darme la oportunidad, por toda la ayuda y asesoría brindada para la realización de este proyecto especial.

A mis asesores por brindarme su apoyo y asesoría durante la realización de mi proyecto especial.

A mi compañero Godofredo Benavides por ser un buen amigo y ayudarme en esta etapa tan difícil.

A mis amigos de Zamorano, porque han hecho de mi estadía, la mejor experiencia de mi vida.

Al Zamorano por ser el lugar perfecto donde adquirir carácter, tenacidad y perseverancia.

**AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES
G.M.B.P**

A la Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG), por su apoyo financiero durante mis cuatro años de estudio en Zamorano.

A “Food for Progress” por su aporte financiero durante los cuatro años.

RESUMEN

Aspiazu, M; Benavides, G. 2004. Determinación del consumo de materia seca de vaquillas Holstein y Jersey con tres a siete meses de preñez en la época seca en El Zamorano, Honduras. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 14 p.

En el trópico se usan las normas del NRC (National Research Council) para la alimentación de vaquillas lecheras. Sin embargo, hay diferencias en el consumo de forraje que pueden repercutir apreciablemente en el nivel de concentrado requerido. El objetivo fue determinar el consumo de materia seca (MS) y fibra neutro detergente (FND) en vaquillas preñadas Holstein y Jersey con tres niveles de suplemento de granos. El estudio se realizó en la sección de Ganado Lechero de Zamorano del 7 de marzo al 5 de abril de 2004. Se usaron nueve vaquillas Holstein y seis Jersey con tres a siete meses de preñez. Se formaron tres grupos con dos vaquillas Jersey y tres Holstein en cada uno. Se alimentó con ensilaje de sorgo y suplementado con maíz y soya para obtener ganancias diaria de peso (GDP) de 0.3, 0.5, 0.7 kg/día en las Jersey y 0.5, 0.7, 0.9 kg/día en las Holstein. El estudio se dividió en tres períodos con una duración de 10 días cada uno. Se usó un diseño de Sobrecambio en Cuadrado Latino (3 tratamientos \times 3 períodos), con tres cuadrados simples para Holstein y dos para las Jersey. El consumo de MS total fue menor a los recomendados por NRC del año 2001 en todos los tratamientos en Jersey, pero solamente en el de 0.5 kg/día en Holstein. La suplementación no influyó ($P < 0.05$) en el consumo del forraje, expresados en kilogramos, con el consumo de MS, FND expresado en porcentaje de peso vivo (PV), el tratamiento con inclusión de granos de 1.4 kg (0.5 kg GDP) fue menor al de 0.97 kg (0.3 kg de GDP). El promedio de consumo de MS del forraje fue de 5.11 kg (1.52% de PV) en Jersey y 6.82 kg (1.43% de PV) en Holstein y el consumo de FND del forraje en porcentaje del peso vivo fue de 1% y 0.92%. En la GDP el promedio en Jersey fue de 0.45kg y 1.09 kg en Holstein. No se pudo determinar ganancia diaria de peso por el corto intervalo entre pesos.

Palabras clave: Ensilaje de sorgo, ingesta, gestación, novillas.

Abelino Pitty, Ph. D.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos	vi
Agradecimientos a patrocinadores	viii
Resumen.....	ix
Contenido.....	x
Índice de cuadros	xi
Índice de anexos.....	xii
 INTRODUCCIÓN	 1
 MATERIALES Y MÉTODOS	 2
UBICACIÓN	2
ANIMALES	2
ALIMENTACIÓN	2
VARIABLES MEDIDAS	3
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	4
 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	 5
CONSUMO DE MATERIA SECA TOTAL.....	5
CONSUMO DE FORRAJE	6
FIBRA NEUTRO DETERGENTE.....	7
GANANCIA DIARIA DE PESO	8
 CONCLUSIONES	 9
 RECOMENDACIONES	 10
 BIBLIOGRAFÍA	 11
 ANEXOS	 13

