

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

DEPARTAMENTO ACÁDEMICO DE PRODUCCIÓN

ANIMAL



**“EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN EN VACAS HOLSTEIN”**

Presentado por:

DIANA JENNIFER CASTRO ALVAREZ

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Lima-Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE ZOOTECNIA

**DEPARTAMENTO ACÁDEMICO DE PRODUCCIÓN
ANIMAL**

**“EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL SOBRE LA
PRODUCCIÓN Y REPRODUCCIÓN EN VACAS HOLSTEIN”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERO ZOOTECNISTA

Presentada por

DIANA JENNIFER CASTRO ALVAREZ

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado

Dr. Carlos Gómez Bravo
Presidente

Ing. Jorge Calderón Velásquez
Miembro

Ing. Agustín E. Pallette Pallette
Miembro

Ing. María Elisa García Salas
Asesor

DEDICATORIA

Gracias mamita Anita; hoy juntas podemos decir: “promesa cumplida”

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL	2
2.2. METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL EN VACAS	2
2.3. MOMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL	8
2.3.1 ESTADOS PRODUCTIVOS DE ALTA DEMANDA NUTRICIONAL	8
2.4. CONDICIÓN CORPORAL Y REPRODUCCIÓN	12
2.4.1 PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN ESTABLOS LECHEROS	15
2.5. CONDICIÓN CORPORAL Y PRODUCCIÓN DE LECHE	16
III MATERIALES Y MÉTODOS	18
3.1. INFORMACIÓN DEL ESTABLO	18
3.1.1 UBICACIÓN	18
3.1.2 ANIMALES	18
3.1.3 SISTEMA DE CRIANZA	18
3.1.4 ALIMENTACIÓN	19
3.1.5 MANEJO REPRODUCTIVO	19
3.1.6 ORDEÑO	19
3.2. MATERIALES	20
3.2.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS	20
3.2.2 PARÁMETROS REPRODUCTIVOS	20
3.3. METODOLOGÍA	22
3.4. MODELO ESTADÍSTICO	23
3.4.1 MODELO ESTADÍSTICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE A LOS 305 DÍAS:	23
3.4.2 MODELO ESTADÍSTICO PARA NÚMERO DE SERVICIOS POR PREÑEZ	24
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
4.1. PRODUCCIÓN DE LECHE A LOS 305 DÍAS	25
4.2. NÚMERO DE SERVICIOS POR PREÑEZ	27

V CONCLUSIONES	29
VI RECOMENDACIONES	30
VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
VIII ANEXOS	36

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro: 1 Puntuación de la condición corporal en vacas de carne, según Lowman <i>et.al</i>	4
Cuadro: 2 Puntuación de condición corporal en vacas lecheras, según Wildman <i>et al.</i>	5
Cuadro: 3 Puntuación de la condición corporal de vacas lecheras, según Ferguson <i>et al.</i>	7
Cuadro: 4 Consumo de materia seca en vaquillonas, próximos al día de parto	9
Cuadro: 5 Consumo de materia seca en vacas, próximos al día de parto	9
Cuadro: 6 Condición corporal de las vacas al parto y porcentaje acumulado de retorno al celo	13
Cuadro: 7 Balance calculado de energía para vacas lecheras	17
Cuadro: 8 Estadísticos descriptivos del Establo Montegrando, 2010 - 2013	25
Cuadro: 9 Número de vacas por lactancia, promedio de producción de leche, número de servicios y condición corporal en seca, parto, primer servicio y concepció	25
Cuadro: 10 Parámetros estimados de la regresión lineal múltiple	26
Cuadro: 11 Frecuencia acumulada de servicios	27
Cuadro: 12 Método de máxima verosimilitud para regresión logística	27

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Página
Figura: 1 Ritmo de crecimiento de la grasa subcutánea en ganado lechero	3
Figura: 2 Calificación de la condición corporal de vacas lecheras, según Edmonson <i>et al</i>	6
Figura: 3 Evolución del consumo de materia seca, producción de leche y reservas corporales en el ciclo de la lactancia	10
Figura: 4 Movilización de grasa corporal (kg/día) después del parto.	11

ÍNDICE DE ANEXOS

	Página
Anexo 1 Análisis de Varianza	36
Anexo 2 Resumen del modelo de regresión lineal múltiple	36
Anexo 3 Análisis de varianza de la condición corporal por etapa	36
Anexo 4 Test de disparidad proporcional de la regresión logística.	36
Anexo 5 Estadísticos de ajuste del modelo de regresión logístico	37
Anexo 6 Análisis del estimador de máxima verosimilitud	37
Anexo 7 Estimadores de cocientes de disparidad	37

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue identificar y cuantificar el efecto de la condición corporal al momento de la seca (BCSSECA), parto (BSCPARTO), primer servicio post-parto (BCS1SERV) y concepción (BCSCONCEP) sobre la producción de leche a los 305 días (P305) y el número de servicios por preñez (NSERV) de vacas Holstein (n =99) de un establo en Puente Piedra. Se compiló información productiva y reproductiva de las vacas que registraron por lo menos un parto en el periodo: 2010 – 2013, para todos los grupos se incluyeron vacas con lactancias terminadas, partos normales y periodos post-parto libre de enfermedades. Se empleó un modelo de regresión lineal múltiple para identificar y cuantificar el efecto de la condición corporal sobre la producción de leche a los 305 días (P305). El promedio de condición corporal fue 2.74; 2.90; 2.51 y 2.54 para BCSSECA, BSCPARTO, BCS1SERV y BCSCONCEP respectivamente. De las variables independientes en estudio resultó significativo ($p < 0.001$) el efecto del BCSSECA y la edad al parto (EPARTO) sobre la producción de leche a los 305 días; por cada punto de condición corporal que gane el animal por encima del ideal (3.0 a 3.5) al momento del secado, se pierde aproximadamente 106 litros de leche. Para número de servicios por preñez se empleó un modelo de regresión logístico, se ajustó el resultado de cada servicio en función de su éxito (vaca preñada = 1, vaca vacía = 0); no resultó significativo ($p > 0,05$) el efecto de la condición corporal sobre el resultado del servicio; mostrando una homogeneidad de éxito o fracaso de preñar ya sea en el primer servicio o en los sucesivos servicios. Los resultados sugieren que la calificación de la condición corporal al momento de secado y una adecuada detección de celos permitirán garantizarnos mejores tasas de preñez.

PALABRAS CLAVES:

Condición corporal, número de servicios, producción de leche

I. INTRODUCCIÓN

En ganado lechero la búsqueda de mayor eficiencia, tanto biológica como económica; no sólo se traduce en altas producciones de leche por lactancia sino también en un eficiente manejo reproductivo del hato; al conseguir un parto por año, y en caso de resultar una cría hembra se generará futuros vientres de reemplazo pero definitivamente obtendremos una mayor cantidad de leche durante la vida productiva de la vaca.

El incremento de la producción de leche/vaca/día, ha sido constante gracias a una combinación de mejoras en el manejo, nutrición e intensa selección genética, si bien el objetivo ha sido obtener mayores producciones de leche por vaca, ésta ha venido acompañada por un descenso en la eficiencia reproductiva, la misma que se ha visto minada por las enfermedades post-parto y por el estrés por calor en las temporadas de verano, postergando el reinicio del ciclo reproductivo.

Por ello la evaluación de la condición corporal constituye una herramienta valiosa dentro de la explotación lechera, su adecuado conocimiento y empleo nos permite determinar la condición física idónea para inseminar una vaca y lograr de este modo una exitosa preñez que finalice en parto, ésta por ende puede ayudar a mejorar la tasa a la cual las vacas quedan preñadas, así como las estrategias de manejo para inseminar a tiempo y en el momento indicado a las vacas post parto, y así reducir los días abiertos y el correspondiente intervalo entre partos.

El presente trabajo identifica, cuantifica y analiza el efecto de la condición corporal de vacas Holstein en el periodo de seca, parto, primer servicio post-parto y la concepción sobre la producción de leche a los 305 días y el número de servicios por preñez del Establo Monte Grande durante el periodo: 2010 al 2013.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL

La evaluación de la condición corporal (ECC) si bien es una estimación subjetiva de la cantidad de grasa subcutánea depositada en la cavidad entre la cola y la tuberosidad isquiática, la región de la cadera y la zona lumbar de la vaca, es una herramienta útil y práctica de evaluar visualmente y al tacto el estado nutricional del ganado (García, 2008).

Para Griguera y Bargo (2005) es un indicador de la cantidad de reservas energéticas almacenadas en vacas lecheras. López (2006) explica que durante un momento específico del ciclo de la lactancia, el balance puede variar y mostrar un exceso o deficiencia de energía, cuando el suministro de energía es mayor que la demanda, el exceso es almacenado en forma de grasa corporal; la misma que es posteriormente movilizada en épocas de escasez, y al que recurre el propio organismo como fuente de energía interna cuando los componentes calóricos de la ración absorbidos en el tracto digestivo son insuficientes.

