



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
Facultad de Ciencias Veterinarias
Instituto de Zootecnia

Descripción del crecimiento corporal de hembras de reemplazo Frisón negro
Chileno en predios lecheros de la Décima Región

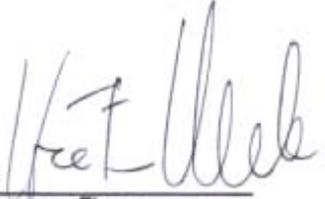
Tesis de grado presentada como parte de los requisitos para optar al grado de
LICENCIADO EN MEDICINA VETERINARIA

Leopoldo Wilson Wall Schilling
Valdivia Chile 2000

PROFESOR PATROCINANTE:

Dr.: Héctor Armando Uribe Muñoz

Nombre



Firma

PROFESOR COPATROCINANTE:

Dra.: María Soledad Espíndola Gómez

Nombre



Firma

PROFESOR COLABORADOR

Nombre

Firma

PROFESORES CALIFICADORES:

Dra.: Carmen Gallo Stegmaier

Nombre



Firma

Dr.: Ricardo Vidal Mujica

Nombre



Firma

FECHA DE APROBACION:

06 de Diciembre del 2000.

2. - INDICE

3. RESUMEN	1
4. SUMMARY	2
5. INTRODUCCION	3
6. MATERIAL Y METODO	15
7. RESULTADOS	19
8. DISCUSION	34
9. BIBLIOGRAFIA	41
10. ANEXOS	45
AGRADECIMIENTOS	48

3. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue describir el crecimiento corporal de 1170 hembras de reemplazo Frisón Negro Chileno distribuidas en 10 predios lecheros de la Décima Región.

El crecimiento se evaluó en hembras entre 3 y 24 meses de edad, utilizando las medidas zootécnicas alzada a la cruz, alzada a la pelvis y peso corporal. Se obtuvieron de estas vaquillas, 6513 observaciones para peso corporal y 3259 observaciones para cada una de las alzadas. Ambas alzadas fueron medidas cada dos meses y el peso corporal fue evaluado mensualmente durante el período de recolección de datos, el cual tuvo una duración de 180 días, desde el 1 de febrero de 1999 hasta el 31 de julio de 1999.

Durante el período de evaluación, las vaquillas recibieron la alimentación con que habitualmente se crían los reemplazos en los distintos predios.

Las variables edad, peso y alzadas fueron procesados mediante análisis de regresión, para elaborar ecuaciones que permitan el predecir peso corporal. Además se presentan las curvas de crecimiento que siguen las hembras en este estudio. Mediante análisis de correlación de Pearson se determinó el grado de asociación que existe entre las diferentes variables evaluadas.

Se comprobó que existe una asociación positiva entre el peso vivo y alzada a la cruz y alzada a la pelvis de una vaquilla. Es posible estimar el peso corporal de una hembra Frisón Negro Chileno a través de sus alzadas y conociendo su edad con más de un 90% de precisión, lo cual se debe a la alta correlación que existe entre estas variables y el peso corporal. Los coeficientes de correlación entre el peso vivo y alzada a la cruz y alzada a la pelvis de una misma vaquilla, son de 0,933 y 0,931 respectivamente.

El peso promedio por edad de los reemplazos en la Décima Región de Chile está bajo las recomendaciones hechas por diversos autores, sin embargo este promedio presenta una desviación estándar, la cual demuestra que muchas vaquillas alcanzan e incluso superan los estándares para la raza Holstein, sin embargo otras presentan una baja ganancia e incluso pérdida de peso.

Palabras claves: crecimiento, vaquillas, ganancia peso, alzada, predicción peso.

4. SUMMARY

The objective of this study was to describe body growth of 1170 Chilean Black Friesian heifers of 10 dairy farms located in the Tenth Region of Chile.

Body growth was evaluated in heifers from 3 to 24 months of age; measurements of wither and hip height, and body weight were recorded. Data used were 6513 observations for body weight and 3259 observations for wither and hip height. Wither and hip height were measured every two months while body weight was evaluated monthly in a 180 days period, from February 1st. until July 31st. 1999.

During the study period the heifers were fed with the usual program applied at each farm.

The variables age, wither and hip height were studied by regression analysis; their estimates were used to construct equations to predict body weight. Growth curves are also presented. The association among variables of interest was studied by Pearson's correlation.

Results indicated that, in heifers, a positive association exists between body weight and wither and hip height. It is feasible to predict, with more than 90 % of accuracy, female Chilean Black Friesian body weight knowing wither and/or hip height . This is due to the high correlation among these variables. Correlation coefficients were 0.933 and 0.931 among body weight and wither and hip height, respectively.

The average growth of replacement heifers in Chilean conditions is lower than standards and recommendations made by several authors. However, the large standard deviation found in this data set, shows that many heifers reach or even outperform Holstein-Friesian breed standards, on the other hand, there are animals with much lower body weight gain.

Key words: growth, heifers, height, daily gain, weight prediction.

5. INTRODUCCION

La crianza de la hembra de reemplazo es fundamental en el proceso productivo, por tener ésta la función de reponer los animales que son desechados del rebaño y por ser la vía para mejorar el potencial productivo de éste, al incorporar animales con mayor potencial genético.

El período de crianza es una de las etapas más importantes en la vida productiva de la hembra bovina, ya que es en este período donde se producen los cambios anatómicos, morfológicos y fisiológicos, que permitirán que se exprese el potencial productivo de la vaquilla. Estos cambios más el manejo de las vaquillas le permiten llegar a una edad y peso adecuado y económicamente rentable al primer parto (Kertz y col. 1998). La expresión del potencial de producción de estas hembras es por lo tanto consecuencia de años de decisiones tomadas a través de mejoramiento genético, manejo nutricional, sanitario y ambiental del rebaño.

A pesar de los años que se lleva introduciendo material genético Holstein Friesian de otros países, en nuestro país es escasa la información relacionada a parámetros de crecimiento de vaquillas Frisón Negro. Algunos productores siguen recomendaciones de crecimiento, las cuales corresponden a un animal Holstein Friesian puro criado en Estados Unidos o Canadá.

5.1. - ANTECEDENTES GENERALES.

De acuerdo al censo agropecuario realizado el año 1996 se estima una masa bovina de 4.098.438 cabezas; de éstas, 1.146.064 corresponden a hembras de 3-24 meses de edad, representando un 27,96% del total de existencias. Del total de vaquillas existentes, aproximadamente 687.638 se encuentran en la zona sur (IX y X Regiones), lo que corresponde a un 60% de las vaquillas de nuestro país. De éstas alrededor de 440.000 corresponden a hembras de reemplazo de lechería Frisón Negro Chileno (Odepa, 1999).

El mejoramiento del rebaño lechero comienza con el ingreso de vaquillas con una adecuada edad, tamaño y condición corporal al sistema de producción (Thomas y col., 1996). Swanson (1967) definió que las condiciones óptimas de desarrollo de vaquillas de reemplazo son aquellas que permitirán a esta hembra expresar su potencial genético de producción de leche a una edad esperada y a un bajo costo.

Varios estudios realizados hace muchos años describen estándares para peso vivo y alzada a la cruz a determinada edad en hembras de reemplazo de rebaños lecheros en el extranjero (Davis y Hathaway, 1956; Eckles y Gullickson, 1931; Matthews y Fohrman, 1954; Ragsdales, 1934 y Swanson, 1967). Sin embargo

difieren de los resultados obtenidos por Crowley y col. (1991), quien describió curvas normales de crecimiento en base a peso vivo y alzada a la cruz para vaquillas de las razas Holstein Friesian, Pardo Suizo, Ayrshire, Guernsey y Jersey.

Debido a la importancia que tiene poder evaluar el crecimiento de las vaquillas y compararlo con los estándares recomendados para la raza, el Cuadro N°1 muestra las recomendaciones de peso y alzada propuestas por varios autores.

Cuadro N°1.

Estándares recomendados de peso, alzada a la cruz y alzada a la pelvis a diferentes edades.

Edad (meses)	Ragsdale, 1934	Davis y Hathaway, 1956	Heinrichs y Hargrove, 1987	Hoffmann, 1998	Kertz y col., 1998
	Peso (kg)				
3	88	98	99	96	108
6	161	181	169	168	177
9	231	258	231	241	252
12	287	320	302	310	327
15	338	369	368	383	404
18	384	419	420	458	481
21	432	.	477	494	.
24	485	522	515	532	635
Alzada cruz (cm)					
3	87	89	90	89	89
6	101	103	101	102	104
9	110	113	110	109	113
12	117	119	118	119	122
15	122	123	123	124	126
18	125	128	127	129	129
21	128	.	130	132	.
24	131	133	132	135	137
Alzada pelvis (cm)					
3	93	95	96	95	95
6	107	109	107	108	110
9	117	119	116	116	120
12	123	126	125	125	128
15	128	130	130	130	132
18	132	134	133	135	136
21	134	.	136	138	.
24	138	140	138	142	144

Como se observa en el Cuadro N°1 las recomendaciones de peso y alzada a las distintas edades varían de un autor a otro. Esta diferencia, según Heinrichs y Hargrove (1987), depende si los autores trabajaron haciendo un seguimiento de los animales durante su crecimiento o si se evaluaron distintos animales a diferentes edades sin hacer un seguimiento de éstos.

Del Cuadro N°1 se puede concluir que los estándares recomendados de peso y altura han ido aumentando a través de los años, especialmente en los últimos diez años, donde se observa definitivamente animales de mayor peso y alzada a distintas edades, esto es evidente al comparar las recomendaciones hechas por Kertz y col. (1998), con las propuestas por Ragsdale (1934), Davis y Hathaway (1956) e incluso con las propuestas realizadas por Heinrichs y Hargrove (1987).

Según Kertz y col. (1998) las diferencias descritas en crecimiento y en producción de leche son básicamente el reflejo de mejoramiento genético y del manejo más especializado realizado a través de los años. Señala también que el promedio de hembras Holstein de hace 10 años no tenían el potencial de crecimiento alcanzado actualmente.

Heinrichs (1998) por otro lado define los objetivos señalados por Thomas y col. (1996) para vaquillas Holstein en términos de alcanzar el primer encaste entre los 14 y 16 meses de edad con un peso promedio entre 340 y 360 kg y 122 a 127 cm de alzada a la cruz, para obtener así el primer parto entre los 23 y 25 meses de edad con un peso promedio entre 530 y 590 kg y una alzada de 132 a 137 cm.

5.2. - Crianza de los reemplazos.

Dentro de los sistemas de crianza de terneros utilizados existen dos grandes grupos, la crianza natural y la crianza artificial. La primera según Werner (1973) es aquella donde el ternero ingiere la leche directamente de la ubre de la madre.

La crianza artificial es aquella donde el ternero es separado de la madre a las pocas horas o días del nacimiento, en donde la leche o sustituto se suministran durante un corto período de tiempo (8-12 semanas) y se incluyen otros alimentos como concentrados, heno, ensilaje y agua de bebida, todo esto con el propósito de transformar al ternero en rumiante lo antes posible (Roy, 1980).

Hoy en día la mayoría de los predios lecheros utilizan la crianza artificial de terneros (González, 1995),

Durante la crianza artificial de terneros existen dos etapas, la etapa inicial y la etapa de crecimiento:

- a) Etapa inicial: es la fase de alimentación líquida del ternero, a pesar de ser una etapa obligada tiene una duración variable. La dependencia de este

tipo de dieta se debe a la baja capacidad de consumo de materia seca, la cual oscila entre 1,3 y 1,5% de su peso vivo (Latrille, 1994). Esta etapa finaliza con el destete del animal, el cual consiste en la supresión total de la dieta líquida (Alomar, 1979). A partir de este momento el aporte de nutrientes lo realizan solamente los alimentos sólidos.

- b) Etapa de crecimiento: es la fase que va desde el destete hasta que la vaquilla completa su desarrollo, esta fase se caracteriza porque la única fuente de nutrientes son los alimentos sólidos, ya que en éste período las terneras han aumentado su capacidad de consumo. Al inicio de esta etapa se considera un cambio en el tipo de concentrado, es decir, se pasa de un concentrado de iniciación a un concentrado de crecimiento, este cambio debe realizarse de tal manera que no coincida con el destete, debido a que el animal requiere un período de adaptación (López, 1987).

5.3. - Crecimiento de vaquillas de reemplazo.

Según Thomas y col. (1996), la importancia de la tasa de crecimiento de las hembras de reemplazo radica en los considerables costos en tiempo y dinero que involucran hasta alcanzar el primer parto. El primer parto de las vaquillas entre los 23 y 25 meses de edad minimizaría los costos de crianza y permitiría maximizar la vida útil para producción de leche y la edad óptima de reemplazo, siempre que ellas hayan alcanzado un adecuado tamaño. Si las hembras de reemplazo no han alcanzado al primer parto ese adecuado tamaño, la producción de leche se verá limitada en la primera lactancia, e incluso en la segunda, dadas las prioridades de los nutrientes aportados por alcanzar su desarrollo corporal.

La mayoría de los productores prefiere criar sus propios reemplazos para evitar la introducción de enfermedades y para realizar una adecuada selección y mejoramiento genético del rebaño (Mc Cullough, 1982).

Actualmente, el éxito del programa de crianza de la hembra de reemplazo se mide por el rendimiento durante la primera lactancia (Head, 1992). Sin embargo, existen otros parámetros para evaluar el desarrollo del sistema de recría, como por ejemplo, máxima ganancia de peso diaria en el período previo a la pubertad, que resultan importantes de considerar a medida que avanza el crecimiento. Estos parámetros pretenden alcanzar el tamaño corporal adecuado y asegurar un óptimo desarrollo de la glándula mamaria.