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		
1.	Composición del ensilaje de sorgo	2
2.	Composición de la dieta por tratamiento y raza en base seca.....	3
3.	Comparación de Consumo de Materia Seca Total (CMST), con comparación de la recomendación del NRC (2001)	6
4.	Consumo de materia seca del forraje (ensilaje) en vaquillas Jersey y Holstein.	7
5.	Consumo de materia seca total y fibra neutro detergente del forraje (ensilaje) en vaquillas Jersey y Holstein.....	8

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo		
1.	Edad, peso y días de preñez de las vaquillas al inicio del ensayo	13
2.	Evaluación de pérdida de humedad en los comederos y materia seca del silo	13
3.	Índice de Temperatura y Humedad (ITH)	14
4.	Categorías que determinan la magnitud del estrés para vacas lecheras.....	14
5.	Índice de Temperatura y Humedad (ITH) durante los tres periodos de estudio	14

INTRODUCCIÓN

El objetivo en la crianza de vaquillas de reemplazo es asegurar un crecimiento y desarrollo, que permitan obtener el primer parto a los 25 a 30 meses (Wattiaux 1996). Dada la variedad de razas y de climas en el trópico es difícil dar una recomendación de peso a una edad determinada, pero sí se pueden establecer metas con relación al peso adulto; las vaquillas deben pesar alrededor del 55-60% de su peso adulto al primer servicio y 80% al primer parto (NRC 2001), es decir que la ganancia de peso puede variar entre 90 y 180 kilogramos en la etapa de gestación (Ramos s.f.).

Los pastos de zonas tropicales tienen una digestibilidad menor que los que crecen en las zonas templadas o altas y una mayor producción de calor metabólico que dan como resultado una menor ingestión de alimento. Saber el consumo del forraje es necesario para suplementar con concentrado o granos las deficiencias de los forrajes y lograr una buena respuesta animal en las diferentes etapas.

En vaquillas se han realizado estudios de consumo de Materia Seca (MS) en los Estados Unidos; en la Universidad de Florida en vaquillas Holstein de edades desde 2 hasta 21 meses, el consumo de materia seca fue similar a lo indicado por las tablas de NRC (2001), no fue afectado por las variaciones climáticas (Arias 2003). En el estudio no se especificó un consumo en vaquillas preñadas, ni la ganancia diaria de peso.

En el trópico es difícil encontrar información sobre requerimientos, consumo y ganancia diaria de peso. Las raciones para los animales se prepararon con base en los requerimientos determinados en países de clima templado. Con el presente estudio se busca establecer el consumo de MS y FND (Fibra Neutra Detergente) en vaquillas preñadas y la ganancia diaria de peso para vaquillas Holstein y Jersey, en la época seca en El Zamorano.

MATERIALES Y MÉTODOS

UBICACIÓN

El estudio se realizó en las instalaciones de la sección de Ganado Lechero de Zamorano; a 800 msnm, con una temperatura promedio anual de 24°C (máxima 30°C y mínima 17°C). Tuvo una duración de 30 días en la estación seca, del 7 de marzo al 5 de abril de 2004.

ANIMALES

Se usaron nueve vaquillas Holstein y seis Jersey con tres a siete meses de preñez. Se formaron tres grupos con dos vaquillas Jersey y tres Holstein en cada uno. Las edades, pesos iniciales y días de gestación de cada una se presentan en el Anexo 1

Los animales fueron asignados al azar a cada grupo y alimentadas en comederos individuales con puertas CALAN[®] y se pesaron al principio y final de cada tratamiento.

ALIMENTACIÓN

Los animales se alimentaron con ensilaje de sorgo (Cuadro 1) y se suplementaron con una mezcla de maíz grano, torta de soya para obtener ganancias de 0.3, 0.5, 0.7 kg/día en las Jersey y 0.5, 0.7, 0.9 kg/día en las Holstein. Para balancear las dietas se incluyó un periodo pre-experimental (Cuadro 2), en el cual se determinó el consumo de ensilaje y se ajustaron las cantidades de grano de acuerdo a las tablas del NRC (2001). En las dietas se balanceó el nivel de energía metabolizable y proteína cruda.

