

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**ESTUDIO DE MEDIDAS CORPORALES Y PARAMETROS QUE DETERMINAN
CALIDAD DE CARNE SOBRE NOVILLOS PROVENIENTES DE TRES GRUPOS
RACIALES EN LA ETAPA DE RECRÍA.**

POR

SOLANGE ANAHI VÁSQUEZ OBANDO

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN – CHILE
2024**

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**ESTUDIO DE MEDIDAS CORPORALES Y PARAMETROS QUE
DETERMINAN CALIDAD DE CARNE SOBRE NOVILLOS
PROVENIENTES DE TRES GRUPOS RACIALES EN LA ETAPA DE
RECRÍA.**

POR

SOLANGE ANAHI VÁSQUEZ OBANDO

**MEMORIA PRESENTADA A LA
FACULTAD DE AGRONOMÍA DE LA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**CHILLÁN – CHILE
2024**

Aprobada por:

Profesor Titular, Jorge Campos P.

Prof. de Est. en Matemáticas, Mg. E. Cs. Dr.

Guía

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.

Ing. Agrónomo, Mg. Cs

Asesor

Profesor Asociado, Marcelo Doussoulin G.

Ing. Agrónomo, Mg. Cs. Dr.

Asesor

Profesor Asociado, Guillermo Wells M.

Ing. Agrónomo, Mg. Cs.

Decano

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen	1
Summary	1
Introducción	2
Materiales y métodos.....	5
Resultados y discusión	10
Conclusiones	18
Referencias	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	Página
Figura 1 Distribución de los novillos en las franjas durante el estudio.....	4
Figura 2 Ejemplos de imágenes capturadas con ecógrafo y procesadas a través de software Idrisi.....	6
Figura 3 Medidas zoométricas.....	7
Figura 4 Peso vivo promedio (kg animal ⁻¹) por grupo racial, durante el periodo de recría entre los meses de septiembre del 2016 y abril del 2017.....	9
Figura 5 Ganancia de peso promedio estimada (kg animal ⁻¹ día ⁻¹) por grupo racial durante el periodo de recría entre los meses de septiembre del 2016 y abril del 2017.....	10
Figura 6 Profundidad del ojo lomo total, por grupo racial: Normando, Holstein Friesian y cruce Normando x Holstein Friesian.....	12
Figura 7 Espesor de grasa dorsal por grupo racial: Normando, Holstein Friesian y cruce Normando x Holstein Friesian por evaluación.....	13
Figura 8 Porcentaje de marmoleo, por grupo racial: Normando, Holstein Friesian y cruce Normando x Holstein Friesian por evaluación.....	14
Tabla 1 Peso vivo promedio (kg) inicial, final y variación por grupo racial.....	9
Tabla 2 Medidas corporales (m) promedio por grupo racial.....	10

Tabla 3	Valores promedios por grupo racial, para índices zoométricos.....	11
Tabla 4	Matriz de correlación entre peso y medidas corporales (zoométricas).....	14
Tabla 5	Matriz de correlación, entre peso vivo, profundidad área ojo lomo total e índices zoométricos.....	15

ESTUDIO DE MEDIDAS CORPORALES Y PARAMETROS QUE DETERMINAN CALIDAD DE CARNE SOBRE NOVILLOS PROVENIENTES DE TRES GRUPOS RACIALES EN LA ETAPA DE RECRÍA.

Palabras índice adicionales: Medidas corporales, calidad de carne, ultrasonido, recría, novillos.

RESUMEN

La investigación se realizó con el objetivo de estudiar las medidas corporales y su relación con parámetros que determinan calidad de carne, medidos a través de ultrasonografía sobre novillos de raza Normando, Holstein Friesian y cruce Normando x Holstein Friesian en la etapa de recría. Se llevó a cabo en la estación experimental Marcelo Tima Péndola, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Se evaluaron 3 grupos (razas), donde cada raza es un tratamiento y cada novillo una repetición ($n=9$). Se utilizó análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia del 5 %. Para la relación entre los índices zoométricos se utilizó prueba de correlación de Pearson. Se realizaron evaluaciones *in vivo* de parámetros para calidad de carne, como profundidad ojo lomo total (POLT), espesor de grasa dorsal (EGD) y marmoleo (MAR), y medidas corporales. Se determinaron las ganancias de peso (GDP) e índices zoométricos. En base a las medidas corporales y parámetros de calidad de carne evaluados, se determinó que el crecimiento y desarrollo en los novillos en la etapa de recría fue similar.

SUMMARY

The research was carried out with the aim of studying body measurements and their relationship with parameters that determine meat quality, measured through ultrasonography on Normande, Holstein Friesian, and Normande x Holstein Friesian crossbreed steers during the rearing stage. The study was carried out at the Marcelo Tima Péndola experimental station, Department of Agronomy, at Universidad de

Concepción. Three groups (breeds) were evaluated, where each breed is a treatment, and each steer is a replicate ($n=9$). An analysis of variance (ANOVA) was used, with a significance level of 5%. Pearson's correlation test was used for the relationship between the zoometric indices. In vivo evaluations were performed on meat quality parameters, such as total loin eye Depth (TLED), back fat thickness (BFT), and marbling (MAR), along with body measurements. Weight gains (WG) and zoometric indices were determined. Based on the body measurements and meat quality parameters evaluated, it was determined that the growth and development of the steers during the rearing stage were similar.

INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina considera tres etapas: la crianza, recría y engorda. En nuestro país, se desarrolla el ciclo completo de producción de carne bovina o se desarrolla una o dos de estas etapas (Indap, 2005), utilizando para ello animales de diferentes orígenes productivos (Anrique, 2004). Los sistemas de producción de carne se desarrollan en sistemas pastoriles y en algunos casos, en sistemas mixtos (pradera y estabulados) (Catrileo, 2006).

Una de las etapas del proceso de producción de carne es la recría, corresponde a un periodo importante, ya que es una etapa de crecimiento. Se considera desde el destete hasta el momento del encaste en hembras o en el caso de los machos, hasta el momento de ingreso a la engorda (Brito *et al.*, 2005).

La producción de carne a nivel nacional se ha enfocado principalmente en la utilización de las praderas como principal recurso alimenticio para los animales, obedeciendo a razones económicas, puesto que constituye el alimento más barato, además de existir más de una alternativa de producción para cada zona agroecológica del país (INIA, 2017).

El ganado bovino, como productor de carne, presenta una determinada composición corporal con relación a músculo, grasa, vísceras y hueso. Esta composición puede variar según el sexo, edad, nutrición, crecimiento y desarrollo del animal, además de factores externos como el manejo de los animales (Bonino *et al.*, 2006). Desde el punto de vista del productor, es importante que los animales

crezcan de manera rápida y con una alta eficiencia de conversión de alimento en tejido muscular (Muñoz, 2010).

El crecimiento del animal se define como una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo del animal (Bavera *et al*, 2005). El crecimiento generalmente se mide como el aumento de masa, incluye procesos como hiperplasia (división celular) e hipertrofia (elongación celular) (Owens *et al.*, 1993).

En cuanto al desarrollo, este se manifiesta por las modificaciones en su conformación y proporciones del cuerpo del animal, así como sus funciones y facultades, asociados al aumento de la masa corporal, siendo el desarrollo un crecimiento cuantitativo y cualitativo (Bavera *et al.*, 2005).

