

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

PRODUCCIÓN DE LECHE DE GANADO ABERDEEN ANGUS EN
CONDICIONES DE PASTOREO EN URUGUAY

por

Stefanie Inés FRANCA PIEDRABUENA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2018

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. (PhD.) Graciela Quintans

Ing. Agr. (PhD.) Laura Astigarraga

Ing. Agr. Juan Bolívar

Fecha: 27 de junio de 2018

Autor:

Stefanie Inés Franca Piedrabuena

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y docentes de facultad que hicieron posible la realización de la carrera y a mis tutores de tesis y funcionarios de INIA Treinta y Tres que dedicaron tiempo e hicieron posible este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTO	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. PRODUCCIÓN DE LECHE	2
2.1.1. <u>Raza</u>	4
2.1.2. <u>Edad de la madre</u>	7
2.1.3. <u>Época de parición</u>	9
2.1.4. <u>Estado nutricional de la vaca</u>	10
2.1.5. <u>Factores ambientales</u>	11
2.2. RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL PESO DEL TERNERO AL DESTETE	13
2.3. EFECTO DE LA ZONA DE ORIGEN DEL ANIMAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE	15
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	17
3.1. LOCALIZACIÓN	17
3.2. ANIMALES	17
3.2.1. <u>Origen</u>	17
3.2.2. <u>Manejo</u>	18
3.2.2.1. Vaquillonas	18
3.2.2.2. Vacas primíparas	20
3.2.2.3. Vacas multíparas	22
3.2.3. <u>Resultados</u>	24
3.2.3.1. Vaquillonas	24
3.2.3.2. Vacas primíparas	24
3.2.3.3. Vacas multíparas	24
3.3. METODOLOGÍA DE ORDEÑE	25
3.4. BASE FORRAJERA	26
3.5. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	28
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	31
4. <u>RESULTADOS</u>	32
4.1. CURVAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y VARIABLES QUE LA AFECTAN	32
4.1.1. <u>Curva de producción de leche en vacas primíparas</u>	32
4.1.2. <u>Curva de producción de leche en vacas multíparas</u>	33
4.1.3. <u>Correlación entre la producción total de leche y la condición</u>	

<u>corporal de las vacas</u>	34
4.1.3.1. <u>Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal al parto de las vacas primíparas</u>	34
4.1.3.2. <u>Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal al parto de las vacas multíparas</u>	34
4.1.3.3. <u>Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal promedio durante la lactancia en vacas primíparas</u>	35
4.1.3.4. <u>Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal promedio durante la lactancia en vacas multíparas</u>	36
4.1.4. <u>Efecto de los factores ambientales sobre la producción de leche</u>	36
4.2. <u>RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL PESO DE LOS TERNEROS</u>	37
4.2.1. <u>Correlación entre la producción total de leche y el peso de los terneros al destete en vacas primíparas</u>	37
4.2.2. <u>Correlación entre la producción total de leche y el peso de los terneros al destete en vacas multíparas</u>	38
4.2.3. <u>Correlación entre la producción de leche y la ganancia de peso diaria de los terneros</u>	38
4.2.4. <u>Relación kg de leche/peso del ternero</u>	39
4.3. <u>PRODUCCIÓN DE LECHE POR ZONA AGROECOLÓGICA EN BASE AL ORIGEN DE LOS ANIMALES</u>	41
4.3.1. <u>Curva de producción de leche según zona de origen de los animales</u>	41
4.3.2. <u>Producción total de leche y peso al nacimiento y al destete de los terneros por zona de origen</u>	43
5. <u>DISCUSIÓN</u>	44
6. <u>CONCLUSIONES</u>	48
7. <u>RESUMEN</u>	49
8. <u>SUMMARY</u>	50
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	51
10. <u>ANEXOS</u>	57

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.		Página
1.	Resumen de producción de leche total, raza y método de ordeño presentado por los autores citados	6
2.	Resumen de producción de leche diaria, raza y método de ordeño presentado por los autores citados	7
3.	Efecto de la edad de la vaca sobre la producción promedio de leche (kg) en ganado Hereford	8
4.	Producción promedio estacional (kg MS/ha) de un campo natural sobre un argisol de la unidad Alférez, desde 1992 a 2004.	9
5.	Relación entre la producción de leche (PL) y el peso del ternero (PT).	15
6.	Ganancias medias diarias de peso (kg) estacionales de las vaquillonas desde el embarque hasta la inseminación artificial	19
7.	Diferencia esperada en la progenie (DEP) y precisión de los toros utilizados en la inseminación artificial	20
8.	Valores máximos del índice de temperatura y humedad de cada mes en el primer y segundo año de muestreo.....	30
9.	Correlación entre la producción de leche (PL) y la ganancia de peso diaria de los terneros (GDT) en vacas primíparas en la primera y segunda mitad de la lactancia y en la total	39
10.	Correlación entre la producción de leche (PL) y la ganancia de peso diaria de los terneros (GDT) en vacas múltiparas en la primera y segunda mitad de la lactancia y en la total	39
11.	Relación promedio mensual entre la producción diaria de leche (PDL) y peso del ternero (PT) en vacas primíparas desde el primer hasta el sexto mes posparto.....	40
12.	Relación promedio mensual entre la producción diaria de leche (PDL) y peso del ternero (PT) en vacas múltiparas desde el primer hasta el sexto mes posparto.....	40
13.	Promedio del peso de los terneros al nacimiento (PN) y al destete (PD), y producción de leche (PLT) por zona agroecológica.....	43

Figura No.

1.	Curva de la producción de leche en hembras vacunas primíparas y multíparas en el sistema doble propósito Bos Taurus x Bos indicus.	2
2.	Curva de producción de leche de vacas multíparas de razas británicas, bajo pastoreo.	3
3.	Curva de producción de leche de vacas multíparas de razas británicas pastoreando campo natural en Uruguay	4
4.	Tasa de crecimiento diario promedio mensuales (kg MS/ha/día) y su desviación estándar de un campo natural sobre un argisol de la unidad Alférez, desde 1992 a 1994.....	10
5.	Nivel de estrés térmico en bovinos para carne según el índice de temperatura y humedad ajustado a las condiciones de Uruguay.	12
6.	Ubicación de las cabañas Aberdeen Angus de donde provinieron las hembras empleadas en el monitoreo	17
7.	Evolución promedio del peso vivo de las vaquillonas desde el embarque (E) hasta la inseminación artificial (IA)	19
8.	Evolución del peso vivo promedio y el desvío estándar (kg) de las vacas primíparas desde el parto hasta el destete	21
9.	Evolución de la condición corporal promedio y el desvío estándar (u) de las vacas primíparas desde el parto hasta el destete	21
10.	Evolución del peso vivo promedio y el desvío estándar (kg) de los terneros el primer año del muestreo desde el nacimiento hasta el destete	22
11.	Evolución del peso vivo promedio y el desvío estándar (kg) de las vacas multíparas desde el parto hasta el destete	23
12.	Evolución de la condición corporal promedio y el desvío estándar (u) de las vacas multíparas desde el parto hasta el destete	23
13.	Evolución del peso vivo promedio y el desvío estándar (kg) de los terneros el segundo año del muestreo desde el nacimiento hasta el destete.....	24
14.	Evolución mensual de la materia seca disponible (kg MS/ha) y de <i>Lotus subbiflorus</i> (kg Ls/ha) el primer año de muestreo	26
15.	Evolución mensual de la materia seca disponible (kg MS/ha) y de <i>Lotus subbiflorus</i> (kg Ls/ha) el segundo año de muestreo	27
16.	Evolución mensual de la asignación de forraje promedio (AF) el primer año de muestreo	27