La correcta estimación de las reservas corporales debe hacerse en forma visual y por palpación utilizando una escala de 1 a 5 (1 = flaca, 5 = gorda), su determinación es particularmente importante en momentos claves como el secado, parto, parto y pico de producción (Ferguson, 1997).

2.2. METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL EN VACAS

Si bien la ECC pretende, determinar la cantidad de grasa subcutánea almacenada por la vaca, la primera decisión a tomar a la hora de configurar la metodología evaluadora es la elección de las regiones corporales sobre las que llevar a cabo la correspondiente evaluación. En ese sentido, se acostumbra observar la región lumbar, caudal, pélvica y costillar (López, 2006).

El estudio de Butler y Wood citado por Alvarez (1999) determinó que en cuatro de las ocho regiones observadas en el Gráfico 1 el ritmo de crecimiento se aproxima a la unidad, lo cual significa que en ellas la grasa subcutánea crece casi al mismo ritmo que en el cuerpo como conjunto, es decir, que la grasa depositada bajo la piel de esas cuatro zonas constituye un buen exponente del estado de engrasamiento general de las vacas.

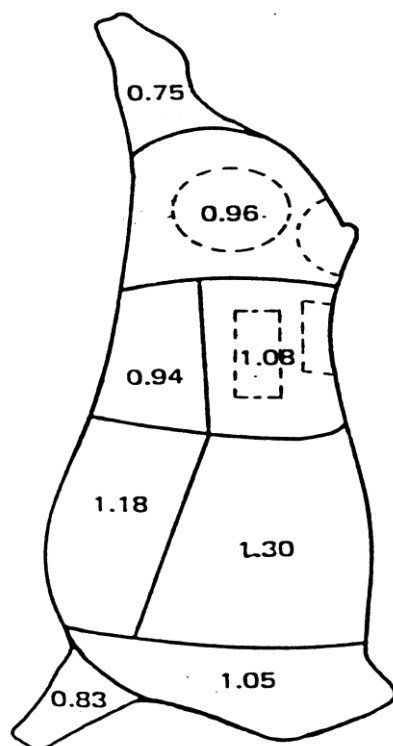


Figura 1: Ritmo de crecimiento de la grasa subcutánea en ganado lechero.

El primer procedimiento evaluador de la condición corporal en ganado vacuno fue desarrollado en el Reino Unido por Lowman *et al.* para ganado de carne, adaptando la técnica australiana ideada por Jefferies (1961) para ganado ovino. Como se observa en la Tabla 1, se estableció una escala de puntuación de cero a cinco, según la apreciación resultante a la palpación de las vértebras lumbares, aunque para las tres calificaciones más altas se tiene en cuenta la grasa subcutánea detectada (al tacto) en torno a la base de la cola.

Cuadro 1: Puntuación de la condición corporal en vacas de carne, según Lowman *et al.*

Puntuación	Condición
Punto 0	El animal está flaco. No se aprecia al tacto tejido graso alguno alrededor de las vértebras lumbares, cuyas apófisis espinosas emergen prominentes sobre el lomo y se muestran, igual que las apófisis transversas, muy puntiagudas.
Punto 1	Las apófisis transversas siguen distinguiéndose fácilmente al tacto y mostrándose puntiagudas. Continúa, aunque en menor grado, el aspecto prominente de las apófisis espinosas.
Punto 2	Las apófisis transversas pueden aún detectadas por palpación, aunque no tan claramente al estar recubiertas por una delgada capa de grasa, que explica también el cambio de un contorno puntiagudo a otro más redondeado.
Punto 3	Las apófisis transversas sólo pueden apreciarse con una fuerte presión. Se palpa una ligera capa de grasa subcutánea alrededor de la base de la cola.
Punto 4	Las apófisis transversas no se notan siquiera con una fuerte presión. La capa de grasa alrededor del nacimiento de la cola se encuentra engrosada, adquiriendo incluso un cierto relieve.
Punto 5	La estructura ósea del animal no es detectable en absoluto. La base de la cola está prácticamente embutida en grasa.

FUENTE: Journal Dairy in Science (1987)

Los norteamericanos usaron inicialmente la propuesta por Wildman *et al.* (1982) como se muestra en el Cuadro 2 para luego ahondar de acuerdo al modelo propuesto por Edmonson *et al.* (1989) quien además de una inspección visual y la debida palpación distribuye los puntos del uno al cinco pero incluyendo 0.25 de puntos, lo que configura una escala con 17 graduaciones posibles en total, resumidas en 5 puntos básicos como se muestra en la Figura 2.

Cuadro 2: Puntuación de condición corporal en vacas lecheras, según Wildman et al.

Punto 1:
<p>a. Las apófisis espinosas de las vértebras lumbares se muestran puntiagudas al tacto y observadas conjuntamente emergen a modo de cresta dada la ausencia casi total de tejidos adyacentes. Las apófisis transversas resaltan en igual medida, remarcando la profunda oquedad de la fosa paralumbar.</p> <p>b. Insignificante presencia de tejidos alrededor de las tuberosidades coxal e isquiática, de ahí su aspecto anguloso y la profundidad de la depresión glútea.</p> <p>c. Escasa presencia de tejidos alrededor de la base de la cola, que explica, junto con la prominencia de ambas tuberosidades isquiáticas, la profunda depresión de la fosa isquio-rectal.</p>
Punto 2:
<p>a. La palpación de las apófisis espinosas sigue revelando su forma puntiaguda, aunque el efecto cresta ya no es tan manifiesto dada la mayor presencia de tejidos blandos, responsable a su vez de la menor profundidad de la fosa paralumbar.</p> <p>b. Apariencia todavía angulosa de las tuberosidades coxal e isquiática, aunque con una depresión no tan severa de la región glútea.</p> <p>c. Acumulación de tejidos alrededor de la base de la cola que propicia ya un ligero relleno de la depresión isquio-rectal.</p>
Punto 3:
<p>a. La detección por palpación de las vértebras lumbares sólo es posible aplicando una ligera presión dada la notoria presencia de tejidos anexos, que también explica la anulación del efecto cresta y que la fosa paralumbar apenas se perciba.</p> <p>b. La tuberosidad coxal e isquiática ofrecen un aspecto redondeado y apenas se aprecia depresión glútea alguna.</p> <p>c. La depresión isquio-rectal pasa prácticamente desapercibida, no apreciándose todavía signos de acumulación de grasa.</p>
Punto 4:
<p>a. Presencia evidente de tejido muscular y graso a nivel lumbar, cuyas vértebras son detectables al tacto previa aplicación de una fuerte presión. El perfil raquidiano de las vértebras se muestra plano o ligeramente convexo.</p> <p>b. Notoria redondez de las tuberosidades coxal e isquiática y apariencia plana de la depresión glútea.</p> <p>c. Patente acumulación de tejido graso en el área de la base de la cola.</p>
Punto 5:
<p>a. Ninguna de las estructuras óseas anteriores pueden ser detectadas dada la abundante acumulación de grasa subcutánea. La base de la cola aparece repleta de grasa.</p>

FUENTE: Journal Dairy in Science (1987)












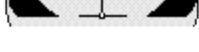













Grado de condición corporal	Vértebra en la espalda	Aspecto posterior del hueso pélvico	Aspecto lateral de la línea entre las caderas	Cavidad entre cadera y la tuberosidad isquiática	
				Aspecto posterior	Aspecto lateral
1 Subcondicionamiento severo					
2 Esqueleto obvio					
3 Buen balance de esqueleto y tejidos superficiales					
4 Esqueleto no tan obvio como tejidos superficiales					
5 Sobrecondicionamiento severo					

Figura 2: Calificación de la condición corporal de vacas lecheras, según Edmonson *et al.*

Posteriormente Ferguson *et al.* (1997) planteó un modelo evaluador basado en la inspección visual de siete rasgos corporales distribuidos, entre las regiones lumbar, pélvica y caudal, inspección tras la cual se califica cada animal con algunas de las puntuaciones incluidas en el Cuadro 3, en este caso, la escala de puntuación oscila entre dos y 4.5, por otro lado, fracciones intermedias también de 0.25 puntos, de modo que aparecen reconocidas un total de 11 puntos de condición corporal.

Cuadro 3: Puntuación de la condición corporal de vacas lecheras, según Ferguson et al.