Dentro de los diferentes parámetros para evaluar crecimiento y desarrollo en un animal, el peso vivo (PV) se considera como la medida más utilizada para determinar el crecimiento (Ramírez, 1977). Conocer el PV de los animales permite de mejor manera al productor adecuar dietas, calcular ganancias de peso, programar encaste, venta o compra de animales.

El parámetro para evaluar desarrollo es la zoometría, que permite determinar características importantes de los animales a través de sus formas y dimensiones. Es considerada una herramienta para la caracterización y diferenciación racial, mediante medidas corporales concretas (Martínez *et al*, 1998).

Las medidas se realizan directamente sobre el animal, y se agrupan en alzadas (alzada de cruz, alzada de grupa, alzada a esternón), longitudes (longitud de la grupa, longitud facial, longitud craneal, entre otras), anchuras (medidas de anchura de la cabeza, facial, ancho de grupa) y perímetros (perímetro torácico, perímetro abdominal, entre otros) (Heinrichs *et al.*, 1992).

Los índices corporales relacionan distintas medidas, que permiten analizar las formas de las distintas regiones para evidenciar la aptitud productiva de las razas (Gómez, 2010). Además, se han establecido como patrones de los diferentes tipos, en que se pueden clasificar los animales según su productividad.

La ecografía en tiempo real permite evaluar a los animales, y ha mostrado ser un predictor que correlaciona las mediciones efectuadas directamente en el animal

vivo, con la producción de carne y con el rendimiento al desposte. La ecografía es una técnica no invasiva, y es un mecanismo que se basa en el uso de ondas de ultrasonido; las que penetran en los tejidos del animal. Esta técnica permite evaluar la aptitud carnicera de dichas razas, en animales en etapa de engorda, facilitando el manejo y la alimentación, al mantener en la engorda a los animales que aún no cumplen con el peso, o bien seleccionar aquellos que si tienen las condiciones para la faena. Todo esto midiendo profundidad del ojo de lomo (POL), espesor de grasa dorsal (EGD) y marmoleo (MAR), (INIA, 2015). El EGD se considera una medida importante en la evaluación de la condición corporal y el desarrollo de los animales, y relacionándose al igual que POL y MAR con la calidad de la carne (Mac Loughlin, 2010). La ecografía es un método objetivo y una herramienta útil para la toma de decisiones respecto a la selección de animales potenciales ya sea para faena o selección genética (Crews *et al.*, 2001).

Dada la importancia de la producción de carne, en base a machos de lecherías en el país, es necesario evaluar sistemas y parámetros, para producir animales sanos, de buen peso, conformación y término, en cualquiera de las etapas de producción de carne.

La raza Holstein Friesian, es una raza lechera, originaria de Holanda. Su característica principal es la producción de leche. Se caracterizan por ser animales grandes, de cuerpo anguloso, capacidad corporal grande, barril profundo y ancho, con patrones de color blanco y negro o rojo y blanco (Gasque, 2008). Martínez *et al.*, (2021) describe a los animales Holstein Friesian con una amplia variación fenotípica, pero que son animales de tamaño mediano a grande, con menor precocidad y una conformación lechera.

La raza Normando, es originaria del norte de Normandía en Francia. Sus características principales son su producción de carne y leche con altos contenidos de sólidos y en un gran volumen productivo. Es una raza de gran tamaño, con buena capacidad torácica y abdominal, una línea superior recta y muscular. Ya sea hembras de descarte, o de animales en etapa de engorda, garantiza una producción de canales pesadas y bien conformadas (Asonormando, 2009).

Los cruzamientos entre razas se realizan para combinar características, y

obtener una ventaja productiva, que no representa un gran costo (Gasque,2008). Por ejemplo, la cruce entre razas de aptitud lechera y razas de aptitud carnífera se realiza para incrementar la producción y composición de la leche y además mejorar los pesos de los terneros en la crianza (Weigel and Barlasst, 2003).

La hipótesis del estudio es que las razas Normando, Holstein Friesian y su cruce Normando x Holstein Friesian presentan, un mismo crecimiento y desarrollo en la etapa de recría.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Estudiar las medias corporales y su relación con parámetros que determinan calidad de carne en novillos de raza Normando, Holstein Friesian y su cruce Normando x-Holstein Friesian en etapa de recría.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Determinar medidas corporales de raza Normando, Holstein Friesian y su cruce Normando x Holstein Friesian en la etapa de recría.
2. Evaluar *in vivo* parámetros para calidad de carne en novillos de raza Normando, Holstein Friesian y su cruce Normando x Holstein Friesian durante la etapa de recría.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Marcelo Tima Péndola, Fundo El Alazán, perteneciente al Departamento de Producción Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción, ubicada en la comuna de Chillán, sector Quinquihua (36°33'17" S y 71°52'45" O).

El rebaño estaba conformado por dos razas y una cruce: raza Normando, raza Holstein Friesian y la cruce Normando x Holstein Friesian. Cada uno de los grupos raciales está formado por 3 animales.

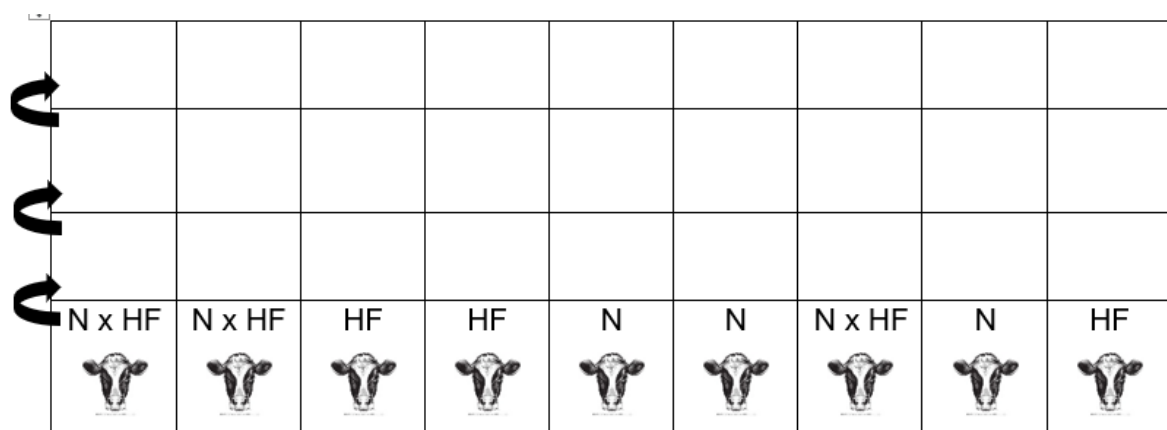
El periodo de estudio comprendió la etapa de recría con novillos Normando de 270 días, novillos Holstein Friesian de 240 días y novillos Normando x Holstein

Friesian de 210 días de edad promedio, destetados y castrados, con un PV promedio estimado de 170 kg, que ingresaron al sistema una vez finalizado el periodo de crianza invernala estabulada individual.

La alimentación durante el periodo de estudio fue en base a praderas polifíticas, con suplementación de sales minerales, manteniéndose en pastoreo hasta finalizar el estudio a fines de abril completando 240 días. La superficie total empleada en el estudio correspondió a 4 ha. Durante el periodo de estudio, el sistema de pastoreo fue en franjas individuales, que incluían su bebedero individual, y manejado con cerco eléctrico.