Keown y Everett (1986) destacan que el peso corporal, por sobre otros factores, está estrechamente asociado a la producción de leche durante la primera lactancia, por lo tanto es necesario conocer los requerimientos de la vaquilla y aportarle los nutrientes necesarios para satisfacerlos en las diferentes etapas de su desarrollo (Heinrichs, 1998).

Heinrichs (1998) afirma que al conocer los requerimientos de las vaquillas en las distintas etapas de su desarrollo, se puede programar un ritmo de crecimiento adecuado, para lograr los pesos recomendados a determinadas edades, evitando así un crecimiento errático que perjudique el potencial productivo de la hembra.

La importancia que posee la crianza de la vaquilla de reemplazo, es que de ellas depende la producción futura del rebaño (Heinrichs, 1998).

El Cuadro N°2 muestra tres tasas de aumento de peso diario y los requerimientos recomendados por NRC (1989), para alcanzar estas tasas de crecimiento y lograr los estándares recomendados de acuerdo a la edad, evitando así un desarrollo errático que perjudique la producción futura de la hembra de reemplazo. Con estas ganancias se asegura también un adecuado desarrollo del parénquima de la glándula mamaria, evitando un sobre engrasamiento de la misma, que perjudique su potencial de producción lácteo futuro (Foldager y Serjsen, 1987; Heinrichs y Hargrove, 1987).

Para alcanzar la meta de obtener partos a los 24 meses de edad, se requiere una ganancia de peso más o menos uniforme que fluctúe entre 0,6 y 0,8 kg diarios durante todo el período de crianza y recría, lo que significa cubrir a las vaquillas entre 330 y 360 kg a los 15 meses de edad (Latrille, 1994; Abeni y col., 2000).

Con las recomendaciones presentadas en el Cuadro N°2 se logra el objetivo de tener partos a los 2 años de edad, además permite alcanzar los estándares recomendados por diferentes autores a distintas edades presentados en el Cuadro N°1, asegurando un adecuado peso y tamaño al momento del parto.

El Cuadro N°2 muestra los requerimientos diarios de vaquillas de reemplazo en crecimiento, de acuerdo al peso de éstas y a la ganancia de peso diario programada.

CUADRO N°2. Requerimientos nutritivos diarios de vaquillas de reemplazo de lechería, con diferentes tasas de aumento de peso diario.

Peso (kg)	Ganancia diaria (kg)	Consumo MS (kg)	EM (Mcal.)	P C (g)	Ca (g)	P (g)
75	0,6	1,85	5,20	282	16	8
	0,7	2,00	5,40	330	16	8
100	0,6	2,63	7,03	420	17	9
	0,7	2,82	7,54	452	18	9
	0,8	3,02	8,06	480	18	10
150	0,6	3,51	9,08	545	19	11
	0,7	3,75	9,76	600	19	12
	0,8	4,00	10,34	620	20	13
200	0,6	4,39	11,14	630	20	14
	0,7	4,68	11,87	686	21	14
	0,8	4,97	12,62	740	22	15
250	0,6	5,32	13,10	690	22	16
	0,7	5,65	13,97	732	23	16
	0,8	6,01	14,75	795	23	17
300	0,6	6,26	15,05	750	23	17
	0,7	6,66	16,00	799	24	18
	0,8	7,06	16,97	850	25	19
350	0,6	7,32	17,05	890	25	19
	0,7	7,75	18,09	930	25	19
	0,8	8,20	18,92	995	25	19
400	0,6	8,39	19,03	1010	25	19
	0,7	8,92	20,23	1070	26	20
	0,8	9,46	21,44	1140	26	20
450	0,6	9,65	22,02	1180	27	20
	0,7	10,20	22,46	1224	28	20
	0,8	10,79	23,05	1303	28	20
500	0,6	10,93	23,32	1310	28	20
	0,7	11,63	24,84	1395	29	20
	0,8	12,33	26,32	1500	29	21

MS= Materia seca PC= Proteína cruda EM= Energía metabolizable.
 *MS: no representa requerimiento, pero es consistente con las especificaciones de energía. Dietas con menor concentración de energía requieren mayor consumo de materia seca y viceversa.
 Fuente: NRC (1989).

Se ha demostrado que ganancias de peso sobre los 0,8 kg por día, tienen un efecto detrimental permanente sobre la producción de leche futura (Amir y Kali, 1974; Little y Kay, 1979). Serjsen y col. (1982) señalan que esta baja producción se debe al alto consumo de energía durante la etapa de crecimiento, la cual provocaría un sobre engrasamiento de la glándula mamaria dejando poco espacio para el desarrollo del tejido parenquimatoso.

Una ganancia de peso diaria promedio de 0,7 kg por día, según Heinrichs y Hargrove (1987), es adecuada para vaquillas tipo Holstein, ratificado luego por lo propuesto por NRC (1989), que considera apropiada una ganancia promedio de 0,7 - 0,8 kg por día. Lo mismo establecen Foldager y Serjsen (1987), argumentando además que se debe evitar la sobre alimentación de vaquillas en el periodo prepuberal y que después de la pubertad (aproximadamente 320 kg), se podrían alimentar ad libitum sin comprometer la producción láctea futura, pero se debería evitar un sobre engrasamiento al momento del parto para evitar problemas de distocias y desbalances metabólicos postparto.

Abeni y col. (2000) por su parte concuerda que ganancias diarias superiores a 0,8 kg promedio, son perjudiciales para el desarrollo mamario, ratificando lo propuesto por Pirlo y col. (1997), quien estableció que altas ganancias de peso diaria provocan un sobre engrasamiento de la glándula mamaria.

Harrison y col. (1983) establecieron que una alta ganancia de peso en el período postpuberal favorece el desarrollo alveolar de la glándula mamaria, especialmente durante la segunda fase de crecimiento alométrico que ocurre durante la primera gestación, lo cual fue ratificado posteriormente por Waldo y col. (1998).

Van Amburgh y col. (1998) indican que podrían obtenerse ganancias diarias de 1,0 kg en el período prepuberal, sin perjudicar la producción láctea futura, pero siempre que se aumente el porcentaje de proteína en la dieta de 15-16%, que es lo recomendado en las raciones para vaquillas en crecimiento, a 18-20%. Esto concuerda con lo observado por Waldo y col. (1998), quienes afirman que el efecto del plano nutricional se observa con ganancias superiores a 1 kg diario promedio.

5.4. - Desarrollo de la glándula mamaria.

La relación entre la velocidad de crecimiento corporal y desarrollo de la glándula mamaria es un tema que se estudia desde hace muchos años, y aún sigue siendo tema de gran interés en la investigación (Latrille, 1994).

Harrison y col. (1983) relacionan problemas de menor expresión del potencial genético para producción de leche con las tasas de ganancia de peso previo a la pubertad, o sea, entre los 3 y los 10 meses de edad. El crecimiento de la glándula mamaria, medido a través de DNA, ocurre al menos en 3 etapas que incluyen los períodos desde el nacimiento hasta los 3 meses, desde los 3 hasta los 10 meses y

desde los 10 meses hasta el primer parto. El crecimiento medido a través del DNA es un buen estimador porque representa el cambio en el número de células y no sólo el cambio en peso.

Durante los 3 primeros meses, el crecimiento ocurre a una tasa similar a la del resto del cuerpo y se denomina crecimiento isométrico. En este período, se deposita el panículo adiposo donde luego se desarrollarán los conductos de la glándula, además del tejido vascular y el parénquimatoso. El siguiente período, es decir, entre los 3 y los 10 meses de edad, se caracteriza por un crecimiento alométrico, donde el sistema mamario se desarrolla a una tasa más acelerada que el resto del cuerpo. Posterior a los 10 meses, ocurre una segunda fase de crecimiento isométrico que se prolonga hasta aproximadamente el tercer mes gestación, cuando comienza la última fase de crecimiento alométrico, que dura hasta el parto y en la cual ocurre aproximadamente el 80% del crecimiento de la glándula mamaria (Lacasse, 1993).

Varios estudios han demostrado que las tasas de crecimiento desde los 3 hasta los 10 meses de edad resultan críticas para el óptimo desarrollo del sistema de la glándula mamaria. Así Serjsen y col. (1982); Harrison y col. (1983) y Stelwagen y Grieve (1990), demostraron que dietas altas en energía con altas tasas de ganancia de peso en el período en cuestión, aumentan el contenido de tejido adiposo y disminuyen el desarrollo de tejido secretor de la glándula mamaria, con menos células secretoras disponibles para la síntesis de leche, menor capacidad secretora de las mismas y menor habilidad del animal en lactancia para utilizar los nutrientes de la dieta en la síntesis de leche (Mead, 1992). Por otro lado Gardner y col. (1977); Bettemay (1985); Foldager y Serjsen (1987) y Van Amburgh y col. (1998), demostraron los efectos perjudiciales de dietas altas en energía y de diferentes tasas de crecimiento en el desarrollo de la glándula mamaria y como consecuencia en la producción de leche.

Según Lacasse (1993), un alto plano nutritivo entre los 3 y 10 meses de edad o entre los 90 y 300 kg de peso vivo afecta el desarrollo mamario acortando la longitud del primer período de crecimiento alométrico ya que este período termina cuando la hembra alcanza la pubertad, la que en terneras Holstein se alcanza alrededor de 240 - 280 kg (40 - 45% del peso adulto). Van Amburgh y col. (1998), afirman que la secreción de progesterona durante los 2 a 3 primeros ciclos estrales es la señal para que la glándula mamaria pase de una fase de crecimiento alométrico a una fase de crecimiento isométrico. Por esta razón la primera fase de crecimiento alométrico, que corresponde específicamente a crecimiento de conductos, puede verse interrumpida como resultado de un crecimiento corporal acelerado, asociado a la aparición precoz de la pubertad (Latrille, 1994).

5.5. - Influencia de una baja ganancia de peso.

Últimamente la investigación se ha centrado en estudiar los efectos de altas ganancias de peso corporal, sin embargo, una alimentación que no satisfaga los

requerimientos señalados por el NRC (1989), también presenta desventajas como menores tasas de crecimiento que llevan a las hembras a alcanzar la pubertad a mayor edad, y a ser encastadas con menor peso y/o a mayor edad. Además, pueden presentar celos más cortos o menos intensos lo que también retrasa el primer encaste, aún cuando están ovulando y pudiesen ser encastadas (Head, 1992).

La principal causa del retardo en el crecimiento según James y Collins (1992) es una mala nutrición. Lo anterior ocurre porque después del destete disminuye la preocupación por las vaquillas, debido a que éstas tienen una baja incidencia sobre los ingresos actuales del predio. De esta manera se privilegia a las vacas en lactancia y se descuida la alimentación de las vaquillas en crecimiento, sin embargo son vitales para continuar la productividad del predio.

Head (1992) señaló que no ocurren con poca frecuencia deficiencias de energía, proteína y minerales durante el período de crecimiento de las vaquillas, asociadas a variaciones estacionales en la disponibilidad y en la calidad del pastoreo. Además él destaca que aunque no hay absolutos, si las vaquillas son restringidas en sus requerimientos nutricionales entre un 15 y un 40 % por largos períodos durante sus primeros 2 años de vida, sin detectarse o controlarse, serán animales que nunca alcanzarán su potencial de crecimiento y producción.

Según Troccon (1993), ganancias inferiores a 0,4 kg diario, sobre todo en los primeros 3 a 4 meses de vida, son difícilmente compensadas posteriormente. Igualmente Kertz y col. (1998) concluyeron que vaquillas atrasadas en peso vivo y en altura a la cruz a los 6 meses de edad, no compensaron posteriormente. Este hecho lo explican Hoffman y Funk (1992), así como también Owens y col. (1993) quienes señalan que el crecimiento óseo es dependiente de la fisiología y la edad, por lo tanto, es poco probable que se compense a mayor edad con una mejor alimentación. Owens y col. (1993) afirman que cambios en el llenado y tamaño del aparato digestivo explican la mayoría del crecimiento compensatorio observado. Recientemente Lee (1997) concluyó que ganancias compensatorias en tamaño y escala no deben esperarse.

Swanson (1978) establece que vaquillas subalimentadas y por ende subdesarrolladas comienzan la pubertad con menor peso y a mayor edad de lo recomendado, lo cual conlleva a un primer parto a mayor edad y con un bajo peso corporal. Lo que se traduce en una mayor incidencia de distocias y un menor rendimiento productivo durante la primera lactancia. El problema de distocias puede reducirse si se alimentan muy bien a las hembras gestantes en los últimos 2 a 3 meses de gestación y si se escogen adecuadamente los reproductores para reducir el tamaño de los terneros al nacimiento (Swanson, 1978). En este período según Troccon (1993) debe asegurarse una ganancia de peso mínima superior a 0,5 kg diario, ya que con estas ganancias apenas satisfacen los requerimientos del útero grávido.

Estudios realizados por Foldager y Serjzen (1987); Mead (1992) y Hoffman y Funk (1992), demuestran que por cada dos meses de incremento en la edad del primer parto después de los 25 meses son necesarias 2 a 3 vaquillas más por cada 100 vacas en ordeña, lo cual incrementa los costos de crianza. Por lo tanto, una mala alimentación en esta etapa, además de incrementar los costos y retardar el mejoramiento genético del rebaño, disminuye la vida productiva de la vaquilla.

