

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS  
PRIMÍPARAS Y CRECIMIENTO DE LOS  
TERNEROS EN LAS RAZAS ANGUS, BRAFORD,  
BRANGUS Y HEREFORD EN PASTOREO**

**por**

**Alfonso Angenscheidt Castells**

**Ramon Juan Sarrís Liendo**

**Trabajo final de grado  
presentado como uno de los  
requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2023**

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. PhD. Ana Carolina Espasandín Mederos

Tribunal:

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. PhD. Ana Carolina Espasandín Mederos

\_\_\_\_\_  
Med. Vet. PhD. Alberto Casal Spera

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Hernan Bueno Larroque

Fecha:

22 de diciembre de 2023

Estudiante:

\_\_\_\_\_  
Alfonso Angenscheidt Castells

\_\_\_\_\_  
Ramón Juan Sarríes Liendo

## AGRADECIMIENTOS

A la Ing Arg. Ana Carolina Espasandin por su trabajo, predisposición y apoyo constante en todo el trabajo realizado.

A Gero, Diego, Cecilia y toda familia Otegui Ham, por la gentileza de recibirnos con tanta hospitalidad en su casa y proporcionar todo lo necesario para que el estudio pueda desarrollarse.

A Cabeza, Bala, Gringo y todo el personal de La Magdalena que nos acompañaron personal y laboralmente durante todo el trabajo.

Otra vez a Gero también a Diego, Pipe y Juanfri por la ayuda, momentos compartidos y amistad.

A nuestra familia, novias y amigos por el apoyo constante durante toda la carrera.

TABLA DE CONTENIDO	4
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	2
AGRADECIMIENTOS .....	3
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS .....	6
RESUMEN.....	8
SUMMARY .....	9
1. INTRODUCCIÓN .....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivos generales .....	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
3.1 Producción de leche en bovinos de carne.....	13
3.2 Composición de leche en bovinos de carne.....	23
3.3 Métodos para la determinación de la producción de leche.....	24
4. HIPÓTESIS .....	29
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	30
5.1 Localización espacial y temporal.....	30
5.2 Materiales experimentales y métodos .....	30
5.2.1 Animales .....	30
5.2.2 Alimentación.....	30
5.3 Manejo experimental.....	31
5.4 Procesamiento y Análisis estadísticos.....	33
6. RESULTADOS OBTENIDOS.....	35
6.1 Producción de leche .....	35
6.2 Composición de la leche.....	37
6.3 Crecimiento de los Terneros.....	42
7. DISCUSIÓN.....	46

	5
7.1 Curvas de lactancia.....	46
7.2 Composición de la leche.....	47
7.3 Crecimiento de los terneros .....	48
8. CONCLUSIÓN.....	49
9. BIBLIOGRAFÍA .....	50

## LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

<b>Tabla N°</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla 1</b> Efectos raciales directos y maternos, heterosis individual y materna para peso al destete de cruzamientos entre Aberdeen Angus y Nelore con Hereford (expresados como diferencia con Hereford) .....	20
<b>Tabla 2</b> Cruzamiento Bonsmara x Hereford: vacas puras Hereford entoradas con toros Bonsmara y Hereford, (EEMAC) .....	21
<b>Tabla 3</b> Producción de leche en cinco sistemas de producción y tres momentos durante la lactancia .....	22
<b>Tabla 4</b> Composición de leche de vacas Angus y Hereford.....	24
<b>Tabla 5</b> Análisis de varianza para la producción de leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno).....	35
<b>Tabla 6</b> Análisis de varianza para el porcentaje de proteína en leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno).....	37
<b>Tabla 7</b> Análisis de varianza para el porcentaje de grasa en leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno).....	38
<b>Tabla 8</b> Análisis de varianza para el porcentaje de lactosa en leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno).....	40
<b>Tabla 9</b> Análisis de varianza para la energía neta en leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno).....	41
<b>Tabla 10</b> Análisis de varianza para el crecimiento de terneros: Angus, Brangus, Hereford y Braford.....	44
<b>Tabla 11</b> Análisis de varianza del crecimiento de terneros incluyendo el efecto del contenido de energía en leche (Mcal/día) .....	45

<b>Figura N°</b>	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> Producción de leche promedio en 212 días en función de la edad de la vaca .....	14
<b>Figura 2</b> Producción de leche según días posparto.....	15
<b>Figura 3</b> Producción de leche promedio semanal y producción de leche corregida por 4% de grasa (punto negro) en vacas primíparas cruce Hereford-Angus .....	17
<b>Figura 4</b> Producción de leche promedio de razas Angus, Hereford y sus cruces según días pos parto .....	18
<b>Figura 5</b> Variación de la composición de leche durante la lactancia en vacas Angus, Hereford y sus cruces .....	23
<b>Figura 6</b> Ordeñadora portátil RUAKURA utilizada en el ordeño .....	32
<b>Figura 7</b> Curvas de producción de leche en 5 momentos durante la lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford .....	36
<b>Figura 8</b> Porcentaje de proteína en leche para distintos momentos de lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford.....	38
<b>Figura 9</b> Porcentaje de grasa en leche para distintos momentos de lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford.....	39
<b>Figura 10</b> Porcentaje de lactosa en leche para distintos momentos de lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford.....	40
<b>Figura 11</b> Energía neta en leche para distintos momentos de lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford.....	42
<b>Figura 12</b> Evolución de crecimiento de terneros machos durante la lactancia ....	43
<b>Figura 13</b> Evolución de crecimiento de terneras hembras durante la lactancia ...	43

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la producción y composición de leche y su efecto sobre el crecimiento de los terneros para las razas Angus, Brangus, Braford y Hereford. El trabajo se desarrolló en la Estancia “La Magdalena” perteneciente a la firma “Los Tordos SA”, ubicada en el departamento de Salto - Uruguay.

El relevamiento a campo se desarrolló desde marzo 2023 hasta fines de agosto del mismo año y resulta importante destacar que todos los animales estuvieron bajo las mismas condiciones durante el experimento.

Para el trabajo se utilizaron 24 vacas primíparas nacidas en la primavera del año 2020 de las siguientes razas: Aberdeen Angus, Hereford, Brangus y Braford. Se trabajó con una muestra de 6 animales por genotipo, con sus correspondientes terneros de la misma raza.

En lo que respecta a la alimentación, los animales estuvieron sobre campo natural durante todo el experimento. El establecimiento se encuentra sobre suelos de una fertilidad natural relativamente alta.

Desde el parto hasta el destete definitivo se determinó mensualmente la producción de leche de las 24 vacas primíparas y el peso de los terneros.

Los resultados obtenidos reflejan que no hubo diferencias significativas para la producción y composición de leche entre las razas evaluadas. El crecimiento de los terneros tampoco presentó significancia según la raza.

*Palabras Clave:* bovinos de carne, crecimiento de terneros, producción de leche

## SUMMARY

The aim of the study was to evaluate milk production and composition and its effect on calf growth for Angus, Brangus, Braford and Hereford breeds. The work was carried out at the Estancia "La Magdalena" belonging to the firm "Los Tordos SA", located in the department of Salto - Uruguay.

The field survey was carried out from March 2023 until the end of August of the same year and it is important to point out that all the animals were under the same conditions during the experiment.

We used 24 primiparous cows born in the spring of 2020 of the following breeds: Aberdeen Angus, Hereford, Brangus and Braford. We worked with a sample of 6 animals per genotype, with their corresponding calves of the same breed.

As far as feeding is concerned, the animals were kept on natural pasture throughout the experiment. The farm is located on soils of relatively high natural fertility.

From calving to final weaning, the milk production of the 24 primiparous cows and the weight of the calves were measured monthly.

The results obtained show that there were no significant differences in milk production and milk composition between the breeds evaluated. Calf growth was also not significant according to breed.

*Keywords:* beef cattle, calf growth, milk yield

## 1. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad económica fundamental para el país, explica el 39% del PBI agropecuario (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2022). La producción de carne y otros productos derivados del ganado bovino no solo contribuye significativamente al PIB del país, sino que también tiene un gran impacto en la cultura y la sociedad uruguaya.

El rubro ganadero es el que abarca mayor superficie del país, a pesar de haber sido desplazado en los últimos años por otros sectores productivos tales como la agricultura. Dicho desplazamiento se debe a la competencia por el uso de los recursos naturales, surgiendo la necesidad de aumentar el resultado económico de la ganadería.

Muchos trabajos indican que la cría vacuna es una de las etapas clave en la producción de carne ya que constituye el primer eslabón para el resto de la cadena cárnica. También es sabido que presenta ineficiencia desde el punto de vista biológico y que se considera relevante la búsqueda de vías de mejora desde el punto de vista genético y ambiental.

El resultado de la cría se mide mediante el indicador kilogramos de ternero destetado y es determinado por el porcentaje de destete y el peso al destete. El peso al destete es influenciado por el genotipo del ternero y por el ambiente que le provee su madre, principalmente por su producción de leche (Neville & McCormick, 1981). No obstante, la importancia del ambiente materno va decreciendo conforme avanza la lactancia, comenzando a cobrar importancia la pastura disponible en los potreros.

La producción de leche de las vacas es un factor fundamental en los sistemas de cría de ganado bovino, ya que una gran proporción de los nutrientes que los terneros consumen durante sus primeros meses de vida provienen de la leche materna (Gaskins & Anderson, 1980). La misma, varía según factores como genotipo, nutrición y ambiente. Trabajos indican diferencias en las curvas de lactancia de vacas puras Angus y Hereford y sus cruzas. Sin embargo, no hay antecedentes de estudios con razas compuestas, en donde la heterosis y complementariedad se mantienen en forma permanente. A su vez también hay evidencias de que la

heterosis individual tiene efectos positivos sobre las tasas de crecimiento de los animales.

En base a estas consideraciones, este trabajo tiene el objetivo de determinar la producción y composición de leche en vacas primíparas de las razas: Angus, Hereford, Brangus y Braford manejados en condiciones ambientales similares y su relación con el crecimiento de los terneros.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivos generales

Determinar la producción y composición de leche en vacas primíparas de las razas: Angus, Hereford, Brangus y Braford manejados en condiciones ambientales similares y su relación con el crecimiento de los terneros.

### 2.2 Objetivos específicos

Estimar y comparar la producción de leche durante la lactancia en vacas primíparas de las razas: Angus, Hereford, Brangus y Braford

Evaluar la composición de leche durante la lactancia en vacas primíparas de las razas: Angus, Hereford, Brangus y Braford.

Describir la curva de lactancia de vacas primíparas de las razas: Angus, Hereford, Brangus y Braford.

Describir las curvas de crecimiento de los terneros desde el nacimiento hasta el destete en las razas: Angus, Hereford, Brangus y Braford.

Estudiar la relación entre el crecimiento de los terneros con la composición y energía contenidas en la leche producida por sus madres.

### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El mejoramiento genético de los animales se enfoca en potenciar tanto la cantidad como la calidad de los productos obtenidos, aprovechando los principios de la genética. Se pueden emplear diversas estrategias para gestionar los recursos genéticos de los animales. Entre estas estrategias se encuentran la elección de la raza más adecuada cuando existe una clara superioridad, la implementación de cruzamientos sistemáticos, la creación de nuevas razas a través de la combinación de las existentes y la aplicación de una selección continua dentro de las poblaciones existentes. Numerosos estudios han indicado que, en lo que respecta a las características de relevancia económica, se observa una significativa variabilidad tanto dentro de las razas como entre ellas. Esto sugiere que no existe una raza sobresaliente en todas las características, ya que cada raza fue desarrollada con objetivos específicos y adaptada a diferentes sistemas de producción.

Debido a la no presencia de una raza superior a las demás en todos los aspectos, una de las opciones de mejoramiento es el uso de cruzamientos. Desde múltiples perspectivas, una de las estrategias más efectivas para el mejoramiento radica en la implementación de cruzamientos. La práctica de cruzar razas distintas se traduce en un incremento significativo de la producción ganadera a nivel nacional, dado que posibilita la fusión de atributos favorables provenientes de distintas razas (complementariedad), además de generar heterosis en numerosos aspectos de gran relevancia económica. El objetivo de los cruzamientos es optimizar simultáneamente el uso de los efectos aditivos, las diferencias entre las razas, y los no aditivos que generan heterosis (Gregory & Cundiff, 1980).

Los factores previamente mencionados tienen un impacto directo en la producción y la composición de la leche, así como en el crecimiento de los terneros.