CC	Región pélvica			Región lumbar		Región caudal	
	Depresión glútea	Tuberosidad isquiática ¹	Tuberosidad coxal	Apófisis espinosas	Apófisis transversas ²	Músculo coxígeo ³	Ligamento sacro-tuberal ⁴
2,00	V	Angular	Angular	Puntia gudas	Visible:	Fácilmente visible	Fácilmente visible
2,25	V	Angular	Angular	Putiagudas	Visible: 0,25-0,50	"	"
2,50	V	Angular/Redondeada	Angular	Redondeadas	"	"	"
2,75	V	Redondeada	Angular	"	"	"	"
3,00	V	Redondeada	Redondeada	"	"	"	"
3,25	U	"	"	"	Visible: 0,10	Fácilmente visible	Fácilmente visible
3,50	U	"	"	"	"	Perceptible	Fácilmente visible
3,75	U	"	"	"	Imperceptibles		Perceptible
4,00	U	"	"	"	Imperceptibles		
4,25	U	"	"	Perceptibles	Imperceptibles		
4,50	Plana	Imperceptibles					

¹ La diferencia entre una tuberosidad isquiática angular/redondeada y otra angular es detectada por palpación: en el primer caso se aprecia una ligera capa de grasa, no así en el segundo.

² Los números indican la porción visible de las apófisis.

³ Identificado antiguamente como el ligamento isquio-coxígeo.

⁴ Se trata, en realidad, de la porción sacro-tuberal del ligamento sacro-esciático.

FUENTE: Center for Animal Health and Productivity University of Pennsylvania (1997)

2.3 MOMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN CORPORAL

2.3.1 ESTADOS PRODUCTIVOS DE ALTA DEMANDA NUTRICIONAL

a. Etapa de Transición

El periodo de seca, en especial el periodo de transición es caracterizado porque durante las tres últimas semanas antes del parto, se debe cubrir las necesidades nutritivas de la vaca y del feto y al mismo tiempo prevenir la aparición de problemas metabólicos, es un periodo de cambios endocrinos dramáticos y bruscos, estos preparan a la vaca para el parto y la lactogénesis (Maiztegui, 2003).

Las necesidades de todos los nutrientes esenciales se incrementan en el último tercio de la gestación, en especial la demanda energética, donde la glucosa constituye el 50% del sustrato energético para el feto, el 25% lactato y el 25% restante proviene de los aminoácidos, con unos requerimientos de 500 gr. de glucosa al final de la gestación, según McClure (1995) citado por Rúgeles (1995).

Los cambios endocrinos y la reducción en el consumo de materia seca (CMS) durante la última fase de gestación influyen en el metabolismo y la movilización de grasa a partir del tejido adipocito y el glucógeno del hígado; se incrementa la concentración de ácidos grasos no esterificados en el plasma entre la segunda y tercera próximas al parto; la que originaría un menor consumo de materia seca y si a esto se le suma el cambio de dieta de alta concentración a una alta en fibra, se termina por alterar la población microbiana ruminal y las características del epitelio ruminal.

El consumo de materia seca es importante porque es la manera de consumo de nutrientes (energía, proteína y minerales) y en esta categoría de animales es donde se producen mayores cambios cuantitativos en CMS, reduciéndose entre un 20 a 40 por ciento en escasos días, contrapuesto a la demanda de nutrientes.

Evolución del CMS como porcentaje del peso vivo (PV) y kilogramo de materia seca por día (MS/d), en relación a los días previos al parto y peso vivo, en caso de vaquillonas, como se indica en el Cuadro 4.

Cuadro 4: Consumo de materia seca en vaquillonas, próximos al día de parto.

Días al Parto	PV, Kg 450		PV, Kg 500		PV, Kg 550		PV, Kg 600	
	% PV	Kg. MS	% PV	Kg. MS	% PV	Kg. MS	% PV	Kg. MS
-40	1.71	7.7	1.71	8.5	1.71	9.4	1.71	10.3
-30	1.71	7.7	1.71	8.5	1.71	9.4	1.71	10.3
-20	1.709	7.7	1.709	8.5	1.709	9.4	1.709	10.3
-10	1.689	7.6	1.689	8.4	1.689	9.3	1.689	10.1
-1	1.224	5.5	1.224	6.1	1.224	6.7	1.224	7.3

FUENTE: Nutrient Requirements of Dairy Cattle (2001)

Evolución del CMS como % del PV y Kg. de MS/día, en relación a los días previos al parto y peso vivo, en caso de vacas, como se indica en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Consumo de materia seca en vacas, próximos al día de parto.

Días al Parto	PV, Kg 450		PV, Kg 500		PV, Kg 550		PV, Kg 600	
	% PV	Kg. MS	% PV	Kg. MS	% PV	Kg. MS	% PV	Kg. MS
-40	1.71	8.5	1.71	9.4	1.71	10.3	1.71	11.1
-30	1.71	8.5	1.71	9.4	1.71	10.3	1.71	11.1
-20	1.709	8.5	1.709	9.4	1.709	10.3	1.709	11.1
-10	1.689	8.4	1.689	9.3	1.689	10.1	1.689	11
-1	1.224	6.1	1.224	6.7	1.224	7.3	1.224	8

FUENTE: Nutrient Requirements of Dairy Cattle (2001)

Las necesidades energéticas para esta etapa cubre los requerimientos de mantenimiento y gestación, una demanda adicional podría ser el aumento de peso vivo, aunque se recomienda no ganar peso en este momento pero si el lote de vacas estuviera con escaso estado corporal, se planifica un aumento de peso entre 0.5 a 0.7 kg/día a los efectos de lograr cerca de un punto de condición corporal en todo el periodo (Maiztegui, 2003).

La evaluación de la condición corporal al secado es útil para corroborar que la alimentación durante los últimos meses de lactancia haya permitido una correcta recuperación de reservas corporales, durante este periodo, los animales no deberían perder condición corporal (Griguera, 2005).

Para Davis (1993) las vacas secas como grupo deben tener una media de calificación corporal de cerca del 3.5 al secado y al parto, sin embargo Hutjens (2003) considera que una condición corporal óptima oscila entre 3.25 a 3.75.

b. Lactancia

Durante la etapa temprana de la lactación la BCS es evaluada para estimar la movilización de los depósitos grasos e darnos un indicativo del balance energético del animal, se ha encontrado que el ochenta por ciento de las vacas pierden condición corporal en esta etapa, el balance energético negativo previo a alcanzar el pico de producción ocurre en la mayoría del ganado, no consumen la cantidad de energía y proteína requerida para crecimiento, mantenimiento y producción (Lucy, 2001)

De acuerdo al Nutrient Requirements of Dairy Cattle (NRC, 2001) durante los primeros 30 días de secado se debe ofrecer dietas balanceadas y de moderada densidad energética (1.25 Mcal EN_L/kg MS) mientras que durante los últimos 20 días antes del parto se recomienda aumentar la densidad energética (1.54 Mcal EN_L/kg MS) con la finalidad de acostumbrar a los animales a dietas de inicio de lactancia.

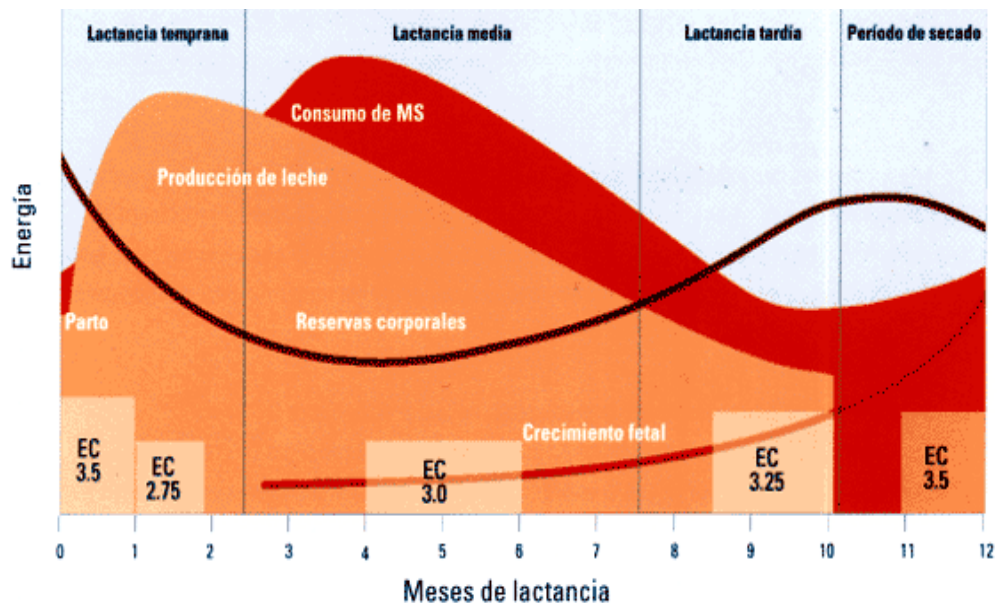


Figura 3: Evolución del consumo de materia seca, producción de leche y reservas corporales en el ciclo de la lactancia.