Por otro lado Head (1992), establece que disminuir la edad al primer parto también provoca disminución del potencial de producción de leche, determinando pérdidas de 150 a 200 litros de leche en vacas tipo Holstein y 100 litros en vacas Jersey, en su primera lactancia, por cada mes de adelanto en la edad del primer parto bajo los 22 meses. Por otro lado se produce un aumento de las distocias, con la consecuente disminución en la producción de leche. Por lo tanto, varios autores recomiendan que el primer parto ocurra entre los 22 y los 25 meses de edad (Foldager y Serjzen, 1987; Hoffman y Funk, 1992; Head, 1992 y Kertz y col., 1998). Esta recomendación disminuye los costos de crianza de los reemplazos, aumenta la vida productiva de las vaquillas y asegura la expresión de su potencial genético (Head, 1992).

5.6. - Crecimiento asociado a medidas corporales.

Considerando los principios señalados anteriormente, el peso corporal es la medida zootécnica más utilizada para determinar el desarrollo corporal en hembras de reemplazo, aún cuando existen otras como alzada a la cruz, perímetro torácico, largo del cuerpo, ancho de la cadera y altura a la pelvis. Todas estas medidas tienen una alta correlación con el peso corporal (Heinrichs y col., 1992).

Davis y Hathaway (1956) y luego Hammond (1966), indicaron que era imposible representar el crecimiento corporal mediante un solo parámetro, haciéndose necesario utilizar al menos una medida de aumento de tamaño o longitud y otra para ganancia de peso vivo. Ellos sostienen que es más precisa una combinación de estas, para demostrar las modificaciones que ocurren durante el crecimiento corporal.

A pesar de que el crecimiento no es uniforme en todas las partes del cuerpo existe una relación definida entre ganancia de peso vivo y crecimiento en las diferentes áreas de éste (Cooper y Willis, 1978). De esta forma y considerando que en los predios lecheros de nuestro país no siempre es posible el pesaje de los animales, Pulido (1985) consideró útil la estimación del peso a través de diferentes medidas corporales, encontrando una alta correlación entre las medidas zootécnicas utilizadas y el peso corporal y que a través de éstas se puede predecir el peso corporal de un animal.

Según Kertz y col. (1998) la alzada es un muy buen predictor de peso corporal especialmente desde los 8 hasta los 18 meses de edad, siempre y cuando los

animales no hayan tenido un crecimiento errático en este período. La predicción de peso a través de alzada es poco precisa desde los 2 hasta los 6 meses y desde los 20 a los 24 meses, aunque el crecimiento haya sido constante (Kertz y col. 1998)

La ventaja que posee la medición de la alzada a la cruz y a la pelvis para estimar desarrollo corporal es que no están influenciadas por la condición corporal o el estado de gordura del animal, por lo que se puede evaluar el desarrollo de un programa de crianza de hembras de reemplazo en base a estos parámetros, siempre que exista información sobre los promedios estándares de la raza (Heinrichs, 1998).

Según Van Amburgh y col. (1998), la alzada a la cruz y la alzada a la pelvis varía de acuerdo a la tasa de alimentación de las vaquillas al compararlas a un mismo peso, es así que la altura es mayor en animales criados con baja ganancia de peso diario y menor en animales criados con alta ganancia de peso al compararlos a igual peso.

Kertz y col. (1998) describieron el desarrollo a través de la ganancia de peso y de la alzada a la cruz, entre el nacimiento y los 24 meses de edad. Así entre el nacimiento y los 6 meses se produce un 25% del aumento de peso que se alcanza hasta los 24 meses, otro 25% ocurre entre los 7 y los 12 meses y el 50% restante se produce entre los 13 y 24 meses de edad. Distinto es lo que ocurre con la alzada a la cruz, en que el 50 % de la altura que se alcanza a los 24 meses de edad ocurre entre el nacimiento y los 6 meses, a su vez, un 25 % se produce entre los 7 y los 12 meses de edad y el 25 % restante se observa entre los 13 y los 24 meses. Por lo tanto los mismos autores concluyeron que el período entre el nacimiento y los 6 meses de edad es el más importante para determinar el tamaño adulto del animal. Un incremento del 4 % adicional de altura a la cruz se produce desde los 24 meses de edad hasta la madurez total alcanzada alrededor de la tercera lactancia.

El objetivo de un estudio realizado por Kertz y col. (1998) fue describir la relación entre el aumento relativo de peso vivo y altura a la cruz, con el costo y eficiencia de conversión de los alimentos desde el nacimiento hasta el primer parto. El conocer estas relaciones permitiría evaluar la inversión asociada a alcanzar aumentos de tamaño y de ganancia de peso vivo. De esta manera, Kertz y col. (1998) concluyeron que el costo de alimentación por unidad de peso ganada es menor durante los primeros 6 meses de edad y luego aumenta a tasas decrecientes durante los posteriores 18 meses. Además concluyeron que el menor costo por unidad de aumento de la altura a la cruz también ocurre durante los primeros 6 meses de edad, luego es intermedio durante los segundos 6 meses y se alcanza el mayor costo con un rápido aumento en los últimos 12 meses. En conclusión, los aumentos relativos de peso vivo y alzada a la cruz son más rápidos y eficientes en costo durante los primeros 6 meses de edad de la ternerá.

En Chile, donde la producción de leche proviene principalmente de rebaños Frisón Negro, no existen datos publicados que indiquen las medidas corporales de

las vaquillas de reemplazo, ni información que describa su crecimiento después del destete a través de variaciones en ganancias de peso diarias y en las mediciones zootécnicas. Actualmente, los patrones de referencia más semejantes corresponderían a los obtenidos en Estados Unidos para hembras de reemplazo Holstein Friesian.

5. 7. - HIPOTESIS.

Existe una asociación positiva entre peso vivo y alzada a la cruz y a la pelvis, la cual puede ser descrita por una función matemática.

5. 8. - OBJETIVO GENERAL.

Describir el crecimiento corporal de hembras de reemplazo Frisón Negro Chileno a través de mediciones zootécnicas.

5. 9. - OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Determinar el peso vivo, la alzada a la cruz y alzada a la pelvis promedio a diferentes edades.
2. Relacionar mediante funciones matemáticas las medidas corporales obtenidas con el peso vivo.
3. Crear ecuaciones para predecir el peso corporal de vaquillas Frisón Negro Chileno.

6. MATERIAL Y METODO

6.1.-MATERIAL

6.1.1. - Ubicación del estudio.

El presente estudio fue realizado en 10 predios lecheros ubicados en las comunas de Futrono, Los Lagos, La Unión, Mafil, Paillaco y Osorno, Décima Región.

6.1. 2. - Duración del estudio.

El período de recolección de datos de este estudio tuvo una duración de 6 meses: desde el 1° de febrero hasta el 30 de julio de 1999.

6.1. 3. - Número de animales utilizados.

En este estudio se utilizó un universo de 1170 vaquillas Frisón Negro, nacidas entre junio de 1997 y octubre de 1998.

6.1. 4. - Identificación de los animales.

La identificación de los animales se realizó con los autocrotales que poseía cada predio en forma correlativa, los animales que no poseían el arete del predio se identificaron con el arete del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), indicador de la vacunación contra Brucelosis bovina de las terneras. De esta manera se podían individualizar los animales.

6.1. 5. - Recolección de datos.

Para realizar los pesajes se utilizó la romana existente en cada predio. En los predios donde no había romana, se utilizó una romana EZI-1 portátil.

Para medir alzada se utilizó una regla tipo escuadra de 160 cm de largo.

6 .1. 6. - Registros genealógicos.

Se identificó el padre, la madre y el abuelo materno de cada uno de los animales; ya que las vaquillas debían tener sobre un 50% de genes Holstein lo cual se cumplió en todos los predios.

6.1. 7. - Alimentación.

Las vaquillas no recibieron una alimentación especial durante el período de recolección de datos, fueron alimentadas como normalmente crían sus reemplazos cada uno de los predios. La dieta se basó principalmente en pastoreo. A continuación se menciona el tipo de alimentación entregada en cada predio a las vaquillas en crecimiento.

- Predio N°1: las vaquillas fueron alimentadas con pradera de ballica perenne de alta disponibilidad, más 2 kg diario de concentrado de crecimiento.
- Predio N°2: las vaquillas fueron alimentadas con pradera natural y suplementadas con ensilaje de pradera natural durante todo el período.
- Predio N°3: las terneras nacidas entre los meses de junio y octubre de 1998 fueron alimentadas con pradera natural mejorada y suplementadas con 2 kg diarios de concentrado de crecimiento y 8 kg ensilaje pradera natural. Las vaquillas nacidas entre los meses de noviembre de 1997 y mayo de 1998 fueron alimentadas con pradera natural de baja productividad y ensilaje de pradera, restringido a 10 kg al día.
- Predio N°4: las vaquillas fueron alimentadas con pradera natural, durante febrero y marzo, pradera de alfalfa durante abril y mayo y pradera de ballica asociada con avena y heno de pradera, durante los meses de junio y julio.
- Predio N°5: las terneras fueron alimentadas con pradera de ballica - trébol rosado y suplementadas con 2 kg de concentrado de crecimiento, entre febrero y abril. En mayo y junio se alimentaron con hojas y corona de remolacha ad libitum y 2 kg diarios de Cosetán^{MR} y en mes de julio recibieron pradera de avena - ballica y fueron suplementadas con 2 kg diarios de Cosetán^{MR}.
- Predio N°6: las vaquillas fueron alimentadas con pradera natural y suplementadas con 2 kg diarios de concentrado de crecimiento y 2 kg diarios de heno de pradera natural durante todo el periodo.
- Predio N°7: las vaquillas fueron alimentadas con pradera de alfalfa y paja de avena; durante los meses de febrero, marzo, abril y ensilaje de alfalfa, más paja de avena entre mayo y julio.
- Predio N°8: las vaquillas nacidas entre julio y octubre de 1998 fueron alimentadas con una ración totalmente mezclada en base a soiling de alfalfa, ensilaje de ballica, maíz chancado y sales minerales entre febrero y mayo, durante junio y julio fueron alimentadas con pradera natural mejorada, más ensilaje de pradera. Las vaquillas nacidas entre los meses de noviembre de 1997 y junio de 1998 fueron alimentadas con una ración totalmente mezclada, en base a soiling de alfalfa, ensilaje de ballica, maíz chancado y sales minerales, durante febrero y marzo. Durante abril y mayo fueron alimentadas con pradera natural y hojas de remolacha a discreción, durante junio y julio con pradera de buena disponibilidad y ensilaje de pradera.

Predio N°9: las vaquillas fueron alimentadas con pradera de báltica perenne y suplementarias con 2 kg diarios de concentrado de crecimiento durante los meses de febrero, marzo, abril y mayo, durante junio y julio fueron alimentadas con pradera de báltica perenne y suplementarias con 2 kg diarios de concentrado de crecimiento y 10 kg diarios de ensilaje de batuca.

Predio N°10: las vaquillas fueron alimentadas con pradera natural de baja productividad durante los meses de febrero, marzo, abril, y durante los meses de mayo, junio y julio pradera natural y fueron suplementarias con heno de pradera natural

6. 2. - METODO.

6. 2.1. - Frecuencia de recolección de datos.

El pesaje de las vaquillas se realizó mensualmente y las medidas de alzada se tomaron cada 2 meses.

6. 2. 2. - Medición de alzada.

La alzada a la cruz se midió en el punto más alto de la misma, a nivel del 3°-4° proceso espinoso de las vértebras torácicas, manteniendo la cabeza a nivel de la línea dorsal, miembros anteriores juntos y miembros posteriores juntos (en estación); la alzada a la pelvis se midió en la parte anterior de la espina sacral, a la altura de la 1ª - 2ª vértebra sacral, con la cabeza a nivel de la línea dorsal y miembros en estación.

6. 2. 3. - Análisis de datos.

Se usaron parámetros estadísticos descriptivos como medias y desviaciones estándar para caracterizar el cambio de peso corporal, altura a la cruz y altura a la cadera en las diferentes edades en estudio. Se cuantificaron las correlaciones entre las medidas corporales estudiadas.

Los datos recopilados en este trabajo no corresponden a un diseño estadístico, de esta forma fueron analizados usando regresión lineal múltiple donde la variable dependiente (peso corporal) es explicada por una serie de variables independientes. Aquellas variables que no fueron significativas fueron removidas del modelo. Las ecuaciones de predicción de peso corporal basado en altura a la cruz y/o altura a la cadera fueron basadas en el siguiente modelo estadístico:

$$y_{ijk} = \mu + R_i + M_j + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_2^2 + b_4X_2^3 + b_5X_3 + b_6X_3^2 + b_7X_3^3 + e_{ijk}$$

Donde:

y_{ijk} = es la i-ésima observación de peso corporal.

μ = es el intercepto.

R_i = es el efecto fijo del i-ésimo rebaño sobre peso corporal.

M_j = es el efecto fijo del j-ésimo mes de nacimiento.

b_1 = es el coeficiente de regresión de peso corporal en edad.

b_2 = es el coeficiente de regresión de peso corporal en altura a la cruz.

b_3 = es el coeficiente de regresión de peso corporal en altura a la cruz al cuadrado.

b_4 = es el coeficiente de regresión de peso corporal en altura a la cruz al cubo.

b_5 = es el coeficiente de regresión de peso corporal en altura a la pelvis.

b_6 = es el coeficiente de regresión de peso corporal en altura a la pelvis al cuadrado.

b_7 = es el coeficiente de regresión de peso corporal en altura a la pelvis al cubo.

X_1 = es la edad en la que se hizo la ijk-ésima observación de peso.

X_2 = es la altura a la cruz correspondiente a la ijk-ésima observación de peso.