17.	Evolución mensual de la asignación de forraje promedio (AF) el segundo año de muestreo.....	28
18.	Variación de la humedad relativa de la media histórica y de los dos períodos de evaluación.....	29
19.	Variación de las precipitaciones de la media histórica y de los dos períodos de evaluación.....	29
20.	Variación de la temperatura de la media histórica y de los dos períodos de evaluación.....	30
21.	Curva de producción de leche en vacas primíparas.....	32
22.	Curva de producción de leche en vacas multíparas.....	33
23.	Correlación entre la producción total de leche (PTL) y la condición corporal (CC) al parto de las vacas primíparas.....	34
24.	Correlación entre la producción total de leche (PTL) y la condición corporal (CC) al parto de las vacas multíparas.....	35
25.	Correlación entre producción total de leche (PTL) y la condición corporal (CC) promedio durante la lactancia en vacas primíparas.....	35
26.	Correlación entre la producción total de leche (PTL) y la condición corporal (CC) promedio durante la lactancia en vacas multíparas.....	36
27.	Correlación entre la producción total de leche (PTL) y el peso de los terneros al destete en vacas primíparas.....	37
28.	Correlación entre la producción total de leche (PTL) y el peso de los terneros al destete en vacas multíparas.....	38
29.	Curvas de producción de leche por zona agroecológica (zona este, norte y centro respectivamente).....	42

ABREVIATURAS

r: coeficiente de correlación de Pearson

r^2 : coeficiente de precisión

cv: coeficiente de variación

CC: condición corporal

GDT: ganancia de peso diaria de los terneros

IA: inseminación artificial

MS: materia seca

PD: peso al destete

PDL: producción diaria de leche

PL: producción de leche

PN: peso al nacimiento

PT: peso de ternero

PTL: producción total de leche

TN: tablilla nasal

1. INTRODUCCIÓN

La cría es el paso inicial en la cadena de producción de carne. Es un proceso que es competitivo con otras actividades, como lo son la recría y el engorde, debido a que puede cubrir sus requerimientos con forraje de baja calidad. Frente a esto, se puede desarrollar fundamentalmente sobre campo natural, a pesar de ser un proceso ineficiente en cuanto al uso de la energía (60% de los requerimientos de las vacas de cría se destinan a mantenimiento). Uno de los indicadores de resultado productivo más comúnmente utilizados en la cría es la cantidad de kg de terneros cosechados al momento del destete por vaca entorada. Dicho indicador se calcula en función del número de terneros que efectivamente llegan a ser destetados, su peso al destete y la cantidad de hembras entoradas. El desafío es lograr mejorar los componentes de dicho indicador para lograr un mejor resultado económico, sin aumento de costos, haciendo más rentable el negocio.

La producción de leche dentro del ciclo productivo de la cría se relaciona con la ganancia de peso del ternero desde el nacimiento al destete porque representa la principal fuente de nutrientes durante dicho período. Toda mejora en los kg de leche producidos logrará un aumento del peso de los terneros destetados, siendo por lo tanto una forma de mejorar el peso al destete y por lo tanto obtener mayor ingreso económico.

Bajo condiciones de alimentación a pastoreo de campo natural como las de Uruguay, las características de la lactancia están, en gran parte, determinadas por el nivel nutritivo al cual está sometida la vaca, que a su vez es una resultante de la época de parición, de las condiciones climáticas y del manejo previo del potrero. Por tal motivo resulta difícil hablar de una curva general de lactancia ya que ésta puede adquirir distintas formas. Sin embargo la variabilidad en la producción individual de leche en las vacas de carne hace posible la selección de aquellos animales más eficientes (producen más leche en el mismo ambiente) dentro del rodeo, obteniendo así terneros de mayor peso. La habilidad materna se considera un factor importante dentro de esta selección, ya que es una característica que incluye la producción de leche y el cuidado y atención que la vaca presta al ternero. La raza Aberdeen Angus tiene como característica una mayor producción de leche en relación a otras razas bovina, por lo que resulta atractivo estudiar dicha producción.

Se formularon tres objetivos en el presente trabajo: 1) recrear la curva de producción de leche para el ganado descrito y determinar los factores que mejor explican su comportamiento; 2) cuantificar la relación existente entre la producción de leche y el peso de los terneros al destete; y 3) analizar si la zona de origen de los animales influye sobre la producción de leche acumulada a lo largo de la lactancia cuando todos los animales reciben idéntico tratamiento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En la presente revisión se abordan los factores que afectan la producción de leche, como ser la raza, la edad (número de partos), la época de parición, el nivel nutritivo de la vaca al parto y su condición corporal. También se presenta información sobre las relaciones de la producción de leche con la condición corporal de la vaca y la evolución de peso del ternero desde el nacimiento hasta el destete; y de factores ambientales que afectan el desempeño animal como son la temperatura, humedad y precipitaciones.

2.1. PRODUCCIÓN DE LECHE

La curva de lactancia es una representación gráfica de la producción de leche de un animal en función del tiempo desde el momento del parto hasta el momento del destete definitivo (Quintero et al., 2007).

La curva típica de producción de leche del ganado bovino (figura 1), más allá de su raza y plano nutritivo, sigue un patrón compuesto por una fase ascendente hasta un pico que representa la máxima producción, seguido por un descenso (Botero y Vertel 2006, Álvarez 2013). Capellari y Velázquez (2015) determinaron que la curva de producción de leche en ganado de carne no es estable, describiendo el patrón mencionado anteriormente.

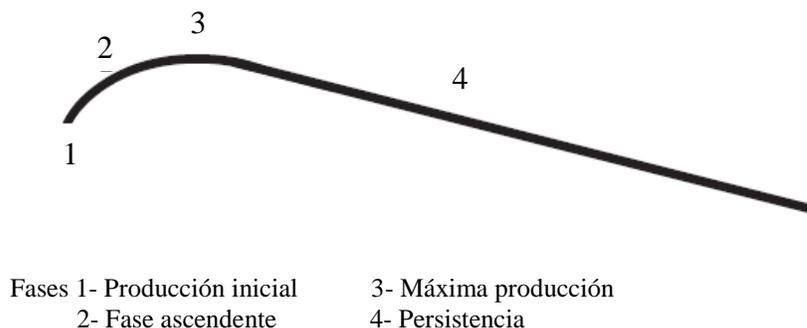


Figura 1. Curva de la producción de leche en hembras vacunas primíparas y multíparas en el sistema doble propósito Bos Taurus x Bos indicus.