Las vacas que paren con condiciones corporales superiores a las deseadas, presentan mayores restricciones al consumo de alimentos al inicio de la lactancia agudizando los balances energéticos negativos, esto induce a una mayor movilización de grasas que no pueden ser metabolizadas por el hígado (Griguera *et.al*, 2005)

Para Davis (1993) el mayor drenaje de la energía del almacenamiento corporal ocurre durante los primeros 40 días de lactancia, la tasa de movilización aumenta rápidamente del primero al catorceavo día después del parto, el punto en que regularmente alcanza la cima se hace durante los 28 días de lactancia.

Durante las primeras cuatro a seis semanas post-parto, el consumo de alimento de la vaca no aumenta tan rápido como la producción de leche, lo que resulta en movilización de las reservas corporales, por lo tanto, durante los primeros dos meses de lactancia, el grado al que una vaca va a perder condición corporal es determinado por el balance entre su capacidad de captación de nutrientes y su potencial genético para producción de leche (García, 2008).

De acuerdo con el NRC (2001), el equilibrio entre la movilización de tejidos y su depósito en una vaca alimentada adecuadamente puede ocurrir aproximadamente a los 60 días post-parto.

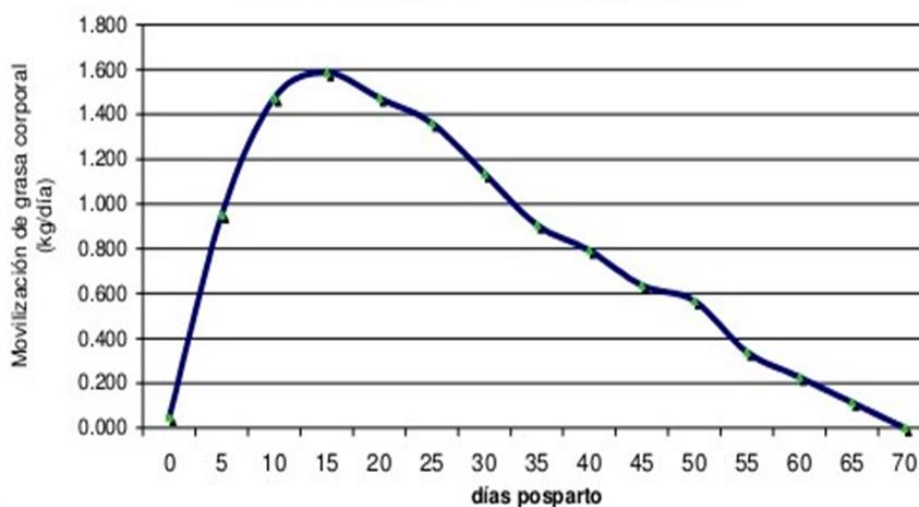


Figura 4: Movilización de grasa corporal (kg/día) después del parto.

Se recomienda que las vacas al momento del parto deben alcanzar una condición corporal de 3.0 a 3.5 puntos (Hulsen, 2007).

Una condición corporal moderadamente baja parecería tener respuestas positivas sobre la salud y la producción de leche en inicio de lactancia, siempre y cuando luego del parto se logren altos consumos de alimentos de buena calidad, en el caso de tener una pobre condición corporal (2.5 puntos) producen menos leche por carecer de reservas energéticas necesarias para sostener altas producciones (Roche, 2009)

2.4 CONDICIÓN CORPORAL Y REPRODUCCIÓN

La evaluación de condición corporal puede servir para evaluar fenómenos complejos como la movilización de reservas corporales en diferentes estados fisiológicos del animal, a una condición corporal dada, el comportamiento productivo del animal será diferente, debido a que está sujeto a incrementos o decrementos de su condición corporal; los animales presentan prioridades fisiológicas de sobrevivencia o mantenimiento, crecimiento, gestación y producción (Osorio, 2010).

Al principio de la lactancia las vacas experimentan una alta tensión metabólica, desde el momento del parto, una vaca de 635 Kg. produce 45 Kg. de leche, altera sus requerimientos de energía en cuatro veces y sus necesidades de nutrientes ocurren al mismo tiempo en que el apetito de la vaca se encuentra rezagado muy por detrás de sus requerimientos nutricionales (Davis, 1993).

Durante las primeras cuatro a seis semanas post-parto, el consumo de alimento de la vaca no aumenta tan rápido como la producción de leche, lo que resulta en movilización de las reservas corporales, por lo tanto, durante los primeros dos meses de lactancia, el grado al que una vaca va a perder condición corporal es determinado por el balance entre su capacidad de captación de nutrientes y su potencial genético para producción de leche (García, 2008).

De acuerdo al cuadro 6, según Wiltbank citado por Davis (1993) las vacas de buena condición corporal llegan a alcanzar una mayor tasa de retorno al celo superado los dos meses y medio post parto, viéndose afectado las vacas de condición corporal flaca y moderada, sin embargo para López (2006) el factor crítico es la velocidad a la que el animal pierde condición corporal después del parto y no la condición con la que parió.

Cuadro 6: Condición corporal de las vacas al parto y porcentaje acumulado de retorno al celo.

Condición	Porcentaje Acumulado de retorno al celo				
	Días después del parto				
	40	50	60	70	80
Flaca	19	34	46	55	62
Moderada	21	45	61	79	88
Buena	31	42	91	96	98

FUENTE: Alimentación de la vaca lechera alta productora (1993)

Según Butler (1981) citado por Montiel (2005) en ganado lechero se ha encontrado una relación positiva entre el balance energético de las primeras semanas postparto y el intervalo entre el parto y la primera ovulación, mientras que para otros autores no existe relación entre el balance energético negativo y el anestro postparto. De acuerdo a lo revisado por Butler (1991) se encontró que la primera ovulación ocurre en los primeros 14 días, mientras el animal permanece en un balance energético negativo.

Mientras más pronto el retorno al celo, se acorta el periodo voluntario de espera y reduce por ende el intervalo entre partos. Price *et al.* (2000) evaluó la condición corporal un mes antes del parto y halló una fuerte correlación con el intervalo entre partos, particularmente en vacas de primer parto.

Las vacas con baja condición corporal (1.5 en 1-5 escala) al parto tienden a perder menos puntos de condición corporal, a incrementar en menor tiempo su consumo de materia seca y esto les permite mantener y a incrementar la producción, en cambio en los animales con BCS alta (>3.0), pierden más rápidamente condición corporal, presentan anestros más prolongados y alguna enfermedad metabólica, demostraron Froid and Croxton (1978) citados por Montiel (2005).

De acuerdo a McClure (1994) citado por Rúgeles (2005) las vacas están en balance energético negativo con valores menores de 30 mm/dl de glucosa en sangre, presentan una fertilidad reducida. Las vacas con menores valores de glucosa en sangre también presentan reducida cantidad de progesterona en plasma, la reanudación de los ciclos estrales después del parto guarda relación con los cambios de peso al final de la gestación y el estado de carnes al momento del parto, las vacas que se encuentran en estado de carnes medio a bueno (índice de condición corporal mayor a 2.5 dentro del intervalo de 1 a 5) presentan celo en un tiempo mínimo.

La nutrición es el mayor factor que determina la eficiencia reproductiva en ganado de leche, una restricción prolongada de energía en la dieta, tiene como resultado una pérdida de peso y condición corporal y por ende un decremento en la actividad del ciclo estral, debido a principalmente a que se suprime la secreción de la hormona luteinizante (LH), reduce las concentraciones del factor liberador de insulina tipo I (IGF-I) y de glucosa e incrementa las concentraciones en el plasma de hormona de crecimiento (GH) y ácidos grasos no esterificados. (Richards, 1991).

Estas alteraciones de las hormonas metabólicas, como GH, insulina e IGF-I y de metabolitos sanguíneos como glucosa y ácidos grasos no esterificados (NEFA), son indicativos de la disponibilidad energética del animal y pueden proveer unas señales que median los efectos de la subnutrición, sobre el eje hipotálamo-pituitaria-ovario.

Las implicancias de estos desbalances energéticos, con su consecuente pérdida de condición corporal, altera notoriamente el metabolismo y la función endocrina e igualmente el desarrollo folicular, teniendo como consecuencia final alteraciones de la actividad ovárica.

Fisiológicamente, los cambios endocrinos y metabólicos tiene una serie de respuestas en busca de restablecer el balance energético que se presenta en el animal, desafortunadamente, dicho ajuste repercute negativamente sobre la actividad ovárica, ya que el organismo denota mayor importancia a su supervivencia que al aspecto reproductivo.

2.4.1 PARÁMETROS REPRODUCTIVOS EN ESTABLOS LECHEROS

La reproducción de nuestros animales es el “motor” que mueve productivamente nuestra explotación, el estado reproductivo de nuestro rebaño condiciona el ritmo de partos, y éste la producción individual y colectiva de nuestra explotación.