X_3 = es la altura a la pelvis correspondiente a la ijk-ésima observación de peso.

e_{ijk} = es el efecto aleatorio residual - $N(0, \sigma^2)$

De esta manera se obtuvieron estimaciones para μ , b_1 , b_2 , b_3 , b_4 , b_5 , b_6 y b_7 con las cuales se puede predecir el peso corporal conociendo la altura a nivel de la cruz o cadera. Los efectos (lineal, cuadrático o cúbico) que no contribuyeron significativamente a explicar la varianza de peso corporal fueron removidos del modelo.

La edición de datos se hizo usando diversos procedimientos del paquete computacional estadístico SAS/STAT (1988). Los análisis de regresión y correlación fueron hechos con los procedimientos PROC REG y PROC CORR, respectivamente, de SAS/STAT (1988).

7. RESULTADOS

7.1. - CRECIMIENTO DE LAS VAQUILLAS EVALUADAS.

Para evaluar el crecimiento se utilizaron 1170 vaquillas entre 3 y 24 meses de edad, que permitieron obtener 6513 observaciones para peso y edad y 3193 observaciones para cada una de las alzadas.

7.1.1. - Aumento de peso por edades.

CUADRO N°3.

Peso promedio, mínimo y máximo y desviación estándar a diferentes edades.

Edad (meses)	N° animales	Peso.			
		Promedio, (kg)	D. E.	Mínimo, (kg)	Máximo, (kg)
3	7	84	14,6	65	105
4	87	112	16,2	75	150
5	170	132	17,8	85	170
6	287	154	21,5	88	200
7	375	177	24,6	98	250
8	476	197	28,6	108	300
9	543	214	33,2	110	310
10	601	233	37,9	120	332
11	651	252	42,3	127	378
12	611	270	47,1	140	395
13	523	283	53,3	140	392
14	490	298	59,9	140	415
15	420	313	64,1	148	445
16	341	321	68,1	180	450
17	235	337	25,2	195	458
18	145	345	54,9	241	453
19	141	349	53,7	245	450
20	125	350	55,1	235	455
21	97	350	53,7	240	460
22	59	353	53,5	238	460
23	39	355	54,6	246	448
24	16	367	48,1	305	449

En el Cuadro N°3 se presenta la distribución de las vaquillas por edad, lo que permite observar que alrededor de un 60% de ellas, se encuentra en la fase de crecimiento alométrico prepuberal, lo cual es importante debido a que en este período se produce el desarrollo del tejido parenquimatoso de la glándula mamaria, el cual determina la capacidad de producción futura de las hembras, ya que en vaquillas de tamaño adulto grandes (650 kg), la pubertad comienza alrededor de los 280 kg. El resto de las vaquillas (40%) se encuentra en la fase de crecimiento isométrico postpuberal, el cual no es determinante en el desarrollo de la glándula mamaria. Se puede apreciar además que el peso promedio, tiene un buen incremento mensual inicialmente, luego comienza a aumentar a tasas decrecientes desde los 12 meses de edad en adelante, hasta que prácticamente se detiene alrededor de los 350 kg entre los 19 y los 23 meses de edad, para comenzar a aumentar nuevamente a partir de los 24 meses de edad.

En el Cuadro N°3 se puede observar también la gran desviación estándar que presentan los pesos de las vaquillas a diferentes edades, haciéndose máxima entre los 15 y 16 meses de edad. Esta alta desviación estándar deja ver que el rango de dispersión de los pesos es muy amplio, de lo cual se deduce que hay animales que presentan un adecuado peso a las diferentes edades, mientras que otros presentan una baja ganancia e incluso pérdida de peso.

En el mismo cuadro se observa que los animales que se encuentran en el rango inferior presentan una gran diferencia de peso con respecto a las vaquillas que se encuentran en el rango superior de más de 200 kg, desde los 8 meses de edad en adelante, esto muestra la amplia distribución que posee el peso corporal a las diferentes edades.

La Figura N°1 muestra el comportamiento que tiene el peso corporal a las diferentes edades de todas las vaquillas evaluadas en el presente estudio.

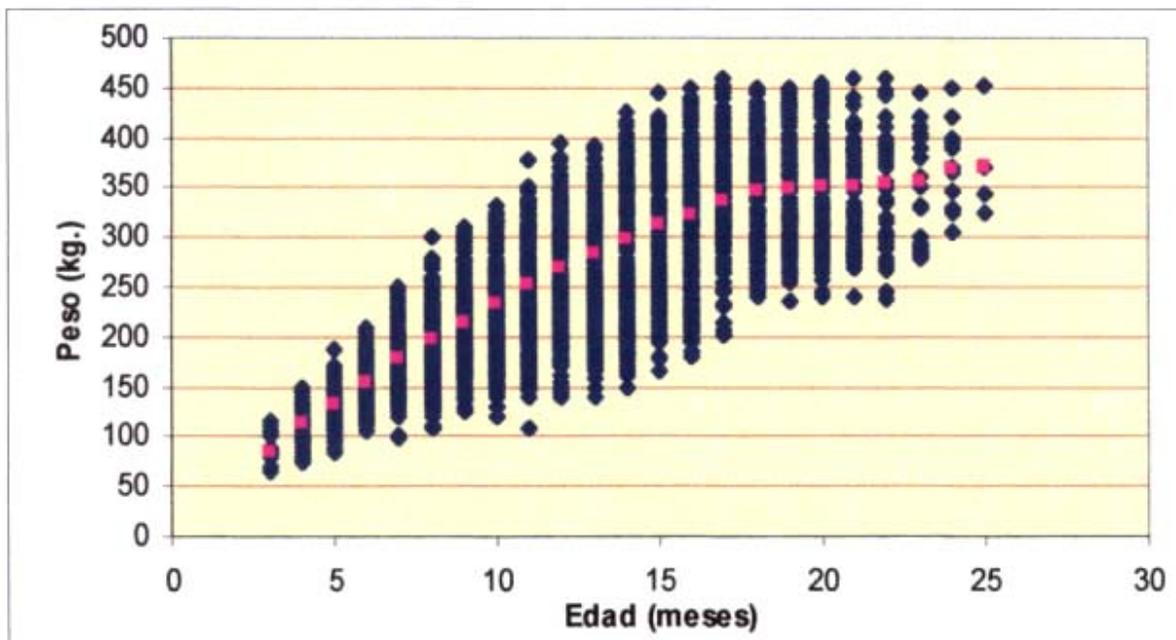


FIGURA N°1. Distribución de peso por edades.

En la Figura N°1 se puede apreciar la amplia distribución que presenta el peso corporal a diferentes edades. Se puede observar además que la diferencia entre el rango mínimo de peso por edad y el rango máximo va aumentando con la edad, llegando a observarse más de 200kg de diferencia entre ambos rangos. En la figura se puede observar que los animales que están cerca del rango mínimo presentan un bajo peso corporal a las diferentes edades. En la Figura N° 1 se observa además la tendencia que sigue el peso promedio a las distintas edades, como se observa aquí el peso promedio por edad comienza a aumentar a tasas decrecientes hasta detenerse en 350 kg desde los 19 meses de edad en adelante.

7.1. 2. - Aumento de alzada a la cruz por edades.

De acuerdo a la revisión bibliográfica realizada, además del peso corporal se pueden utilizar diversas medidas zootécnicas para evaluar el crecimiento de las hembras de reemplazo, por esta razón se estudió el crecimiento utilizando la alzada a la cruz y alzada a la pelvis, cuyos valores por edad están presentados en los Cuadros N°4 y 5 respectivamente.

El Cuadro N° 4 presenta el comportamiento que sigue la alzada de acuerdo a la edad, de todas las vaquillas evaluadas en el presente estudio.

CUADRO N°4.
Alzada a la cruz promedio, mínima y máxima a distintas edades.

Edad (meses)	N° animales	Alzada cruz			
		Promedio, (cm)	D. E.	Mínima, (cm)	Máxima, (cm)
3	7	88	1,35	85	90
4	74	95	3,92	86	103
5	99	98	3,39	87	107
6	188	101	4,34	88	112
7	197	105	4,51	88	114
8	274	108	4,62	90	118
9	279	110	4,76	90	121
10	311	112	7,08	96	126
11	343	115	4,88	100	126
12	280	116	5,25	100	128
13	265	118	5,65	103	129
14	217	120	6,31	103	132
15	216	121	6,01	105	133
16	151	122	6,66	105	133
17	64	122	5,88	110	134
18	75	122	5,58	111	134
19	62	122	5,98	112	134
20	72	123	5,14	112	134
21	41	123	4,71	112	135
22	24	123	6,15	113	135
23	15	123	5,91	114	136
24	4	124	9,71	116	137

El Cuadro N°4 muestra los valores promedio de alzada a la cruz a las diferentes edades, la cual tiene una alta desviación estándar, la que determina una amplia dispersión de la alzada tanto bajo el promedio como sobre éste. Esto determina que hay vaquillas que alcanzan la alzada recomendada para cada edad, sin embargo, hay otras que están por debajo del promedio siendo muy pequeñas a las respectivas edades. Se observa además que la alzada promedio sufre una detención a partir de los 16 meses de edad, en cambio en el rango mínimo se observa una baja tasa de aumento, pero ésta es más constante que el promedio sufriendo una detención entre los 19 y los 21 meses. En las vaquillas que están en el rango superior, también se observa una detención en el crecimiento, la que ocurre desde los 17 meses de edad en adelante.

La Figura N°2 muestra el comportamiento de la alzada a la cruz, de todas las vaquillas evaluadas en el presente estudio y la alzada a la cruz promedio a las diferentes edades.

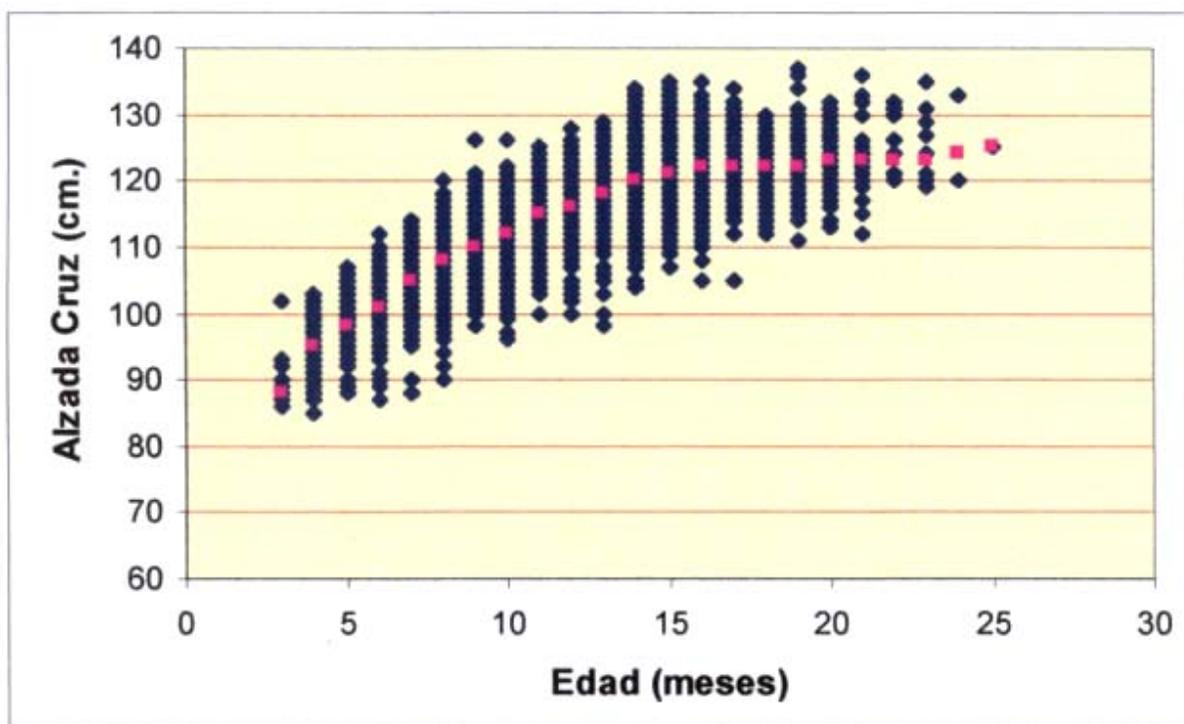


FIGURA N°2. Distribución de alzada a la cruz a distintas edades.

En la Figura N° 2 se observa que hay una amplia distribución de la alzada a la cruz a distintas edades, mostrando diferencias entre los rangos mínimo y máximo de más de 20 cm a cada edad. Las que comienzan a observarse desde los 6 meses de edad en adelante. La Figura N°2 muestra además que las vaquillas que se encuentran en el rango inferior presentan una baja alzada a las distintas edades, se puede observar además que la alzada a la cruz promedio comienza a aumentar a tasa decrecientes hasta detenerse en 122 cm desde los 16 meses de edad.

7.1. 3. - Aumento de alzada a la pelvis por edades.

La alzada a la pelvis sigue el mismo comportamiento que la alzada a la cruz, lo cual está dado por que existe una alta correlación entre ambas.

El Cuadro N°5 muestra la alzada a la pelvis promedio, alzada mínima y máxima a diferentes edades de todas las vaquillas evaluadas en el presente estudio.

CUADRO N°5.
Alzada a la pelvis promedio, mínima y máxima a diferentes edades.