El ingreso a las franjas lo realizaron una vez terminado el periodo de acostumbramiento. Las franjas se subdividieron en potreros, donde los animales se cambiaban de su potrero al siguiente cuando en promedio la pradera quedaba un rezago de 10 cm. Cada animal fue puesto en una franja, que se le asignó durante todo el tiempo de estudio.

Figura 1: Distribución de los novillos en las franjas durante el estudio



Fuente: Elaboración propia. Flechas indican hacia donde se cambiaba el animal. NxHF: cruza Normando x Holstein Friesian; HF: Holstein Friesian; N: Normando.

Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, con 3 tratamientos (grupo racial) y 3 repeticiones (animales), aleatorizando el ingreso de los animales a las franjas de pastoreo.

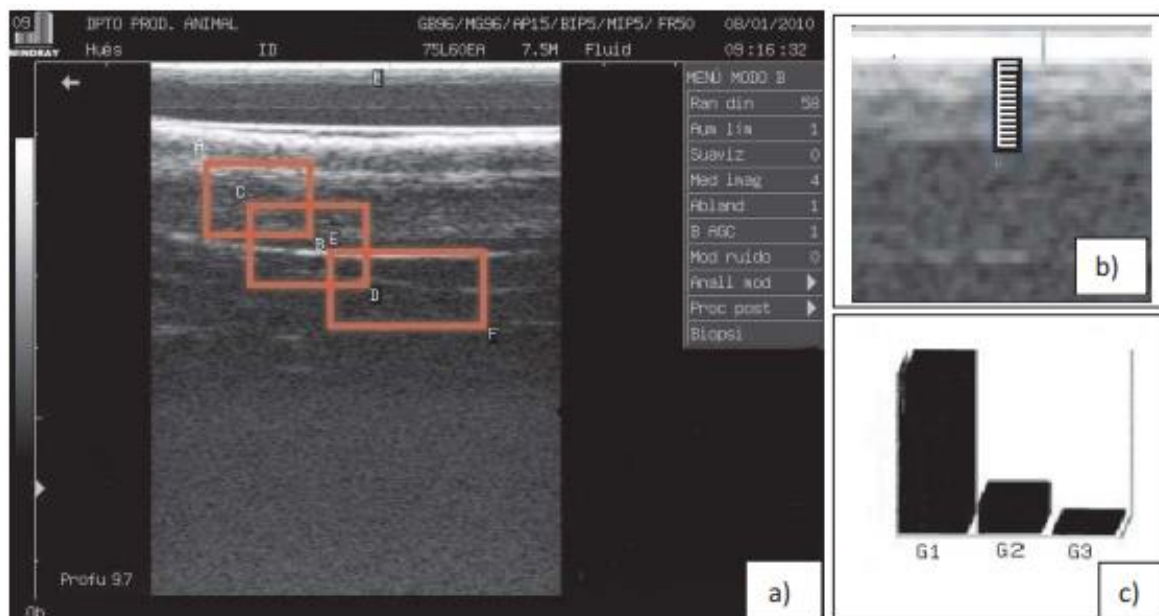
Evaluaciones

Control Peso vivo (Kg). El peso vivo de los animales se evaluó cada 14 días con un destare previo de 12 horas. Se utilizó una romana electrónica marca Vesta (Modelo 3515 BT).

Evaluaciones *in vivo*. Se utilizó un equipo ecográfico DP-6600 VET (Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System), transductor recto 75L60Ea, para medir marmoleo y espesor de grasa dorsal, y para medir profundidad ojo lomo se usó el transductor cóncavo 35C50Ea. Utilizándose también un “stand off” o acoplamiento para la imagen de ojo del lomo. Utilizando la metodología descrita por Campos *et al.*, (2015) y Campos *et al.*, (2016) fueron medidos y estimados *in vivo* los parámetros de espesor de grasa dorsal, marmóreo y profundidad de ojo lomo total, mediante el procesamiento computacional de imágenes ecográficas. Estas mediciones se realizaron en el espacio intercostal entre la novena y décima costilla del animal. No fue necesario cortar el pelo del animal de la zona, ya que se utilizó un stand off sobre los transductores, llenando el espacio entre estos con un gel, mejorando el contacto entre ellos. Una vez que se obtiene la imagen deseada, esta se captura, para su almacenamiento y posterior análisis. Para cada parámetro medido se tomaron 16 imágenes por animal durante el periodo. Las imágenes almacenadas se analizaron con ayuda del software computacional Idrisi Selva (v,2016).

- Marmoleo (MAR): corresponde a la grasa infiltrada (%), y se midió ubicando el transductor en un plano longitudinal sobre el músculo *Longissimus dorsi* en forma paralela a la columna vertebral, entre la novena y décima costilla. El marmoleo tiene un efecto sobre las propiedades organolépticas y nutricionales de la carne (Geay *et al.*, 2001).
- Espesor de grasa dorsal (EGD): Corresponde a la profundidad del tejido graso. Este se midió en el espacio intercostal entre las costillas 9 y 10, y se expresa en milímetros (mm).
- Profundidad del ojo lomo total (POLT): es la profundidad correspondiente al músculo *Longissimus dorsi*. Se midió en el espacio intercostal entre las costillas 9 y 10, y se expresa en centímetros (cm).

Figura 2: Ejemplos de imágenes capturadas con ecógrafo y procesadas a través de software Idrisi.



*a) imagen de ecógrafo indicando espesor de grasa dorsal y las coordenadas de las muestras tomadas por imagen con coordenadas M1 (A (200,150), B (280,245)); M2 (C (250,450), D (330,460)) y M3 (E (160,350), F (280,460)). b) Imagen ampliada indicando la medición de espesor de grasa dorsal. c) Imagen del Software Idrisi 32 v15.0 indicando la frecuencia de grupo de pixeles. (Fuente: Campos *et al.*, 2015)

Medidas corporales (zoométricas). Las medidas evaluadas fueron las siguientes:

- a) **Altura de la cruz (m).** Las evaluaciones se realizaron midiendo entre cuello y dorso, tiene como base ósea las apófisis espinosas de las vértebras dorsales hasta la quinta-séptima vertebra (Müller, 1956).
- b) **Altura de grupa (m).** Las evaluaciones se realizaron midiendo desde el sacro al piso. La grupa corresponde a la pelvis y tiene por base ósea el sacro (Bavera, 2008).

Para la medición de altura de cruz como altura de grupa, se utilizó un pie de metro adosado a la estructura de la báscula donde se pesaron los animales, con piso plano, y estando el animal bien parado, no encorvado.