El prolongado anestro postparto es uno de los principales factores que limitan la eficiencia reproductiva en ganado lechero, sobre todo en las regiones del trópico. Durante el anestro, la ovulación no ocurre a pesar del desarrollo folicular, porque los folículos no alcanzan la madurez (Montiel, 2005).

Según Fallas et al. (1987) citado por Montiel, el anestro postparto es normal siempre y cuando este comprendido dentro de los 90 días, si este llega a superior este periodo e incluso supera los 150 días, estamos hablando de serios problemas en nuestro ganado y esto por ende resulta en pérdidas económicas obteniéndose intervalos entre partos superior a los 13 meses.

a. PERIODO DEL PARTO AL PRIMER SERVICIO

Como su nombre lo indica, los días al primer servicio son los días transcurridos entre el parto de la vaca y su primera inseminación o servicio. Esta representa una oportunidad única, ya que se sabe cuál es el estado de todas las vacas en ese momento –no preñadas- lo que permite el uso de los sistemas de sincronización hormonal, sin el riesgo de abortar una preñez previamente establecida.

b. NÚMERO DE SERVICIOS POR PREÑEZ

Es la cantidad de inseminaciones realizadas en una vaca con la finalidad de obtener una preñez, éste parámetro reproductivo responde mejor a factores fisiológicos.

c. DIAS VACÍOS

El intervalo parto-concepción también llamado días abiertos es considerado los días transcurridos desde el parto de una vaca hasta la próxima preñez de la misma (Olivera, 2010).

El reinicio de la ciclicidad ovárica post-parto se encuentra afectado por la raza, edad, número de parto, estado nutricional, los cambios de peso durante el puerperio, las enfermedades post-parto y la producción de leche, entre otros. El inmediato reinicio de la actividad ovárica post-parto facilita las posibilidades de que el animal presente un intervalo corto entre el parto y la concepción, y de esa manera, se pueda aumentar el rendimiento de producción de leche durante su vida productiva. En general, las vacas lecheras en crianza intensiva reinician su actividad cíclica alrededor de los 30 días del parto, aunque la manifestación de celo puede pasar desapercibida (Hutjens, 2003).

Ferguson (1995) resaltó que al principio de los días abiertos la variación entre los ingresos entre vacas es de 50 dólares, sin embargo si llegamos a los 120 días la variación llega a los 150 dólares; a medida que nos vamos a los 130 días abiertos andamos en el rango de más de 13.5 meses de intervalo entre partos y eso puede hacer variar cada año cada vez más la eficiencia reproductiva.

2.5 CONDICIÓN CORPORAL Y PRODUCCIÓN DE LECHE

El inicio de la lactancia y la transición metabólica hacia el pico de producción de leche son dos eventos que ocurren rápidamente en los bovinos lecheros. Se denomina repartición de nutrientes al proceso a través del cual los nutrientes son prioritariamente asignados para la producción lechera. El rápido incremento en los requerimientos de lactación causa un balance energético negativo durante el postparto temprano que puede prolongarse varias semanas. La repartición de nutrientes y el balance energético negativo afectan la concentración de hormonas que controlan la función reproductiva (Lucy, 2001)

Así como proporciona los ácidos grasos de cadena larga para la producción de grasa de la leche, la lipólisis proporciona un sustrato de energía para los tejidos no mamarios en los

primeros días de la lactancia, evitando de este modo un mayor empleo de la glucosa para la síntesis de la lactosa por la glándula mamaria y el aumento de la producción de leche, según Bauman citado por Roche (2007).

Para Davis (1993) desde el parto hasta después del pico de producción de leche, la vaca descansa grandemente sobre los depósitos corporales de grasa para llenar sus necesidades de energía para la lactancia. Los datos del Cuadro 7 muestran que la vaca con 9,979 Kg de leche (50 Kg. al pico) sigue en balance negativo de energía durante los 125 días del parto.

Cuadro 7: Balance calculado de energía para vacas lecheras

Nivel de producción: kg/lactación	Pico producción de leche: kg/día	Balance energético tisular Días después del parto. ----- (Mcal/día) -----					Total de Megacalorías movilizadas	Día 14 kg/día	Total kg
		14	42	70	126	210			
5, 987	30	-4.2	-1.5	1.0	3.8	3.8	138	0.44	18.1
6, 985	35	-5.8	-3.3	-0.5	3.1	3.8	215	0.66	28.1
7, 983	40	-7.6	-5.2	-2.3	2.0	3.8	346	0.80	44.9
8, 981	45	-9.5	-7.4	-4.2	0.7	3.7	461	1.01	59.8
9, 979	50	-11.6	-9.7	-6.2	-0.7	3.1	700	1.23	90.7

FUENTE: Alimentación de la vaca lechera alta productora (1993)

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 INFORMACIÓN DEL ESTABLO

3.1.1 UBICACIÓN

El presente estudio se realizó en el Establo Monte Grande, ubicado en la zona denominada Arica, Pampa Los Gramadales Mz A Lt 98, a la altura del km 31.5 de la Carretera Panamericana Norte, en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Puente Piedra; sus coordenadas geográficas son 11°51'30'' de latitud sur y 77°05'25'' de longitud oeste; a una altitud de 190 m.s.n.m.(Collantes *et al.* 1999), está ubicado geográficamente en la Zona Baja del Valle del Río Chillón que se caracteriza por presentar un clima extremadamente árido; ésta zona presenta una temperatura promedio anual de 20°C, con un mínimo de 12°C en invierno y un máximo de 30°C en verano. La humedad relativa promedio anual es del 77.6%, llegando hasta el 95% en época de invierno.

3.1.2 ANIMALES

La data productiva y reproductiva colectada del periodo en estudio, corresponde a vacas Holstein puras, todas ellas debidamente registradas en la Asociación Holstein del Perú.

La distribución de los animales está dada en función de su edad, estado fisiológico, condición corporal y etapa productiva con la finalidad de un mejor manejo por lotes; están debidamente identificadas por un arete plastificado colocado en la oreja derecha.

3.1.3 SISTEMA DE CRIANZA

El manejo y cuidado de los animales esta dado bajo el sistema estabulado, comprendiéndose dos áreas bien marcadas; la zona de recria, compuesta por los animales más jóvenes que van desde las terneras de 10 meses hasta las vacas de segundo parto; agrupadas en lotes de 30 animales por corral en un área de 80 m² por animal en promedio; y la zona de vacas adultas

que comprende vacas de tercer parto a más; tanto en la zona de recria como en la zona de vacas adultas, las vacas lactantes son reordenadas de acuerdo a sus días en lactación.

3.1.4 ALIMENTACIÓN

La alimentación de las vaquillas, vaquillonas, vacas secas y vacas en producción está en base a concentrado y forraje; dependiendo de la estación hay una gran variabilidad con respecto a la calidad y disponibilidad del forraje, en los meses de abundancia se entrega maíz chala en un porcentaje de 43 por ciento y 57 por ciento en concentrado que contiene 1.9 de energía neta de lactación y 27.1% de proteína cruda.

3.1.5 MANEJO REPRODUCTIVO

Toda actividad en el área reproductiva empieza por la detección de celos tanto en vaquillas como en vacas, durante el día los técnicos de campo observan el comportamiento de las vacas, en busca de si una monta a otra en el corral. Estos animales son registrados manualmente para luego contrastar el evento con el último celo detectado y si proviene de algún tratamiento en específico.

En el caso de las vaquillas, si entran en celo y alcanza el peso de 350 kg se revisa para observar el flujo el cual debe ser cristalino, luego del cual se inseminará con semen importado.

En las vacas se insemina a partir de 60 días después del parto, teniendo que presentar flujo limpio y teniendo como mínimo 2.5 de condición corporal, después de ello se procede a examinar con el espéculo la condición de la cervix y el flujo.

3.1.6 ORDEÑO

El establo cuenta con dos salas de ordeño tipo espina de pescado de doble manga, una ubicada en la zona de vacas adultas y la otra en la zona de recria donde están las vacas de primer y segundo parto.

El ordeño se realiza dos veces al día; la primera a las dos de la mañana y la última a las dos de la tarde; durando cada ordeño aproximadamente 4 horas.

La rutina empieza por agrupar los animales en la sala de espera hasta hacerlas ingresar a la sala de ordeño donde primero se desinfectarán los pezones con agua, se las secará con papel toalla, finalmente se les aplicará yodo solución al 0.25 por ciento; se colocarán las pezoneras correctamente y una vez terminado el ordeño se retiran las pezoneras, se las coloca en una solución desinfectante por un espacio de 5 min y para terminar el proceso se vuelve a desinfectar los pezones y a sellarlos con yodo, creando una ligera película para impedir el ingreso de agentes patógenos que puedan generar mastitis en los animales.