Edad (meses)	N° animales	Alzada pelvis.			
		Promedio, (cm)	D. E.	Mínima, (cm)	Máxima, (cm)
3	7	94	1,9	91	97
4	74	101	3,1	91	109
5	99	104	3,4	93	113
6	188	108	4,4	94	118
7	197	111	4,6	94	120
8	274	114	4,8	96	124
9	279	116	4,9	96	128
10	311	119	5,2	102	132
11	343	121	5,1	104	132
12	280	123	5,4	106	136
13	265	124	5,7	109	136
14	217	126	6,5	109	138
15	216	128	6,2	111	138
16	151	128	6,8	111	140
17	64	128	6,1	116	140
18	75	128	5,5	117	140
19	62	128	6,2	118	141
20	72	128	5,9	118	141
21	41	129	4,7	119	142
22	24	129	4,9	120	142
23	15	129	5,1	121	143
24	4	131	9,8	122	144

El Cuadro N°5 muestra que la alzada a la pelvis promedio, tiene también una alta desviación estándar. Se observa además que el promedio sufre una detención marcada a partir de los 15 meses de edad, en torno a los 128 cm de altura, manteniéndose en esta estatura hasta los 20 meses de edad. Luego aumenta a 129 cm a los 21 meses, manteniéndose sin variación hasta los 23 meses, para sufrir un repunte entre los 23 y los 24 meses de edad alcanzando los 131 cm de alzada. En el rango inferior se observa un bajo, pero constante incremento hasta los 24 meses.

La Figura N°3 presenta la evolución que sigue la alzada a la pelvis de acuerdo a la edad.

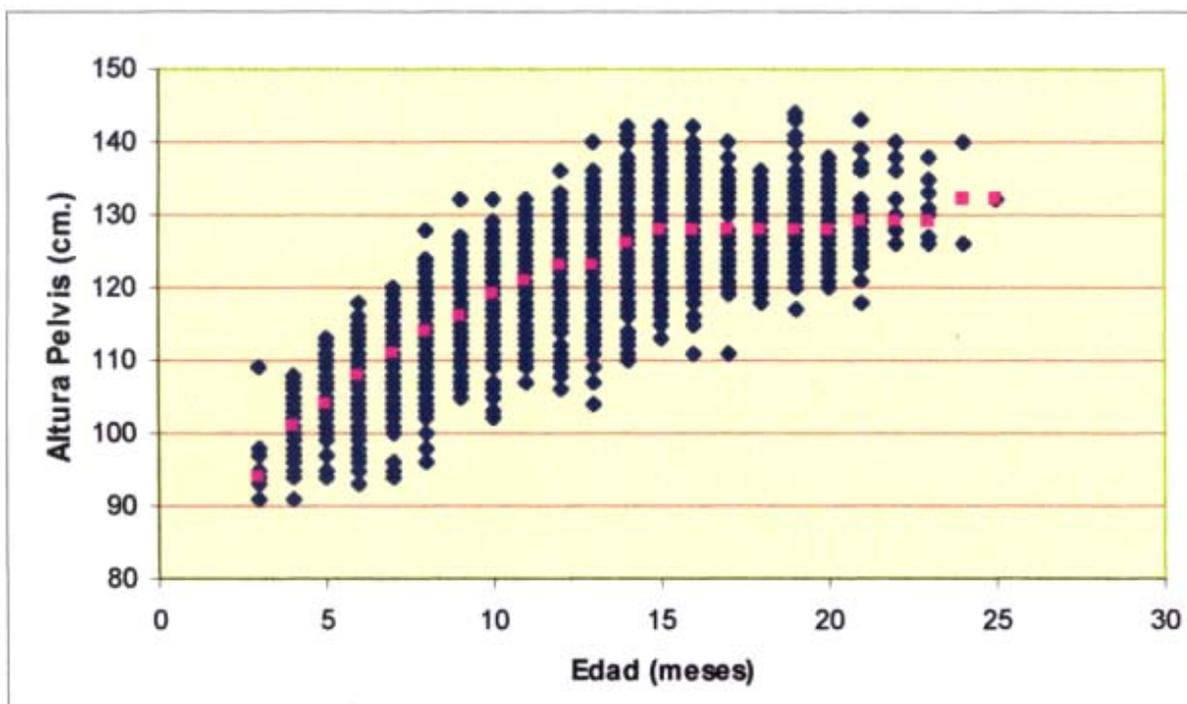


FIGURA N°3. Distribución de alzada a la pelvis a distintas edades.

La Figura N°3 muestra el comportamiento que sigue la alzada a la pelvis por edad. Como se puede apreciar en ésta figura existe una amplia distribución de los pesos, la cual va aumentando de acuerdo a la edad, similar a lo que sucede con alzada a la cruz, mostrando diferencias entre los rangos mínimo y máximo de más de 20 cm a cada edad. Lo mismo sucede con la alzada a la pelvis la cual sufre una detención del aumento desde los 15 meses de edad en adelante.

El Anexo N°1 muestra el peso promedio mensual de todos los rebaños evaluados, aquí ya se puede evidenciar que existe pérdida de peso en algunos rebaños. En el Anexo N°2 se muestra la variación de peso promedio mensual por rebaño donde se puede apreciar que en algunos predios hay una muy buena ganancia de peso promedio mensual y en otros predios se evidencia una franca pérdida de peso, que en ciertos períodos es muy crítica llegando incluso a perder alrededor de 0,3 kg diario como lo muestra el Anexo N°3, el cual muestra la variación de peso diaria promedio por predio.

7. 2. RESULTADOS DE REGRESIONES.

El modelo estadístico completo descrito en Material y Método, fue probado y se eliminaron los efectos que no fueron estadísticamente significativos ($p > 0,05$). De este modo se desarrollaron submodelos para predecir peso corporal.

Para estimar el valor de las regresiones se utilizaron 1170 animales, de los cuales se obtuvieron 6513 observaciones para peso corporal y 3193 observaciones para cada una de las alzadas.

Las estimaciones del modelo que mejor predicen peso corporal se describen a continuación.

CUADRO N°6.

Efecto del predio, de la edad, del mes de nacimiento y efectos lineales, cuadráticos, cúbicos de alzada a la cruz y alzada a la pelvis.

Parámetro	Estimación	Desv. Estándar
<u>Intercepto</u>	2588,736 *	386,104
<u>Predio</u>		
1	18,462 *	2,146
2	16,761 *	2,255
3	-9,808 *	2,190
4	10,484 *	2,400
5	11,911 *	2,557
6	21,247 *	2,318
7	5,344 *	2,582
8	31,906 *	2,213
9	33,032 *	2,512
10	0,000	
<u>Mes de Nacimiento.</u>		
Febrero	-4,471 *	2,221
Marzo	-9,986 *	2,060
Abril	-9,185 *	2,103
Mayo	-3,720 *	2,242
Junio	-7,205 *	2,223
Julio	-6,502 *	2,168
Agosto.	-10,105 *	2,102
Septiembre	-9,593 *	2,115
Octubre	-11,083 *	2,130
Nov, Dic y Ene.	0,000	.
<u>Edad</u>	0,189 *	0,007
<u>Efectos</u>		
Lineales alzada cruz	-73,860 *	10,466
Cuadráticos alz. cruz	0,619 *	0,094
Cúbico alzada cruz	-0,00165 *	0,0003
Lineales alzada pelvis	3,436 *	0,441

*Estos valores son estadísticamente distintos de cero ($p < 0,05$).
Coeficiente de determinación (r^2), para este modelo es de 0,928754.

Mediante los resultados mostrados en el Cuadro N°6 es posible predecir el peso corporal de una vaquilla conociendo el predio de donde proviene, el mes de nacimiento, su edad y las alturas a la cruz y a la pelvis. Pero el efecto que ejerce el predio sobre los animales limita a este modelo a ser utilizado sólo en los predios evaluados, debido a que las condiciones de manejo pueden variar de un predio a otro. Por esta razón se diseñó el modelo presentado en el Cuadro N°7.

El Cuadro N°7 muestra los efectos del mes de nacimiento, de la edad, y los efectos lineales cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz y los efectos lineales de alzada a la pelvis de acuerdo al siguiente modelo.

CUADRO N°7

Efectos de la edad, mes de nacimiento y efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz y alzada a la pelvis.

Parámetro	Estimación	Desv. Estándar
<u>Intercepto</u>	2877,428 *	431,245
<u>Mes de Nacimiento.</u>		
Febrero	-12,076 *	2,447
Marzo	-18,280 *	2,168
Abril	-16,600 *	2,301
Mayo	-11,319 *	2,479
Junio	-12,525 *	2,471
Julio	-12,698 *	2,361
Agosto.	-15,421 *	2,316
Septiembre	-15,726 *	2,325
Octubre	-15,543 *	2,369
Nov, Dic y Ene	0,000	*
<u>Edad</u>	0,142 *	0,006
<u>Efectos</u>		11,680
Lineales alzada cruz	-80,862 *	0,105
Cuadráticos alz. cruz	0,682 *	0,000
Cúbico alzada cruz	-0,001817 *	0,486
Lineales alzada pelvis	3,151 *	

*Estos valores son estadísticamente distintos de cero ($p < 0,05$) y $r^2 = 0,907931$.

Mediante los resultados mostrados en el Cuadro N°7 se puede predecir el peso corporal de una vaquilla, conociendo el mes de nacimiento, la edad, la alzada a la cruz y la alzada a la pelvis. La ventaja que posee este modelo, es que asume que los 10 predios evaluados en el estudio, representan un predio promedio y que al animal al cual se le desea predecir el peso pertenece a un rebaño promedio. El coeficiente de determinación para este modelo es de 0.907931, es decir, se puede predecir el peso corporal con un 90,79% de precisión, o sea con un 2,08% menos de exactitud que cuando se incluye el efecto predio, mediante el cual se predice con un 92,87% de exactitud.

Debido a que la contribución al incluir los efectos de ambas alzadas en un mismo modelo es baja, desde el punto de vista de la precisión de la estimación de peso corporal de una vaquilla, se presenta el modelo mediante el cual se puede predecir peso conociendo solamente la edad, mes de nacimiento y alzada a la cruz, cuyos valores estimados están presentados en el Cuadro N°8.

En el cuadro N°8 se presentan los efectos del mes de nacimiento, la edad y los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz. De acuerdo al siguiente modelo.

CUADRO N°8.

Efectos del mes de nacimiento, edad y efectos lineales cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz.

Parámetro	Estimación	Desv. Estándar
<u>Intercepto</u>	2960,289 *	433,833
<u>Mes de Nac.</u>		
Feb.	-11,326 *	2,460
Mar.	-17,536 *	2,179
Abr.	-15,841 *	2,314
May.	-11,062 *	2,490
Jun.	-12,247 *	2,487
Jul.	-12,527 *	2,376
Ago.	-15,160 *	2,331
Sep.	-15,381 *	2,340
Oct.	-15,363 *	2,384
N.D.E.	0,000	•
<u>Edad</u>	0,140 *	0,006
<u>Efectos</u>		
lineal alzada cruz	-79,612 *	11,753
cuadrático alz. cruz	0,701 *	0,106
cúbico de alzada cruz	-0,001874 *	0,0003

Estos valores son estadísticamente diferentes de cero ($p < 0,05$) y $r^2 = 0,906711$.

Mediante los valores obtenidos en el cuadro N°8, se puede estimar el peso corporal de una vaquilla conociendo la edad, el mes de nacimiento y la alzada a la cruz solamente. Esta ecuación es más fácil de utilizar en terreno, ya que solamente se debe medir la alzada a la cruz. Esto es posible debido a que el aporte al incluir los efectos lineales de alzada a la pelvis en el mismo modelo de alzada a la cruz es muy bajo, debido a que el coeficiente de determinación del modelo presentado en el Cuadro N°8 es un 0,66% más bajo solamente que aquel que incluye ambas alzadas (Cuadro N°7).

Para presentar la posibilidad de escoger, entre predecir el peso corporal a través de alzada a la cruz o alzada a la pelvis, se presenta el Cuadro N°9.

El Cuadro N°9 se presentan los efectos del mes de nacimiento, de la edad y los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la pelvis, de acuerdo al siguiente modelo.

CUADRO N°9.

Efectos del mes de nacimiento, la edad y los efectos lineales, cuadráticos y Cúbicos de alzada a la pelvis.

Parámetro	Estimación	Desv. Estándar
<u>Intercepto</u>	3448,154 *	481,773
<u>Mes de Nacimiento.</u>		
Febrero	-12,631 *	2,466
Marzo	-19,325 *	2,180
Abril	-17,681 *	2,313
Mayo	-11,901 *	2,492
Junio	-13,162 *	2,490
Julio	-13,146 *	2,380
Agosto.	-16,060 *	2,334
Septiembre	-16,473 *	2,342
Octubre	-16,205 *	2,492
Nov, Dic y Ene	0,000	•
<u>Edad</u>	0,149 *	0,007
<u>Efectos</u>		
Lineal alzada pelvis.	-87,626 *	12,328
Cuadrático alz. pelvis.	0,729 *	0,105
Cúbicos alzada pelvis.	-0,00186 *	0,0003

* Estos valores son estadísticamente distintos de cero ($p < 0,05$) y $r^2 = 0,906373$.

Mediante los valores presentados en el Cuadro N°9, es posible estimar el peso corporal de una vaquilla conociendo la edad, el mes de nacimiento y la alzada a la pelvis. El coeficiente de determinación de este modelo, permite predecir peso con un 90,64% de precisión. Lo cual determina que se puede usar indistintamente los valores de alzada a la cruz o alzada a la pelvis para estimar peso corporal, de acuerdo a la facilidad de obtención de una u otra medida en terreno.

Como en todos los predios de la región no se llevan adecuados registros de la fecha de nacimiento y por lo tanto se desconoce la edad del animal, se puede estimar peso corporal conociendo solamente la alzada del animal, cuyos valores estimados están presentados en los Cuadros N° 10 y 11.

El Cuadro N°10 muestra los valores estimados de los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz, de acuerdo al siguiente modelo.

CUADRO N°10. Efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz.