- c) **Ancho de grupa (m).** Es la longitud que existe entre las dos puntas de la cadera del animal (Bavera, 2008), se utilizó un pie de metro de 60 cm, con el animal en la báscula de pesaje.
- d) **Perímetro torácico (m).** Es la circunferencia que se mide en el contorno

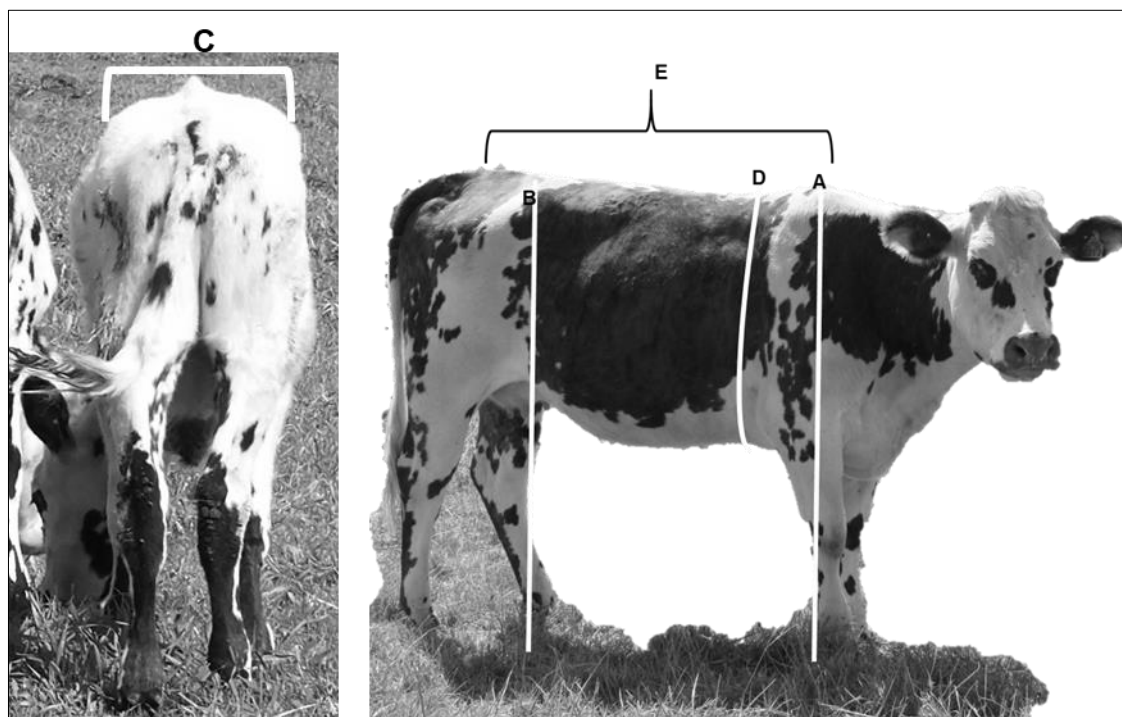
alrededor del tórax, pasando la cinta métrica por entre ambos brazos.

e) Largo de cuerpo(m). Medida realizada desde la cruz hasta el anca, justo donde comienza el empalme de la cola.

Para las mediciones de perímetro torácico y largo de cuerpo, se utilizó una cinta métrica flexible (Marca Rondo) en la báscula de pesaje.

Para estas mediciones tanto los largos como el perímetro torácico, se realizaron según la metodología propuesta por Gottschalk, (1993).

Figura 3: Medidas corporales (zoométricas).



Fuente: Elaboración propia en base a la información de Müller (1956).

A: altura de cruz, B: altura de grupa, C: Ancho de grupa, D: perímetro torácico, E: largo de cuerpo.

Determinaciones

- **Ganancia de peso diario (kg día⁻¹).** En base a las evaluaciones de peso vivo, se obtuvieron las variaciones de peso vivo en forma individual. La variación de peso fue calculada por la diferencia entre el peso final y el inicial de cada periodo de evaluación.

$$\text{Ganancia de peso diaria} = \frac{(\text{Peso final} - \text{Peso inicial})}{\text{Tiempo}}$$

- **Índices zoométricos.** A partir de los valores registrados se estimaron los siguientes índices zoométricos según lo indicado por Müller (1956).

Índice de anamorfosis (IA).

$$IA = \frac{\text{Perímetro torácico}^2}{\text{Altura a la cruz}}$$

Índice corporal (IC).

$$IC = \frac{\text{Largo de cuerpo} \times 100}{\text{Perímetro torácico}}$$

Índice de compacidad (ICOM).

$$ICOM = \frac{\text{Peso}}{(\text{Altura a la cruz} - 1 \text{ metro})}$$

Índice corporal lateral (ICL).

$$ICL = \frac{(\text{Altura a la cruz} \times 100)}{\text{Largo de cuerpo}}$$

Análisis de datos

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia del 5 %. Como covariable se utilizó el peso de nacimiento, por la diferencia de edad de los animales al momento de estudio. Cuando existieron diferencias se aplicó el test de contraste (Duncan). La verificación de los supuestos del ANDEVA se llevó a cabo mediante los test de Shapiro Wilks modificado para la normalidad y Levene para la homogeneidad de varianza, ambos con un nivel de significancia del 5 %. Se utilizó la prueba de correlación de Pearson para estudiar la relación entre los índices zoométricos: índice corporal lateral (ICL), índice de compacidad (ICOM), índice corporal (IC), índice de anamorfosis (IA) y las medidas obtenidas por el ecógrafo. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el software estadístico InfoStat (v,2020). Para las correlaciones el nivel de significancia fue de un 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento y desarrollo

Peso vivo (kg). La figura 4 muestra la evolución de los pesos vivos de los animales en el periodo de recría, donde los 3 grupos raciales muestran un

crecimiento similar. Se observó un aumento en los pesos vivos, exceptuando el periodo comprendido entre las evaluaciones 8 y 9, donde el grupo HF y la cruce N x HF, tuvieron una disminución en los pesos, no así el grupo N. Esta baja en los pesos de los animales puede ser atribuible a la disponibilidad y calidad de la pradera que, en periodo de verano se caracteriza por una disminución en la digestibilidad y la tasa de crecimiento de la pradera debido a la etapa reproductiva en la que se encuentra la planta y a la escasez de lluvias durante el verano (Martínez *et al.*, 2021). Por esta razón los animales fueron suplementados con concentrado desde ese periodo en adelante, aumentando los PV de las evaluaciones siguientes. Así como hubo una disminución de los PV en el periodo del mes de febrero, también hubo una disminución en las ganancias de peso diaria para ese periodo en los tres grupos raciales (entre evaluación 8 y 9).

El periodo de recría se desarrolló entre las estaciones de primavera, verano y otoño, iniciando durante la primavera, lo que permitió tener una buena disponibilidad y calidad en la pradera obteniendo ganancias diarias de peso de 0,6 kg/día en los tres grupos raciales. Si bien, posterior a la suplementación las GDP aumentaron, las ganancias de pesos obtenidas en verano fueron de 0,3 kg/día para la cruce N x HF y cercanas a 0,4 kg/día para el grupo N y el grupo HF, y en otoño fue de 0,1 kg/día para el grupo HF y cercana a 0,4 kg/día para el grupo N y la cruce N x HF.

La figura 5 muestra las ganancias de peso promedio obtenidas en el periodo de recría por grupo racial, para el grupo N fue de 0,6 kg/día, grupo HF de 0,5 kg/día y la cruce N x HF de 0,5 kg/día.