Fuente: Botero y Vertel (2006).

Green et al. (1991), Iewdiukow et al. (2016) proponen curvas de producción de leche para ganado de cruza británicas en condiciones similares a las del presente trabajo (figuras 2 y 3 respectivamente). Green et al. (1991) estimaron la producción de leche a través del método de pesada-mamada-pesada. El método consiste en separar a los

terneros de las madres, en la noche, durante 12 horas y registrar el peso de éstos. Pasada ese tiempo, se les permitió mamar de 15 a 20 minutos y se volvieron a pesar. El cambio de peso entre el primer y segundo registro era un estimativo de la producción de leche de 12 horas, duplicándose para estimar la producción diaria. El trabajo presentado por Lewdiukow et al. (2016) fue realizado en la unidad experimental “Palo a Pique”, pastoreando campo natural y bajo el mismo método de ordeño que el utilizado en este trabajo (ordeño mecánico con previa inyección de oxitocina); abarcando una base de datos de 10 años de registros.

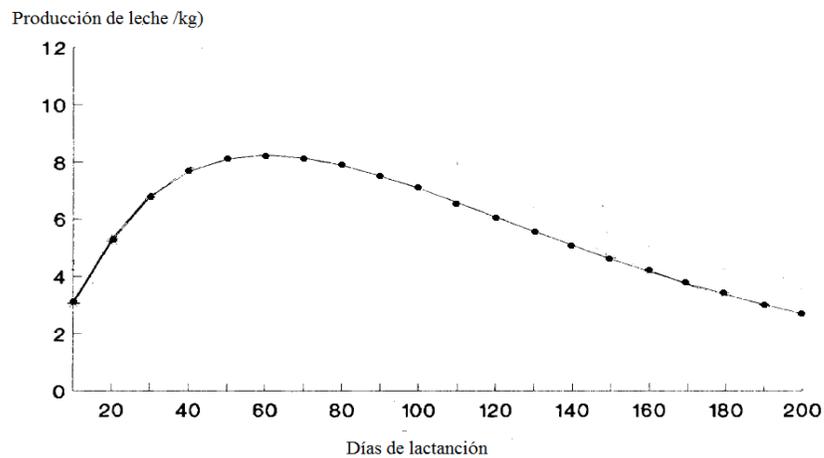


Figura 2. Curva de producción de leche de vacas multíparas de razas británicas, bajo pastoreo.
Fuente: Green et al. (1991).

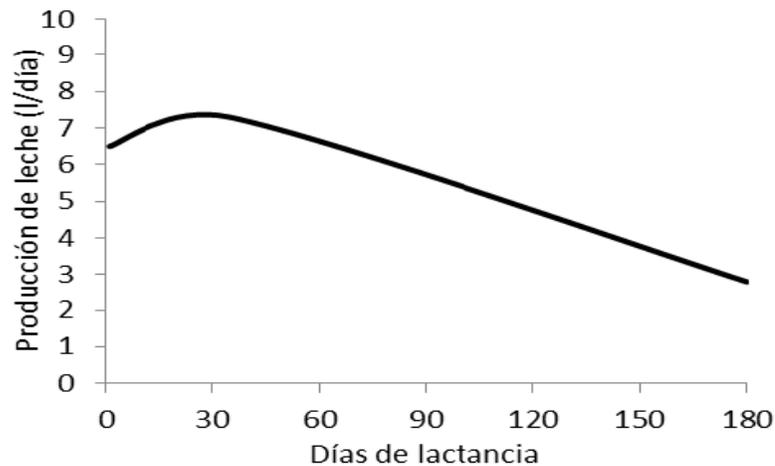


Figura 3. Curva de producción de leche de vacas multíparas de razas británicas, pastoreando campo natural en Uruguay.
Fuente: Iewdiukow et al. (2016).

Se puede concluir que la curva de producción de leche debería cumplir con una etapa de ascenso, hasta que llega a un máximo donde persiste, para luego comenzar a descender hasta el momento del destete definitivo.

2.1.1. Raza

Totusek et al. (1973) concluyeron que en vacas de razas de carne ocurre un rápido incremento en la producción de leche durante el primer mes pos parto, luego sigue aumentando, pero a un menor ritmo hasta el máximo a las 7 semanas de iniciada la lactancia. Este pico se mantiene por 3 semanas y luego desciende hasta la última medición a los 210 días posparto. El método de ordeño empleado fue pesada-mamada-pesada, midiendo a partir de los 10 días posparto y hasta la semana 30 de lactación.

Walker (1963) trabajó con tres grupos de vacas primíparas de razas carniceras: Angus, Hereford y Hereford x Angus. Este autor determinó una producción de leche promedio en 180 días de 979 kg, 1047 kg y 1415 kg respectivamente (a través del método de pesada-mamada-pesada). También estableció que las vacas de raza pura alcanzaron el pico a las 8 semanas posparto, mientras que las cruza a las 12 semanas. MGA. CIAAB (1970) también trabajó con animales de raza Hereford, pastoreando pasturas cultivadas y campo natural mejorado, y a través del método de pesada-mamada-pesada estimó una producción de leche promedio de 863 kg para 7 meses de lactancia.

Iewdiukow et al. (2016) determinaron producciones de leche totales de 973,7 kg en lactancias de 180 días, con la misma alimentación y metodología de ordeño mencionados anteriormente (descrito en 2.1). Según Casal et al. (2009) vacas

primíparas Hereford, Aberdeen Angus y sus cruzas (pastoreando campo natural) presentaron los picos a los 20, 70 y 60 días posparto con 5,0; 5,8 y 5,2 kg de leche por día respectivamente. La estimación de dichos datos de producción de leche se realizó a través del método de ordeño mecánico con previa inyección de oxitocina.

Rovira (1996) estimó producciones diarias de leche entre 5,5 y 6,7 kg en lactancias de 180 días en promedio en animales Aberdeen Angus; mientras que Gioia y Licha (2008) registraron producciones de 4,2 kg de leche diarios promedio a través del método pesada-mamada-pesada, para vacas primíparas de la misma raza, pastoreando campo natural, el cual describieron como muy degradado con predominancia de pastos ordinarios y malezas enanas y con pérdida casi total de las especies nutritivas y de alta calidad como estivales finas e invernales tiernas y finas. Gairnie (1978) trabajó con vacas multíparas Aberdeen Angus durante dos años pastoreando campo natural y estimó la producción de leche a través del método pesada-mamada-pesada una vez al mes durante toda la lactancia. El primer año (lactancia de 217 días) registró una producción total de leche 1144 ± 177 kg y 5,2 kg diarios promedio; y el segundo (177 días) una producción total de $1085 \pm 97,4$ kg y 6,1 kg por día. Vulich et al. (1986) estimaron una producción de 1320 kg de leche en lactancias de 182 días para vacas multíparas de raza Aberdeen Angus en pasturas permanentes de gramíneas y leguminosas (raigrás perenne y trébol blanco). El método de estimación fue pesada-mamada-pesada, midiendo una vez por semana. También se calculó la producción al momento del pico que ocurrió a las 13 semanas posparto con 8,72 kg de leche.