Parámetro	Estimación	Desv. Estándar
<u>Intercepto</u>	3764,013 *	478,498
<u>Efectos</u>		
lineales alzada cruz,	-102,930 *	12,967
cuadráticos alz. cruz.	0,918 *	0,117
cúbicos alzada cruz.	-0,002502 *	0,0003

*Estos valores son estadísticamente distintos de cero ($p < 0,05$) y $r^2 = 0,880313$.

El Cuadro N°11 muestra los valores estimados de los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la pelvis, de acuerdo al siguiente modelo.

CUADRO N°11 Efectos lineales cuadráticos y cúbicos de alzada a la pelvis.

Parámetro	Estimación	Desv. Estándar
<u>Intercepto</u>	4617,663 *	530,987
<u>Efectos</u>		
lineales de alz. pelvis,	-119,423 *	13,593
cuadráticos alz. pelvis,	1,008 *	0,115
cúbicos alzada pelvis.	-0,00264 *	0,0003

*Estos valores son estadísticamente distintos de cero ($p < 0,05$) y $r^2 = 0,879783$

Con los valores del modelo presentados en los Cuadros N° 10 y N° 11, se puede predecir el peso corporal conociendo la alzada a la cruz o la alzada a la pelvis respectivamente. Si se estima el peso a través de alzada a la cruz, se hace con un 88,03% de precisión, y si se predice a través de alzada a la pelvis, se estima con un 87,98% de exactitud. Debido a esto se puede usar indistintamente cualquiera de las dos alzadas en forma independiente, y prediciendo el peso corporal de una vaquilla con similar precisión.

Con el modelo propuesto se puede predecir el peso de una vaquilla, pero con menor exactitud que cuando se incluye la edad y el mes de nacimiento. Esta diferencia es de 2,6% por lo que la contribución de estos datos es relativamente baja, sin embargo se recomienda usar estos datos cuando estén disponibles, debido a que le dan mayor exactitud a la estimación.

Por último se puede estimar el peso corporal de una vaquilla utilizando sólo la edad y el mes de nacimiento. Los valores estimados para este modelo se presentan en el Cuadro N°12, de acuerdo al siguiente modelo.

CUADRO N°12. Efectos de la edad y del mes de nacimiento.

Parámetro	Estimación	Desv. Estándar
<u>Intercepto</u>	158,034 *	5,050
<u>Mes de Nac.</u>		
E n e r o .	0,000	•
Febrero	-11,757 *	4,938
Marzo	-48,062 *	4,674
Abril	-46,322 *	4,779
Mayo	-47,070 *	4,920
Junio	-60,372 *	4,901
Julio	-61,118 *	4,805
Agosto.	-69,478 *	4,770
Septiembre	-77,428 *	4,785
Octubre	-72,203 *	4,860
Noviembre	-26,291 *	5,808
Diciembre	-57,329 *	6,825
<u>Edad</u>	0,433 *	0,005

*Estos valores son estadísticamente distintos de cero ($p < 0,05$) y $r^2 = 0,651702$.

Con los valores del modelo estimados en el Cuadro N°12, se puede predecir el peso corporal de una vaquilla, con un 65,17% de precisión, lo cual hace a este

modelo muy poco exacto. Por lo tanto predecir el peso corporal de una vaquilla a través de este modelo podría sobre estimar o subestimar el peso de ésta.

Reemplazando el modelo presentado en Material y Método, por los valores mostrados anteriormente en los Cuadros respectivos se puede estimar el peso corporal de vaquillas, utilizando solamente la edad y el mes de nacimiento, el cual posee un coeficiente de determinación de 0,6517. También se puede estimar peso utilizando los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz o alzada a la pelvis con un coeficiente de determinación de 0,8803 y 0,8798 respectivamente. Se puede estimar utilizando la edad, el mes de nacimiento, los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz o alzada a la pelvis con coeficientes de determinación de 0,9067 y 0,9063 respectivamente. Por último se puede estimar el peso corporal utilizando la edad, el mes de nacimiento, los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz y los efectos lineales de alzada a la pelvis con un coeficiente de determinación de 0,9073. Estos valores pueden ser utilizados en cualquier predio, asumiendo que ese sea un predio promedio.

En el Anexo N° 4 se presenta un ejemplo de cómo incluir los resultados de las regresiones en el modelo estadístico presentado en material y método, para estimar el peso corporal de una vaquilla.

7.3. - CORRELACIONES DE LAS VARIABLES EVALUADAS.

Para estimar las correlaciones existentes entre las distintas variables estudiadas se utilizaron 1170 animales de los cuales se obtuvieron 6513 observaciones para las variables edad y peso corporal y 3193 observaciones para cada una de las alzadas.

Los coeficientes de correlación entre los parámetros estudiados se presentan en el Cuadro N°13.

CUADRO N°13

Valores de los coeficientes de correlación de Pearson entre edad, peso alzada a la cruz y alzada a la pelvis.

Variable	Coeficiente de correlación r
Edad-Peso	0,77578*
Edad - Altura a la cruz	0,76055*
Edad - Altura a la pelvis	0,75378*
Peso -Alzada a la Cruz	0,93266*
Peso-Alzada a la Pelvis	0,93071*
Alzada cruz - Alzada Pelvis	0,99564*

*Estos valores son estadísticamente diferentes de cero ($P < 0,05$).

Como se observa en el Cuadro N°13, existe una asociación positiva entre el peso y ambas alzadas, cuyos valores son 0,933 para la correlación peso - alzada a la cruz y 0,931 para la correlación peso - alzada a la pelvis.

El coeficiente de correlación, mide el grado de asociación entre dos variables (Hoel, 1971). En el presente estudio el mayor grado de asociación se observa entre ambas alzadas, con un 0,9956, es decir, una correlación casi perfecta, esto debido a que todo aumento en alzada a la cruz inevitablemente va acompañada de aumento en alzada a la pelvis o viceversa. Luego le sigue la correlación entre peso - alzada a la cruz y peso - alzada a la pelvis. Estas dos correlaciones también muestran un alto grado de asociación con peso, ya que todo aumento de tamaño, va acompañado de un aumento en el peso. Finalmente las asociaciones más bajas se encuentran en las correlaciones asociadas con la edad, ya que el aumento en la edad no necesariamente va acompañada de crecimiento, como lo que ocurre en momentos de restricción alimenticia, en que incluso puede haber pérdida de peso.

En síntesis las variables relacionadas con la edad son las que exhiben una menor asociación, debido a que los coeficientes de correlación son más bajos, por el contrario las variables relacionadas con tamaño corporal son las que exhiben una mayor asociación y de éstas la correlación entre ambas alzadas muestra la más alta asociación.

8. DISCUSION

8.1. - CRECIMIENTO PROMEDIO DE LAS VAQUILLAS.

8.1.1.- Peso corporal.

Como se aprecia en el Cuadro N°3 el peso promedio de las vaquillas evaluadas en el presente estudio, está por debajo de los estándares propuestos por diferentes autores, ($p < 0,05$). Sin embargo este promedio presenta una alta desviación estándar, la cual determina que hay un porcentaje importante de las vaquillas que presentan un buen peso e incluso sobrepasan los estándares propuestos por diversos autores para la raza Holstein a las distintas edades. Por el contrario otro porcentaje importante de las vaquillas presenta una bajo peso a las diferentes edades.

Al comparar los pesos por edad presentados en el Cuadro N°3, con las recomendaciones hechas por diversos autores (Cuadro N°1), éstos establecen que por ejemplo a los 9 meses las vaquillas deberían pesar en promedio entre 231 y 260 kg (Ragsdale, 1934; Matthews y Fohrman, 1954; Davis y Hathaway, 1956; Heinrichs, 1987 y Kertz y col., 1998). Sin embargo en el presente estudio las vaquillas evaluadas pesan solamente 214 kg promedio.

La edad ideal para encastar las vaquillas de reemplazo con el objetivo de obtener partos a los 24 meses, es alrededor de los 15 meses, cuando deberían pesar entre 330 y 360 kg (Ragsdale, 1934; Matthews y Fohrman, 1954; Davis y Hathaway, 1956; Heinrichs, 1998; Hoffmann, 1998 y Kertz y col., 1998), (Cuadro N°1). Las vaquillas evaluadas en el presente estudio sólo pesan en promedio 313 kg, peso que está por debajo de los estándares recomendados para la raza Holstein, ($p < 0.05$). En el Cuadro N°3, se puede observar también, que el peso ideal para ser encastadas se alcanza a los 17 meses en las vaquillas estudiadas y que desde los 19 a los 24 meses se produce prácticamente una detención en el crecimiento alrededor de 350 kg, en circunstancia que a esta edad deberían pesar entre 510 y 630 kg (Davis y Hathaway, 1956; Heinrichs, 1987; Hoffmann, 1998 y Kertz y col., 1998).

Al comparar los promedios de peso corporal de las vaquillas evaluadas en el presente estudio, con un estudio realizado por Pulido (1985), quién comparó vaquillas Holstein Friesian con vaquillas Frisón Negro Chileno, se observa que el promedio de peso corporal a los 6 meses de edad fue de 108 kg y a los 12 meses fue de 257 kg, lo cual está bajo lo encontrado en las vaquillas evaluadas en el presente estudio con 154 kg y 270 kg de peso a las respectivas edades (Cuadro N°3). Sin embargo los valores encontrados por Pulido (1985), están sobre el rango inferior de peso de las vaquillas evaluadas en el presente estudio. Las diferencias observadas se pueden deber al bajo número de animales (20) utilizado por Pulido

(1985) y también a que el estudio se realizó en un mismo predio, lo cual puede tener una gran influencia en el crecimiento de los animales.

El bajo peso promedio encontrado en las vaquillas estudiadas a las distintas edades, se puede deber a deficiencia alimenticia, según lo observado durante los pesajes realizados, ya que en algunos predios se observó una baja ganancia de peso promedio (0,1 - 0,2 kg/día) e incluso había pérdida de peso (Anexo N°3). Esto demuestra que la dieta no era capaz de cubrir requerimientos de mantención de las vaquillas, lo cual concuerda con Head (1992) quien señala que ocurren con frecuencia deficiencias en alimentación durante el crecimiento y lo asocia a variaciones estacionales en la cantidad y calidad de los forrajes. Característico en algunos de los predios estudiados, donde el forraje que se les entregaba era escaso y/o de mala calidad como la paja usada en uno de los predios como aporte de nutrientes. Este bajo peso puede ser perjudicial para alcanzar un buen nivel productivo futuro. Head (1992) argumenta al respecto que al someter vaquillas a una restricción alimenticia de un 15 a un 40% de sus requerimientos por períodos prolongados, éstas nunca compensarán su potencial de crecimiento y producción.

De acuerdo a la desviación estándar presentada en el Cuadro N°3, se puede deducir que muchas de las vaquillas evaluadas, alcanzan los pesos recomendados para la raza Holstein a diversas edades e incluso algunas hembras sobrepasan los estándares recomendados para sus edades, como lo muestran las vaquillas que están en el rango superior de peso a cada edad. Lo cual está determinado por altas ganancias de peso (más de 1 kg diario promedio), como lo observado en algunos predios (Anexo N°3). Estas altas ganancias no son recomendadas, por la mayoría de los autores, debido a que provoca disminución de la producción potencial de leche de la vaquilla, por excesivo depósito de tejido adiposo en la glándula mamaria, la que reduciría el desarrollo de tejido parenquimal durante la fase de crecimiento alométrico (Harrison y col., 1983; Foldager y Serjsen, 1987; Stelwagen y Grieve, 1990; Head, 1992 y Van Amburgh y col., 1998). Por otro lado Lacey (1990) y Van Amburgh y col. (1998), argumentan que se reduciría la primera fase de crecimiento alométrico, que es el período donde se desarrolla el tejido parenquimal de la glándula mamaria, traduciéndose en un menor número de células secretoras y por ende menor producción de leche.

El peso corporal tiene una amplia distribución por edad, existiendo diferencias de más de 200kg entre las vaquillas que se encuentran en el rango mínimo y las que se encuentran en el rango máximo (Figura N°1). Esto se puede deber a restricción alimenticia que sufrieron las vaquillas de algunos predios, determinando el bajo desarrollo de las hembras que se encuentran en el rango inferior.

8.1. 2.- Aumento de alzas.

Como se observa en el Cuadro N°4 y N°5, la alzada a la cruz y alzada a la pelvis promedio a distintas edades es similar a los estándares recomendados por (Ragsdale, 1934; Heinrichs, 1987 y Hoffmann, 1998) hasta los 9 meses de edad con

110 cm de alzada a la cruz y 116 cm de alzada a la pelvis, no difieren estadísticamente ($p > 0,05$) y está bajo lo recomendado por (Davis y Hathaway, 1956; Kertz y col., 1998) con 113 cm de alzada a la cruz y 119 cm de alzada a la pelvis (Cuadro N°1). Posterior a esta edad comienzan a observarse diferencias estadísticas ($P < 0,05$)

Después de los 10 meses de edad comienza a verse una detención en el incremento de la alzada promedio, la cual se hace más marcada desde los 16 meses de edad en adelante deteniéndose entre 122 y 123 cm de alzada a la cruz y 128 -129 cm de alzada a la pelvis hasta los 23 meses de edad, alcanzando alrededor de los 24 meses de edad 124 cm de alzada a la cruz y 131 cm de alzada a la pelvis en promedio. Estas alzadas están por debajo de los estándares recomendados por Heinrichs (1998), con 132 cm de alzada a la cruz y 138 cm de alzada a la pelvis y de las recomendaciones propuestas en el Cuadro N°1.

La detención en el aumento de la alzada promedio se debe a una disminución en la tasa de aumento de peso promedio, que comienza a ser marcada desde los 15 meses de edad en adelante, para detenerse entre los 19 y 23 meses de edad. Debido a este escaso o nulo aumento de peso, los animales dejan de crecer en alzada (Heinrichs y col., 1992).