#### 3.1 Producción de leche en bovinos de carne

La producción de leche en bovinos de carne es un factor que presenta una especial importancia, ya que tiene una correlación significativa con el peso al destete, el que constituye uno de los principales objetivos en la cría de ganado vacuno. Dicha correlación según Mayer et al. (1994) es de 0,80. La lactancia en los rodeos de cría es el período comprendido entre el nacimiento de los terneros y el destete de los mismos. Este período tiene una duración aproximada

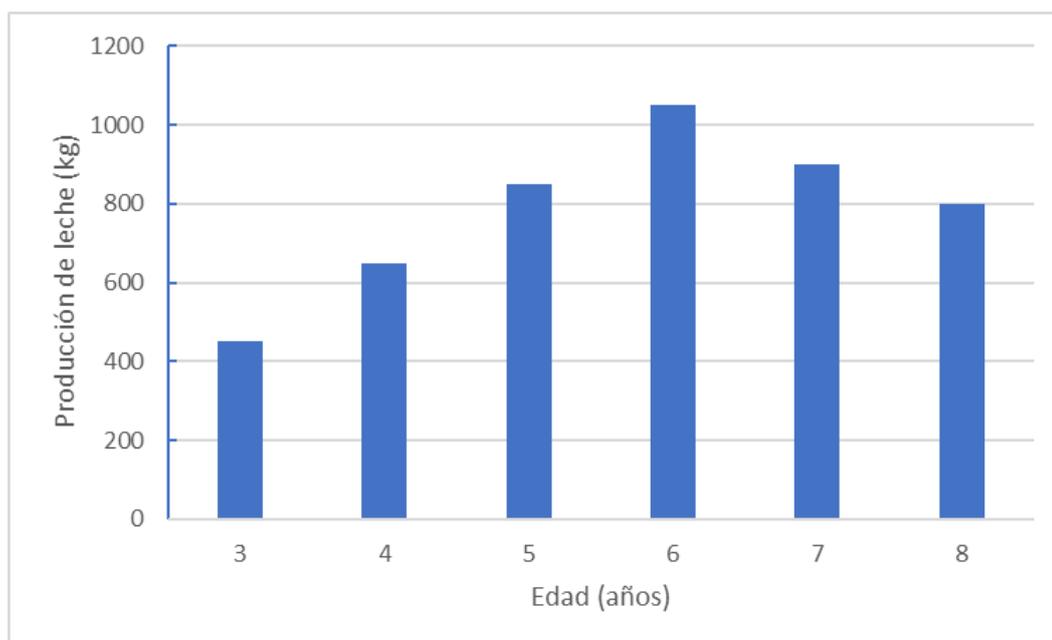
de 6 meses, pero depende del sistema productivo. En cada etapa de la lactancia, la producción de leche adquiere una relevancia variable, alcanzando su máxima importancia al comienzo de dicho periodo, es decir, cuando el ternero se encuentra en sus primeras etapas de desarrollo. Según Brumby et al. (1963), como se cita en Rovira (1973) la correlación entre el nacimiento y la sexta semana de vida del ternero es de 0,78; desde la 6ª hasta la 12ª de 0,79 y entre la 12ª a la 24ª de 0,31. Los autores concluyen que a partir de la 12ª a 16ª semanas de vida la ganancia diaria de peso del ternero depende cada vez menos de la leche producida por sus madres.

Según Mallinckrodt et al. (1993), los factores que determinan la producción de leche son: año, edad de la vaca, sexo y peso al nacer del ternero, raza del padre y todas las posibles interacciones dobles y triples entre estos factores. También es sabido que el nivel de producción de leche es fuertemente dependiente del régimen alimenticio del animal.

Rovira (1973) reportó que en rodeos Hereford en pastoreo de campo natural, las vacas de 5, 6 y 7 años, produjeron significativamente más leche ( $P < 0.05$ ), que las de 3 y 4 años. También se observó una tendencia a disminuir la producción de leche a partir de los 7 años.

### Figura 1

*Producción de leche promedio en 212 días en función de la edad de la vaca*



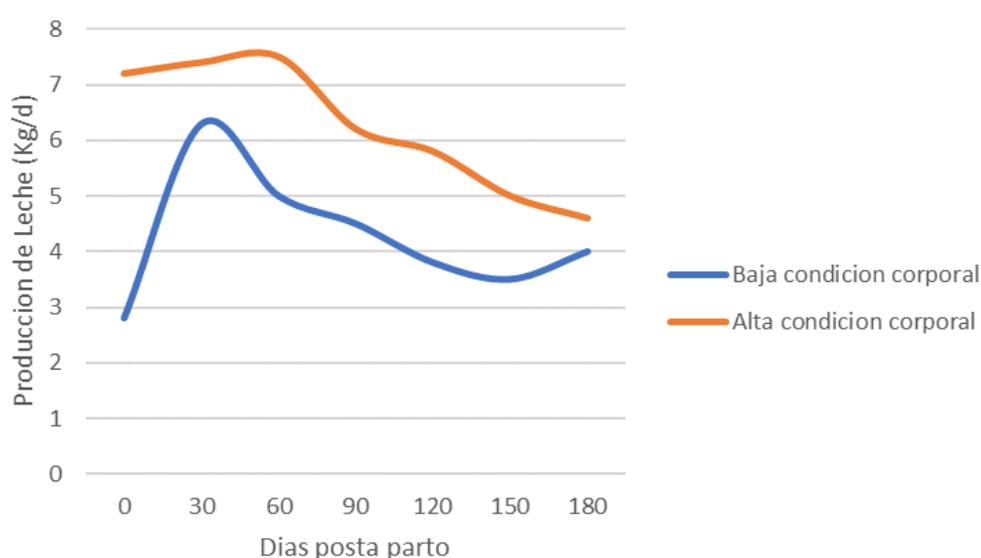
*Nota.* Adaptado de Rovira (1973).

Con respecto al peso y estado de las vacas, varios autores afirman que no es un factor de mayor relevancia, aunque sí se encontraron correlaciones negativas entre producción de leche y ganancia de peso. Es decir, las vacas de mayor producción en general pierden más peso o ganan menos peso que las vacas de menor producción.

Iewdiukow (2019) realizó un estudio en donde resumieron 22 experimentos que contaban con registros de producción de leche individual de vacas de razas británicas paridas en primavera sobre campo natural. En dicho estudio el objetivo fue analizar la variable de la condición corporal y cómo ésta afectaba a la producción de leche. En la siguiente figura se pueden ver los resultados.

**Figura 2**

*Producción de leche según días posparto*



*Nota.* Adaptado de Iewdiukow (2019).

En este trabajo la autora indicó que la producción de leche fue mayor para las vacas de mayor condición corporal (7,5 kg) y más baja para las de menor condición (6,9 kg).

Algunos autores también señalan que el sexo del ternero es un factor influyente en la producción de leche de las madres, aunque su efecto no está demostrado consistentemente. Neidhardt et al. (1979) trabajando con un rodeo Brahman, encontraron que el sexo del ternero tuvo un efecto significativo a favor de los machos ( $P < 0.05$ ), posiblemente asociado al temperamento y la conducta de mamar.

En discordancia Rutledge et al. (1971), registraron que las vacas que amamantaban hembras produjeron significativamente más leche que las que amamantaban machos. La diferencia fue de 56 kg más de leche a favor de las vacas que amamantaron hembras en 205 días de lactancia.

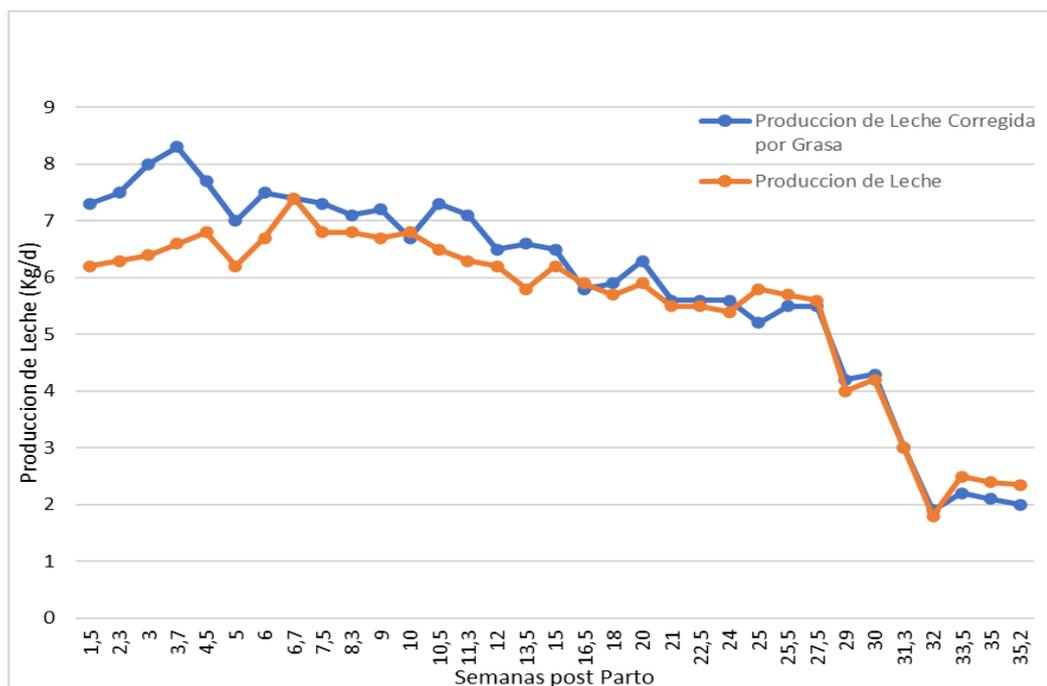
Rutledge et al. (1971) también observaron que los terneros con mayor peso al nacimiento demandaban más cantidad de leche de sus madres, asimismo sugieren que no es el principal factor que afecta a la producción de leche debido al coeficiente de regresión obtenido en el estudio.

Según Sinclair et al. (1998), en un experimento llevado a cabo con vacas de diversas razas destinadas a la producción de carne, se observó que aquellas que recibieron niveles más altos de energía en su dieta produjeron más leche en comparación con las que tenían una menor ingesta de energía (7,71 kg/día frente a 6,74 kg/día). Las diferencias en la producción de leche entre los diferentes niveles de energía fueron más pronunciadas en la segunda lactación que en la primera (1,32 kg/día en comparación con 0,62 kg/día).

Otro factor determinante según Reynolds y Tyrrell (2000) es la semana de lactancia, como se evidencia en la representación como se muestra en la figura 3, que muestra la clara influencia de la etapa de lactancia en la producción de leche.

**Figura 3**

*Producción de leche promedio semanal y producción de leche corregida por 4% de grasa (punto negro) en vacas primíparas cruza Hereford-Angus*



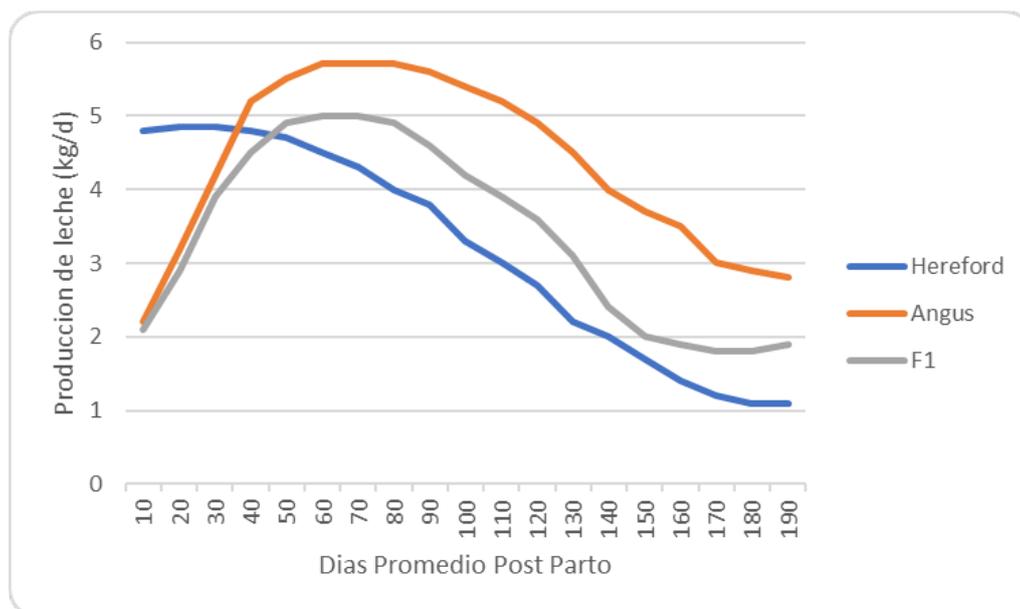
*Nota.* Adaptado de Reynolds y Tyrrell (2000).

En este trabajo, los mismos autores indican que las vacas cruza registraron su máxima producción en las primeras 15 semanas postparto (aproximadamente 3 meses posparto) y desde ese momento se produjo un descenso en la producción. Por otro lado, en la raza Hereford, la producción de leche se mantuvo alta durante los dos primeros meses de lactancia, para luego disminuir a medida que avanzó la lactancia (Rutledge et al., 1971; Robinson et al., 1978). Rovira en un estudio realizado en 1996, observó que cuando el parto de las vacas de raza Hereford coincide con el comienzo de la primavera con un rebrote primaveral de las pasturas la producción máxima de leche diaria se alcanzaba durante el primer mes de lactancia, para luego disminuir de manera gradual a lo largo del segundo mes. Con respecto al pico de producción, se encontraron diferencias entre los distintos genotipos. Jenkins y Ferrel (1984) registraron picos de producción en vacas Hereford a los 49 y 64 días. Por otro lado, Gaskins y Anderson (1980) informaron que los picos de lactancia se producían a los 20 y 28 días en el caso de Hereford puro y cruza Hereford x Angus, respectivamente. En el caso de las razas Simmental y Angus, se observaron picos a los 67 y 80 días, con producciones de 9.6 y 11.4 litros por día, respectivamente (Marston, 1992).