Quintans et al. (2008) estimaron la producción de leche en vacas de cruzas británicas (Angus x Hereford) multíparas, pastoreando campo natural y utilizando el método de ordeño mecánico con previa inyección de oxitocina. Trabajaron con dos grupos de animales, uno con condición corporal media de $4,8 \pm 0,02$ unidades (u) y otro baja de $3,9 \pm 0,02$ u (escala de condición corporal de 1 a 8), utilizando en los terneros de ambos grupos tablilla nasal durante 14 días. Obtuvieron como resultados 3,87 y 3,40 kg de leche diario promedio para lactancias de 178 días para los grupos de condición corporal media y baja respectivamente.

Iewdiukow et al. (2016) presentaron, para vacas multíparas de cruzas británicas, las producciones de leche en tres momentos de la lactancia de 190 días: al inicio, en el pico y al final. Al comienzo se obtuvo 6,50 kg de leche, en el pico 7,35 kg (alcanzado 35 días posparto) y por último 2,80 kg. Melton y Riggs (1967) describieron la producción de leche de vacas Hereford a través de una curva con pendiente negativa. Los kg de leche producidos fueron de 4,45; 3,77; 3,58; 3,32; 2,64 y 2,18 kg/día para los 77, 107, 137, 167, 196 y 224 días post parto respectivamente; no observándose un incremento en los valores. Esto pudo deberse a que las mediciones empezaron luego que el pico había ocurrido (fase de persistencia en figura 1).

La caída en la producción de leche para Aberdeen Angus también fue descrita por Bidart et al. (1971) quienes efectuaron mediciones a los 25, 50, 82, 124, 159 y 200 días post parto con producciones de leche de 5,0; 6,2; 7,0; 5,2; 4,7 y 4,6 kg/día respectivamente, observándose un ascenso hasta los tres meses aproximadamente y luego disminuyendo. Similar resultado en la relación máximo y mínimo fue presentado por Álvarez (2013) quien reportó que al final de la lactancia, animales Aberdeen Angus produjeron un 50% de la leche obtenida en el pico de máxima producción.

En los cuadros 1 y 2 se resume la información citada anteriormente de producciones de leche totales y producciones diarias respectivamente.

Cuadro 1. Resumen de producción de leche total, raza y método de ordeño presentado por los autores citados.

Autor	Año	Producción total (kg)	Raza	Método de ordeño
Walker	1963	979	AA [*]	P-M-P ^{****}
		1047	H ^{**}	P-M-P
		1415	H x A ^{***}	P-M-P
MGA. CIAAB	1970	863	H	P-M-P
Gairnie	1978	1144	AA	P-M-P
		1085		P-M-P
Vulich et al.	1986	1320	AA	P-M-P
Iewdiukow et al.	2016	973	Cruza británicas	OM ^{*****}

*Raza Aberdeen Angus

** Raza Hereford

*** Cruza Hereford x Aberdeen Angus

**** Método pesada-mamada-pesada

***** Ordeño mecánico con previa inyección de oxitocina

Cuadro 2. Resumen de producción de leche diaria, raza y método de ordeño presentado por los autores citados.

Autor	Año	Producción diaria (kg)	Raza	Método de ordeño
Gairmie	1978	5,2	AA*	P-M-P****
		6,1		P-M-P
Rovira	1996	Entre 5,5-6,7	AA	
Gioia y Licha	2008	4,2	AA	P-M-P
Quintans et al.	2008	3,87	A x H**	OM****
		3,40		OM

* Raza Aberdeen Angus

** Cruza Hereford x Aberdeen Angus

*** Método pesada-mamada-pesada

**** Ordeño mecánico con previa inyección de oxitocina

En la bibliografía consultada se observa una gran variación en los kg de leche estimados que producen vacas de distintas razas. Las diferencias se pueden entender en base a que además de diferentes biotipos, hay diferencias en alimentación, métodos de ordeño, número de crías, entre otros.

2.1.2. Edad de la madre

La edad de la vaca es uno de los factores que explican la variación entre individuos en cuanto a producción de leche (Rovira, 1973).

Para la raza Hereford, Rovira (1973) concluyó que la producción total de leche a lo largo de la lactancia (de 212 días) aumenta en las tres primeras lactancias hasta que se estabiliza en un máximo y comienza a descender a partir de los ocho años. MGA. CIAAB (1970) también presentó datos para vacas de la misma raza, en lactancias de 210 días. Dicha información se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Efecto de la edad de la vaca sobre la producción promedio de leche (kg) en ganado Hereford.

Edad de la vaca al parir (Años)	MGA. CIAAB (1970)	Rovira (1973)
3	767	494
4	785	660
5	947	910
6		1021
7		933
8	1113	821
Promedio	859	807

En la misma línea, Gifford (1953), Bavera (2005), Capellari y Velázquez (2015) reportaron que la leche producida por animales Hereford aumenta hasta los 6 y 7 años y luego comienza a disminuir. Para la misma raza, Neville et al. (1974) mencionaron que la producción de leche aumenta hasta la quinta y sexta lactancia. Esto acompaña lo propuesto por Goldberg y Ravagnolo (2015) quienes establecieron que hembras Aberdeen Angus pastoreando campo natural en Uruguay alcanzarían un peso maduro después de los 5 años de edad, estimando este valor en base a registros de 19 años. Esto podría explicar el que la máxima producción total de leche no se alcance en las primeras lactancias.

En general, las vacas primíparas producen menos leche que las vacas multíparas, acompañado esto de un ternero de menor peso al nacimiento y al destete (Castro, 2002). Sin embargo, Iewdiukow et al. (2017a) en vacas Aberdeen Angus y cruza (Angus x Hereford) pastoreando campo natural, no encontraron diferencias en producciones de leche entre las vacas primíparas y multíparas (1005 kg y 1030 kg de leche respectivamente) en lactancias de 190 días, utilizando en método de ordeño mecánico con previa inyección de oxitocina. Por otra parte, Botero y Vertel (2006) observaron diferencias entre la producción de leche entre vacas primíparas y multíparas solo al inicio de la lactancia, siendo mayor en la segunda categoría. Pimentel et al. (2006) encontraron que las mayores diferencias en producción de leche ocurrieron en el pico (entre los 42 y 66 días posparto), único momento donde la diferencia en los kg de leche fue estadísticamente significativa.