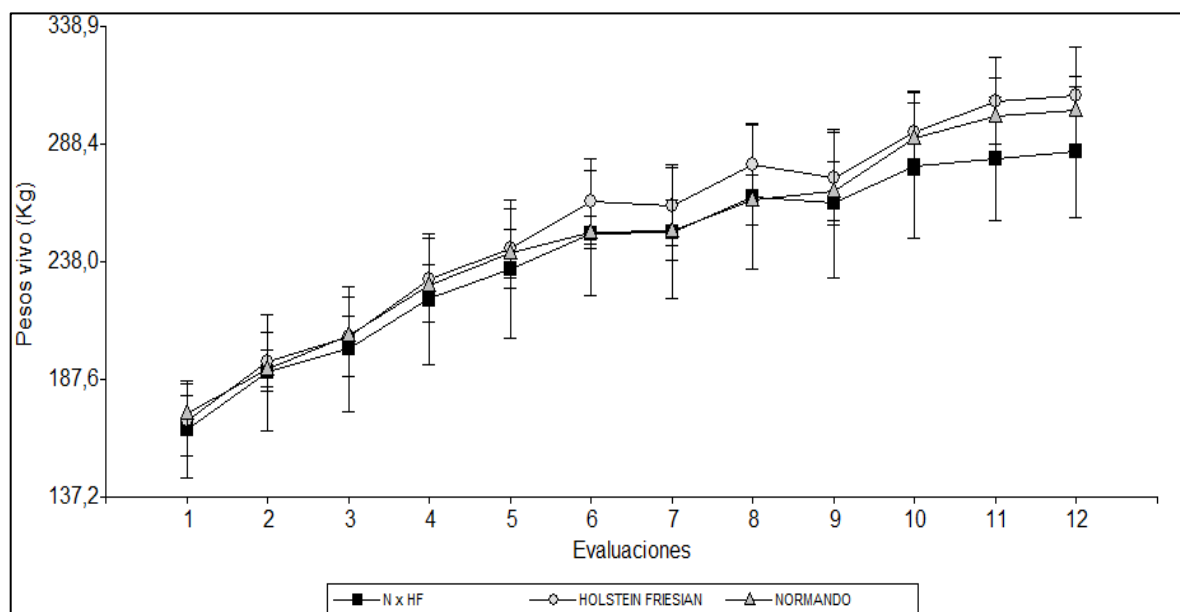
Tabla 1: Peso vivo promedio (kg) inicial, final y variación por grupo racial

Grupo racial	PV kg inicial $x^{-1} \pm sd$	PV kg final $x^{-1} \pm sd$	Ganancia de peso total (kg) durante recría $x^{-1} \pm sd$
N	173,0 $\pm$ 13,5	302,7 $\pm$ 25,7	129,6 $\pm$ 12,6
HF	170,0 $\pm$ 26,8	298,3 $\pm$ 36,6	128,3 $\pm$ 12,6
N x HF	166,3 $\pm$ 36,0	282,8 $\pm$ 51,6	116,5 $\pm$ 18,3
	NS	NS	NS

N: Normando, HF: Holstein Friesian, NxHF: cruce Normando x Holstein Friesian, D.E: desviación estándar, NS: no significativa.

La tabla 1 muestra los pesos vivos iniciales, finales y la ganancia de peso total por grupo racial durante el periodo de recría, donde el grupo Normando tuvo mayor peso promedio al final del periodo, pudiendo indicar que el grupo Normando experimento un crecimiento más significativo en sus aumentos de pesos, siendo ligeramente superior en sus ganancias de peso durante el periodo de recría, en comparación a los otros 2 grupos. En cuanto al grupo N, al no haber una baja de peso entre las evaluaciones 8 y 9 como los otros grupos, puede deberse a su rusticidad que le permite adaptarse mejor a distintas condiciones y transformar los forrajes de baja calidad con mayor eficiencia en la conversión de alimentos (Asonormando, 2022).

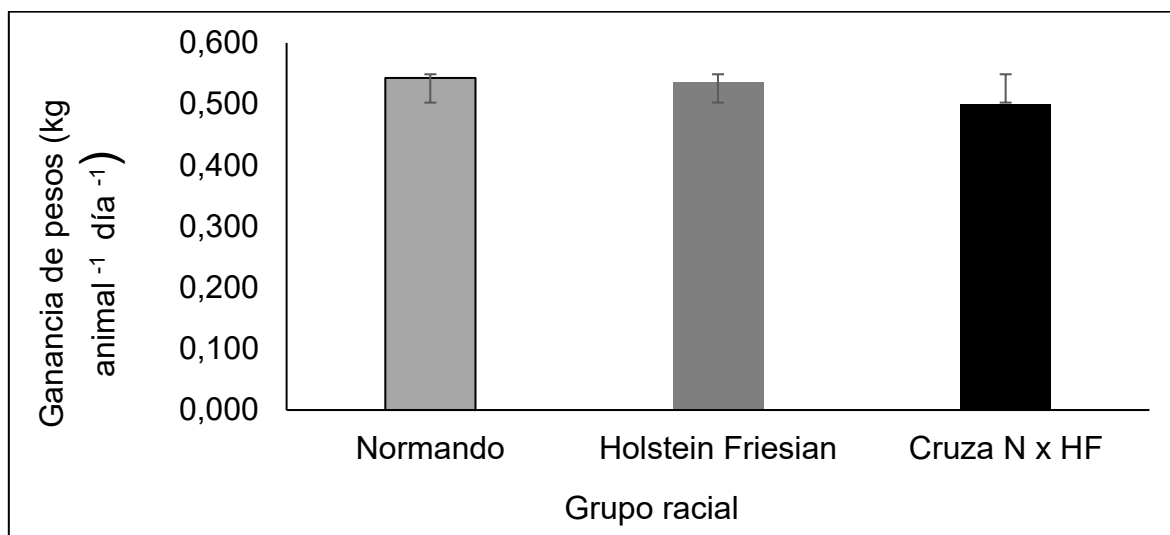
Figura 4: Peso vivo promedio (kg animal^{-1}) por grupo racial, durante el periodo de recría entre los meses de septiembre del 2016 y abril del 2017.



Sin embargo, no existen diferencias estadísticas significativas entre los grupos raciales ($P > 0,05$).

Goic (1999) indica que durante el periodo de recría los animales de raza Holstein Friesian debiesen alcanzar un peso entre los 270 y 360 kilos vivo. En este estudio, el grupo HF alcanzo los 298 kilos, estando dentro de lo indicado por Goic.

Figura 5: Ganancia de peso promedio estimada ($\text{kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) por grupo racial durante el periodo de recría entre los meses de septiembre del 2016 y abril del 2017.



Medidas corporales (zoométricas).

No hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los grupos raciales. En la tabla 2 se observan los promedios de las medidas corporales (zoométricas) de inicio y final de los 3 grupos durante el periodo de recría, donde los valores obtenidos son similares en los tres grupos raciales.

Tabla 2. Medidas corporales (m) promedio por grupo racial.