En el año 2008 y 2009, en la estación experimental Experimental "Bernardo Rosengurtt" de la Facultad de Agronomía, Casal et al. (2009) estudiaron las curvas de lactación de las razas Angus, Hereford y una cruce F1 entre estas. En la siguiente gráfica se pueden ver los resultados.

#### Figura 4

*Producción de leche promedio de razas Angus, Hereford y sus cruces según días pos parto*



*Nota.* Adaptado de Casal et al. (2009).

Según Casal et al. (2009), el análisis de medidas repetidas reveló diferencias significativas en la producción de leche a lo largo de la lactancia de las razas, siendo superior para Angus, seguida de F1 y por último la raza Hereford ( $P < 0,01$ ). El pico de producción fue alcanzado a los 20, 60 y 70 días en HH, F1 y AA, con producciones de 5.0, 5.2 y 5.8 Kg/día respectivamente. La caída en producción (producción final menos producción al pico) fue sensiblemente menor para la raza Angus en donde al final de la lactancia esta raza permanecía produciendo a un 50% de lo alcanzado en el pico. Las vacas cruce y Hereford perdieron un 69% y 76% de lo logrado en el pico, respectivamente.

Adicionalmente, la influencia de la raza en la producción de leche en bovinos de carne es un elemento de suma importancia en esta investigación. Se han recopilado datos que nos proporcionan información sobre las diferentes producciones de leche para las razas en estudio.

Un estudio realizado por Drewry et al. (1959) en el cual analizaron la producción de leche en Angus puros y destacaron que variaba en un rango de 7.3 a 4.1 litros por día. Los escritores destacaron que había correlaciones altamente significativas y que existía una relación positiva entre la habilidad maternal y el número de lactancia como la producción diaria promedio de leche de la madre. Estos valores indican que las vacas más viejas eran más protectoras y producían más leche.

En Uruguay, Franco et al. (2002) llevaron a cabo una estimación de la producción de leche en vacas Hereford en pastoreo de campo natural, observando una variación en la producción que oscilaba entre 3.5 y 4.5 litros por día. Posteriormente, Gioia y Licha (2008) registraron producciones diarias de 5.5, 4.3 y 4 litros en vacas F1, Angus y Hereford primíparas, respectivamente. Estos resultados indican diferencias significativas en la producción de leche entre diferentes razas especializadas en la producción de carne.

Reynolds et al. (1978) trabajaron con vacas Brangus, A. Angus y Brahman obteniendo las siguientes producciones: 3.8, 3.3 y 2.8 kg respectivamente, siendo la producción de las vacas Brangus significativamente ( $P < 0.05$  a  $P < 0.01$ ) la mayor y la de Brahman la más baja. Estos datos corresponden a vacas mamadas por terneros de la misma composición racial y períodos de 16 horas de separación. A su vez sobre las vacas Angus y Brahman hubo una tendencia a producir más leche cuando las mamaron terneros cruza que cuando las mamaron terneros puros. Un incremento en torno al 16% en la producción de leche. Dado que Brangus y Braford son razas sintéticas, diseñadas con el propósito de preservar la heterosis en las generaciones futuras sin recurrir a retrocruzas y son manejadas como si fueran razas puras, es posible abordar la investigación que examina el impacto de la heterosis y la complementariedad en la producción de leche.

En este contexto, se puede llevar a cabo un análisis basado en investigaciones previas que se enfocan en comprender cómo la heterosis y la complementariedad influyen en la capacidad de estas razas sintéticas para la producción de leche. La Facultad de Agronomía en la década del 90 estudió efectos raciales directos y maternos, heterosis individual y materna para peso al destete de cruzamientos entre Aberdeen Angus y Nelore con Hereford (Lema et al., 2015). El estudio se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla 1**

*Efectos raciales directos y maternos, heterosis individual y materna para peso al destete de cruzamientos entre Aberdeen Angus y Nelore con Hereford (expresados como diferencia con Hereford)*

		Peso al destete	
		kg	%
Aditivos Individuales	Angus	-4	-2,8
	Nelore	-12,1	-10,9
Aditivos Maternos	Angus	18,5	13,1
	Nelore	-34,6	-31,3
Heterosis individual	Angus x Hereford	5,3	3,8
	Nelore x Hereford	20,2	18,3
Heterosis Materna	Angus x Hereford	11,9	8,4
	Nelore x Hereford	63,1	57

*Nota.* \*\* $p < 0.01$ ; \* $p < 0.05$ , NS no significativo ( $p > 0.05$ ). Adaptado de Lema et al. (2015).

A partir de la tabla se observa que los terneros Angus no presentan diferencias significativas con el peso al destete de Hereford, pero si dicho ternero tiene una madre Angus su peso va a ser 13% superior que si tiene una madre Hereford. En promedio los terneros Nelore pesan 11% menos que el Hereford y si se le suma que tiene una madre Nelore dicho peso pasa a ser 31% inferior que aquellos que tienen una madre británica. Los efectos directos como maternos de Nelore son negativos y determinan que si el rodeo fuera Nelore puro el desempeño del mismo se vería afectado. No obstante, la heterosis individual y materna son altamente positivas y compensan los efectos anteriores (18% y 57% superior a la raza Hereford pura, respectivamente). En cruzamientos entre británicas la heterosis individual y materna son positivas, pero de menor magnitud (3,8 y 8,4% superiores al promedio de Hereford y Angus). Estos resultados refuerzan la relación entre la producción de leche y el peso al destete, al demostrar que la influencia genética de la madre tiene un impacto aún más significativo que la del ternero en este aspecto (Lema et al., 2015).

A su vez en años posteriores se realizó un estudio que se centró en el análisis de los cruzamientos entre las razas Hereford y Bonsmara, en comparación con el ganado

Hereford puro. Bonsmara es una raza sintética de origen africano compuesta en un 5/8 por la raza Africander (criolla de ese continente), un 3/16 de linaje Hereford y un 3/16 de la raza Shorthorn (Lema et al., 2015).

En la siguiente tabla se pueden ver los resultados del estudio mencionado

**Tabla 2**

*Cruzamiento Bonsmara x Hereford: vacas puras Hereford entoradas con toros Bonsmara y Hereford, (EEMAC)*

Geotipo de Ternero	Bonsmara x Hereford	Hereford
Numero de animales	43	43
Produccion de Leche (kg/día)	6,8	5,8
Pesos al Nacer (kg)	34,5	33,7
Pesos al Destete (precoz 60 dias)	119	87,5

*Nota.* Adaptado de Lema et al. (2015).

Este estudio reveló resultados significativos al demostrar que los mayores pesos al destete en la crusa Bonsmara x Hereford no solo se deben a la heterosis individual, sino también a la mayor producción de leche que el ternero híbrido demanda de su madre (Lema et al., 2015).

En el estado de San Pablo, Brasil, Espasandin et al. (2001) estudiaron la producción de leche en vacas Nelore y el comportamiento de amamantamiento de terneros en diferentes sistemas de producción, Nelore puro en un manejo tradicional extensivo (NR) en pastizales de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, con una tasa de carga de 1 UA/ha y Nelore puro en un sistema intensivo pastoril (NI); y tres cruzamientos: Canchim x Nelore (CN), Angus x Nelore (AN) y Simental x Nelore (SN), en un régimen intensivo el cual se encontraban pastizales de *Panicum maximum*, con tasas de carga de 5 UA/ha, incluyendo la suplementación de vacas y terneros durante la temporada de sequía en tres momentos de la lactancia (60, 120 y 180 días después del parto). La producción de leche mostró un efecto significativo del momento de la lactancia y de la interacción entre el sistema de producción y el momento de la lactancia. En la siguiente tabla (tabla 3) se presentan los resultados.

**Tabla 3**

*Producción de leche en cinco sistemas de producción y tres momentos durante la lactancia*

Momento	NR	NI	CN	AN	SN
60 días	4,96 a	3,91 ab	3,79 ab	4,63 ab	5,60 a
120 días	4,02 ab	3,52 ab	4,49 ab	3,10 ab	3,5 ab
180 días	9,38 ab	3,51 ab	3,68 ab	3,43 ab	3,26 ab

*Nota.* Valores seguidos por letras iguales no difieren de forma significativa ( $P < 0,05$ ). Adaptado de Espasandín et al. (2001).

A partir de los resultados se puede ver que la producción de leche (PL) disminuye de manera significativa en los sistemas NR, AN y SN a medida que avanza la lactancia, mientras que en los sistemas NI y CN permanece constante. A diferencia de lo observado por Quadros y Lobato (1997), la producción de leche no fue mayor en los sistemas de producción intensiva. El análisis de la persistencia de la producción de leche (PL180) reveló efectos significativos del sistema de producción ( $P < 0,02$ ) y de la interacción entre sistema y persistencia ( $P < 0,04$ ). Solo en el sistema NR se encontró un efecto significativo de la producción de leche a los 60 días después del parto sobre la producción de leche a los 180 días ( $P < 0,008$ ). Estos resultados están en línea con las tendencias publicadas por Sinclair et al. (1998), indicando que las vacas Nelore priorizan la producción de leche incluso en condiciones adversas de alimentación.

Según lo publicado por Jenkins y Ferrel (1992), es probable que la producción de leche en el sistema NR se haya mantenido mediante la movilización de las reservas corporales, lo que se puede confirmar a través de la pérdida de peso durante la lactancia observada en las vacas del sistema NR en comparación con los sistemas intensivos (80 vs. 20,8, 11 y 11 kg para NR, NI, CN, AN y SN, respectivamente).

Todas las variables mencionadas anteriormente pueden generar variación en la producción de leche y como resultado determinar el peso al destete de los terneros. La composición de la leche es otra variable a estudiar ya que esta puede tener significancia en el peso al destete de dichos terneros. La misma determina la cantidad de nutrientes que los terneros consumirán durante su fase de lactancia.

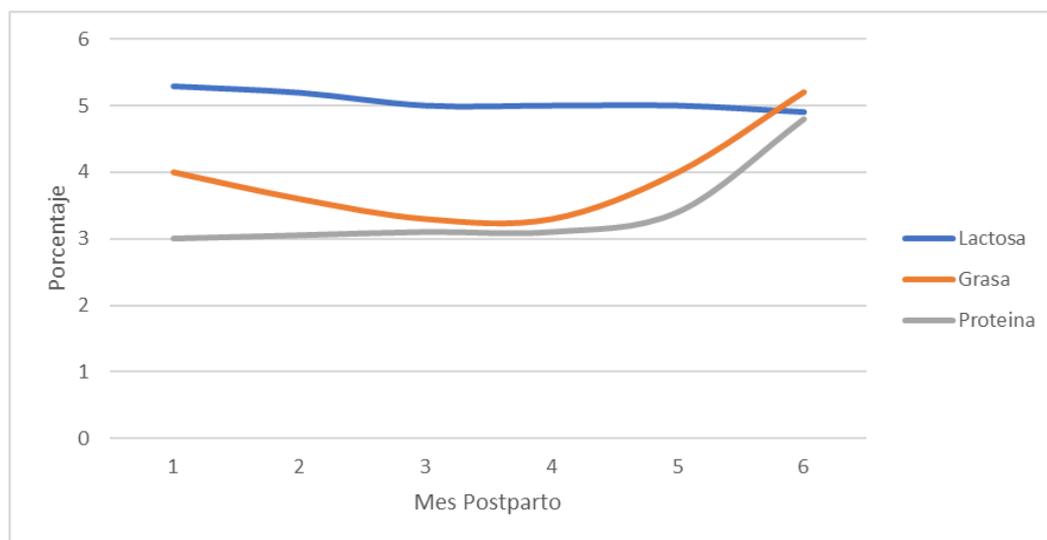
### 3.2 Composición de leche en bovinos de carne

Según Totusek et al. (1973) el peso del ternero tiene una alta correlación con los sólidos totales y grasa de la leche ( $p < 0,01$ ). Sin embargo, Rutledge et al. (1972) encontraron que la variable que influye principalmente en el peso al destete es la cantidad y no la calidad y que a su vez ésta influye en un 20-60%. La raza de la vaca es un factor que interfiere tanto en el rendimiento como la calidad en la leche, en requerimientos de mantenimiento, y diferencias en la eficiencia de producción los cuales influyen en el crecimiento predestete de los terneros (Brown & Lalman, 2010).

En condiciones pastoriles de nuestro país, según Casal et al. (2009) la composición de leche varió significativamente con el mes de determinación, pero no se obtuvieron variaciones debido a la raza de las vacas (Angus, Hereford y sus cruas F1). No se observaron diferencias significativas en la composición de la leche entre las combinaciones Angus x Hereford (AH) y Hereford x Angus (HA), como las razas no tuvieron diferencias en composición, se representó en la siguiente figura la composición de leche a lo largo de la lactancia de todas las razas en conjunto.

#### Figura 5

*Variación de la composición de leche durante la lactancia en vacas Angus, Hereford y sus cruas*



*Nota.* Adaptado de Casal et al. (2009).