Cuadro 1. Composición del Ensilaje de Sorgo

MS	PC	Grasa	FC	FND	FAD	NDT	ED
-----%-----							(Mcal/kg)
25	6.9	2.4	33.1	65	43	55	2.2

MS= materia seca, PC= proteína cruda, FC= fibra cruda, FND= fibra neutro detergente, FAD= fibra ácido detergente, NDT= nutrientes digeribles totales, ED= energía digerible

Al inicio del ensayo se tomó una muestra del ensilaje en el cual se determinó el contenido de materia seca (MS) por secado a 105°C por 24 horas (AOAC, 1990), proteína cruda (PC) por el método de Kjeldahl (AOAC, 1990), la fibra neutro detergente (FND) por el método de Goering y Van Soest (1971). Para Energía

Digerible (ED) se utilizaron datos de análisis de años anteriores de ensilajes similares (Cuadro 1). Además se determinó la MS en un horno a 65°C al inicio de cada periodo de evaluación (Anexo 2).

Cuadro 2. Composición de la dieta por tratamiento y raza en base seca

Tratamientos Ganancia kg/día	Silo Sorgo	Soya	Maíz	Granos Total	Total kg	FND Granos	FND Ensilaje	FND Total
Jersey								
0.3	6.8	0.88	0.09	0.97	7.77	0.10	4.42	4.52
0.5	6.8	0.97	0.44	1.40	8.20	0.14	4.42	4.56
0.7	6.8	1.23	0.52	1.75	8.55	0.17	4.42	4.59
Holstein								
0.5	7.9	1.23	1.22	2.45	10.35	0.24	5.14	5.37
0.7	7.9	1.23	1.74	2.97	10.87	0.29	5.14	5.43
0.9	7.9	1.32	2.18	3.50	11.40	0.34	5.14	5.48

FND= Fibra Neutro Detergente

La alimentación se realizó de 7:00 a 8:30 am; se dio primero el suplemento de granos y se esperó su consumo total antes de proveer el ensilaje. El rechazo se pesó diariamente antes del suministro de forraje fresco. En el rechazo se controló la pérdida de humedad (Anexo 2). La cantidad de ensilaje ofrecido se ajustó de acuerdo con el consumo del día anterior. La GDP (Ganancia Diaria de Peso) de las vaquillas se determinó restando la GDP del feto en cada pesaje (NRC 1996).

Con los datos de la estación meteorológica de Zamorano se calculó el índice de temperatura y humedad (ITH; Anexo 3), que sirve para determinar si las condiciones climáticas son tales que se puede esperar que estresen al animal y afecte su consumo de alimento. Se usó la fórmula desarrollada por Thom en 1959 y modificado por Valtorta y Gallardo (1996):

$$ITH = (1,8 Ta + 32) - (0,55 - 0,55 HR/100) (1,8 Ta - 26)$$

Donde:

Ta: temperatura del aire (°C)

HR: humedad del aire

VARIABLES MEDIDAS

1. Consumo de Materia Seca (kg/día)
2. Ganancia Diaria de Peso (kg/día)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se usó un diseño de Sobrecambio en Cuadrado Latino con 3 tratamientos x 3 períodos, con tres cuadrados simples para las vaquillas Holstein y dos para las Jersey (Lucas, 1974). Cada período tuvo una duración de diez días.

Para la evaluación se utilizó el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + O_i + V_j + P_k + T_l + e_{ijkl}$$

Donde:

Y = variable dependiente

μ = media poblacional

O_i = efecto de cuadrado

V_j = efecto de los animales

P_k = efecto aleatorio de período

T_l = efecto de tratamiento

E_{ijkl} = efecto del error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de MS del ensilaje ofrecido fue de 25% y este no varió durante la evaluación. La pérdida de humedad del ensilaje en los comederos fue en promedio 16% (Anexo 2).

Los animales sufrieron de cierto estrés térmico especialmente los periodos dos y tres ya a que el ITH superó los 72 puntos que se consideran críticos (Anexo 3).