Hay consistencia en la información citada con respecto a que las vacas multíparas tienen una mayor producción de leche que las vacas primíparas. Sin embargo, esa mayor producción se alcanza entre las sexta y octava lactancia, y no en las primeras.

2.1.3. Época de parición

En Uruguay la cría vacuna se desarrolla casi exclusivamente sobre campo natural (Beretta y Simeone, 1998). Bajo estas condiciones de alimentación, la época de parición influye sobre la forma de la curva de lactancia y sobre el volumen de leche producido de las vacas de cría ya que afecta de forma directa el nivel nutricional al cual está sometidas (Rovira 1973, Vélez 2013). Una elección adecuada de estación de parto será por tanto aquella que haga coincidir el período de mayor potencial de producción de leche con la época de mayor cantidad y calidad de los recursos. Dicha coincidencia traerá aparejada una mejora en los indicadores tanto productivos como reproductivos (Short et al., 1990).

En Uruguay los partos se concentran en primavera, principalmente en los meses de agosto a noviembre (90,2% de las pariciones) siendo octubre el mes donde se registra la mayor proporción (Espasandín, 2004). Partos ocurridos dos meses previo a la máxima producción de forraje provoca una producción de leche más uniforme durante los primeros cuatro meses pero sin rendimientos elevados; mientras que cuando los partos coinciden con el pico de forraje el volumen de leche producido es mayor y el máximo se da en el primer mes de lactancia (Bavera, 2005).

Bermúdez y Ayala (2005) estimaron la producción de forraje (cuadro 4) y tasa de crecimiento (figura 4) de un campo natural ubicado sobre la unidad Alférez (similar al empleado en el presente monitoreo). La pastura mostró una estacionalidad en primavera (meses de setiembre, octubre y noviembre) y verano (meses de diciembre, enero y febrero), meses en los que se dan las máximas producciones.

Cuadro 4. Producción promedio estacional (kg MS/ha) de un campo natural sobre un argisol de la unidad Alférez, desde 1992 a 2004.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Total
Promedio	1206	878	364	978	3425
Proporción del total	(35%)	(26%)	(11%)	(28%)	(100%)
Desvío estándar	548	380	154	254	1055
Coefficiente de variación	45	43	42	26	31

Fuente: Bermúdez y Ayala (2005)

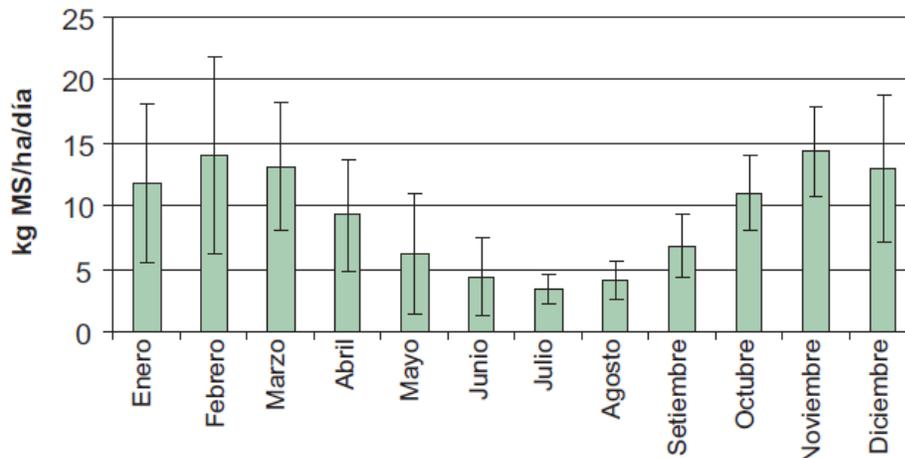


Figura 4. Tasa de crecimiento diario promedio mensuales (kg MS/ha/día) y su desviación estándar de un campo natural sobre un argisol de la unidad Alferez, desde 1992 a 1994.

Fuente: Bermúdez y Ayala (2005).

Se puede concluir que el mejor momento para que ocurran los partos es aquel en el cual se encuentra la mayor oferta de forraje, para poder cubrir los requerimientos no solo de la producción de leche. En la unidad de suelo sobre la que se encuentra la unidad experimental “Palo a Pique” el momento en que comienza a aumentar la tasa de crecimiento de la pastura es setiembre (de acuerdo a la distribución que se evidencia en la figura 4), por lo que fechas de partos anteriores a ésta podrían afectar la producción de leche de las vacas.

2.1.4. Estado nutricional de la vaca

La alimentación es el principal factor que afecta la producción de leche, siendo el nivel alimenticio y condición corporal en que la vaca llega al parto fundamental debido a que afecta de forma importante los kg de leche producidos durante toda la lactancia (Álvarez, 2002). Capellari y Velázquez (2015) concluyeron que una vaca que no cubre sus requerimientos con una dieta adecuada producirá menos leche que una que reciba lo necesario.

Jeffery et al. (1971) propusieron que las vacas que paren más temprano tienen tendencia a una menor producción de leche por un menor peso y una peor condición corporal, coincidiendo con lo que sucede en el sistema a campo natural en Uruguay a fines de invierno. Rovira (1973) presentó resultados de un trabajo con ganado Hereford, de 391 kg al que le impuso dos niveles alimenticios (uno con una pérdida de peso de 0,500kg/día, 75 kg en total; y otro de mantenimiento de peso) desde el momento del

parto hasta el quinto mes posparto. Las diferencias entre ambos tratamientos son notorias: el grupo que mantuvo el peso produjo un 32% más de leche.

Quintans et al. (2008) trabajaron con vacas cruza Angus x Hereford sobre campo natural, tres meses previos al parto y 6 meses posteriores, concluyendo que animales con condición corporal media ($4,8 \pm 0,02$ unidades) produjeron más leche en promedio por día en el periodo de muestro que vacas de condición corporal baja ($3,9 \pm 0,02$ unidades). Iewdiukow et al. (2017b) trabajaron con animales de raza Aberdeen Angus y cruza británicas pastoreando campo natural, divididas en dos grupos según condición corporal (escala de 1 a 8): baja (menor de 3,5 u) y alta (mayor a 5 u). El método de ordeño fue mecánico con previa inyección de oxitocina, en lactancias de 190 días. Registró que las vacas de condición corporal alta produjeron un 34 % más de leche que las de baja (1157 kg y 865 kg de leche respectivamente).

Guilloly et al. (1967) resaltan dos aspectos: que el nivel alimenticio posparto tiene mayor incidencia que el preparto sobre el volumen de leche producido y que la subnutrición hace descender la producción de leche, pero la sobrealimentación puede no provocar un aumento de ésta. También Wilson y Lindsey (1970), Arnett et al., citados por Gioia y Licha (2008) coinciden en que así como la subnutrición merma la producción de leche, la sobre nutrición tiene un efecto negativo.