Daley et al. (1987) compararon la composición de la leche entre las razas de Hereford puro y las cruas AH, se observó que la primera presentó un mayor porcentaje de grasa (entre 5.6% y 6.6%), proteína (entre 2.9% y 3.3%), lactosa

(entre 4.8% y 5.0%), y sólidos totales (entre 8.7% y 8.9%) a lo largo del período de lactancia en comparación con las cruas. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de estas diferencias en la composición de la leche, las vacas de cruas produjeron una mayor cantidad de leche.

Melton et al. (1967) tampoco observaron diferencias en la composición de la leche de vacas Angus, Hereford y Charolais a lo largo de la lactancia, mientras sí observaron diferencia entre la producción de cada raza y los sólidos totales. Estas diferencias se debieron a la edad y raza de la madre con una alta significancia.

La composición de la leche de la raza Angus es de 3,59% de grasa, 3,38% de proteína, 4,95% lactosa y 12,580/0 sólidos totales (Jenkins & Ferrel, 1992). Como podemos observar en el cuadro 2, Melton et al. (1967) encontraron mayores porcentajes de grasa y sólidos totales de la leche en la raza Hereford en relación a la raza Angus, pero no debido a un efecto significativo de la raza.

**Tabla 4**

*Composición de leche de vacas Angus y Hereford*

	Angus	Hereford
% Grasa	2,68	2,83
% Sólidos	8,64	8,94

*Nota.* Adaptado de Melton et al. (1967).

Hare et al. (2019) estudiaron el efecto de la concentración de nutrientes en la dieta para vaquillonas Hereford y su efecto en el calostro de las mismas. El resultado marcó que para las vaquillonas consumen la dieta de alta proteína preparto (140% del requerimiento de PM estimado) tenían menos grasa en el calostro (3,63 vs. 7,01%;  $P < 0,01$ ) en comparación al control (100% del requerimiento PM estimado), pero la PC, la lactosa y el MUN (Urea) no se vieron afectados.

### 3.3 Métodos para la determinación de la producción de leche

Existen diversos métodos de estimación de la producción de leche, entre los más utilizados se pueden encontrar: Weigh-suckle-weigh (pesar-mamar-pesar o PMP), ordeñe mecánico con previa inyección de oxitocina (OM) y ordeñe manual con

previa inyección de oxitocina. También se conocen como método indirecto y métodos directos aquellos que implican ordeño.

El método directo consiste en la extracción mecánica de la leche, con una inyección previa de oxitocina para provocar la bajada de la misma. Beal et al. (1990) estimaron la producción con este método usando una máquina de ordeño y luego pesando la leche colectada. Las vacas se separaron de los terneros a las 16:00 hs y al día siguiente de 8:00 a 13:00 se realizó el ordeño con previa dosificación de 20 UI de oxitocina. La leche colectada se pesó y se consideró como una estimación de la producción de leche para el intervalo desde que se interrumpió el amamantamiento hasta el ordeño.

El método pesar-mamar-pesar consiste en pesar al ternero antes y después de mamar y así obtener la producción de leche por diferencia de peso. Un autor que puso en práctica este método fue McCarter et al. (1991), separaba a los terneros de las madres desde aproximadamente las 18:00 hs hasta las 5:45 donde se les permitía mamar de 20 a 30 min y se los separaba nuevamente hasta 11:45. En ese momento se pesaban los terneros antes y después de mamar. Esa diferencia de peso resulta en la producción de leche en 6 horas. El procedimiento se repetía a las 17:45. Las dos estimaciones diarias se suman y multiplicadas por dos estiman la producción de 24 horas.

Los métodos utilizados para estimar la producción de leche descritos por Williams et al. (1979) (PMP Y OM) no son totalmente satisfactorios. Por un lado, el método de pesar el ternero antes y después de mamar (PMP) parece ser el más natural para la extracción de leche. No obstante, Espasandin et al. (2001) y Gioia y Licha (2008) observaron que se producen pérdidas por heces y orina luego del amamantamiento en el método PMP lo que podría subestimar las medidas. También varios autores entre ellos Gioia y Licha (2008) señalaron la presencia de terneros mamando en vacas que no son sus madres como una desventaja de este método.

Sprivulis et al. (1980), como se cita en Mayer et al. (1994), encontraron que la medida tomada por el método weigh-suckle-weigh, estaba altamente correlacionada con la producción de leche medida ya sea mediante la inyección de oxitocina o con la canulación de pezón. A su vez Totusek et al. (1973) encontró que en el método WSW las estimaciones fueron más altas y con menor variación que las realizadas

mediante ordeño manual. A pesar de estas diferencias el autor señaló que ambos métodos presentaban correlaciones de 0.95 y 0.88 con la producción de leche. En otros estudios (Jenkins & Ferrel, 1984) obtuvieron una menor producción diaria por el método de ordeño mecánico con respecto al método PMP y se sugirió que sin el estímulo de amamantamiento, los niveles de oxitocina podrían estar reducidos en estas vacas resultando en menores producciones.

Existe una correlación alta entre la medición de la producción de leche (utilizando el método del ordeño mecánico), la cantidad de grasa en la leche extraída y la ganancia de peso predestete (Beal et al., 1990). Este método mecánico de obtención de la leche materna permite investigar la relación entre la estimación de valores genéticos en producción láctea y los niveles reales de producción (Williams et al., 1979). Con respecto al método PMP en terneros chicos Jenkins y Ferrel (1984) sostienen que este método predice mejor el consumo de los animales que la producción real de leche.

#### 3.4 Crecimiento de terneros de bovinos de carne hasta el destete

Una forma de medir el comportamiento productivo es mediante la evaluación de características de crecimiento, reproducción y de sobrevivencia. Estos caracteres están influenciados por una serie de factores ambientales y genéticos. Entre los ambientales los más comunes son: año de nacimiento, época o mes de nacimiento, sexo del ternero, edad de la madre (medida en años o número de parto), entre otros. Se sabe que estos factores son diferentes en la magnitud relativa, según la zona agroecológica, unidad de producción y constitución genética de la población en estudio (Hernández-Hernández et al., 2015).

Según Bavera et al. (2005), los factores que afectan el crecimiento en la etapa predestete son: genotipo, sexo, peso al nacer, aptitud materna, edad y desarrollo de la madre, estado nutritivo de la madre, producción de leche materna, alimentación al pie de la madre, edad y desarrollo al destete y estado sanitario de la madre y de la cría.

Múltiples programas de caracterización de razas como los de Cundiff et al. (1986) y Gregory et al. (1982) han revelado notables diferencias en la mayoría de las características de valor económico. Además, la variabilidad en la composición de las razas entre generaciones en sistemas de cruzamiento rotacional puede dar lugar

a diferencias significativas en los niveles de desempeño animal tanto en vacas como en terneros en términos de estas características económicas. Lo mencionado se cumple a menos que las razas empleadas en la rotación compartan similitudes en sus características de rendimiento (Cundiff et al., 1986; Gregory et al., 1982). Mediante cruzamientos continuos se puede utilizar la heterosis como herramienta para aumentar el peso del ternero destetado por vaca en alrededor de 20% (Gregory & Cundiff, 1980).

En cuanto al sexo según Bavera et al. (2005) los machos crecen más rápido que las hembras debido precisamente al mayor efecto de los andrógenos sobre a los estrógenos en la estimulación del crecimiento. Además, consumen más alimento que las hembras precisamente por una mayor tasa metabólica, pesan al nacer entre el 5 % - 7 % más que las hembras, el largo de la gestación es de 3-4 días más en el macho, son más eficientes en la conversión de alimento que las hembras.

La tasa de crecimiento de los terneros cruza desde el nacimiento al destete mostraron ser superior a las de terneros puros (Damon et al., 1959). Las cruza producen más leche, pero deben estar en condiciones ambientales adecuadas. Los hijos de cruza con madre Angus dieron mayor peso (Espasandin et al., 2001).

Pittaluga et al. (1993) estimaron las tasas de crecimiento de terneros al pie de la madre para Hereford x Hereford, Cebú x Hereford, Hereford x Cebú-Hereford y Cebú x Cebú-Hereford y obtuvieron valores de 0.432, 0.463, 0,604 y 0.651 kg/día respectivamente( $P < 0.01$ ).

Totusek et al. (1973) hallaron una regresión lineal entre la producción total de leche y el peso al nacimiento del ternero con un valor de 0.51, lo que supone que los terneros más pesados al nacer van a demandar más leche materna y/o que presentan mayor capacidad de consumo de leche. Por consiguiente, es esperable obtener un mayor peso al destete de aquellos terneros que nacen más pesados.

Sobre la aptitud materna, según Christian et al. (1965), la selección de vaquillonas genéticamente superiores en peso al destete, puede conducir a un mayor crecimiento, pero esto podría ir en detrimento de la producción de leche. Los estudios realizados por Sejrsen (1978) discrepan, indicando que animales con genética alta para capacidad de crecimiento parece tener mayor concentración de la hormona del crecimiento en sangre y por lo tanto mayor crecimiento mamario y

mayor producción de leche. La repetibilidad de la performance predestete es principalmente una medida de la habilidad materna, lo que la convierte en un indicador útil para anticipar la futura producción de leche de la madre (Mondragon et al., 1983).

McMorris y Wilton (1986) afirman que se podría aumentar el peso al destete de los terneros implementando un manejo genético. Este incremento se asoció al aumento en el peso de la madre o la producción de leche. En la página 342 del artículo “Abstracts of Papers” (1972) se informa sobre una correlación genética positiva entre la producción de leche y el peso de terneros de vacas Angus antes y después del destete, mientras que en la raza Hereford, esta correlación fue negativa. En lo que respecta al estado nutricional de la madre y su producción de leche, las investigaciones realizadas por Robinson (1996) en Angus revelaron una correlación negativa entre el peso de las madres y el peso de los terneros al destete. Además, los estudios de Jenkins y Ferrel (1992) proporcionaron datos sobre el peso de los terneros nacidos de vacas Angus y Hereford, con pesos promedio al destete de 123 y 127 kg, respectivamente. Esta información sugiere que, a pesar de las diferencias en la producción y composición de la leche entre estas razas, en este caso particular, no parecen haber influido en el peso de los terneros.

#### 4. HIPÓTESIS

En base a la revisión realizada se presenta como principales puntos de la hipótesis que:

- 1- Las razas sintéticas presentan una mayor producción de leche por el efecto de la heterosis.
- 2- La composición de la leche no debería verse afectada según el genotipo de la vaca.
- 3- La mayor producción de leche de las razas sintéticas debería reflejarse en un mayor peso de los terneros a lo largo de la lactancia.
- 4- La composición de la leche o la energía contenida influye en el crecimiento de los terneros durante la lactancia.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1 Localización espacial y temporal

El trabajo se desarrolló en la Estancia “La Magdalena” perteneciente a la firma “Los Tordos SA”, ubicada a 17 km del km 52 de la Ruta 31 hacia el norte de la misma sobre un camino vecinal. Se encuentra en la 9° sección policial del departamento de Salto - Uruguay.

El relevamiento a campo se desarrolló desde marzo 2023 hasta fines de agosto del mismo año y resulta importante destacar que todos los animales estuvieron bajo las mismas condiciones durante el experimento.

### 5.2 Materiales experimentales y métodos

#### 5.2.1 Animales

Para el trabajo se utilizaron 24 vacas primíparas nacidas en la primavera del año 2020 de las siguientes razas: Aberdeen Angus, Hereford, Brangus y Braford. Se trabajó con una muestra de 6 animales por genotipo, con sus correspondientes terneros de la misma raza. Este número reducido de animales se predeterminó basándose en: a) la experiencia en trabajos anteriores en los cuales hubo entrecruzamientos de terneros y de madres al mamar (Gioia & Licha, 2008); b) evitar el estrés de permanecer muchos animales encerrados en piquetes chicos durante el momento de la medición (Notter et al., 1978); c) la poca disponibilidad de observadores, lo que podría derivar en grandes errores por falta de visualización de ciertas mamadas. Los animales fueron seleccionados principalmente según la fecha de parto, de manera tal de comparar animales con similares días de crecimiento para los terneros y similares días de lactancia para las vacas.

#### 5.2.2 Alimentación

En lo que respecta a la alimentación, los animales estuvieron sobre campo natural durante todo el experimento. El establecimiento se encuentra dentro de la formación Itapebí, la cual tiene como suelos dominantes a Brunosoles Eutrícos Túpicos y Vertisoles Háplicos. Son suelos de una fertilidad natural relativamente alta. Según el índice CONEAT dentro de “La Magdalena”, los suelos de mayor predominancia son 1.21 y 12.22, y su valor de índice es de 86 y 151 respectivamente.

### 5.3 Manejo experimental

Desde el parto hasta el destete definitivo se determinó mensualmente la producción de leche de las 24 vacas primíparas y el peso de los terneros, resultando en 5 medidas en los meses de abril (1), mayo (2), junio (3), julio (4) y agosto (5).