CONSUMO DE MATERIA SECA TOTAL

El consumo promedio de MS total en las vaquillas Jersey fue de 6.47 kg/día y de 9.77 kg/día en las Holstein (Cuadro 3). Estos valores son inferiores en 16 y 6% respectivamente a lo recomendado por el NRC (2001). En el caso de las Jersey también fue inferior a las recomendadas por el Alabama Cooperative Extension System de 8.18 kg/día, mientras que en Holstein, el consumo fue igual en el tratamiento 500 g/día y superiores en los otros dos.

Al comparar los tratamientos se encontró un aumento del consumo cuando aumentó el nivel de suplementación, que fue significativo ($P < 0.05$) en los tres tratamientos en el caso de las Jersey, pero solamente en el caso de las Holstein el incremento fue mayor en los tratamientos extremos de 0.5 y 0.9 kg/día.

El nivel de inclusión de granos en la dieta para Jersey en los tratamientos (0.3, 0.5, 0.7 kg/día) fue de 19%, 28% y 35% y para Holstein en todos los tratamientos (0.5, 0.7, 0.9 kg/día) fue de 37%, 43% y 51% (Cuadro 2 y 3).

Cuadro 3. Comparación de Consumo de Materia Seca Total (CMST), con la recomendación del NRC (2001).

Tratamientos GDP (kg/día)	CMST (kg/día)	DE	Recomendado NRC (kg/día)	Diferencias (kg/día)
Jersey				
0.3	6.20a ¹	0.14	7.7	-1.50
0.5	6.46b	0.14	7.7	-1.24
0.7	6.76c	0.14	7.7	-0.94
Holstein				
0.5	9.10a	0.75	10.5	-1.40
0.7	9.82ab	0.75	10.5	-0.68
0.9	10.38b	0.75	10.3	0.08

LSD= la menor diferencia significativa; DE= desviación estándar.

¹Valores con la misma letra no difieren significativamente (P<0.05)

GDP= ganancia diaria de peso,

CMST= consumo materia seca del forraje + materia seca del concentrado

CONSUMO DE FORRAJE

El promedio de consumo de forraje expresado en porcentaje del peso vivo de los tres tratamientos fue de 1.52% en las vaquillas Jersey y 1.43% en las Holstein. El promedio de consumo de ensilaje de sorgo de las vaquillas Jersey fue de 5.11 kg MS/día y el de las Holstein de 6.82 kg MS/día.

En el caso de las Jersey cuando aumentó la suplementación hubo una ligera disminución en el consumo de forraje pero que no fue significativo (P>0.05); en las Holstein ocurrió lo contrario de un ligero aumento (Cuadro 4). En proporción del peso las vaquillas Jersey consumieron 6% más que las Holstein; Wayne (s.f.) encontró diferencias de consumo entre las dos razas de 31% en Colorado USA.

Los resultados están dentro del rango encontrado por Capriles *et al.* (s.f.) en vaquillas Pardo Suizo de 450 a 550 kg en Maracay, Venezuela, se obtuvo un consumo de 6.19 kg/día de ensilaje de maíz con una suplementación de concentrado de 4 kg.

Cuadro 4. Consumo de materia seca del forraje (ensilaje) en vaquillas Jersey y Holstein.

Tratamientos GDP (kg/día)	CMSF (kg/día)	DE	CMSF (% PV)	DE
Jersey				
0.3	5.24a ¹	0.28	1.57a	0.08
0.5	5.07a	0.28	1.45b	0.08
0.7	5.02a	0.28	1.55ab	0.08
Holstein				
0.5	6.66a	0.50	1.46a	0.11
0.7	6.86a	0.50	1.45a	0.11
0.9	6.90a	0.50	1.39a	0.11

LSD= la menor diferencia significativa, DE= desviación estándar.