2.1.5. Factores ambientales

El clima afecta al ganado de forma tanto directa como indirecta a través de la modificación de la calidad y cantidad de forraje disponible, de los requerimientos de agua, de la cantidad de energía consumida y del uso de ésta. Esto lleva a observar alteraciones en el consumo de alimento, comportamiento y en los índices productivos como lo son la tasa de ganancia diaria de peso y producción de leche (Arias et al., 2008).

Morillo (1994) propuso como efecto directo del clima sobre el animal, el grado de bienestar fisiológico (zona de confort). La zona de confort térmico es donde la performance animal es óptima debido al ambiente, con un rango de 5 a 15 °C que definen la zona termo neutra para una vaca de cría (Gayo, 1998). A su vez, Vélez (2013) definió ese rango entre 4 y 21°C. En cuanto a la humedad relativa los rangos de confort abarcan generalmente entre 60 y 75% (Echevarría y Miazso, 2002).

Para los bovinos, una de las principales formas de pérdida de calor es la evaporación. La combinación de alta humedad relativa con elevada temperatura puede comprometer las posibilidades de que ocurra esa evaporación y por ende disipar el calor (Echevarría y Miazso, 2002). Frente a esa situación el animal reduce una serie de actividades que generan calor, como el consumo voluntario lo que lleva a una menor producción de leche por menor disponibilidad de nutrientes (Giraudó, 2003). Rovira (2002), Arias et al. (2008) también coinciden que dicha combinación provoca que los

animales manifiesten estrés calórico ya que las altas temperaturas se acentúan con la elevada humedad relativa.

Un indicador ambiental para evaluar de forma indirecta el riesgo de estrés calórico en bovinos es el índice de temperatura y humedad (ITH). Una forma de calcularlo es a través de la ecuación desarrollada por Thorn (1959) que es: $ITH = 0,8 \times \text{temperatura del aire} + (\% \text{ humedad relativa}/100) \times (\text{temperatura del aire} - 14,4) + 46,4$. Wiersma, citado por Rovira (2012) propone una escala de cuantificación del riesgo del potencial de estrés calórico en ganado lechero. Valores de ITH menor a 72 sugieren que no hay estrés calórico, entre 72 y 78 habría un nivel medio de estrés, entre 79 y 89 hay estrés severo, entre 89 y 98 es muy severo y superior a 98 significa que existe riesgo de muerte. La figura 5 muestra la interacción entre la temperatura ambiental y la humedad relativa con el valor de ITH calculado, mientras que los colores indican el grado de estrés calórico.

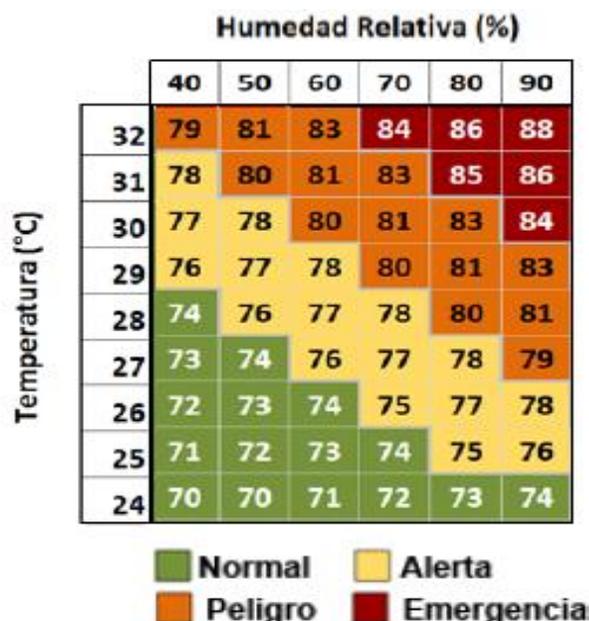


Figura 5. Nivel de estrés térmico en bovinos para carne según el índice de temperatura y humedad ajustado a las condiciones de Uruguay.
Fuente: Armendano (2016).

Morillo (1994) sugiere valorar el estrés calórico a través de la producción y calidad del forraje (efecto indirecto sobre la producción de leche). Estas variables se ven afectadas según el volumen de precipitaciones y su distribución a través del año. Un aumento en el aporte de agua implica un aumento de producción de materia seca (Trujillo y Uriarte, 2011). Morillo (1994) plantea que frente a un déficit hídrico muchas plantas detienen o disminuyen su crecimiento y mueren, disminuyendo así la oferta

forrajera. En cuanto a la calidad Capellari y Velázquez (2015) mencionan que la falta de agua reduce la digestibilidad y el consumo por parte de los animales se hace menor, disminuyendo así la energía disponible para la producción de leche. Boggs et al. (1980) también mencionan que un aumento de las precipitaciones genera lo contrario, una mejora en la calidad del forraje que lleva a un aumento de la cantidad de leche.

En resumen, los factores ambientales se pueden dividir en dos grupos: los de efecto directo y lo indirectos. Los directos afectan el confort del animal (interacción entre temperatura y humedad) y se analizan en base al índice de temperatura y humedad mencionado anteriormente. En cuanto al indirecto, el volumen de precipitaciones y su distribución afecta tanto la cantidad como la calidad de la base forraje. Una falta de precipitaciones afectaría de forma negativa ambas características, disminuyendo la ingesta de energía por parte del animal para la producción de leche, ocurriendo lo contrario con un aumento en éstas.

2.2. RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL PESO DEL TERNERO AL DESTETE

La producción de leche tiene incidencia directa en la evolución del peso de los terneros y en su peso al destete (Neville et al., 1960). Entre 30 y 40% del crecimiento que realiza un animal durante toda su vida se produce en los siete u ocho meses entre el nacimiento y el destete, debido en gran parte a la leche que le aporta la madre (Castro, 2002). La ganancia de peso del ternero al pie de la madre refleja por un lado la capacidad de la vaca de producir leche y por otro la capacidad de la cría de aprovechar los nutrientes en esa leche y en la pastura (Bavera, 2005).

Rovira (1996) estableció una correlación alta y positiva (0,60 a 0,80) entre la producción de leche de la vaca y la ganancia de peso del ternero durante la lactancia. Iewdiukow et al. (2016) analizaron dicha correlación para vacas multíparas dividiendo la lactancia en dos segmentos (0 a 90 días y de 90 a 180 días posparto) y obtuvieron valores altos y positivos: 0,62 y 0,44 la primera y segunda mitad respectivamente.

MGA. CIAAB (1970) trabajó con vacas Hereford pastoreando pasturas cultivadas y naturales mejoradas. En 7 meses de lactancia tuvieron 2,8; 4,1 y 5,6 kg de producción diaria de leche promedio, y destetaron terneros de 145, 178 y 205 kg respectivamente. La producción se estimó a través del método de pesada-mamada-pesada. Se concluyó que existe una relación muy estrecha entre la producción de leche de la madre y el peso del ternero hasta los 180 días de edad.