Con respecto al método de determinación de la producción de leche se utilizó el método WSW (en inglés: pesar-mamar-pesar) y ordeño mecánico. Con respecto al método WSW, las vacas se destetaron a primera hora del día y posteriormente los terneros mamaron dos veces en el día con una pesada correspondiente antes y después de mamar. La primera mamada se usó como un vaciado de las vacas, mientras que la diferencia de peso de la segunda mamada correspondió a la producción de leche para el tiempo transcurrido entre el vaciado y el segundo ordeño. Esta medida se extrapoló a 24 horas (mediante regla de tres). Solamente en la primera medición se utilizó este método dado que generó algunas dificultades. Entre éstas se destacó el hecho de que algunos terneros mamaban a vacas ajenas además de su madre lo que conlleva a una sobreestimación de la producción de esa vaca y subestimar las vacas que se mamaron por terneros de otra vaca. Se dividió la muestra en subgrupos de terneros y vacas para disminuir los entrecruzamientos y generar un encuentro vaca-ternero más eficiente. Esto implica realizar varios apartes en el corral aumentando el estrés para los animales. Esto generó que las vacas de peor temperamento no se dejaran mamar por su ternero. Es sabido que las pérdidas producidas a través de deyecciones como heces y orina generan error en la estimación de la producción de leche y su recolección en el corral de trabajo resulta poco certera, lo que se hizo fue considerar valores teóricos de peso para las heces y orina y realizar observación de los animales entre pesadas sucesivas. Los factores mencionados condicionaron las mediciones realizadas, por lo que se optó por cambiar el método de estimación.

Las siguientes mediciones se realizaron con el método de ordeño mecánico con previa inyección de oxitocina (20 UI). Se realizó un primer ordeño en la mañana con el fin de vaciar las ubres de las vacas registrando el horario. Posteriormente en la tarde se realizó un segundo ordeño en donde se pesaban los kg de leche producidos entre ambos ordeños, así como las horas en que ocurrieron los eventos. Con las horas transcurridas entre éstos y la producción de leche registrada se estimó la producción diaria de leche mediante regla de tres. La máquina utilizada para el

ordeño mecánico fue una Ordeñadora portátil Ruakura de 170 litros y 1 órgano como se puede ver en la siguiente figura.

**Figura 6**

*Ordeñadora portátil RUAKURA utilizada en el ordeño*



*Nota.* Tomado de Agroas (s.f.).

Para medir la composición de la leche se llevó a cabo una recolección de muestras durante el proceso de vaciado de las vacas. Antes de proceder con la toma de muestras, se realizó un procedimiento conocido como despunte. Este despunte se llevó a cabo con el objetivo de garantizar que la muestra obtenida fuera verdaderamente representativa y homogénea. El despunte consistió en la eliminación inicial de una pequeña cantidad de leche al comienzo del ordeño, lo que permitió asegurar que la muestra recogida posteriormente reflejara de manera precisa y equitativa la composición de la leche producida por el animal en cuestión. A cada animal se le extrajo una muestra de 100 ml de leche que fue posteriormente enviada para la realización de análisis de composición: % Proteína, % Grasa y % de Lactosa.

Durante el proceso de recolección de muestras de leche, se llevó a cabo simultáneamente la toma de pesos de los terneros y el seguimiento de su evolución mes a mes. Para esta tarea, se utilizó una balanza de ganado digital. Esta recopilación de datos posibilitó un seguimiento detallado del crecimiento y desarrollo de los terneros a lo largo del tiempo.

#### 5.4 Procesamiento y Análisis estadísticos

La producción y composición de leche y del crecimiento de los terneros fueron analizadas mediante un arreglo de medidas repetidas en el tiempo, bajo el siguiente modelo:

$$y_{ijkl} = \mu_0 + raza_i + momento_l + raza * momento_{ij} + sexo_k + fp_l + \varepsilon_{ijkl},$$

Siendo:

$Y_{ijkl}$ : variable de respuesta (producción diaria de leche, grasa, proteína y lactosa y peso vivo de los terneros)

$\mu_0$ : media general del experimento

$raza_i$ : raza de la vaca o del ternero (Angus, Braford, Brangus, Hereford)

$momento_l$ : momento de determinación (1, 2, 3...meses post parto).

El momento 1 corresponde 26 días post parto, el momento 2: 57 días post parto, el momento 3: 84 días post parto, el momento 4: 108 días post parto y momento 5: 136 días post parto.

$raza * momento_{ij}$ : interacción entre la raza de la vaca/ternero y el momento de determinación

$sexo_k$ : sexo del ternero hijo de cada vaca

$fp_l$ : covariable fecha de parto o de nacimiento

$\varepsilon_{ijkl}$ : error aleatorio del experimento

Los efectos fueron considerados significativos tomando como criterio un error  $PrF < 0.05$ . Las medias de cada efecto fueron estimadas y comparadas mediante el test de Tukey ajustado ( $PrF < 0.05$ ).

Con las medias ajustadas por los efectos anteriormente descriptos fueron modeladas las curvas de lactancia de cada raza, mediante modelos lineales de orden 1 y 2,

optando por el modelo que presentara mayor coeficiente de ajuste ( $r^2$ ).

Por otro lado, también fueron estudiados los efectos de la producción y composición de la leche (% grasa, proteína y lactosa) sobre la evolución del peso vivo, en análisis de varianza agregando estos efectos al modelo descrito anteriormente; ó la energía contenida en leche (Mcal/día) mediante la integración de estos componentes mediante la siguiente fórmula (National Research Council [NRC], 2001):

$EL = (((0.057 * \% \text{ Proteína}) + (0.092 * \% \text{ Grasa}) + (0.0395 * \text{Lactosa})) * PL24)$ ,  
siendo:

EL: Energía contenida en leche (Mcal/día)

PL24: Producción diaria de leche (kg/día)

## 6. RESULTADOS OBTENIDOS

### 6.1 Producción de leche

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza para la producción de leche de las diferentes razas estudiadas bajo un arreglo de medidas repetidas en el tiempo.

**Tabla 5**

*Análisis de varianza para la producción de leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno)*

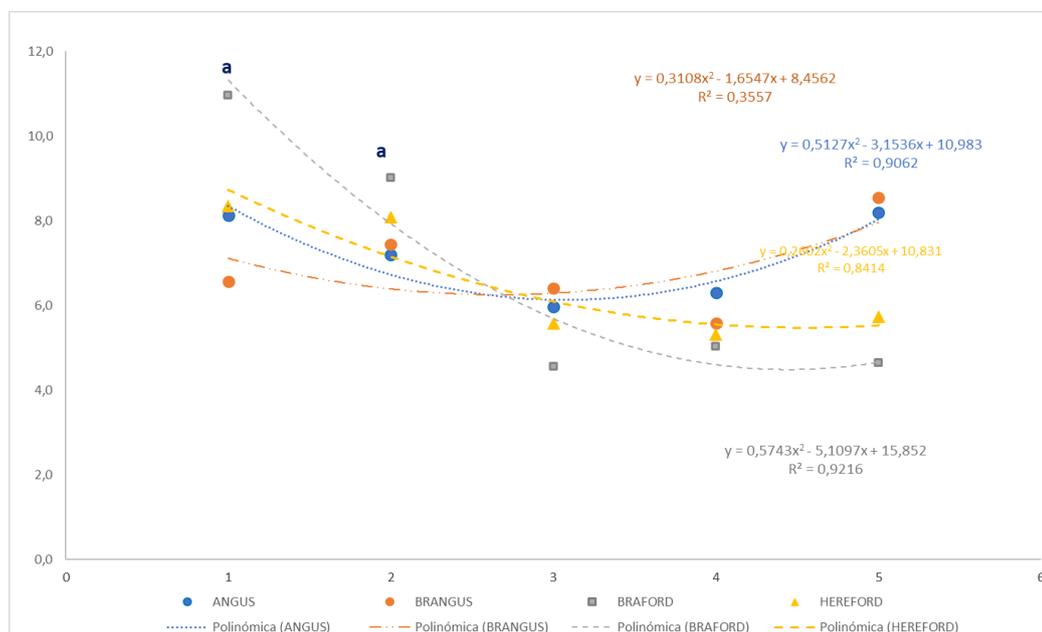
Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Niveles (n-1)	Grados de Libertad (n-1)	F - Valor	Pr > F
Raza	3	77	0.19	0.9000
Momento	4	77	9.71	<.0001
Sexo del ternero	1	77	0.00	0.9496
Raza*Momento	12	77	2.69	0.0045
Dias post Parto	1	77	1.63	0.2054

Como se observa en la tabla, los efectos: momento de lactación y la interacción entre raza y momento, resultaron estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ). A su vez, para los factores: raza, sexo de ternero y parto no se encontraron efectos significativos sobre la producción de leche.

Esto quiere decir que la producción de leche no fue la misma para los distintos momentos. A su vez, no hay ninguna raza que fue la mejor en todos los momentos, sino que, en función de los días de lactancia, la superioridad de las razas por sobre las demás fue variando. El desdoblamiento de la interacción entre raza y momento se presenta en la figura 7.

**Figura 7**

*Curvas de producción de leche en 5 momentos durante la lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford*



*Nota.* Momento 1 (26 días post parto), momento 2 (57 días post parto), momento 3 (84 días post parto), momento 4 (108 días post parto), momento 5 (136 días post parto).

A partir de la figura, se pueden observar las curvas de producción de leche establecidas para las razas estudiadas. Dichas curvas se representaron con modelos cuadráticos por ser las que mejor se ajustaron del punto de vista biológico a los datos recabados.

Con respecto a la raza Braford presentó una elevada producción al momento 1 y 2 donde supera en producción con significancia a Brangus (momento 1) y a Angus y Brangus (momento 2), luego decrece aceleradamente al principio hasta el mes 3, donde mantiene su producción medianamente constante hasta el fin de la lactancia. Presentó una disminución del 58% de la producción hacia el fin de la lactancia

La tendencia mostrada por Hereford fue similar a Braford, presentando una curva decreciente. Difieren, en que Hereford presentó un pico menor al inicio de la lactancia y decrece su producción a una menor tasa que Braford conforme avanza el período de lactancia, obteniendo una persistencia al fin de lactancia mayor que Braford, en torno al 68%.

Con respecto a Angus y Brangus presentaron curvas similares. Se observó un pico en el mes de comenzada la lactancia, seguido de una leve disminución hacia el tercer mes en el cual la producción se revierte y vuelve a aumentar hasta el final de la lactancia. Resulta relevante resaltar que la curva de Brangus fue la que presentó menor coeficiente de regresión. ( $r^2=0,36$ ) Pudiendo sugerir un modelo diferente al de los demás genotipos. Angus y Brangus presentaron 101% y 128% de su producción al momento 1 hacia el fin de la lactancia, esto habla del aumento en producción que presentó Brangus principalmente.

## 6.2 Composición de la leche

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza para el porcentaje de proteína en leche bajo un arreglo de medidas repetidas en el tiempo.

**Tabla 6**

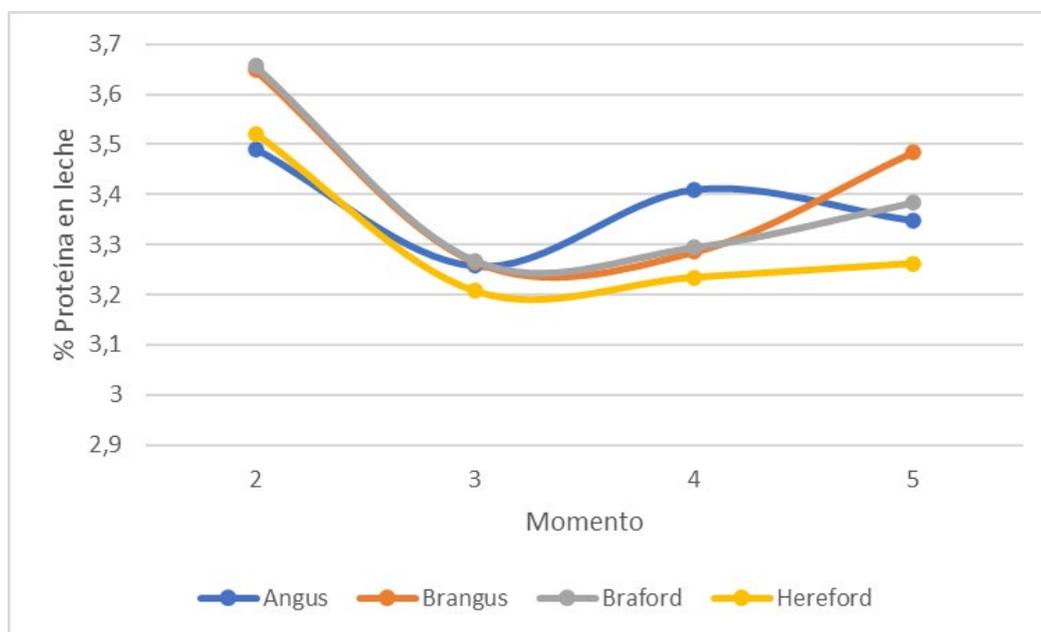
*Análisis de varianza para el porcentaje de proteína en leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno)*

<b>Test de tipo 3 de efectos fijos</b>				
<b>Efecto</b>	<b>Niveles (n-1)</b>	<b>Grados de libertad (n-1)</b>	<b>F-valor</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Raza</b>	<b>3</b>	<b>57</b>	<b>0.40</b>	<b>0.7533</b>
<b>Momento</b>	<b>3</b>	<b>57</b>	<b>22.35</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Sexo del ternero</b>	<b>1</b>	<b>57</b>	<b>0.09</b>	<b>0.7622</b>
<b>Raza*Momento</b>	<b>9</b>	<b>57</b>	<b>1.13</b>	<b>0.3586</b>
<b>Días post parto</b>	<b>1</b>	<b>57</b>	<b>2.91</b>	<b>0.0935</b>

En la siguiente figura se presenta la evolución del porcentaje de proteína en leche desde el segundo mes de lactancia al quinto mes correspondientes a mayo y agosto respectivamente.