Medida Corporal	Grupo racial					
	Normando (N)		Holstein Friesian (HF)		Cruza (NxHF)	
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
Altura de Cruz	1,09	1,22	1,11	1,27	1,09	1,25
Perímetro Torácico	1,56	1,65	1,58	1,65	1,54	1,63
Altura de Grupa	1,11	1,28	1,14	1,32	1,12	1,28
Largo de Cuerpo	0,80	1,12	0,83	1,14	0,76	1,14
Ancho de Grupa	0,28	0,39	0,31	0,38	0,29	0,36

Para los tres grupos raciales los valores obtenidos para los índices zoometricos son

similares (tabla 3). Si bien para IA el valor es bajo para la cruce (NxHF), podemos inferir que la cruce tiene mayor tamaño corporal o mejor proporción que los otros dos grupos raciales por separado, mostrando una combinación de las características de los otros dos grupos raciales. Sosa *et al.*, (1988) reporto para Holstein Friesian un valor de 2,80 para IA. A su vez Müller (1956) indica que, para animales del tipo carnívero, este índice oscila entre 4 y 5, y entre los animales del tipo lechero entre 2,5 y 3.

Tabla 3: Valores promedios por grupo racial, para índices zoométricos.

Índices	Grupo racial		
	N	HF	N x HF
IA	2,22	2,22	2,15
IC	65,95	65,03	68,16
ICOMP	12,36	10,54	12,86
ICL	, 83,43	83,14	83,60

IA: índice de anamorfosis, IC: índice corporal, IG: índice de gordura, ICOMP: índice de compacidad, ICL: índice corporal lateral, N: normando, HF: Holstein Friesian, NxHF: cruce Normando por Holstein Friesian.

En cuanto a los valores obtenidos de IC, en los 3 grupos raciales, Müller, (1956) indica que, en animales carníveros, el valor esta entre 64 y 70, y en animales lecheros entre 78 y 88, ya que a medida que más se acerque el largo del animal al valor del perímetro torácico, será más alto el valor de este índice, que tiende a darse en animales del tipo lechero. Para este caso, el IC resulto ser intermedio para la cruce N x HF; y fue menor que el reportado por Salamanca *et al.*, (2013). Esta diferencia, puede ser ya que los animales aun no alcanzan su madurez, por lo que este valor podría variar. El IC relaciona la longitud, anchura y profundidad del animal, diferenciando las formas y proporciones del animal (Gomez *et al.*, 2010).

Parés (2009) indica que a través de la información del IC los animales se pueden clasificar en brevilíneo (menor o igual 85), Mesolíneos (86-88) o Longilíneos (mayor o igual a 90), de ésta forma podemos considerar que los animales de los 3 grupos raciales en el periodo de recría son como un animal del tipo brevilíneo, animales en los que predomina la altura sobre la longitud en el animal y se aproxima más a la forma de un rectángulo, característico de los animales con aptitud carnívera, según

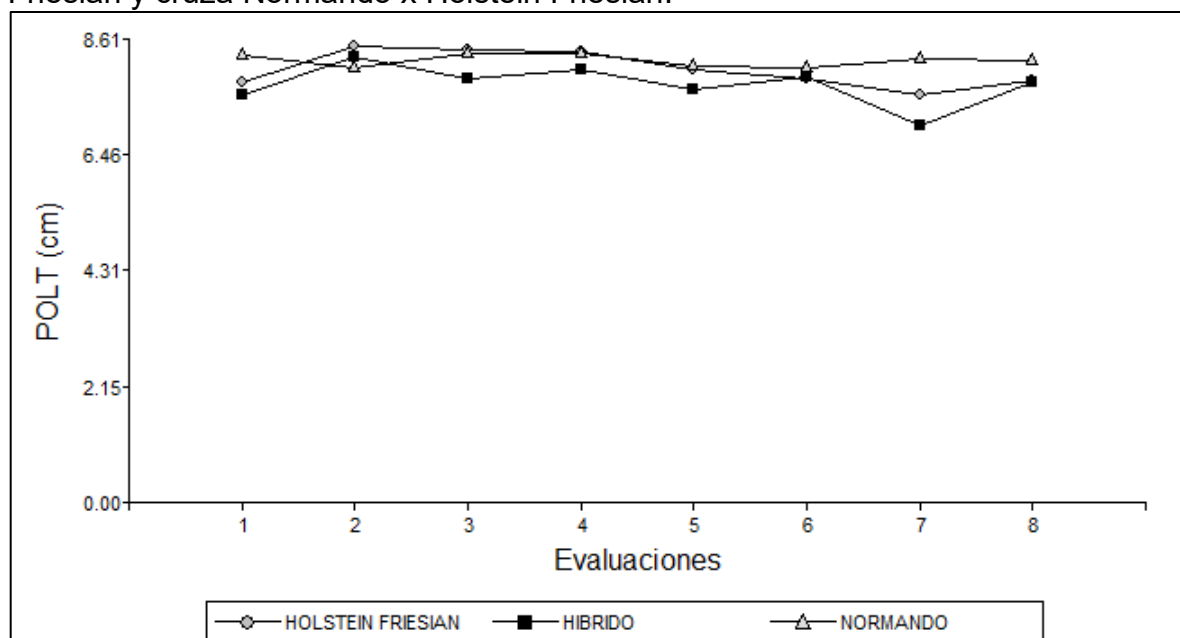
ICL también serían animales del tipo brevilineo, lo que también indica una inclinación a la producción de carne (Gómez *et al.*, 2010; Parés, 2009).

Al analizar los índices de compacidad y de anamorfosis de las 3 razas, serían animales de tipo lechero, dando resultados contrapuestos con lo indicado para el IC e ICL que indican que los 3 grupos raciales presentan aptitudes para la producción de carne para el periodo de recría.

Evaluaciones *In vivo* de musculo y grasa

Profundidad del ojo lomo total (POLT). No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ($P > 0,05$), esto puede deberse al desarrollo muscular existente. Los valores obtenidos para el grupo Normando fueron de 8,21 cm, para el grupo Holstein Friesian 8,01 cm y 7,90 cm para la cruce Normando x Holstein Friesian.

Figura 6: Profundidad del ojo lomo total, por grupo racial: Normando, Holstein Friesian y cruce Normando x Holstein Friesian.



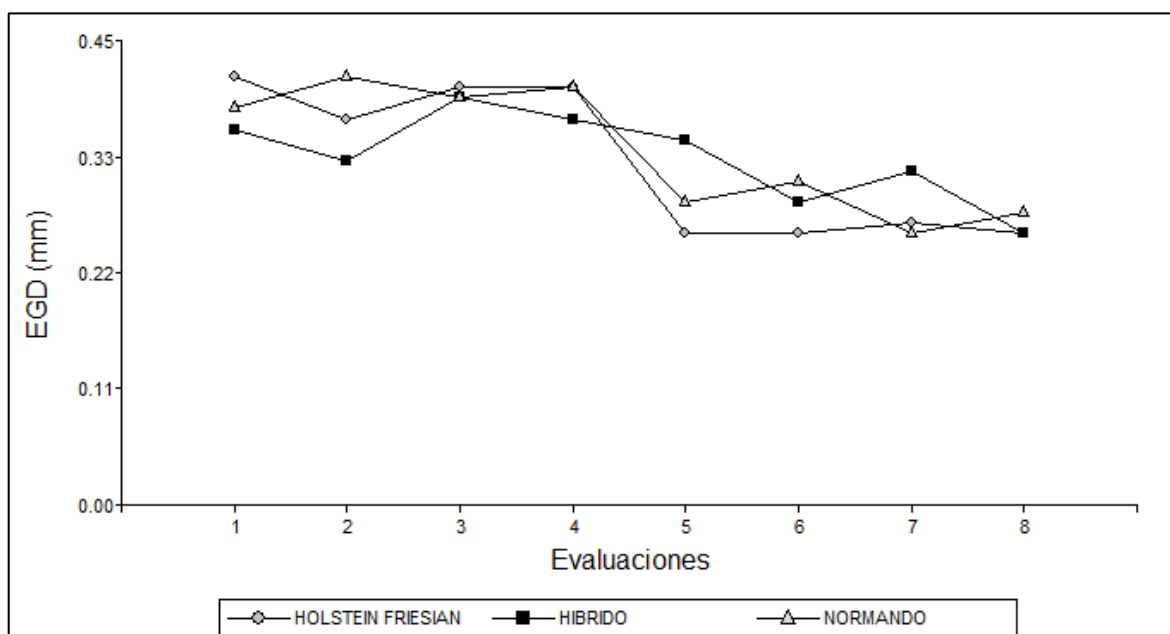
Espesor de grasa dorsal (EGD). No hubo diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$), entre los tres grupos raciales en cada evaluación.