¹Valores con la misma letra no difieren significativamente (P<0.05)

CV= = 5.53% en CMSF (kg/día), 4.96% en CMSF (% PV) en Jersey y 7.41%, 7.88% en Holstein

CMSF= consumo de materia seca del forraje, PV= peso vivo

FIBRA NEUTRO DETERGENTE

El consumo de FND del forraje y total expresado en porcentaje de PV fueron similares entre tratamientos (P<0.05) tanto en las Jersey como en las Holstein. El promedio en Jersey fue de 1% y en Holstein de 0.92% del forraje y 1.04% y 1% del total de la ración (Cuadro 5). Las tablas de NRC (2001) para vacas lecheras dan un rango entre 0.9 y 1.25% y ambas razas se encuentra dentro de estos promedios.

Gasque y Posadas (1998) en México encontraron que en vaquillas el consumo óptimo de FND de los forrajes en la ración deben ser de 25% que corresponden a 0.63 a 0.7% del PV en vaquillas Jersey de 300 a 350 kg y 0.66 a 0.81% en Holstein de 400 a 450 kg, que es menor que los resultados encontrados en el presente estudio.

Cuadro 5. Consumo de materia seca total y fibra neutro detergente del forraje (ensilaje) en vaquillas Jersey y Holstein

Tratamientos GDP (kg/día)	CMST		FND/Ración		FND/Forraje		DE
	(% PV)	DE	(% PV)	DE	(% PV)	DE	
Jersey							
0.3	1.93a ¹	0.15	1.09a	0.07	1.06a	0.07	0.07
0.5	1.85a	0.15	0.98a	0.07	0.94a	0.07	0.07
0.7	2.08a	0.15	1.06a	0.07	1.00a	0.07	0.07
Holstein							
0.5	1.99a	0.14	1.01a	0.08	0.91a	0.07	0.07
0.7	2.08a	0.14	1.02a	0.08	0.94a	0.07	0.07
0.9	2.11a	0.14	0.98a	0.08	0.91a	0.07	0.07

LSD= la menor diferencia significativa, DE= desviación estándar.

¹Valores con la misma letra no difieren significativamente (P<0.05)

CV= Jersey: 2.21% para CMST (% PV), 0.1% para FND (% PV) ; Holstein: 6.98% para CMST, 7.97% para FND.

CMST= consumo materia seca del forraje + materia seca concentrado, PV= peso vivo.

FND= fibra neutro detergente

GANANCIA DIARIA DE PESO

No se pudo determinar Ganancia Diaria de Peso por el corto intervalo entre pesos.

CONCLUSIONES

La suplementación no influyó en el consumo del forraje expresado en kilogramos para ambas razas y en porcentaje de peso vivo hubo mayor consumo a menor inclusión de granos en Jersey.

El consumo de MS total fue menor a los recomendados por NRC del año 2001 en todos los tratamientos en Jersey pero solamente en el de 0.5 kg/día en Holstein.

El consumo de Fibra Neutro Detergente en porcentaje del peso vivo estuvo dentro de los rangos recomendados por NRC (2001) tanto para Jersey como en el Holstein.

No se pudo determinar ganancia diaria de peso por el corto intervalo entre pesos.

RECOMENDACIONES

Al realizar los pesajes se deben dejar pasar 18 horas sin ingestión de alimento, para disminuir los errores de pesaje.

Aumentar el número de animales, para disminuir los errores experimentales del consumo de materia seca.

Realizar estudios a más largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC. 1990. Official methods of analysis (13th Ed.). Association of official analytical chemists, Washington, D.C.

Arias, R. 2003. Determinación del consumo de materia seca de vaquillas Holstein de reemplazo. Tesis Ing. Agr. El Zamorano. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana, Departamento de Zootecnia. 26 p.