**Figura 8**

*Porcentaje de proteína en leche para distintos momentos de lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford*



En lo que refiere a la proteína en leche no se observaron diferencias según la raza de las vacas. El mismo si presentó variación en función del momento. Al momento 2 se observaron los máximos niveles, disminuyendo hacia el momento 3 y posteriormente presentaron un leve aumento. Para todas las razas el % de proteína tomó valores de entre 3 y 4% durante toda la lactancia.

Otro componente analizado fue el porcentaje de grasa en leche. A continuación, se presenta el análisis de varianza para el porcentaje de grasa en leche.

**Tabla 7**

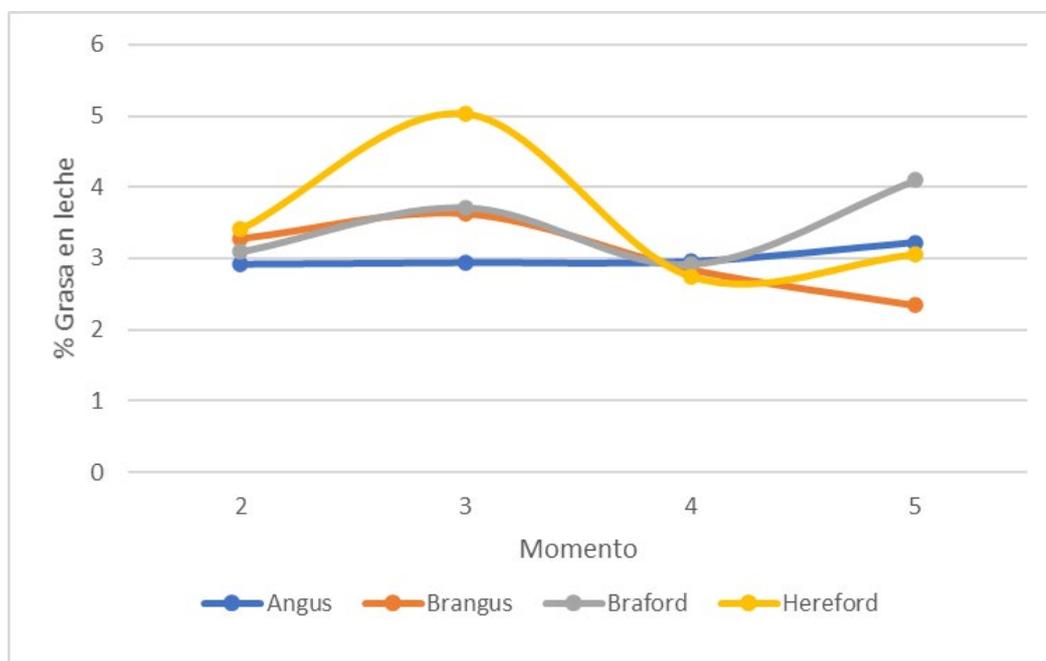
*Análisis de varianza para el porcentaje de grasa en leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno)*

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Niveles (n-1)	Grados de libertad (n-1)	F-valor	Pr>F
<b>Raza</b>	<b>3</b>	<b>57</b>	<b>2.52</b>	<b>0.0673</b>
<b>Momento</b>	<b>3</b>	<b>57</b>	<b>5.35</b>	<b>0.0026</b>
<b>Sexo del ternero</b>	<b>1</b>	<b>57</b>	<b>1.51</b>	<b>0.2234</b>
<b>Raza*Momento</b>	<b>9</b>	<b>57</b>	<b>2.75</b>	<b>0.0097</b>
<b>Días post parto</b>	<b>1</b>	<b>57</b>	<b>1.48</b>	<b>0.2285</b>

En la siguiente figura se puede ver para las distintas razas el porcentaje de grasa en distintos momentos de lactancia.

**Figura 9**

*Porcentaje de grasa en leche para distintos momentos de lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford*



En la figura se observa diferencias en porcentaje de grasa entre las razas en los momentos 3 y 5. Analizando el nivel de significancia  $P < 0,05$  indica que el porcentaje de grasa en leche presentó diferencias significativas para los efectos fijos momento y la interacción raza-momento. La grasa no difiere significativamente según las razas, aunque se observó una tendencia a la significancia ( $P = 0,07$ ). Esta tendencia se explica por las razas Hereford y Braford en los momentos 3 y 5 respectivamente con mayores niveles de porcentaje de grasa en leche (5 y 4%). En términos promedio los que registraron mayores valores de grasa fue Hereford, seguido por Braford y por debajo Brangus y Angus con valores de: 3,56%, 3,45%, 3,02% y 3,01% respectivamente.

El porcentaje de lactosa en leche también fue un componente evaluado. A continuación, se presenta el análisis de varianza para dicho componente bajo un arreglo de medidas repetidas en el tiempo.

**Tabla 8**

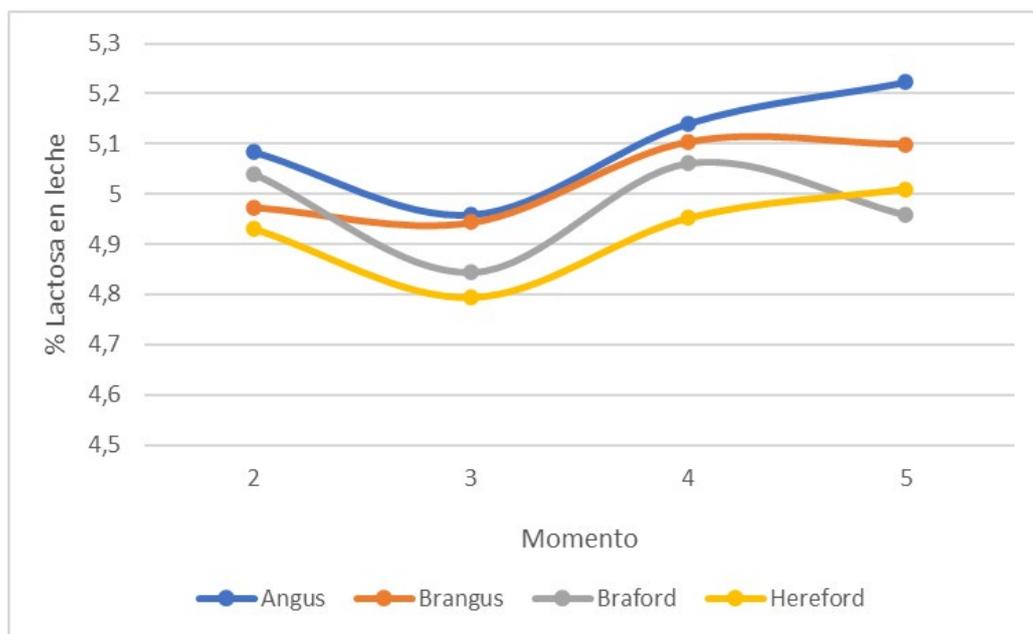
*Análisis de varianza para el porcentaje de lactosa en leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno)*

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Niveles (n-1)	Grados de libertad (n-1)	F-valor	Pr>F
Raza	3	57	1.37	0.2620
Momento	3	57	17.65	<.0001
Sexo del ternero	1	57	0.06	0.8075
Raza*Momento	9	57	1.45	0.1903
Días post parto	1	57	0.01	0.9090

En la siguiente figura, se puede ver la evolución del porcentaje de lactosa en leche para las distintas razas, en distintos momentos de la lactancia.

**Figura 10**

*Porcentaje de lactosa en leche para distintos momentos de lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford*



A partir del análisis de varianza y lo observado en la figura, se concluye que hay diferencias para el porcentaje de lactosa en leche para los distintos momentos. A excepción de Braford que disminuye hacia el momento 5, los demás genotipos presentaron similares tendencias a lo largo de la lactancia. El efecto raza no presentó diferencias significativas, aunque se observó que Angus y Brangus presentaron mayor porcentaje de lactosa en leche promedio durante la lactancia que Braford y Hereford, presentando valores de 5,10%, 5,03%, 4,98% y 4,92% respectivamente.

La energía de la leche se evaluó como un componente que puede ser determinante en el crecimiento animal. A continuación, se presenta un análisis de varianza para 5 efectos sobre la energía neta en leche.

### **Tabla 9**

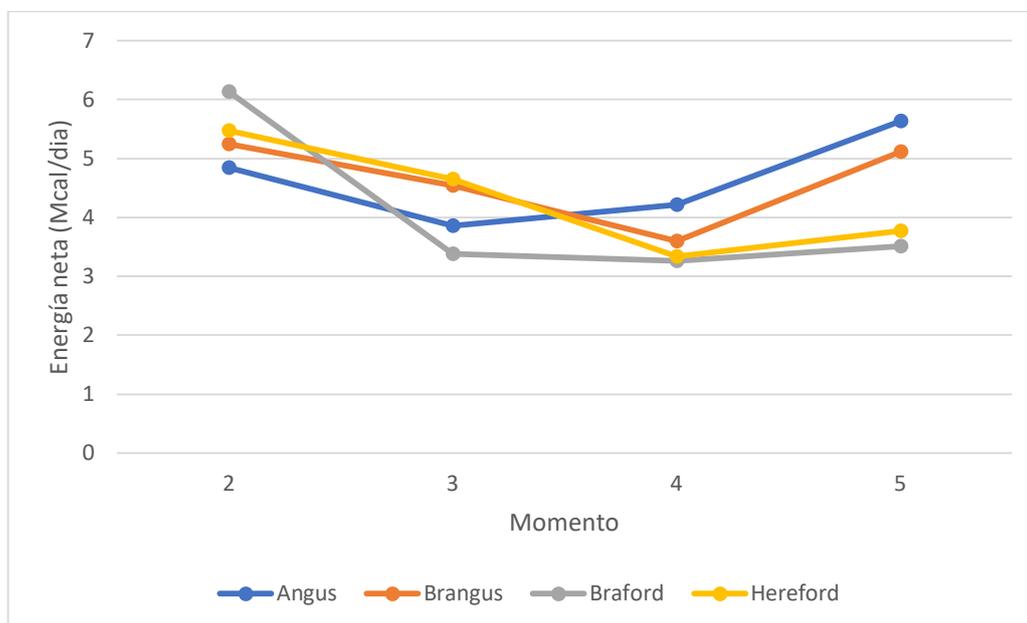
*Análisis de varianza para la energía neta en leche en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford durante la lactancia (otoño-invierno)*

<b>Test de tipo 3 de efectos fijos</b>				
<b>Efecto</b>	<b>Niveles (n-1)</b>	<b>Grados de libertad (n-1)</b>	<b>F-valor</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Raza</b>	<b>3</b>	<b>57</b>	<b>0.49</b>	<b>0.6909</b>
<b>Momento</b>	<b>3</b>	<b>57</b>	<b>12.02</b>	<b>&lt;.0001</b>
<b>Sexo del ternero</b>	<b>1</b>	<b>57</b>	<b>0.01</b>	<b>0.9224</b>
<b>Raza*Momento</b>	<b>9</b>	<b>57</b>	<b>2.86</b>	<b>0.0075</b>
<b>Días post parto</b>	<b>1</b>	<b>57</b>	<b>0.46</b>	<b>0.4994</b>

En la siguiente figura se presenta la energía contenida en leche para las distintas razas, en distintos momentos de la lactancia.

**Figura 11**

*Energía neta en leche para distintos momentos de lactancia en las razas Angus, Hereford, Brangus y Braford*



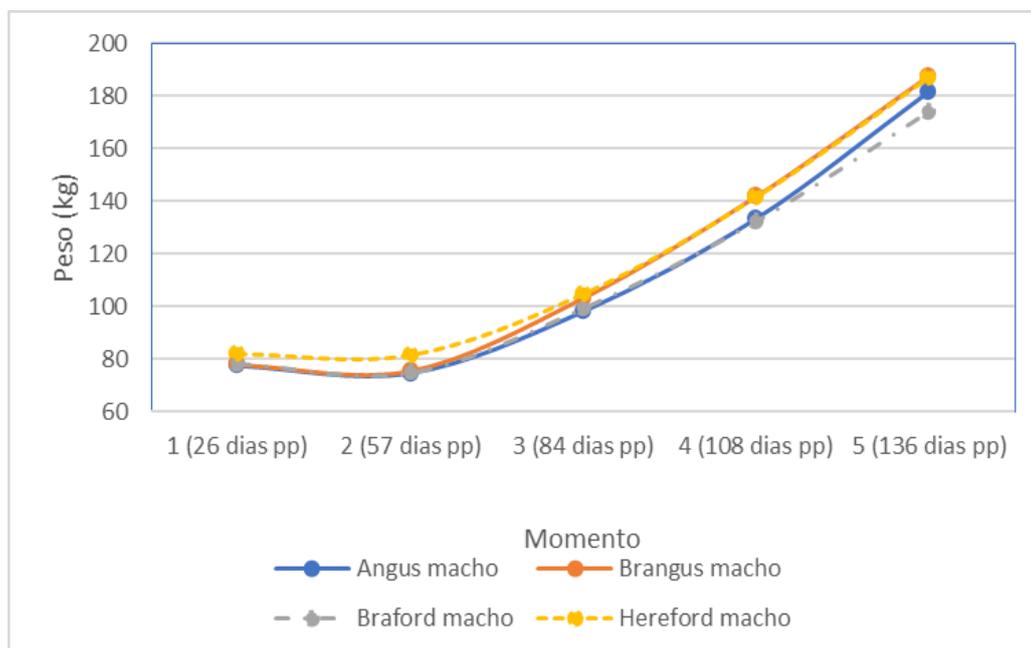
La energía neta en leche presentó significancia para los efectos: sexo del ternero, momento e interacción raza-momento. Como una observación, se podría indicar que Braford y Hereford comienzan la lactancia con mayor energía en la leche, disminuyendo conforme avanza la lactancia, mientras Brangus y Angus presentan una tendencia opuesta, dado principalmente a que aumentan la producción de leche sobre el final de la lactancia.