Quintans et al. (2008) encontraron una interacción significativa entre la condición corporal de la vaca y el peso de los terneros trabajando con dos grupos de animales cruza Angus x Hereford (uno de condición corporal al parto baja: $3,9 \pm 0,02$; y

el otro media: $4,8 \pm 0,02$). Las vacas de condición corporal media en promedio produjeron más leche por día en el total del período que las vacas de menor estado (3,87 y 3,40 kg/día respectivamente). Los autores observaron que los terneros hijos de las vacas de baja condición tuvieron un peso promedio de todo el período de muestro de 116,6 kg, que fue significativamente menor al otro grupo de terneros que pesaron 129,3 kg.

Iewdiukow et al. (2017b) registraron también una interacción entre la producción de leche y la ganancia de peso del ternero en vacas Aberdeen Angus y cruza británicas, pastoreando campo natural, divididas en dos grupos: condición corporal baja (menor a 3,5 u) y alta (mayor a 5 u). Se estimó producciones de leche de 865 kg para los animales de menor condición corporal y 1157 kg para los de mayor, en lactancias de 190 días, ordeñando a través del método mecánico con previa inyección de oxitocina. Al destete, los terneros de cada grupo presentaron diferencias en pesos: 149 kg para el primer grupo y 197 kg para el segundo, adjudicando esa diferencia a la producción de leche.

Gairnie (1978), quien trabajó con animales Aberdeen Angus pastoreando campo natural y estimando la producción de leche a través del método pesada-mamada-pesada, observó una correlación significativa y positiva ($r=0,75$) entre la producción de leche total de las vacas y el aumento del peso de los terneros al destete.

Por otro lado, Gifford (1953) encontró correlaciones significativas y positivas de 0,60; 0,71; 0,52 y 0,35 para los primeros cuatro meses de lactancia respectivamente entre la ganancia mensual de peso del ternero y la producción de leche diaria. A partir del quinto mes la relación continuaba siendo positiva pero no significativa, por lo que el aumento de peso del ternero dejaría de depender exclusivamente de la leche consumida. Álvarez (2013) coincide en que a medida que progresa la lactancia va disminuyendo la correlación entre las variables; a partir de la semana doce la importancia de la leche en la ganancia de peso del ternero es menor. Según este autor, cada 100 kg de leche en las primeras ocho semanas de vida el ternero aumenta 10,9 kg, mientras que en la semana 16 frente a la misma cantidad de leche solo aumenta 5 kg.

Bavera (2008) presentó la evolución de la relación entre la producción de leche en vacas multíparas y el peso del ternero (cuadro 5), pudiendo observarse que la leche materna deja de explicar la ganancia de peso de la cría a medida que transcurre la lactancia. Gairnie (1978), Rovira (1996), Capellari y Velázquez (2015) presentaron información en el mismo sentido: la mayor influencia de la producción de leche sobre el crecimiento del ternero se da durante los primeros meses de vida y va disminuyendo a medida que el ternero crece, perdiendo importancia relativa con relación a su peso.

Cuadro 5. Relación entre la producción de leche (PL) y el peso del ternero (PT).

Edad del ternero (días)						
	25	50	82	124	159	200
PL (kg/d)	5,0	6,2	7,0	5,2	4,7	4,6
PT (kg)	37	55	79	109	131	163
Relación PL/PT (%)	13,5	11,3	8,9	4,8	3,6	2,8

Fuente: Bavera (2008)

La información presentada es consistente en cuanto a que existe una relación significativa y positiva entre la producción de leche y el peso del ternero. Varios autores citados confirman en que, por lo menos en algún momento de la lactancia, la producción de leche incide sobre la ganancia de peso del ternero: las vacas que producen más leche, tienen terneros más pesados. También es consistente la pérdida de importancia relativa que va teniendo la leche para el ternero a medida que va creciendo.

2.3. EFECTO DE LA ZONA DE ORIGEN DEL ANIMAL SOBRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Los factores ambientales pueden determinar el uso de animales de raza pura o cruce, o con alguna adaptación específica para una zona en particular (Nazar, 1980), ya que la genética del rodeo se expresa de manera diferente según el ambiente en el que se encuentra (Espasandín, 2004).

Espasandín (2004) presentó un trabajo donde separa cabañas criadoras de Aberdeen Angus de Uruguay y Brasil en tres zonas, según época de nacimiento y destete, edad de las vacas al parir, peso al nacer y destete y la ganancia de peso pre destete, lo que implica diferencias en el manejo de los rodeos. Por ejemplo, caracterizó a la zona 1 que abarca la zona este de Uruguay por mayores pesos logrados al destete, mientras que a la zona 2 (zona noroeste del país) y 3 (zona norte y noreste) se diferencian por menores ganancias de peso durante la lactancia; considerando esas ganancias de peso de los terneros durante el período de amamantamiento como indicador del potencial de producción de leche de las vacas.

En Argentina, se encuentra ganado Aberdeen Angus que ha generado resistencia a altas temperaturas hacia el sur de la provincia de Corrientes y el centro

norte, mientras que el ganado no seleccionado por su adaptación al calor podría explotarse en el centro sur de Entre Ríos, Si este último grupo se utilizara en las primeras regiones mencionadas las altas temperaturas de los meses de diciembre, enero y febrero afectarían su producción, como ser fertilidad y ganancia de peso (Nazar, 1980).

Con la información presentada se observa que hay una gran variabilidad en cuanto a producción de leche, y factores que podrían modificarla (como la raza, la edad, el estado nutricional y factores del ambiente). Las diferencias en valores se pueden deber también al tipo de alimentación de los animales (por ejemplo campo natural o pasturas cultivadas) o al método de ordeño utilizado. Se encontró consistencia en cuanto a la relación de la producción de leche con la condición corporal de la vaca y el peso de los terneros durante la lactancia.

La hipótesis planteada es que el método y frecuencia de ordeño realizado permite estimar los kg de leche producidos de ganado Aberdeen Angus en crecimiento pastoreando campo natural en Uruguay.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN

El experimento fue realizado en la unidad experimental “Palo a Pique” (33°15`44.09`` S; 54°29`07.15`` O), del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en el departamento de Treinta y Tres, Uruguay. Consta de dos años de muestreo, que abarca desde el 2 de setiembre del 2014 hasta el 10 de abril del 2015, y desde el 23 de setiembre de 2015 hasta el 7 de abril de 2016.

3.2. ANIMALES

3.2.1. Origen

Se trabajó con 23 hembras Aberdeen Angus provenientes de distintas cabañas de Uruguay (figura 6), de los departamentos de Treinta y Tres y Lavalleja (al este del país), en Artigas y Rivera (al norte), Cerro Largo (al noreste), Flores (al suroeste) y Salto (al noroeste).