En el Cuadro N° 4 y N° 5 se observa que a los 15 meses, edad ideal para encostar y tener partos a los 24 meses, las alzadas están muy cerca de los estándares recomendados, sin embargo el peso adecuado para ser encastadas se alcanza a los 17 meses de edad (Cuadro N°3). El retardo en alcanzar los pesos de los estándares recomendados se puede deber a fallas en la alimentación. Van Amburgh y col. (1998) establece que vaquillas sometidas a bajas ganancias de peso, tienen una mayor alzada que aquellas que ganan peso en forma normal al compararlas a igual peso y que al compararlas a igual alzada, las vaquillas sometidas a bajas tasas de crecimiento son más livianas.

Las vaquillas evaluadas en el presente estudio a los 6 meses de edad presentan una alzada a la cruz promedio de 101 cm y a los 12 meses alcanzan una alzada de 116 cm, superiores a las encontradas por Pulido (1985) a igual edad (94 y 107 cm respectivamente). Estas diferencias se explican por el bajo peso promedio de esas vaquillas.

La desviación estándar encontrada a distintas edades, presentada en los Cuadros N° 4 y N° 5, muestra el amplio rango que hay tanto sobre el promedio como bajo este, lo cual determina que hay vaquillas que alcanzan alturas adecuadas a su edad y hay otras que están muy por debajo del promedio.

Las Figuras N°2 y N°3 muestran el comportamiento que sigue la alzada a la cruz y la alzada a la pelvis respectivamente, mostrando una amplia dispersión de las alzadas a las distintas edades existiendo diferencias entre los rangos mínimo y

máximo de más de 20 cm. Estas diferencias son atribuibles a la amplia dispersión que presenta el peso corporal ya entre las alzadas y el peso corporal existe una alta correlación positiva.

8. 2. - RESULTADO DE REGRESIONES.

De acuerdo al modelo estadístico presentado en Material y Método se hicieron cuadros con los resultados obtenidos de las regresiones de los datos recolectados, que permiten predecir el peso corporal de vaquillas, a través de este modelo y de acuerdo a los datos que se disponga en cada caso.

Como se observa en el Cuadro N°6 se puede estimar el peso vivo de una vaquilla conociendo el predio de donde proviene, la edad del animal, el mes de nacimiento, la alzada a la cruz y la alzada a la pelvis, con un coeficiente de determinación (r^2) de 0,929. Es decir, mediante este modelo se puede predecir el peso de una vaquilla con un 92,9% de precisión, si bien es el que predice con mayor exactitud el peso de un animal, tiene la limitante que solamente puede ser utilizado en los predios evaluados en este estudio. Esto se debe a que el modelo incluye el efecto que ejerce cada predio sobre el peso corporal de un animal determinado. Debido a que el manejo entre un predio y otro varía, no se puede extrapolar el efecto predio a la población.

Debido a que el objetivo era establecer un modelo que permitiera predecir el peso corporal de una vaquilla de predios distintos a los evaluados, asumiendo que el manejo de aquellos están dentro del promedio de los predios evaluados, se elaboraron submodelos que permiten predecir el peso de una vaquilla sin considerar el efecto predio. Como se observa en el Cuadro N°7, el modelo permite estimar el peso corporal, conociendo la edad del animal, el mes de nacimiento, la alzada a la cruz y la alzada a la pelvis, con un r^2 de 0,908. Al predecir peso mediante este modelo, se estima con un 90,79% de precisión, es decir, solamente un 2,1% menos de exactitud, que al utilizar el modelo que incluye el efecto predio presentado en el Cuadro N°6.

El modelo presentado en el Cuadro N°7 puede ser utilizado en cualquier predio, debido a que asume que los 10 predios evaluados representan un predio promedio y que al animal al cual se le va a predecir el peso, pertenece al promedio de los rebaños evaluados. Si no se tiene esta consideración, la estimación de peso puede alejarse mucho de su real peso, tanto subestimándolo como sobrestimándolo según corresponda.

Los valores presentados en el Cuadro N° 8, permiten predecir el peso de una vaquilla conociendo su edad, mes de nacimiento y su alzada a la cruz y con los valores del Cuadro N°9, se puede estimar el peso si se conoce la edad, mes de nacimiento y la alzada a la pelvis, presentando un coeficiente de determinación de 0,906711 y 0.906373 respectivamente. Es decir, se puede estimar peso corporal de

una vaquilla con un 90,67 y 90,64% de precisión respectivamente. Al comparar estos coeficientes de determinación, con el coeficiente obtenido en el Cuadro N°7 y que el aporte de alzada a la pelvis es de 0,12% y el aporte de alzada a la cruz es de 0,16%. Esto hace despreciable el aporte que ejercen las dos alzadas al incluirlas en el mismo modelo, permitiendo el uso de una sola de ellas y prediciendo con la misma exactitud el peso de una vaquilla.

El bajo aporte al incluir los efectos de ambas alzadas en un mismo modelo, se debe al alto grado de asociación que existe entre las dos variables, ya que entre ambas alzadas hay una correlación de 0.9956. Esto quiere decir que al incrementar en una alzada inevitablemente aumenta la otra, por esta razón al predecir peso a través de alzada a la cruz, prácticamente se está estimando a través de alzada a la pelvis, debido a esto da lo mismo predecir peso a través de cualquiera de las dos alzadas en forma independiente.

Los valores de los coeficientes de determinación presentados en el Cuadro N°8 están bajo los valores encontrados por Heinrichs (1992), donde los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz sobre peso corporal muestran un coeficiente de determinación de 0,9566 y al sumarle el efecto lineal de otra medida corporal como largo del cuerpo, el coeficiente de determinación aumenta a 0,9797. En cambio el valor del coeficiente de determinación de los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz sobre peso corporal encontrado en las vaquillas estudiadas, es de solo 0,9067 y al sumarle los efectos lineales de alzada a la pelvis, el coeficiente aumenta a 0,9079. Esta diferencia con el trabajo citado se puede deber al mayor número de hembras con que trabajó este autor y a la influencia ambiental que tuvieron esas vaquillas, la cual incide en las correlaciones entre las medidas zootécnicas y el peso (Heinrichs 1992). El bajo aporte otorgado al incluir una segunda medida corporal se debe a la alta correlación que existe entre las dos alzadas, por esta razón al crecer en alzada a la cruz inevitablemente aumenta en alzada a la pelvis, no ocurre lo mismo al incluir por ejemplo el largo del cuerpo, en que un aumento en alzada, no necesariamente lleva implícito un aumento en la longitud del animal. De esta manera, al incluir una medida distinta de alzada, se evalúa mejor el desarrollo de un animal (Heinrichs, 1992).

Las estimaciones para el modelo presentadas en los Cuadros N°10 y N°11, fueron realizadas debido a que existen predios en los cuales no se llevan adecuados registros, por lo tanto se desconoce la fecha de nacimiento y la edad de todos los animales o de alguno de ellos. Con estos valores se puede predecir el peso corporal de una vaquilla conociendo solamente su alzada a la cruz o alzada a la pelvis, con un 88,03 y un 87,97% de precisión respectivamente, es decir, un 2,94% menos de precisión que cuando se incluye el efecto de la edad y del mes de nacimiento. Si bien el coeficiente de determinación es igualmente alto y la diferencia en cuanto a precisión de estimación de peso es baja, se busca predecir el peso corporal de un animal lo más exactamente posible, por lo tanto se debería incluir en el modelo el efecto de la edad y del mes de nacimiento cuando estos datos se conozcan. Esta

escasa diferencia al no incluir la edad y el mes de nacimiento, se puede deber a la baja correlación que presentan las vaquillas evaluadas entre peso y edad, es decir, que un aumento en la edad no siempre lleva implícito un aumento en el peso.

Por último se puede predecir el peso corporal de una vaquilla conociendo solamente el mes de nacimiento y la edad de esta, las estimaciones para el modelo están presentadas en el Cuadro N°12. Estas poseen un r^2 de 0.6517, es decir, se puede predecir el peso corporal con un 65,17% de precisión solamente, la cual es muy baja, habiendo una diferencia de más de un 20% con aquellos modelos que incluyen al menos una alzada. Por lo tanto el peso puede ser subestimado o sobrestimado según sea el caso de acuerdo a las condiciones de crianza del animal.

El bajo coeficiente de determinación encontrado en el Cuadro N°12, se debe a la baja correlación que existe entre edad y peso corporal, es decir, un aumento en la edad, no necesariamente va acompañada de aumento de peso, como lo que ocurre en animales que sufren restricción alimenticia, en los cuales se produce una detención del aumento de peso promedio e incluso puede haber pérdida de peso.

8. 3. - CORRELACIONES DE LAS VARIABLES EVALUADAS.

El Cuadro N° 13 muestra los coeficientes de correlación entre las variables peso, edad, alzada a la cruz y alzada a la pelvis. Se observa en este cuadro que existe una asociación positiva entre el peso corporal y ambas alzadas, lo cual concuerda con lo descrito por Heinrichs y col. (1992), quien señala que existe una alta correlación entre el peso y diversas medidas zootécnicas.

Las correlaciones presentadas en el Cuadro N°13 difieren de las encontradas por Pulido (1985) al comparar Holstein Freisian con Frison Negro Chileno. Los coeficientes de correlación encontrados por este autor para el Frison Negro Chileno son de 0,8771, 0,9063 y 0,9617, para las correlaciones edad - alzada a la cruz, edad - peso y peso - alzada a la cruz respectivamente, estos valores están sobre los coeficientes encontrados en las vaquillas evaluadas en el presente estudio.

Las diferencias encontradas entre las vaquillas evaluadas en el presente estudio y el trabajo citado, se pueden deber al número de animales estudiados, 29 Pulido (1985), frente a 1170 animales evaluados en el presente estudio y a que el estudio realizado por este autor se consideró un solo predio, por lo tanto los animales estudiados estaban influenciados por un solo ambiente, a diferencia de lo que ocurre en el presente estudio en que los animales evaluados pertenecen a 10 predios, con sistemas de manejo diferentes. Sobre esta diferencia Heinrichs (1998), señala que a mayor número de predios, la influencia ambiental aumenta, afectando de esta manera las correlaciones entre las variables evaluadas.

Lo anterior se comprueba al elevar al cuadrado el coeficiente de correlación, obteniéndose el coeficiente de determinación, el cual representa la proporción de una

variable que es explicada por otra (Hoel, 1971). Por ejemplo al analizar en el Cuadro N°13 la correlación alzada a la cruz - peso, cuyo valor es 0,93266, el cual da un coeficiente de determinación de 0,8698, es decir, un 86,98% del aumento de peso corporal se debe a aumento en la alzada y el otro 13,02% se debe a influencias ambientales y así sucesivamente con las demás variables.

8. 4. - CONCLUSION.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio se puede concluir que:

- 1.- Existe una alta asociación positiva entre el peso corporal de una vaquilla y sus alzadas. Además las variables alzada a la cruz y alzada a la pelvis muestran la más alta correlación.
- 2.- El peso corporal puede ser estimado a través de sus alzadas debido a la alta correlación que existe entre estos parámetros.
3. - El desarrollo promedio por edad de las vaquillas de reemplazo en nuestro medio, está bajo los estándares recomendados por diversos autores para la raza Holstein. Este menor desarrollo, se debe a una alimentación que no permite lograr buenas tasas de crecimiento, en un porcentaje importante de los predios evaluados.
4. - Existen varios modelos para predecir peso corporal, pero el más adecuado es: $y_{ijk} = \mu + M_j + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_2^2 + b_4X_2^3$. que incluye la edad, el mes de nacimiento, los efectos lineales, cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz. Esto resulta por la alta precisión para estimar peso y por la facilidad que presenta a nivel predial la medición de la alzada a la cruz de un animal. Este modelo puede ser utilizado en cualquier predio, asumiendo que los 10 predios evaluados representan un predio promedio y que al animal al cual se le va a predecir el peso pertenece a un rebaño promedio.

9. BIBLIOGRAFIA

- ABENI, F., L. CLAMARI, L. STEFANINI y G. PIRLO. 2000.** Effects of daily gain in pre - and postpubertal replacement dairy heifers on body condition score, body size, metabolic profile and future milk production. *J. Dairy Sci.* 83:1468-1478.
- ALOMAR, D. 1979.** Crianza de terneros y reemplazos. En curso FAO-INDAP, Producción de leche. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- AMIR, S y J. KALI. 1974.** Influence of plane of nutrition of the dairy heifer on growth and performance after calving. *D. Science Hand.* 7:183-190.
- BETTEMAY, R. A. 1985.** Effect of growth rate and mating age of dairy heifers on subsequent production over four years. *Aust J. Exp. Agric.* 25:263.
- COOPER, M. M. y M. B. WILLIS. 1978.** Producción rentable de carne bovina. Mundi - prensa. Madrid. España.
- CROWLEY, J., N. JORGENSEN, T. HOUARD, P. HOFFMAN y R. SHAVER. 1991.** Raising Dairy Replacements. North Central Regional Extensión Publication N° 205.
- DAVIS, H. P. y I. L. HATHAWAY. 1956.** Comparative measurements of Holstein, Ayrshire, Guernsey and Jersey females from birth to seven years. *Nebraska Agric. Ext. Stn. Bull.* 179.
- ECKLES, C. H. y T. W. GULLICKSON. 1931.** Nutrient requirements for normal growth of dairy cattle, *J. Agric. Res.* 42:603.
- FOLDAGER, J. y K. SERJSEN. 1987.** Mammary gland development and milk production in dairy cows in relation to feeding and hormone manipulation during rearing. *Research in Cattle Production: Danish Status and Perspectives.* Landhusholdningsseselskabets Forlag, Tryk, Denmark. pp. 102-115.
- FUENZALIDA, H, 1971.** Climatología de Chile. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- GARDNER, R. W., J .D. SCHUH y L. G. VARGUS. 1977.** Accelerated growth and early breeding of Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 60:1941.
- GONZALES, M. 1995.** Estudio de caso: sistema de crianza de terneros en predios GGT de la Décima Región. Boletín técnico N°219. E.E. Remehue, Chile.