Capriles, ME; González E y Simonpietri R. s.f. Alimentación de Novillas Lecheras con Ensilaje de Maíz, Heno de Pangola, Elefante de Corte y con Suplementación de Concentrado (en línea). *Agronomía Tropical* 20(6):445-455. Instituto Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. Consultada 30 Julio de 2004. Disponible en: http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v20_6/v206a007.html

Gasque, R; Posadas, E. 1998. Requerimientos del Ganado Bovino Lechero (en línea). Universidad Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Consultada 22 Julio de 2004. Disponible en: [http://www.fm.vz.unam.mx/mexpec/biblioteca/pdf/MANUAL DE ALIMENTACION.pdf](http://www.fm.vz.unam.mx/mexpec/biblioteca/pdf/MANUAL_DE_ALIMENTACION.pdf)

Goering, H. K. y Van Soest, J. 1971. Forage fiber analysis. U.S. Department of Agriculture. Handbook 379. Washington, D.C. EE. UU. 20 p.

Lucas, HL. 1974. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle: Switch back or double reversal trials. North Carolina State University, US. 16-1 – 13-45 p. (Mimeo series #16).

National Research Council. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Ed. National Academy of Sciences. 7th ed. Washington DC. National Academic Press.

National Research Council. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Ed. National Academy of Sciences. 7th ed. Washington DC. National Academy Press. 278-279 p.

Ramos, A. s.f. Desarrollo de vaquillas de reemplazo (en línea). Consultada 18 de febrero de 2004. Disponible: <http://patrocipes.uson.mx/ranchoabril/vaquillas.htm>

Valtorta, S; Gallardo, M. 1996. El estrés por calor en producción lechera. In Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. Miscelánea N° 81. p 173-185.

Wattiaux, M. 1996. Guía Técnica Lechera: Crianza de Terneras y Novillas. Trad. FS Emeterio. Wisconsin, EUA. 134 p.

Wayne, C. s.f. The Importance and Use of THE Determined Carrying Capacity of Rangelands (en línea). Department of Rangeland Ecosystem Science Colorado State University. Consultada 10 de julio de 2004. Disponible:
<http://www.cnr.colostate.edu/frws/research/cook/CarryCapacity/carrycap.htm>

ANEXOS

Anexo 1. Edad, peso y días de preñez de las vaquillas al inicio del ensayo

Raza	No. Vaca	Edad (Meses)	Peso inicial (Kg.)	Días de Preñez
Jersey	45302	25.4	304.55	172
Jersey	412401	27.7	365.91	170
Jersey	43102	23.7	318.18	155
Jersey	44302	22.5	284.09	117
Jersey	42502	24.3	318.18	110
Jersey	45401	31.1	395.46	91
Holstein	313201	27.0	504.55	185
Holstein	38301	29.4	535.00	144
Holstein	311301	27.9	461.36	101
Holstein	36301	30.6	440.91	148
Holstein	310101	28.5	429.55	164
Holstein	35601	30.9	478.18	136
Holstein	313501	26.7	469.09	182
Holstein	33602	22.8	468.18	154
Holstein	33902	24.4	375.00	130

Anexo 2. Evaluación de pérdida de humedad en los comederos y materia seca del silo

Periodos	Perdida de Humedad en Comederos	Materia seca del silo
	-----%-----	
1	16	25
1	16	
2	17	25
2	17	
3	17	25
3	16	
3	16	24.8
Promedio	16.4	24.9

Anexo 3. Índice de Temperatura y Humedad (ITH)

Índice de Temperatura y Humedad (ITH) según la fórmula desarrollada por Thom (1959) y calculada a partir de la conversión de Valtorta y Gallardo (1996):

$$ITH = (1,8 Ta + 32) - (0,55 - 0,55 HR/100) (1,8 Ta - 26)$$

Donde

Ta: temperatura del aire (°C)

HR: humedad del aire

Anexo 4. Categorías que determinan la magnitud del estrés para vacas lecheras

ITH	Categorías
70 o menos	Normal
70-72	Alerta - aproximándose al límite crítico
72-78	Alerta - por encima del límite crítico
78-82	Peligro
82 o mas	Emergencia

Anexo 5. Índice de Temperatura y Humedad (ITH) durante los tres periodos de estudio

Periodos	ITH-Media	ITH-Máxima	ITH-Mínima
1	71.42	81.31	61.54
2	73.43	82.46	64.39
3	71.89	83.34	61.45