En la evaluación 5, se observa una disminución de EGD, coincide en el periodo de tiempo en que los animales presentaron una disminución en sus pesos durante el periodo de recría (evaluación 5 grafico 1). Durante el desarrollo de los animales,

sus proporciones y conformación cambian, los distintos tejidos crecen y se desarrollan a un ritmo distinto, y lo hacen en el siguiente orden: nervioso, óseo, muscular y graso. Cuando la alimentación se ve limitada, el tejido graso deja de crecer mientras que tejido óseo y el muscular continúan creciendo (Bavera *et al.*, 2005).

Vega (2020) reportó que, durante las evaluaciones *in vivo* de EGD, esta tuvo un aumento durante el periodo de engorda de animales de raza Normando, pero no así el ojo de lomo, que se mantuvo igual durante todo el periodo de estudio, indicando que durante el periodo de engorda no hubo mayor crecimiento del músculo *Longissimus dorsi*, pero si un aumento en EGD. En este estudio, durante el periodo de recría, se observó un menor crecimiento del espesor de grasa de dorsal, pero no así de POLT.

Figura 7: Espesor de grasa dorsal por grupo racial: Normando, Holstein Friesian y cruce Normando x Holstein Friesian por evaluación.

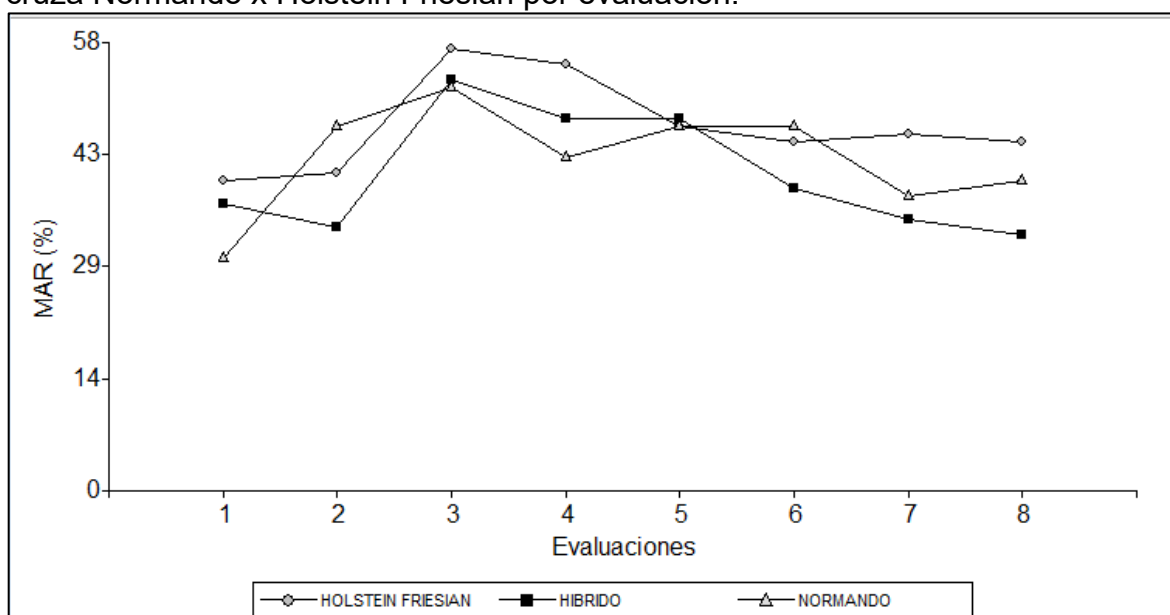


Marmoleo (MAR). En promedio el porcentaje de marmoleo no presenta diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$). En la evaluación 5, se observó una disminución del parámetro. Como los animales presentaron una disminución de pesos debido a la disminución en la disponibilidad y calidad de la pradera, la deposición de grasa disminuye, seguidamente tiende a aumentar, manteniéndose

este crecimiento durante el periodo de estudio. Lengyel *et al.* (2003) reportó que la deposición de grasa intramuscular (MAR) en animales HF, es mayor tanto a los 14 como los 19 meses de edad de los animales y que se desarrolla más tarde que la grasa subcutánea.

En base a los resultados alcanzados y lo reportado por Lengyel *et al.* (2003) y Vega (2020), durante el periodo de recría, se observa que los animales aumentan su PV, pero a su vez EGD y MAR disminuyen lo que significaría que los animales de los tres grupos en este periodo estarían presentando un mayor desarrollo muscular que un desarrollo de grasa.

Figura 8: Porcentaje de marmoleo, por grupo racial: Normando, Holstein Friesian y cruce Normando x Holstein Friesian por evaluación.



Correlaciones.

En la tabla 4 se observa, una relación positiva ($P < 0,01$) entre el peso y las medidas corporales (zoométricas), lo cual concuerda con lo descrito por Heinrichs *et al.* (1992), quien señala que existe una alta correlación entre el peso y diversas medidas corporales (zoométricas), las que se pueden ver afectadas por factores propios del animal. En la tabla 5 se correlacionan los índices zoométricos, POLT y el PV. Para los 3 grupos raciales, IC con IA y PV con IA se correlacionan significativamente, con esto, podemos deducir que el peso del animal se relaciona

con la conformación y estructura corporal de los animales. Para la craza IA se correlaciona de forma significativa con POLT, siendo no significativa para los otros 2 grupos raciales. Esta correlación estaría indicando que, en el periodo de recría, la craza NxHF, tienen a ser animales más altos que largos y con una mayor profundidad en el ojo de lomo o viceversa.

Las otras medidas ecográficas como EGD y MAR, para el periodo de recría, no se expresan de la misma manera en el ecógrafo, ya que el desarrollo del animal es más muscular que infiltración de grasa en este periodo.

Tabla 4: Matriz de correlación entre peso y medidas corporales (zoométricas)

	PESO	PT	AC	LC	AG	ANG
PESO	1	0,77	0,75	0,70	0,82	0,84
PT	**	1	0,76	0,75	0,78	0,63
AC	**	**	1	0,70	0,91	0,66
LC	**	**	**	1	0,74	0,52
AG	**	**	**	**	1	0,67
ANG	**	**	**	**	**	1

** : $P < 0,01$, PT: perímetro torácico, AC: altura a la cruz, LC: largo de cuerpo, AG: altura a la grupa, ANG: ancho de grupa.