- HAMMOND, J. 1966.** Principios de explotación animal: reproducción, crecimiento y herencia. 3ª Edición, Acribia, Zaragoza, España.
- HARRISON, R. D., I. P. REYNOLDS y W. LITTLE. 1983.** A quantitative analysis of mammary glands of dairy heifers reared at different rates of live weight gain. *J. Dairy Res.* 50:405-412.
- HEAD, H.H. 1992.** Heifers performance standards: rearing systems, growth rates and lactation. In Van Horn, H. H. and C. J. Wilcox. Large Dairy Herd Management. American Dairy Science Association, Illinois.
- HEINRICHS, A. y G. L. HARGROVE. 1987.** Standards of weight and height for Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 70: 653 - 660.
- HEINRICHS, A. J, G. W. ROGERS y J. B. COOPER. 1992.** Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. *J. Dairy Sci.* 75: 3576-3582.
- HEINRICHS, A. J. 1998.** Nuevos gráficos de crecimiento para vaquillas Holstein. *Hoard's Dairyman*, 10:615-618.
- HOEL, P. 1971.** Estadística elemental. 4ª impresión. Compañía Editorial Continental, S. A. México.
- HOFFMAN, P. C. y D. A. FUNK. 1992.** Applied dynamics of dairy replacement growth and management. *J. Dairy Sci.* 75:2504-2516.
- HOFFMAN, P. 1998.** Optimum Holstein replacement heifer growth rates. Department of Dairy Science, Marshfield Agricultural Research Station, University of Wisconsin-Madison.
- JAMES, R. E- y W. H. COLLINS. 1992.** Heifers feeding and management systems. In Van Horn, H. H. and C. J. Wilcox. Large Dairy Herd Management. American Dairy Science Association, IL.
- KEOWN, J. F. y R. W. EVERETT. 1986.** Effects of days carried calf, days dry and weight of first calf heifers on yield. *J. Dairy Sci.* 69:1891.
- 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.
- LACASSE, P. 1993.** Effect of plane of nutrition of dairy heifers before and during gestation on milk production, reproduction and health *J. Dairy Sci.* 76:3420-3427.

- LATRILLE, L. 1994.** Avances en manejo de terneras de lechería desde el nacimiento al primer parto. Pp 154-178. En : Avances en producción animal. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- LEE, A. J. 1997.** The interplay of feedings and genetics on heifers rearing and first lactation milk yield: a review. *J. Anim. Sci.* 75:846-851.
- LITTLE, W. y R. M. KAY. 1979.** The effects of rapid rearing and early calving on the subsequent performance of dairy heifers. *Anim. Prod.* 29:131-142.
- LOPEZ, A. 1987.** Aspectos nutricionales y alimentarios del ternero de lechería. Avances en la investigación nacional en los últimos diez años (1976-1986). *Monog. Med. Vet.* 9: 5-17.
- MATTHEWS, C.A. y M.H. FOHRMAN. 1954.** Beltsville growth standards for Holstein Cattle. USDA Tech. Bull. 1099, USDA, Washington, D.C.
- Mc CULLOUGH, M.E. 1982.** Alimentación práctica de la vaca lechera. 3ª Edición. Editorial Aedos, Barcelona, España.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.(NRC). 1989.** Nutrient Requirements of Dairy Cattle.6th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.
- ODEPA. 1999.** Existencia de ganado por especie período 1990 -1997. <http://www.Minaqri.gob.cl/webodepa/cifras/tablahtml/productivas/tabla031.html>.
- OWENS, F. N., P. DUBESKI y C. F. HANSON. 1993.** Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:3138-3150.
- PIRLO, G., M. CAPELLETTI y G. MARCHETTO. 1997.** Effects of energy and protein allowances in the diets of prepubertal heifers on growth and milk production. *J. Dairy Sci.* 80: 730 -739.
- PULIDO, R. G. 1985.** Comparación del crecimiento en la etapa de recría de terneros Holstein Friesian, Overo Negro Europeo y cruza de Holstein Friesian x Overo Negro Europeo a pastoreo. Tesis M. V. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Veterinarias. Valdivia. Chile.
- RAGSDALE, A. C. 1934.** Growth standards for dairy cattle. Missouri Agric. Exp. St. Bull. 336, Univ. Missouri, Columbia.
- ROY, J. H. 1980.** The calf. 4ª Edition. Butterworths, London, England.
- SAS/STAT. 1988.** User's Guide, Release 6.03 Edition. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

- SERJSEN, K., J. T. HUBER, H. A. TUCKER y R. M.AKERS. 1982.** Influence of nutrition on mammary development in pre and post pubertal heifers. *J. Dairy Sci.* 65: 793.
- 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.** Optimum growth patterns for dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 50: 244.
- SWANSON, E. W. 1978.** Heifers performance standards, relations of rearing systems to lactation. In wilcox. C.J. et al. eds. Large Dairy Herd Management. University Press of Florida, Gainesville. pp 494-511.
- THOMAS, E. E., R. K. Mc GUFFEY y H. B. CREEN. 1996.** Raising dairy replacements heifers. Elanco Animal Health, Indianapolis.
- TOUCHBERRY, R. W. 1950.** Genetic correlations between five body measurements, weight, type and production in the same individual among Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 33:242-253.
- TROCCON, J. L. 1993.** Effects of winter feeding during the rearing period on performance and longevity in dairy cattle. *Liv. Prod. Sci.* 36: 157-176.
- VAN AMBURGH, M. E., G. M. GALTON, D. M. SUMAN, R. W. EVERETT, D. O. FOX, L. E. CHASE y H. N. ERB. 1998.** Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein heifers during first lactation. *J. Dairy Sci.* 81:527-538.
- WALDO, D. R., A. V. CAPUCO y C. E. REXROAD. 1998.** Milk production of Holstein heifers fed either alfalfa or corn silage diets at two rates of daily gain. *J. Dairy Sci.* 81:756-764.
- WERNER, B. 1973.** Influencia de los diferentes sistemas de crianza desde el nacimiento hasta la cubierta, en hembras de lechería nacidas en otoño. Tesis, M.V. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias, Valdivia, Chile.

10. ANEXOS

ANEXO N°1

Peso promedio mensual de las vaquillas de cada uno de los predios evaluados durante el estudio.

Predio	Pesaje 1 (kg)	Pesaje 2 (kg)	Pesajes 3 (kg)	Pesaje 4 (kg)	Pesaje5 (kg)	Pesaje 6 (kg)
1	215,8	239,1	255,5	284,7	298,9	310,6
2	222,9	235,4	254,9	266,7	270,8	278,6
3	185,7	195,2	200,8	202,5	201,4	206,6
4	209,7	241,6	260,9	263,6	272,8	285,4
5	163,6	179,9	190,9	218,6	240,6	257,5
6	222,2	224,3	228,4	227,7	223,8	212,7
7	284,1	290,6	300,6	308,9	320,8	334,1
8	222,6	253,0	277,4	297,7	315,8	325,5
9	.	276,2	291,9	304,2	319,8	336,4
10	252,3	242,3	254,2	244,5	243,2	241,8

ANEXO N° 2

Variación promedio de peso mensual de todas las vaquillas de cada uno de los rebaños estudiados.

Predio	Pesaje 2 (kg)	Pesaje 3 (kg)	Pesaje 4 (kg)	Pesaje 5 (kg)	Pesaje 6 (Kg)
1	23,3	16,4	29,2	14,2	11,7
2	12,5	19,5	11,8	4,1	7,8
3	9,5	5,6	1,7	-1,1	5,2
4	31,9	19,3	2,7	9,2	12,6
5	16,3	11	26,7	22	16,9
6	2,1	4,1	-0,7	-3,9	-11,1
7	6,5	10	8,3	11,9	13,3
8	30,4	24,4	20,3	18,1	9,7
9	.	15,7	12,3	15,6	16,6
10	-10	11,9	-9,7	-1,3	-1,4

ANEXO N° 3.

Variación promedio de peso diaria de todas las vaquillas de cada uno de los rebaños estudiados.

Predio	Mes1 (kg/día)	Mes 2 (kg/día)	Mes 3 (kg/día)	Mes 4 (kg/día)	Mes 5 (kg/día)
1	0,777	0,546	0,973	0,473	0,390
2	0,416	0,650	0,393	0,137	0,260
3	0,316	0,186	-0,057	-0,037	0,173
4	1,063	0,643	0,090	0,307	0,420
5	0,540	0,366	0,890	0,733	0,563
6	0,070	0,136	-0,023	-0,131	-0,371
7	0,200	0,333	0,276	0,397	0,443
8	1,013	0,813	0,677	0,603	0,323
9	.	0,523	0,410	0,520	0,553
10	-0,333	0,396	-0,32	-0,043	-0,047

ANEXO N°4.

Ejemplo de utilización de valores del análisis de regresión en el modelo estadístico.

$$y_{ijk} = \mu + M_j + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_2^2 + b_4X_2^3 + b_5X_3 + b_6X_3^2 + b_7X_3^3 + e_{ijk}$$

Vaquilla N° 98085.

Predio N° 1.

Fecha Nac. 19-mar-1998.

Fecha de medición 2-jun-1999.

Alzada cruz 124cm.

Alzada pelvis 130cm.

Peso real 330 kg

Aquí se utilizó el modelo que incluye el efecto de la edad, del mes de nacimiento y los efectos lineales Cuadráticos u cúbicos de alzada a la cruz y los efectos lineales de alzada a la pelvis Cuadro N° 7.

$$y_{ijk} = \mu + M_j + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_2^2 + b_4X_2^3 + b_5X_3$$

Donde:

$$\mu = 2877,428.$$

$$\begin{aligned}
 M &= -18,280. \\
 b_1 &= 0,142. \\
 x_1 &= 438 \text{ días.} \\
 b_2 &= -80,862. \\
 x_2 &= 124 \text{ cm.} \\
 b_3 &= 0,68237. \\
 x_2^2 &= (124)^2. \\
 b_4 &= -0,001817. \\
 x_2^3 &= (124)^3. \\
 b_5 &= 3,151. \\
 x_3 &= 130 \text{ cm.}
 \end{aligned}$$

Se utilizarán los datos presentados en el Cuadro N°7. el cual incluye los efectos de la edad, el mes de nacimiento, efectos lineales cuadráticos y cúbicos de alzada a la cruz y los efectos lineales de alzada a la pelvis.

$$y_{ijk} = 2877,428 + (-18,280) + (0,142 \times 438) + (-80,862 \times 124) + (0,68237 \times (124)^2) + (-0,00182 \times (124)^3) + (3,151 \times 130).$$

$$y_{ijk} = 2877,428 - (18,280) + 62,196 - (10188,612) + 10492,211 - (3464,336) + 422,234.$$

$$y_{ijk} = 331,87.$$

Es decir, 331,87 kg es el peso estimado de esta vaquilla.

Al incluir sólo los efectos lineales cuadráticos y cúbicos del Cuadro N° 10 se obtiene:

$$y_{ijk} = \mu + b_2x_2 + b_2x_3^2 + b_2x_4^3$$

$$y_{ijk} = 3764,013 + (-102,930 \times 124) + (0,918 \times (124)^2) + (-0,002502 \times (124)^3)$$

$$y_{ijk} = 3764,013 - 12763,32 + 14115,168 - 4770,373$$

$$y_{ijk} = 345,48$$

Mediante modelo se estima un peso de 345,5 kg para la misma vaquilla, es decir, sobre estima el real peso de la vaquilla por este motivo se recomienda usar los efectos de la edad y mes de nacimiento si se dispone de ellos.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma han colaborado en el desarrollo de esta tesis y en forma especial a:

Agrícola y Comercial G.M. (Fundo Eduvigis). Futrono
Agrícola Sagalu - La Unión.
Fundo Daglipulli - La Unión.
Fundo Huacahue . - La Unión
Fundo Los Aromos - Paillaco.
Fundo Palos Altos -Mafil.
Fundo Punahue - Los Lagos.
Fundo San Carlos - La Unión
Fundo San Isidro - Rapaco
Inia - Remehue - Osorno.

Por haberme facilitado sus vaquillas para realizar este estudio.

Dra. Soledad Epíndola Gómez profesora patrocinante y al Dr. Héctor Uribe Muñoz profesor copatrocinante por su ayuda en la creación, planificación y desarrollo de esta tesis.

Los Señores (as) Héctor Casanova, Cristian Codyambasic, Juan Carlos Colín, María Angélica Fernández, Raúl García, Alejandro Herbach, Eduardo Koller, Juan Carlos Lehmann, Manuel Palma, Fernando Robert, José Luís Santa María y a la Señora Sara Wiff por haberme permitido utilizar sus vaquillas, construcciones, por facilitarme su personal y por la ayuda que me prestaron algunos de ellos durante la recolección de los datos

Personal de cada uno de los predios por su buena disposición y colaboración durante los pesajes y mediciones.

Sra. Mary por su buena disposición durante el desarrollo de este trabajo.

Sra. Lucy Wellmann por su constante colaboración durante el desarrollo de este trabajo.

Mis padres por su constante apoyo y consejos.

A todos muchas gracias.