### 6.3 Crecimiento de los Terneros

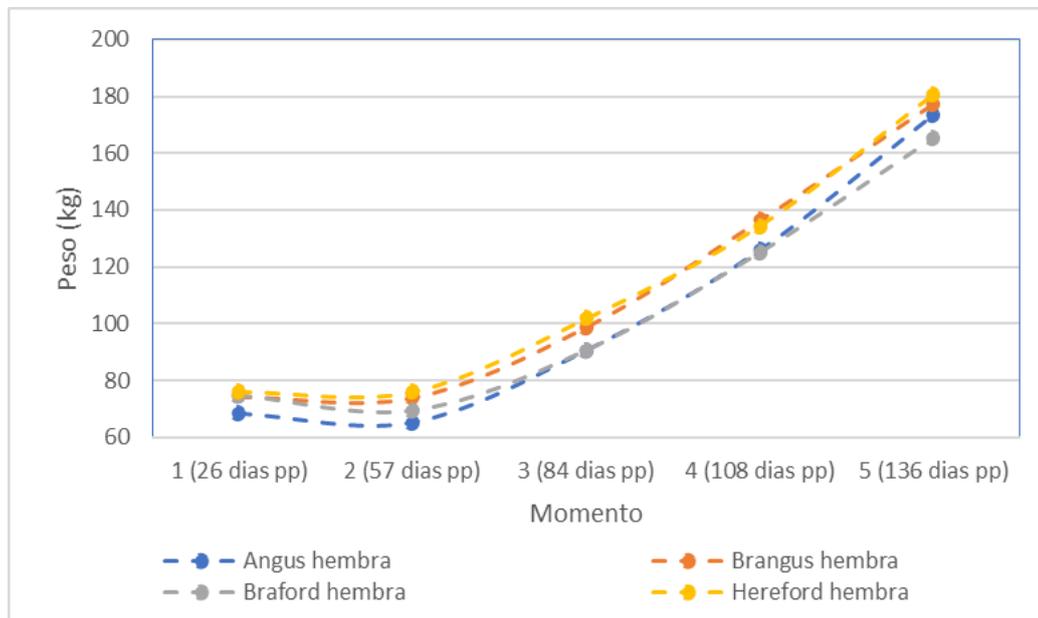
En las siguientes dos figuras se describe el crecimiento de los terneros machos y hembras para las razas evaluadas con el objetivo de observar las diferencias entre sexo.

**Figura 12**

*Evolución de crecimiento de terneros machos durante la lactancia*

**Figura 13**

*Evolución de crecimiento de terneras hembras durante la lactancia*



Las razas no presentan diferencias significativas entre ellas. Sí se puede observar cómo tendencia que en la figura 12, los terneros machos de raza Hereford siempre estuvieron por encima en promedio de peso que las demás hasta el momento del destete donde es igualada por Brangus. La raza Angus se encuentra en una posición intermedia mientras que Braford es superada por las demás. A su vez en la figura

13, se observó una distribución similar a los machos, Hereford alcanzó el mayor peso al destete, Angus y Brangus estuvieron por debajo, mientras que Braford también presentó menor peso al destete promedio que las demás razas.

Para complementar el análisis del crecimiento de los terneros se realizó un análisis de varianza para las diferentes razas, estudiadas bajo un arreglo de medidas repetidas en el tiempo. En la siguiente tabla se pueden ver los resultados.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza para el crecimiento de terneros: Angus, Brangus, Hereford y Braford*

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Niveles (n-1)	Grados de Libertad (n-1)	F - Valor	Pr > F
Raza	3	31	2.44	0.0828
Sexo del Ternero	1	31	4.71	0.0377
Momento	2	31	6.36	0.0048
Raza * Momento	6	31	2.45	0.0467
Edad (Momento)	3	31	1.48	0.2402
PL 24	1	31	0.15	0.6994
Grasa	1	31	0.79	0.3807
Proteína	1	31	1.14	0.2932
Lactosa	1	31	0.02	0.8807

Como se observa en la tabla, existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para los efectos: sexo, momento e interacción raza por momento. Esto quiere decir que el desarrollo de los terneros varía para los efectos mencionados. Se puede detectar también dentro de la tabla que hay una tendencia a que la raza genere diferencias dentro del desarrollo de los terneros ya que esta es de  $P = 0,08$ . A su vez, se aprecia como los componentes de la leche no afectan el desarrollo de los terneros.

Que existan diferencias significativas para la interacción de momento y la raza indica que al menos en un momento hubo una raza que se diferenció en cuanto a su desarrollo. A su vez no hay ninguna raza que fue mejor o peor en cuanto a performance en todos los momentos, sino que en función de los días de lactancia, la superioridad de las razas por sobre las demás fue variando.

A partir de las figuras 12 y 13 se puede ver el efecto del sexo del ternero, se observó diferencia a favor de los machos en peso en los distintos momentos. Los machos presentaron un peso mayor del 8% al momento 1, un 6% más al momento 3 y un 5% de superioridad en peso al destete (momento 5).

La energía de la leche es otro componente de la misma que puede afectar el crecimiento de los terneros. Con el fin de evaluar su efecto, se presenta el análisis de varianza que incluye el efecto de la energía diaria contenida en la leche (Mcal/día) sobre el crecimiento de los terneros (Tabla 11).

**Tabla 11**

*Análisis de varianza del crecimiento de terneros incluyendo el efecto del contenido de energía en leche (Mcal/día)*

Tests de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	Niveles (n-1)	Grados de Li	F - Valor	Pr > F
Raza	3	34	2.19	0.1071
Sexo del Ternero	1	34	4.34	0.0449
Momento	2	34	6.65	0.0036
Raza * Momento	6	34	2.46	0.0440
Edad (Momento)	3	34	1.48	0.2368
Energía	1	34	0.03	0.8663

A partir de este análisis de varianza se observa una vez más la significancia del momento y la interacción raza momento para el desarrollo de los terneros. No obstante, la energía contenida en la leche, no presentó significancia sobre el crecimiento de los terneros ( $P=0,87$ ).

## 7. DISCUSIÓN

### 7.1 Curvas de lactancia

Las curvas de lactancia descritas en el estudio no coinciden con las reportadas en la bibliografía consultada. Casal et al. (2009), Notter et al. (1978) y Mondragon et al. (1983) analizaron curvas de lactancia de vacas tanto de carne como de leche e indican un patrón común con una clara disminución a medida que avanza el período de amamantamiento. Esta diferencia se ve principalmente para las vacas Angus y Brangus, donde se observó una tendencia al aumento de producción sobre el mes 6 de lactancia. Se podría explicar por el hecho de que son vacas con una parición de otoño lo que determina que la producción de forraje del campo natural aumenta a medida que se avanza en la lactancia. Por lo tanto, al momento 6 (fines de agosto) los animales podrían disponer de una mayor cantidad de forraje para su consumo repercutiendo positivamente en la producción de leche.

Estudios anteriores (Casal et al., 2009) encontraron diferencias dentro de las razas británicas mostrando que la raza Angus se comportaba distinto que la Hereford produciendo significativamente más leche y esto no se vio reflejado en el estudio. A su vez, se esperaba que las razas sintéticas debido a su conformación genética, expresaran superioridad en la producción de leche debido a la heterocigosis. No se encontró superioridad de las razas sintéticas sobre las británicas, así como tampoco diferencias de producción entre las 4 razas evaluadas. Sin embargo, las dos primeras producciones logradas por la raza Braford, así como la abrupta disminución de la producción hacia el momento 3 (58% de disminución) podrían llevar a creer que fue más productiva, aunque eso no haya podido ser evidenciado. Esta apreciación se argumenta en que Notter et al. (1978) y Mondragón et al. (1983) observaron que las vacas con alta producción experimentan una disminución más abrupta después del pico que las de menor producción.

En las curvas de lactancia no se aprecian picos de producción de leche de las vacas, Jenkins y Ferrel (1984) sostiene que las distintas razas pueden presentar picos a diferente momento de la lactancia. También dentro de la raza Hereford distintos autores han encontrado variación en los días desde el parto al pico de producción. Estos argumentos sugieren que con una mayor frecuencia de mediciones se podría haber descrito más precisamente las curvas de producción, generando que las

curvas sean más representativas y como resultado poder apreciar diferencias entre razas.

## 7.2 Composición de la leche

No se encontró un efecto significativo de la raza sobre la composición de la leche evaluada, en contraposición con lo afirmado por Brown y Lalman (2010).

El porcentaje de proteína presentó poca variación a lo largo de la lactancia, se mantuvo en valores de entre 3,2 y 3,7% para todas las razas en todos los momentos. Si se quisiera establecer una tendencia para las curvas, se podría decir que empieza en valores máximos y disminuye hacia los siguientes momentos. Sin embargo, Casal et al. (2009) observaron que la proteína aumentaba hacia el fin del período de amamantamiento y comenzaba en valores menores. En dicho estudio el primer y segundo mes de la lactancia se registraron valores de  $2,75 \pm 0,12$  en promedio y hacia el sexto mes se registraron valores promediales de  $4,5 \pm 0,11$ . Las razas que presentaron mayores valores fueron Angus y Brangus sin significancia.

Con respecto a la grasa en leche, presentó una variación errática sin una clara tendencia a lo largo de la lactancia. Casal et al. (2009) encontraron valores promedio de grasa en la leche de entre  $3.5 \pm 0.31$  (primer mes posparto) y  $5.7\% \pm 0.3$  (sexto mes posparto), ambos valores tanto el máximo como el mínimo respectivamente fueron mayores a los reportados en este estudio. Se destaca la tendencia a niveles de significancia para el efecto raza sobre el porcentaje de grasa ( $P < 0,07$ ) para las razas Hereford y Braford. Esto se corresponde con los estudios realizados por Melton et al. (1967), quien indica que la raza Hereford tiene mayor porcentaje de sólidos y grasa que la raza Angus. Se puede observar también que la raza Braford tuvo un alto porcentaje de grasa en leche, 0,43% mayor que Brangus y Angus (no significativos) debido a la proporción de sangre Hereford que presenta.

El porcentaje de lactosa en leche no concuerda con las curvas consultadas en la bibliografía. A medida que avanza la lactancia aumenta sus niveles. Este comportamiento puede asociarse al efecto de la época de parición, en otoño, conforme mencionado anteriormente. Brangus y Angus presentaron tendencia a mayores valores de lactosa en leche.

La energía en leche depende principalmente de la grasa y lactosa. Como se mencionó anteriormente las razas Hereford y Braford tendían a ser mayores que las

demás razas y como consecuencia se esperaría una mayor energía en su leche. La energía contenida en la leche diaria producida no tuvo diferencias entre las razas y no se vio la superioridad.

### 7.3 Crecimiento de los terneros

En la bibliografía revisada (Mayer et al., 1994) se destaca la correlación entre la producción total de leche de las vacas y el peso al destete por varios autores, dicha correlación es positiva y la mayoría de las veces alta. Si bien no se estimó la correlación entre estos dos factores, la producción de leche no presentó variación entre razas, generando que el peso al destete no presente diferencias entre razas.

Con respecto a la genética del ternero: se esperaba que las razas sintéticas logaran mejores pesos al destete que las razas británicas puras por efecto de la heterosis individual y de la heterosis maternal. Como se mencionó, la raza del ternero no presentó significancia para el crecimiento de los terneros ( $P=0,10$ ). Brangus y Hereford registraron el mayor peso al destete, seguidos por Angus y con menor peso se encontró Braford.

El sexo sí fue un factor significativo sobre el crecimiento de los terneros a favor de los machos, en concordancia con lo descrito por Bavera et al. (2005).

Ningún componente de la leche (proteína, grasa, lactosa y energía neta) presentó efectos significativos sobre la performance de los terneros. Se identificó una tendencia a que las razas Hereford y Braford tuvieron una mayor producción de grasa, también Angus y Brangus presentaron tendencia a un mayor porcentaje de proteína y lactosa en leche. Dichas tendencias (no significativas) no se pudieron apreciar en el peso de los terneros.