Tabla 5: Matriz de correlación, entre peso vivo, profundidad área ojo lomo total e índices zoométricos.

	N				HF				N x HF			
POLT	-0,26	0,25	-0,3	1	0,23	0,03	-0,22	1	-0,12	0,44	-0,53	1
IA	0,53	-0,9	1	NS	0,72	-0,45	1	NS	0,53	-0,46	1	S
IC	-0,38	1	S	NS	-0,02	1	S	NS	0,31	1	S	NS
PV	1	NS	S	NS	1	NS	S	NS	1	NS	S	NS
	PV	IC	IA	POLT	PV	IC	IA	POLT	PV	IC	IA	POLT

N: Normando, HF: Holstein Friesian, NxHF: craza Normando por Holstein Friesian, PV: peso vivo, POLT: profundidad ojo lomo total, IC: índice corporal, IA: índice de anamorfosis, NS: no significativa, S: significativa.

CONCLUSIONES

Se pudo estudiar las medidas corporales (zoométricas) y su relación con los parámetros que determinan calidad de carne en novillos de raza Normando, Holstein Friesian y su craza. En base a los resultados obtenidos en las medidas

corporales (zoométricas) y parámetros de calidad de carne evaluados, considerando la ausencia de diferencias significativas en los resultados obtenidos entre los 3 grupos raciales; indican un crecimiento y desarrollo similar en la etapa de recría.

REFERENCIAS

1. Anrique, R. 2004. Razas y cruzamientos en ganado de carne. pp: 177-201. En: Manual de producción de bovinos de carne para a VIII, IX y X regiones. Temuco, Chile.
2. ASONORMANDO. 2009. La raza Normando: La mejor quesera del mundo. Sitio argentino de producción animal. < <http://www.produccion-animal.com.ar/> >. [Consulta 10-06-2024].
3. Bavera, G., O. Bocco, H. Beguet y A. Petryna. 2005. Crecimiento, desarrollo y precocidad. [En línea]. Sitio Argentino Producción Animal. < http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf >. [Consulta 10 octubre 2019].
4. Bavera, G. A. 2008. Regiones del exterior del bovino [en línea]. Sitio Argentino Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/01regiones_del_exterior_del_bovino.pdf >. [Consulta 10 octubre 2019].
5. Bonino, G., M. Begenisic y P. Moronta. 2006. Rendimiento en carne de las reses en relación al biotipo de los animales [en línea]. Sitio Argentino De Producción Animal. < http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/35-presentacion_agrintensive_UADE.pdf >. [Consulta 24 julio 2016].
6. Brito, G., M. del Campo, O. Pittaluga y J. Soares de Lima. 2005. Una mejor recría para una mayor eficiencia en la producción de carne. Revista INIA. (3): 8-11.
7. Campos, J., E. De Pedro, D. Iturriaga, R. Astudillo, I. Bosso y J. Cabas. 2015. Modelos predictivos de niveles de marmorización en novillos mestizos wagyu generados por ultrasonografía y tratamientos de imágenes. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 25 (2): 116-122
8. Campos, J., E. De Pedro, R. Astudillo, J. Monje, R. Vallejos y J. Velasco. 2016.

Estimación del área del ojo del lomo tota in vivo y rendimiento al desposte de bovinos destinados a un mercado exigente. Revista Científica FCV-LUZ. 26 (2): 120-12.

9. Catrileo, A. 2006. La alternativa de los sistemas mixtos. Agronomía y forestal. 28: 10-13.
10. Catrileo, A. 2006. Producción de carne en base a sistemas pastoriles. Departamento Producción Animal, INIA Carrillanca, Temuco, Chile.
11. Crews, D. H., y R. A. Kemp. 2001. Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. J. Anim. Sci. 79: 3008-3020.
12. Del Pozo, A., P, Del Canto. 1999. Agroclimáticas y Sistema Productivo en la VII y VIII Regiones. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Quilamapu, Ministerio de Agricultura, Chillan, Chile, 50 p.
13. Goic, M. 1999. Engorda de novillos Holsteins. Informativo INIA Remehue.N° 8.
14. Gómez, M.D., A. Pérez, M. Villanueva, F. Asiain, F. Maeztu, M. Alonso, J. Jordana y M. Valera. 2010. Razas equinas en peligro de extinción. [en línea]. Navarra Agraria. < <https://www.navarraagraria.com/categories/item/784-razas-equinas-en-peligro-de-extincion-estudio-morfologico>>. [Consulta 23 diciembre 2019].
15. Gottschalk, A. 1993. Medidas corporales. Pp: 16-17. En: A. Gottschalk (Ed). Evaluación exterior del bovino. Hemisferio sur S.A. Buenos Aires, Argentina.
16. Heinrichs, A., G. Rogers and J. Cooper. 1992. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. J. Dairy Sci. 75: 3576-3582.
17. INDAP. 2005. Producción y Mercado de carne bovina. [en línea]. < <https://www.indap.gob.cl/docs/default-source/default-document-library/3bovinoscarne-produccion-mercado.pdf?sfvrsn=0> > [Consulta 28 julio 2016].
18. Lengyel, Z., F. Husvéth, P. Polgár, F. Szabó and L. Magyar. 2003. Fatty acid

composition of intramuscular lipids in various muscles of Holstein-Friesian bulls slaughtered at different ages. Meat Science 65:593-598.

19. Martínez, R., E. Fernández, F. Rumiano y A. Pereyra. 1998. Medidas zoométricas de conformación corporal en bovinos criollos argentinos. Sitio Argentino De Producción Animal. [en línea]. <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/frame%20score/06-medidas_criollo.pdf>. [consulta 05 noviembre 2019].
20. Martínez, E., M. Saldivia, V. Maldonado. 2020. Machos de lechería en el sur de Chile. Manual de producción. Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
21. Müller, R. 1956. Las medidas, proporciones e índices zoométricos. pp: 66. En: R. Müller (Ed.). Bovinotecnia Argentina. Ediciones Agro. Buenos Aires, Argentina.
22. Müller, R. 1956a. Modernas razas de doble propósito. pp: 225-242. En: R. Müller (Ed.). Bovinotecnia Argentina. Ediciones Agro. Buenos Aires, Argentina.
23. Muñoz, J. 2010. Calificación de la calidad del ganado bovino y su relación con la calidad de la carne. pp: 17-47. En. Manual del ganadero AASA.
24. Owens, F., P. Dubeski and C. Hanson. 1993. Factor that alter growth and development of ruminants. J Anim Sci. 71: 3138-3150.
25. Parés, P. 2009. Zoometría. pp: 167- 198. En: M Dolores López Hernández (Ed.). Valoración morfológica de los animales domésticos. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. España.
26. Ramírez, R. 1977. Crecimiento y desarrollo. pp: 186-199. En: Eduardo Porte (Ed.). Producción de carne bovina. Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
27. Vega, S. 2020. Comparación de medidas de parámetros de calidad cárnica evaluadas mediante ultrasonografía en toros normando *in-vivo* en la hacienda Cochauco y *post-mortem* en un centro de faenamiento. Memoria de título, Médico Veterinario y Zootecnia. Universidad de las Américas, Facultad de Ciencias de la Salud. Quito, Ecuador.