3.2 MATERIALES

3.2.1 PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Se emplearon los Registros existentes en el establo, que contienen la información productiva, proporcionada por el Servicio Oficial de Productividad Lechera (SOPL) de la Cuenca de Lima, del Programa de Mejoramiento Animal de la Universidad Nacional Agraria La Molina, éstos nos brindaron la siguiente información: código de la vaca (VACA), fecha de parto (FPARTO), número de parto (NPARTO), fecha de secado (FSECA), y producción de leche a los 305 días (P305).

- ***Producción de leche a 305d (kg):*** Cantidad de leche producida desde la fecha de parto hasta los 305 días en lactancia, se expresa en kilogramos. Se obtuvo el promedio de 9.125 kg, 1.343 desviación estándar, 0.15 coeficiente de variación, 5'198.00 Kg de leche mínimo y 14,000 kg máximo, promedio de 2.5 partos.

3.2.2 PARÁMETROS REPRODUCTIVOS

Se obtuvo una copia de la base de datos del Software Agritec 8.5.0 de la Edición Vaquitec Enterprise 2012 que contiene información productiva y reproductiva: fecha de servicio-concepción (FCONCEP), fecha de parto (FPARTO), números de parto (NPARTO), edad al parto (EDPARTO), días vacíos (DVACIO), intervalo entre partos (INTERPARTO). A los

cuales se les incorporó la condición corporal al momento del secado (SCCSECA), primer servicio post-parto (BCS1SERV), servicio-concepción (SCCCONCEP) y parto (SCCPARTO).

PARÁMETROS REPRODUCTIVOS:

- **Número de Servicios:** Es la cantidad de inseminaciones necesarias para lograr una preñez, se mide en números enteros. Se obtuvo el promedio de 2.3 servicios, 1.65 desviación estándar, 0.71 de coeficiente de variabilidad, 9 servicios como máximo, 1 servicio como mínimo.

PUNTAJE DE CONDICIÓN CORPORAL

- **Condición Corporal al Secado:** Medida subjetiva de los depósitos de grasa en la vaca, al momento del secado. Condición corporal óptima en momento de secado: 3.0 a 3.5. Se obtuvo un promedio de 2.74 de BCSSECA, 0.64 de desviación estándar, 0.27 de coeficiente de variabilidad, mínimo 1 de BCSSECA, máximo 4 de BCSSECA.
- **Condición Corporal al Parto:** Medida subjetiva de los depósitos de grasa en la vaca, al momento del parto. Condición corporal óptima al momento del parto: 3.0 a 3.5. Se obtuvo un promedio de 2.91 de BCSPARTO, 0.55 de desviación estándar, 0.19 de coeficiente de variabilidad, mínimo 1 de BCSPARTO, máximo 4 de BCSPARTO.
- **Condición corporal al Primer Servicio Post-Parto:** Medida subjetiva de los depósitos de grasa, al momento de la primera inseminación post-parto. Condición corporal óptima al momento del primer servicio post-parto: 2.5 a 3.0. Se obtuvo un promedio de 2.51 de BCS1SERV, 0.43 de desviación estándar, 0.17 de coeficiente de variabilidad, mínimo 1.5 de BCS1SERV, máximo 3.5 de BCS1SERV.
- **Condición Corporal al momento de Servicio-Concepción:** Medida subjetiva de los depósitos de grasa, en el servicio que se diagnosticó positivo. Condición corporal óptima al momento del servicio-concepción: 2.5 a 3.0. Se obtuvo un promedio de

2.54 de BCSCONCEP, 0.50 de desviación estándar, 0.20 de coeficiente de variabilidad, mínimo 2.0 de BCSCONCEP, máximo 3.5 de BCSCONCEP.

3.3 METODOLOGÍA

La investigación se realizó en tres etapas:

Primera Etapa; se llevó a cabo la recopilación de datos de los registros existentes en el establo, fueron consideradas campañas completas de los animales que hayan tenido por lo menos un parto entre los años del 2010 al 2013. Es así que se recopilaron un total de 346 lactaciones de un total de 99 animales.

Segunda Etapa; las calificaciones de condición corporal de acuerdo a los eventos de seca, parto y servicio-concepción fueron incorporados a partir de relación entre las fechas de parto, seca y concepción en conjunto con el registro de manejo del área de campo del establo. El establo Monte Grande trabaja el tema de calificación corporal en números enteros y medios puntos a partir del año 2009.

La evaluación de la condición corporal se inicia con aquellas terneras que hayan alcanzado el peso y la edad óptima para servicio, siendo este de 360 kg y 12 meses de edad, respectivamente, para determinar el peso de la ternera se emplea una cinta torácica para vacas de la raza Holstein, ésta rodea el tórax de la ternera y de acuerdo a su longitud nos permite determinar el peso aproximado; a la par se determina su condición corporal a través de una evaluación visual y palpación de los depósitos de grasa en la tuberosidad isquiática, apófisis transversas, vértebras espinosas; como también por el profundidad de las cavidad del ijar, base la cola; se ha empleado el sistema de evaluación americano.

En el caso de vacas múltiparas se determina la condición corporal en el momento del secado, parto y servicio, utilizándose el sistema de evaluación israelí.

Tercera Etapa: Los datos recolectados, organizados y manejados en una base digital fueron analizados en el programa SAS 9.2, un software estadístico que posee una naturaleza doble, de programa y de lenguaje de programación.

3.4 MODELO ESTADÍSTICO

Para determinar el efecto de la condición corporal sobre la variable dependiente: producción de leche a los 305 días y número de servicios por preñez, se ha considerado los siguientes modelos:

3.4.1 MODELO ESTADÍSTICO PARA PRODUCCIÓN DE LECHE A LOS 305 DÍAS:

Para evaluar el efecto de la condición corporal sobre la producción de leche a los 305 días, se empleó el modelo de regresión lineal múltiple, el cual explica la relación entre la variable dependiente: P305 y las variables independientes: BCSSECA, BCSPARTO, BCS1SERV y BCSCONCEP, la cual se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$P305 = b_0 + b_1BCSSECA + b_2BCSPARTO + b_3BCS1SERV + b_4BCSCONCEP + b_5ESTPARTO + b_6EPARTO$$

Los coeficientes b_1 al b_6 explican el comportamiento en la producción de leche por el incremento unitario de la correspondiente variable independiente.

Donde:

P305 = Producción de leche a los 305 días.

B_0 = Intercepto.

BCSSECA = Valores de la condición corporal de la vaca en el momento de seca.

BCSPARTO = Valores de la condición corporal de la vaca al momento del parto.

BCS1SERV = Valores de la condición corporal de la vaca al primer servicio postparto.

BCSCONCEPT= Valores de la condición corporal de la vaca al quedar preñada.

ESTPARTO = Estación al momento del parto (invierno, verano).

EPARTO = Edad de la vaca al momento del parto (meses).

3.4.2 MODELO ESTADÍSTICO PARA NÚMERO DE SERVICIOS POR PREÑEZ

Para evaluar el efecto de la condición corporal sobre el parámetro reproductivo: número de servicios por preñez, se empleó el modelo de **regresión logística**, nos indica que tan probable es que una vaca quede preñada conforme al número de servicios que se registraron en un ciclo lactacional.

$$\ln(p/(1-p)) = b_0 + b_1BCSSECA + b_2BCSPARTO + b_3BCS1SERV + b_4BCSCONCEPT + b_5ESTPARTO + b_6EPARTO$$

Los coeficientes b_1 al b_6 explican el comportamiento en la producción de leche por el incremento unitario de la correspondiente variable explicativa x

Donde:

$\ln(p/(1-p))$ = Probabilidad de éxito para la variable Número de Servicios.

B_0 = Intercepto.

BCSSECA = Valores de la condición corporal de la vaca en el momento de seca.

BCSPARTO = Valores de la condición corporal de la vaca al momento del parto.

BCS1SERV = Valores de la condición corporal de la vaca al primer servicio postparto.

BCSCONCEPT= Valores de la condición corporal de la vaca al quedar preñada.

ESTPARTO = Estación al momento del parto (invierno, verano).

EPARTO = Edad de la vaca al momento del parto (meses).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron un total de 346 lactaciones provenientes de 99 vacas Holstein, con al menos un parto durante el periodo 2010 – 2013. Se determinaron los estadísticos descriptivos del establo para las variables en estudio, como: promedio (\bar{X}), desviación estándar (SD), coeficiente de variabilidad (CV), mínimo (MIN) y máximo (MAX), como se indica en el Cuadro 8.