## 8. CONCLUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas entre las razas en cuanto a la producción de leche y no se vio el efecto de la heterosis. Sí se observa diferencias en las curvas de lactancia, que pudieron haber sido influenciadas por la época de parto.

La composición de leche no se vio afectada por las razas estudiadas, aunque sí se encontraron diferentes tendencias que variaron según cada componente.

El crecimiento de los terneros se vio afectado por el sexo, momento de lactancia y la interacción momento-raza, pero no mostro diferencias significativas entre razas al momento del destete.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Abstracts of papers to be presented at the meeting of the Southern Section,  
A.S.A.S. February 13 to February 16, 1972 Richmond, Virginia. (1972).  
*Journal of Animal Science*, 34(2), 342-364.  
<https://doi.org/10.2527/jas1972.342342x>
- Agroas. (s.f.). *Ordeñadores portátiles*.  
<https://agroas.com.uy/2015/04/09/ordenadores-portatiles/>
- Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., & Petryna, A. (2005). *Crecimiento, desarrollo y precocidad*. Sitio Argentino de Producción Animal.  
[https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/externo/05-crecimiento\\_desarrollo\\_y\\_precocidad.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf)
- Beal, W. E., Notter, D. R., & Akers, R. M. (1990). Techniques for estimation of milk yield in beef cows and relationships of milk yield to calf weight gain and postpartum reproduction. *Journal of Animal Science*, 68(4), 937-943.  
<http://dx.doi.org/10.2527/1990.684937x>
- Brown, M., & Lalman, D. (2010). Milk yield and quality in cows sired by different beef breeds. *The Professional Animal Scientist*, 26(4), 393-397.
- Casal, A., Graña, A., & Gutiérrez, V. (2009). *Producción y composición de la leche de vacas primíparas de las razas Hereford, Angus y sus cruas FI mediante el uso de dos técnicas* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.
- Christian, L. L., Hauser, E. R., & Chapman, A. B. (1965). Association of preweaning and postweaning traits with weaning weight in cattle. *Journal of Animal Science*, 24(3), 652-659.  
<https://doi.org/10.2527/jas1965.243652x>

- Cundiff, L. V., Gregory, K. E., Koch, R. M., & Dickerson, G. E. (1986). Genetic diversity among cattle breeds and its use to increase beef production efficiency in a temperate environment. En G. E. Dickerson & R. K. Johnson (Eds.), *3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* (pp. 271-282). University of Nebraska.  
<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1038&context=wcgalp>
- Daley, D. R., McCuskey, A., & Bailey, C. M. (1987). Composition and yield of milk from beef-type Bos Taurus and Bos Indicus x Bos Taurus dams. *Journal of Animal Science*, *64*(2), 373-384.  
<https://doi.org/10.2527/jas1987.642373x>
- Damon, R. A., McCraime, S. E. Jr., Crown, R. M., & Singletary, C. B. (1959). Performance of crossbred beef cattle in the Gulf Coast region. *Journal of Animal Science*, *18*(1), 437-447. <https://doi.org/10.2527/jas1959.181437x>
- Drewry, K. J., Brown, C. J., & Honea, R. S. (1959). Relationships among factors associated with mothering ability in beef cattle. *Journal of Animal Science*, *18*(3), 938-946. <https://doi.org/10.2527/jas1959.183938x>
- Espasandin, A. C., Packer, I. U., & Mello de Alencar, M. (2001). Produção de leite e comportamento de amamentação em cinco sistemas de produção de gado de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *30*(3), 702-708.  
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000300014>
- Franco, J., Echenagusia, M., Núñez, A., Pereyra, A., & Riani, V. (2002). Destete temporario en vacas Hereford bajo pastoreo de campo natural: Producción de leche y peso de los terneros al destete. En *XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría, X Congreso Latinoamericano de Buiatría* (pp. 205-206). Centro Médico Veterinario de Paysandú.
- Gaskins, C. T., & Anderson, D. C. (1980). Comparison of lactation curves in Angus-Hereford, Jersey-Angus and Simmental-Angus cows. *Journal of Animal Science*, *50*(5), 828-832. <https://doi.org/10.2527/jas1980.505828x>
- Gioia, S., & Licha, F. (2008). *Producción de leche en vacas Aberdeen Angus, Hereford y sus cruces* [Trabajo final de grado]. Universidad de la República.

- Gregory, K. E., & Cundiff, L. V. (1980). Crossbreeding in beef cattle: Evaluation systems. *Journal of Animal Science*, 51(5), 1224-1242.  
<https://doi.org/10.2527/jas1980.5151224x>
- Gregory, K. E., Cundiff, L. V., & Konch, R. (1982). Comparison of crossbreeding systems and breeding stocks used in suckling herds in continental and temperate areas. En *Proceedings of the 2nd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production* (pp. 482-503). Garsi.
- Hare, K. S., Wood, K. M., Fitzsimmons, C., & Penner, G. B. (2019). Oversupplying metabolizable protein in late gestation for beef cattle: Effects on postpartum ruminal fermentation, blood metabolites, skeletal muscle catabolism, colostrum composition, milk yield and composition, and calf growth performance. *Journal of Animal Science*, 97(1), 437-455.  
<https://doi.org/10.1093/jas/sky413>
- Hernández-Hernández, N., Martínez-González, J. C., Parra-Bracamonte, G. M., Ibarra-Hinojosa, M., Briones-Encinia, F., Saldaña-Campos, P., & Ortega-Rivas, E. (2015). Non-genetic effects on growth characteristics of brahman cattle. *Revista Mvz Córdoba*, 20(1), 4427-4435.  
<https://doi.org/10.21897/rmvz.72>
- Iewdiukow, M. (2019). *Comparación de modelos de estimación y factores que afectan la producción de leche en ganado de carne en condiciones pastoriles* [Tesis de maestría]. Universidad de la República.
- Jenkins, T. G., & Ferrell, C. L. (1984). A note on lactation curves of crossbred cows. *Animal Production*, 39(3), 479-482.  
<https://doi.org/10.1017/S0003356100032232>
- Jenkins, T. G., & Ferrell, C. L. (1992). Lactation characteristics of nine breeds of cattle fed various quantities of dietary energy. *Journal of Animal Science*, 70(6), 1652-1660. <https://doi.org/10.2527/1992.7061652x>
- Lema, M., Ciappesoni, G., Espasandin, A., & Gimeno, D. (2015). Cruzamientos en bovinos para carne para sistemas criadores. *Revista INIA*, (43), 25-30.  
<http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5390/1/revista-INIA-43.pdf>

- Mallinckrodt, C. H., Bourdon, R. M., Goloen, B. L., Schalles, R. R., & Odde, B. L. (1993). Relationship of maternal milk expected progeny differences to actual milk yield and calf weaning weight. *Journal of Animal Science*, 71(2), 355-362. <https://doi.org/10.2527/1993.712355x>
- Marston, T. T. (1992). Relationship of milk production, milk expected progeny difference and calf weaning weight in Angus and Simmental cow-calf pairs. *Journal of Animal Science*, 70(11), 3304-3310. <https://doi.org/10.2527/1992.70113304x>
- Mayer, K., Carrick, M. J., & Donnelly, B. J. P. (1994). Genetics parameters for milk production of australian beef cows and weaning weight of their calves. *Journal of Animal Science*, 72(5), 1155-1165. <https://doi.org/10.2527/1994.7251155x>
- McCarter, M. N., Buchanan, D. S., & Frahm, R. R. (1991). Comparison of crossbred cows containing various proportions of Brahman in spring or fall calving systems: II. Milk production. *Journal of Animal Science*, 69(1), 77-84. <https://doi.org/10.2527/1991.69177x>
- McMorris, M. R., & Wilton, J. W. (1986). Breeding system, cow weight and milk yield effects on various biological variables in beef production. *Journal of Animal Science*, 63(5), 1361-1372. <https://doi.org/10.2527/jas1986.6351361x>
- Melton, A. A., Riggs, J. K., Nelson, L. A., & Cartwright, T. C. (1967). Milk production, composition and calf gains of Angus, Charolais and Hereford cows. *Journal of Animal Science*, 26(4), 804-809. <https://doi.org/10.2527/jas1967.264804x>
- Mondragon, I., Wilton, J. W., Allen, O. B., & Song, H. (1983). Stage of lactation effects, repeatability and influences on weaning weights of yield and composition of milk in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 63(4), 751-761. <https://doi.org/10.4141/cjas83-090>
- National Research Council. (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle* (7<sup>th</sup> ed.). National Academy Press.

- Neidhardt, R., Plasse, O., Weniger, J. H., Verde, O., Beltran, J., & Benavides, A. (1979). Milk yield of Braham cows in a tropical beef production system. *Journal of Animal Science*, *48*(1), 1-6.  
<https://doi.org/10.2527/jas1979.4811>
- Neville, W. E., & McCormick, W. C. (1981). Performance of early- and normal-weaned beef heifers and their dams. *Journal of Animal Science*, *52*(4), 715-724. <https://doi.org/10.2527/jas1981.524715x>
- Notter, D. R., Cundiff, L. V., Smith, G. M., Laster, D. B., & Gregory, K. E. (1978). Characterization of biological types of cattle. VII. Milk production in young cows and transmitted and maternal effects on preweaning growth of progeny. *Journal of Animal Science*, *46*(4), 908-921.  
<https://doi.org/10.2527/jas1978.464908x>
- Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2022). *Anuario estadístico agropecuario 2022*. MGAP.  
[https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2022/O\\_MGAP\\_Anuario\\_estad%C3%ADstico\\_%202022-DIGITAL.pdf](https://descargas.mgap.gub.uy/DIEA/Anuarios/Anuario2022/O_MGAP_Anuario_estad%C3%ADstico_%202022-DIGITAL.pdf)
- Pittaluga, O., De Mattos, D., Scaglia, G., & Lima, G. (1993). Evaluación de un esquema de cruzamientos alternados Cebú-Hereford en suelos arenosos. En J. P. Puignau (Ed.), *Diálogo XXXV: Evaluación y elección de biotipos de acuerdo a los sistemas de producción* (pp. 331-336). IICA-PROCISUR.
- Quadros, S. A. F., & Lobato, J. F. P. (1997). Efeitos de lotação animal na produção de leite de vacas de corte primíparas e no desenvolvimento de seus bezerros. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *26*(1), 27-33.
- Reynolds, W. L., DeRouen, T. M., & Bellows, R. A. (1978). Relationship of milk yield of dam to early growth rate of straightbred and crossbred calves. *Journal of Animal Science*, *47*(3), 584-594.  
<https://doi.org/10.2527/jas1978.473584x>
- Reynolds, C. K., & Tyrrell, H. F. (2000). Energy metabolism in lactating beef heifers. *Journal of Animal Science*, *78*(10), 2696-2705.  
<https://doi.org/10.2527/2000.78102696x>

- Robinson, D. L. (1996). Estimation and interpretation of direct and maternal genetic parameters for weights of Australian Angus cattle. *Livestock Production Science*, 45(1), 1-11. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(95\)00083-6](https://doi.org/10.1016/0301-6226(95)00083-6)
- Robinson, O. W., Yusuff, M. K. M., & Dillard, E. U. (1978). Milk production in Hereford cows: I. Means and correlations. *Journal of Animal Science*, 47(1), 131-136. <https://doi.org/10.2527/jas1978.471131x>
- Rovira, J. (1973). *Reproducción y manejo de los rodeos de cría*. Hemisferio Sur.
- Rovira, J. (1996). *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Hemisferio Sur.
- Rutledge, J. J., Robinson, O. W., Ahlschwede, W. T., & Legates, J. E. (1971). Milk yield and its influence on 205-day weight of beef calves. *Journal of Animal Science*, 33(3), 563-567. <https://doi.org/10.2527/jas1971.333563x>
- Rutledge, J. J., Robinson, O. W., Ahlschwede, W. T., & Legates, J. E. (1972). Estimating milk yield of beef cows. *Journal of Animal Science*, 34(1), 9-13. <https://doi.org/10.2527/jas1972.3419>
- Sejrsen, K. (1978). Mammary development and milk yield in relation to growth rate in dairy and dual purpose heifers. *Acta Agriculturae Scandinavica*, 28(1), 41-46. <https://doi.org/10.1080/00015127809435153>
- Sinclair, K. D., Yildiz, S., Quintans, G., & Broadbent, P. J. (1998). Annual energy intake and the performance of beef cows differing in body size and milk potential. *Animal Science*, 66(3), 643-655. <https://doi.org/10.1017/S1357729800009218>
- Totusek, R., Arnett, D. W., Holland, G. L., & Whiteman, J. V. (1973). Relation of estimation method, sampling interval and milk composition to milk yield of beef cows and calf gain. *Journal of Animal Science*, 37(1), 153-158. <https://doi.org/10.2527/jas1973.371153x>
- Williams, J. H., Anderson, D. C., & Kress, D. D. (1979). Milk production in Hereford cattle: 1. Effects of separation interval on weigh-suckle-weigh milk production estimates. *Journal of Animal Science*, 49(6), 1438-1442. <https://doi.org/10.2527/jas1979.4961438x>