Cuadro 8: Estadísticos descriptivos del Establo Montegrande, 2010 - 2013

Variables	n	\bar{X}	SD	CV	MIN	MAX
Peso Ternera	99	367.40	16.19	0.04	340	480
BCS 1er Servicio	342	2.51	0.43	0.17	1.5	3.5
Número Servicios	346	2.3	1.65	0.72	1	9
BCS Concepción	346	2.54	0.50	0.20	2	3.5
Peso en Seca	247	602.86	75.38	0.13	457	860
BCS Seca	247	2.74	0.65	0.24	1	4
Lactancias	346	2.29	1.04	0.46	1	5
BCS Parto	346	2.90	0.54	0.19	1	4
Intervalo Parto	247	430	100	0.23	328	924
Edad al Parto	346	3.59	1.21	0.33	1.76	6
Producción 305 días	346	9126	1343	0.15	5192	14'000

FUENTE: Elaboración propia.

4.1 PRODUCCIÓN DE LECHE A LOS 305 DÍAS

La producción de leche a los 305 días (P305) y el número de vacas evaluadas de acuerdo a su lactación como se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9: Número de vacas por lactancia, promedio de producción de leche, número de servicios y condición corporal en seca, parto, primer servicio y concepción.

LACTANCIA	n	P305 ±SD	NSERV ± SD	BCSSECA ± SD	BCSPARTO ± SD	BCS1SERV ± SD	BCSCONCEP ± SD
1	99	8,287 ± 727	1.53 ± 0.94	-	2.96 ± 0.28	2.98 ± 0.12	2.99 ± 0.10
2	100	8,892 ± 1025	2.28 ± 1.40	2.59 ± 0.60	2.75 ± 0.61	2.44 ± 0.39	2.46 ± 0.51
3	147	9,844 ± 1465	2.84 ± 1.95	2.81 ± 0.73	2.99 ± 0.59	2.26 ± 0.33	2.29 ± 0.46

FUENTE: Elaboración propia.

Para determinar la calificación de condición corporal se evaluó visualmente y por palpación los depósitos de grasa de los animales en estudio, el modelo de regresión lineal múltiple propuesto para la variable P305 explica el 24 por ciento de la variación de la producción de leche, resultando un modelo significativo ($p < 0,001$). De acuerdo a la Tabla 10, se muestra que BCSSECA, LACTANCIA y EDPARTO fueron asociadas significativamente con P305 ($p < 0,05$).

Cuadro 10: Parámetros estimados de la regresión lineal múltiple

Variable	GL	Coefficientes	Error	Valor t	Pr>F
Intercepto	1	10754,80	820,85684	6,23	<.0001
BCS Seca	1	- 105.88	96,07461	-0,29	0,0030
BCS 1er Servicio	1	- 612,24	222,60201	0,31	0,7541
BCS Concepción	1	- 167,18	166,54793	0,48	0,6282
BCS Parto	1	80,733	127,10027	2,89	0,7423
Lactancia	1	440,78007	295,74356	-1,49	0,0031
Estación al Parto	1	-246,945	127,41926	0,15	0,8791
Edad al Parto	1	12,831	19,86071	4,22	<.0001

FUENTE: Elaboración propia.

Se desprende que el modelo que mejor predice el comportamiento de P305 es:

$$P305 = 10754,80 - 105.88BCSSECA + 80,733BCSPARTO - 612,24BCS1SERV - 167.18BCSCONCEP - 246,945ESTPARTO + 12,831EPARTO.$$

Los parámetros estimados indican que un incremento de un punto en BCSSECA por encima de los parámetros óptimos (3.0 a 3.5) están asociados a un menor producción de leche a los 305 días (P305), de mantenerse constantes las demás variables en estudio, esto involucraría una pérdida de 105 kg de leche a los 305 días; para Montiel (2003) un grupo de vacas secas que presente animales extremos, vacas muy magras y vacas obesas, no sólo van a afectar la productividad del establo sino también presentarían problemas metabólicos. De la misma manera Ruegg (1994) indica que una condición óptima al momento del secado es de 3.5; Para Domecq (1995) se debería mantener la misma condición corporal del secado y el parto; ya que si se perdiese o ganase más de un punto, esto impactaría en una menor producción de leche acumulada.

4.2 NÚMERO DE SERVICIOS POR PREÑEZ

De un total de 797 servicios realizados en 99 vacas entre primíparas y múltiparas, resultó 346 inseminaciones exitosas durante el periodo en estudio; se evaluó la probabilidad de un servicio exitoso (vaca preñada = 1) versus uno que no (vaca vacía = 0) a través de un análisis de regresión logística modelo acumulado, donde se evalúa la probabilidad de éxito (vaca preñada) de acuerdo al número de servicios que recibió en esa lactancia la vaca. En el Cuadro 11 se puede ver la frecuencia por cada servicio en el cual la vaca preñó.

Cuadro 11: Frecuencia acumulada de servicios

Perfil de Respuesta		
Valor Ordenado	NSERVICIOS	Frecuencia Total
1	1	65
2	2	17
3	3	8
4	4	4
5	5	1

FUENTE: Elaboración propia.

El método de máxima verosimilitud, es el método de estimación de los parámetros para el modelo logístico, éste determina los valores de los parámetros β y nos permite estimar su significancia al modelo, los cuales maximizan la probabilidad de obtener los datos observados. No se halló significancia ($p > 0.05$) para ninguno de las variables independientes en estudio: BCSSECA, BCSPARTO, BCS1SERV, BCSCONCEP; como se indica en el Cuadro 12.

Cuadro 12: Método de máxima verosimilitud para regresión logística

Variable	GL	Estimador	Error	Chi-cuadrado	Pr>Chisq
Intercepto 1	1	31,26420	2372,4	0,0002	0,9895
Intercepto 2	1	32,37800	2372,4	0,0002	0,9891
Intercepto 3	1	33,46630	2372,4	0,0002	0,9887
Intercepto 4	1	35,11490	2372,4	0,0002	0,9882
BCS 1er Servicio	1	-12,53300	790,8	0,0003	0,9874
BCS Concepción	1	2,44420	1,8118	1,8200	0,1773
Edad al 1er Servicio	1	-0,01320	0,2183	0,0037	0,9518

FUENTE: Elaboración propia.

El modelo propuesto para determinar en qué número de servicio se haya una mejor probabilidad de éxito para que una vaca preñe, resultó no significativa ($p > 0.001$); por ende, superado el periodo de espera voluntario y bajo una debida inspección que garantice que es un celo limpio, la vaca debe ser inseminada ya que no es significativo el número de servicios sobre que ésta preñe.

Para Apocada (2005) los cambios en la condición corporal durante el secado y parto perjudicarían el retorno a celo de las vacas impactando así en parámetros reproductivos como: días vacíos, intervalo entre partos y número de servicios. Sin embargo para Lucy (2001) la condición corporal momento del servicio no guarda ninguna relación con que el animal preñe o no, indica que hay una mayor relación ($p < 0.001$) con la condición corporal al momento del secado y a los 100 días en leche; ambos periodos nos indican si las pautas de manejo y alimentación aportan a un mejor desempeño reproductivo del animal.

V CONCLUSIONES

- La condición corporal en el momento de secado, el número de lactancia y la edad al parto influyen sobre la producción de leche a los 305 días, de incrementarse un punto de condición corporal durante el secado, por encima del ideal (3.0 a 3.5) éste impactaría negativamente sobre la producción de leche.
- Para la variable número de servicios no se halló ninguna relación significativa ($p < 0.001$) entre está y las variables BCSSECA, BCSPARTO, BCS1SERV, BCSCONCEP, siendo necesario servir siempre que el animal presente un celo limpio.

VI RECOMENDACIONES

1. Para tener vacas que inicien la etapa de seca con condición corporal de 3.0 puntos; se debe monitorear la condición corporal de las vacas que se encuentren en la etapa final del ciclo de lactación, o sea, entre los siete y diez meses post parto. Se debe recordar que la etapa de vaca seca no es para ganar condición corporal sino para la recuperación de la glándula mamaria, el crecimiento del feto y garantizar una exitosa producción de leche.
2. Incorporar estrategias de manejo y alimentación para alcanzar a tener vacas secas con condición corporal entre 3.0 a 3.5 puntos, como alojar a las vacas secas entre 60 a 30 días antes del parto en un corral y agrupar a las vacas de transición en otra; ya que la ingesta de materia seca en ambos grupos es diferente y es el determinante para establecer pautas de alimentación; en esta etapa debemos garantizar un ambiente confortable para las vacas como sombras, bebederos y comederos limpios y de fácil acceso.
3. En los días posteriores al parto de manifestar celo las vacas se debe supervisar el tipo de flujo de la vulva vaginal para saber si está limpio o no, revisar los eventos post parto del animal como si presentó retención de placenta, mastitis u otras para determinar que se encuentra en condiciones para ser inseminada y garantizarnos una exitosa preñez.

VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVAREZ, P. 1999. La Evaluación de la Condición Corporal como Metodología preferente para la Estimación del Estado de Engrasamiento en Vacas Lecheras. [en línea]. Revista Agropecuaria en Producción y Sanidad Animal. Vol. 14:52-69. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=112350>
2. APOCADA, C. 2005. Efecto del Nivel de Producción de Leche sobre el Comportamiento Reproductivo. [en línea]. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos. 6: 3-5. Consultado: 4 de Abril del 2011. Disponible en <http://www.ammveb.net>.
3. COLLANTES, C; CRUZ, N; VASQUEZ, P. 1999. Análisis Técnico- Financiero del Establo Lechero “Monte Grande” en Puente Piedra. Tesis Ing. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina. 296 pg.
4. DAVIS, C. 1993. Alimentación de la Vaca Lechera Alta Productora. Milk Specialties Company. 59 pg.
5. DOMEQ, J. 1996. Relationship between Body Condition Scores and Milk Yield in a Large Dairy Herd of High Yielding Holstein Cows. [en línea]. Journal Dairy in Science. Vol. 80: 101-112. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(97\)75917-4/references](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(97)75917-4/references)
6. EDMONSON, A. 1987. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. [en línea]. Journal Dairy in Science. Vol. 72:68-78. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(89\)79081-0/abstract](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(89)79081-0/abstract)

7. FERGUSON, J. 1995. La Reproducción en Hatos Lecheros. Revista Fongal Noticias. Perú, 8(2): 11-15.
8. FERGUSON, J. 1997. Body Condition Scoring. [en línea]. Center for Animal Health and Productivity University of Pennsylvania. Vol. 13:57-63. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en <https://research.vet.upenn.edu/DairyPoultrySwine/DairyCattle/PennConf1996/Implementat ionofaBCSPrograminDairyHerds/tabid/1730/Default.aspx>
9. FRICKE, P. 2005. Mejorando el Momento del Primer Servicio. Revista Horizons. Estados Unidos, 12(3):3-5.
10. GARCIA, A. 2008. Alimentación de las Vacas Lecheras para Condición Corporal. [en línea]. College of Agriculture and Biological Sciences. Vol. 7:1-4. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en http://pubstorage.sdstate.edu/AgBio_Publications/articles/ExEx4040s.pdf
11. GRIGERA, J. 2005. Evaluación del Estado Corporal en Vacas Lecheras. [en línea]. Producción Bovina de Leche. 1-9. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/09-cc_lecheras.pdf
12. HUTJENS, J. 2007. Señales vacunas, una guía práctica para el manejo de las vacas lecheras. Editorial Hoard's Bookstore. Pg. 61-64.
13. HUSSEIN, A. 2008. Effect of Body Condition Score and Lactation number on Selected Reproductive Parameters in Lactating Dairy Cows. [en línea]. Global Veterinaria. Vol. 2: 130-137. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en [http://www.idosi.org/gv/gv2\(3\)08/7.pdf](http://www.idosi.org/gv/gv2(3)08/7.pdf)

14. LOPEZ, F. 2006. Relación entre Condición Corporal y Eficiencia Reproductiva en Vacas Holstein. [en línea]. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca. Vol. 4:78-86. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/40/28>
15. LUCY, M. 2001. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End?. [en línea] . Journal Dairy in Science 17: 1277: 1289. Consultado: 3 de Marzo del 2011. Disponible en [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(01\)70158-0/abstract](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(01)70158-0/abstract)).
16. MAIZTEGUI, J. 2003. Necesidades Nutritivas del Ganado Vacuno Lechero. Resumen del NRC 2001. [en línea]. Revista de la Universidad Nacional del Litoral. 5:1-14. Consultado: 13 de Mayo del 2014. Disponible en <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/nutricionruminantes/informacion/material/Necesidadesnutritivasdelganadovacunolechero.pdf>
17. MARINI, R. 2004. Producción e Intervalo Parto-Concepción en Vacas Lecheras de Primera a Quinta Lactancia. [en línea]. Revista Argentina Producción Animal. 11: 166-174. Consultado: 22 de Marzo del 2011. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/112-marini.pdf.
18. MAZA, L. 2002. Influencia de la Condición Corporal y Producción de Leche sobre el Comportamiento Reproductivo de Vacas. [en línea]. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Vol. 7:201-210. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/693/69370202.pdf>

19. MAZA, L. 2006. Condición Corporal Preparto y Producción de leche sobre Peso y Condición Corporal Postparto de Vacas Mestizas. [en línea]. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Vol. 11: 751-758. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/26469314_CONDICION_CORPORAL_PREPARTO_Y_PRODUCION_DE_LECHE SOBRE PESO Y CONDICION CORPORAL POSTPARTO DE VACAS MESTIZAS
20. MONTIEL, F. 2005. Body condition and suckling as factors influencing the duration of postpartum anestrus in cattle: a review. [en línea]. Animal Reproduction Science. Vol. 85: 1-26. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/155563>
21. OSORIO, J. 2010. El Metabolismo lipídico bovino y su Relación con la dieta, condición corporal, estado productivo y patologías asociadas. [en línea]. Revista online Biosalud. Vol. 9: 56-66. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v9n2/v9n2a07.pdf>
22. PRYCE, J. 2001. The Relationship between Body Condition Score and Reproductive Performance. [en línea]. Journal Dairy in Science. Vol 84: 1508-1515. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Mike_Coffey/publication/11922071_The_Relationship_Between_Body_Condition_Score_and_Reproductive_Performance/links/02e7e52493d4bb2287000000.pdf
23. ROCHE, J. 2009. Invited Review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. [en línea]. Journal Dairy in Science. Vol. 92: 5769-5801. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en

[http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302\(09\)712998/fulltext?refuid=S0022-0302\(11\)00314-6&refissn=0022-0302](http://www.journalofdairyscience.org/article/S00220302(09)712998/fulltext?refuid=S0022-0302(11)00314-6&refissn=0022-0302)

24. RUEGG, P. 1993. Body Condition Scores of Holstein Cows on Prince Edward Island, Canada: Relationships with Yield, Reproductive Performance, and Disease. [en línea]. Journal Dairy in Science. Vol. 78: 552-564. Consultado: 9 de Setiembre del 2014. Disponible en [http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(95\)76666-8/pdf](http://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(95)76666-8/pdf)

25. RUGELES, C. 2001. Interrelaciones entre Nutrición y Fertilidad en Bovinos. [en línea]. Revista MVZ Córdoba. Vol 6: 24-30. Consultado: 13 de Mayo del 2014. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/693/69360104.pdf>

VIII ANEXOS

- **PRODUCCIÓN DE LECHE A LOS 305 DIAS**

Anexo 1: Análisis de Varianza

Fuente	GL	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F-Valor	Pr>F
Modelo	7	74164426	10594918	12.14	<.0001
Error	235	205035605	872492		
Total corregido	242	279200032			

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 2: Resumen del modelo de regresión lineal múltiple

Root MSE	934,07277	R-cuadrado	0,2656
Media variable dependiente	8.740,11412	R-cuadrado ajust	0,2438
Coefficiente Variación	10,68719		

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 3: Análisis de varianza de la condición corporal por etapa

	R2			
	BCSSECA	BCSPARTO	BCS1SERV	BCSCONCEP
P305	0,244	0,057	0,039	0,015

FUENTE: Elaboración propia.

- **NÚMERO DE SERVICIOS POR PREÑEZ**

Anexo 4: Test de disparidad proporcional de la regresión logística

Test de puntuación para la suposición de disparidad proporcional		
Chi-cuadrado	GL	Pr < Chisq
8,6809	9	0,4672

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 5: Estadísticos de ajuste del modelo de regresión logística

Criterio	Sólo términos Independientes	Términos independientes y variables adicionales
AIC	189,876	192,830
SC	200,091	210,707
LOGARITMO	181,876	178,83

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 6: Análisis del estimador de máxima verosimilitud

Variable	GL	Estimador	Error	Chi-cuadrado	Pr>Chisq
Intercepto 1	1	31,26420	2372,4	0,0002	0,9895
Intercepto 2	1	32,37800	2372,4	0,0002	0,9891
Intercepto 3	1	33,46630	2372,4	0,0002	0,9887
Intercepto 4	1	35,11490	2372,4	0,0002	0,9882
BCS1SERV	1	-12,53300	790,8	0,0003	0,9874
BCSCONCEP	1	2,44420	1,8118	1,8200	0,1773
EDAD1SERV	1	-0,01320	0,2183	0,0037	0,9518

FUENTE: Elaboración propia.

Anexo 7: Estimadores de cocientes de disparidad

Efecto	Estimador del punto	95% Wald Límites de Confianza
BCS1SERV	<.0001	<.0001 >999,999
BCSCONCEP	11,521	401,49
EDAD1SER	0,987	1,514

FUENTE: Elaboración propia.