Figura 6. Ubicación de las cabañas Aberdeen Angus de donde provinieron las hembras empleadas en el monitoreo.

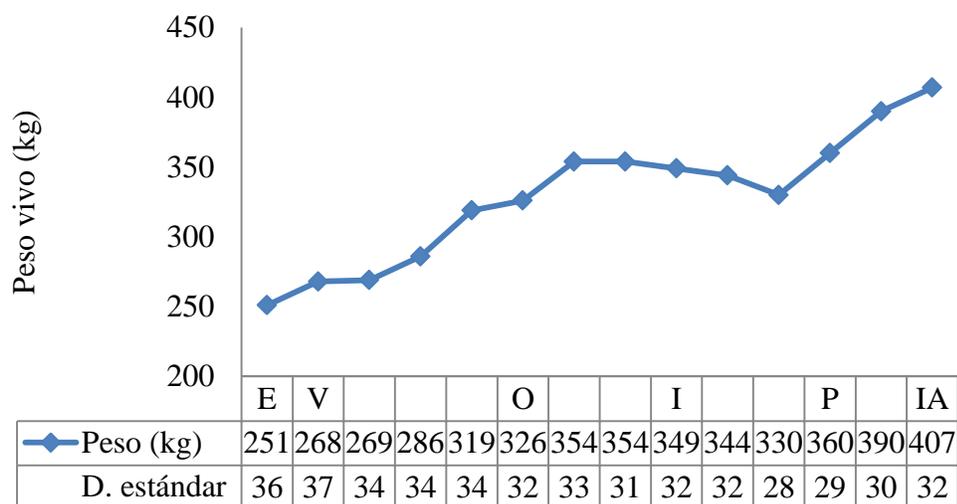
Para poder analizar los datos en función de uno de los objetivos planteados se armaron tres grupos de animales según la zona agroecológica de origen: los animales de la zona este (provenientes de los departamentos de Treinta y Tres, Cerro Largo, Lavalleja), zona norte (provenientes de los departamentos de Salto, Artigas y Rivera) y centro (provenientes del departamento de Flores). Se asumió que cada cabaña produce animales para la zona en la que se encuentra, los cuales presentarían adaptación agroclimática para el lugar determinado.

3.2.2. Manejo

Desde que los animales ingresaron a la unidad experimental se manejaron de forma conjunta y se tomó registro de la evolución de su peso cada 28 días. Las pesadas se realizaban a primera hora de la mañana sin ayuno previo, utilizando una balanza digital Tru-Test. Luego del parto, se comenzó a registrar también la condición corporal de las vacas y el peso de los terneros. La escala utilizada para condición corporal fue por apreciación visual abarcando del 1 al 8, donde 1 representa una vaca muy flaca y 8 una extremadamente gorda (Vizcarra et al., 1986).

3.2.2.1. Vaquillonas

El embarque de los animales a la unidad experimental fue del 5 al 23 de octubre de 2012, pesando en promedio 251 ± 36 kg (promedio \pm desvío estándar), entre un rango de 166 a 319 kg. No se pudo determinar la fecha exacta de nacimiento de cada vaca, pero todas fueron nacidas en primavera del año 2011, por lo que ingresaron a la unidad con un año de edad aproximadamente. En la figura 7 se observa la evolución de peso de las vaquillonas desde el embarque hasta el día de inseminación artificial y en el cuadro 6 se presentan las ganancias estacionales durante el mismo período.



V: verano (meses de diciembre, enero y febrero)

O: otoño (meses de marzo, abril y mayo)

I: invierno (meses de junio, julio y agosto)

P: primavera (meses de setiembre, octubre y noviembre)

Figura 7. Evolución promedio del peso vivo de las vaquillonas desde el embarque (E) hasta la inseminación artificial (IA).

Cuadro 6. Ganancias medias diarias de peso (kg) estacionales de las vaquillonas desde el embarque hasta la inseminación artificial.

Verano	Otoño	Invierno	Primavera	Promedio
0,600	0,440	-0,260	0,780	0,390

Se realizó inseminación artificial a celo visto el 24 de noviembre de 2013, cuando los animales tenían alrededor de 2 años de edad y un peso promedio de 407 ± 32 kg (359 a 479 kg). Se utilizó semen proveniente de 4 toros Aberdeen Angus. En el cuadro 7 se presentan los DEP y la precisión de cinco características evaluadas en dichos toros: peso al nacimiento, al destete, a los 18 meses, el peso adulto y habilidad materna presentadas en la evaluación genética de reproducción Aberdeen Angus (Ravagnolo et al., 2013).

Cuadro 7. Diferencia esperada en la progenie (DEP) y precisión de los toros utilizados en la inseminación.

Registro HBU	DEP PN Precisión	DEP PDD Precisión	DEP P18 Precisión	DEP HL Precisión
0092440	0,33 0,70	15,27 0,70	15,96 0,72	-2,69 0,56
0084693	1,09 0,39	16,38 0,49	16,11 0,53	-1,03 0,53
0106439	1,28 0,25	20,27 0,23	30,98 0,21	1,84 0,13
0099437	0,30 0,32	6,47 0,30	13,06 0,36	0,70 0,27

Luego de 25 días de la inseminación se realizó repaso con toro Aberdeen Angus durante 23 días. Pasados 70 días de terminado el repaso se hizo el diagnóstico de gestación. Se utilizó para tal fin un ecógrafo Aloka 500 y se determinaron los días que el animal llevaba gestando en función del tamaño del feto, siguiéndose el mismo protocolo en ecografías de años siguientes.

3.2.2.2. Vacas primíparas

La fecha promedio de parición de los animales fue el 2 de setiembre de 2014 (con dos días de dispersión), con un peso promedio de 431 ± 36 kg (376 a 514 kg) y una condición corporal de $4,5 \pm 0,2$ unidades. Los terneros nacidos, de los cuales 12 fueron machos y 11 hembras, pesaron 36 ± 4 kg (27 a 44 kg).

El entore, con toro Aberdeen Angus, comenzó 90 días posparto, con 457 ± 35 kg (403 a 526 kg) en las vacas y una condición corporal de $4,7 \pm 0,4$ u. Duró 61 días, de los cuales 11 se mantuvo a los terneros con tablilla nasal que se colocó luego de 21 días de iniciado cuando tenían 111 ± 5 días de edad y 149 ± 13 kg.

El destete fue 191 días luego del parto, con un peso de 476 ± 37 kg (429 a 544 kg) en las vacas y una condición corporal de $4,9 \pm 0,4$ u; mientras que los terneros contaban con 215 ± 24 kg (160 a 238 kg).

Se realizó diagnóstico de gestación 70 días luego de terminado el entore (221 días posparto).

En la figura 8 se observa la evolución de peso promedio de las vacas primíparas desde el parto hasta el destete. Y en la figura 9 la evolución de la condición corporal promedio en la misma categoría.

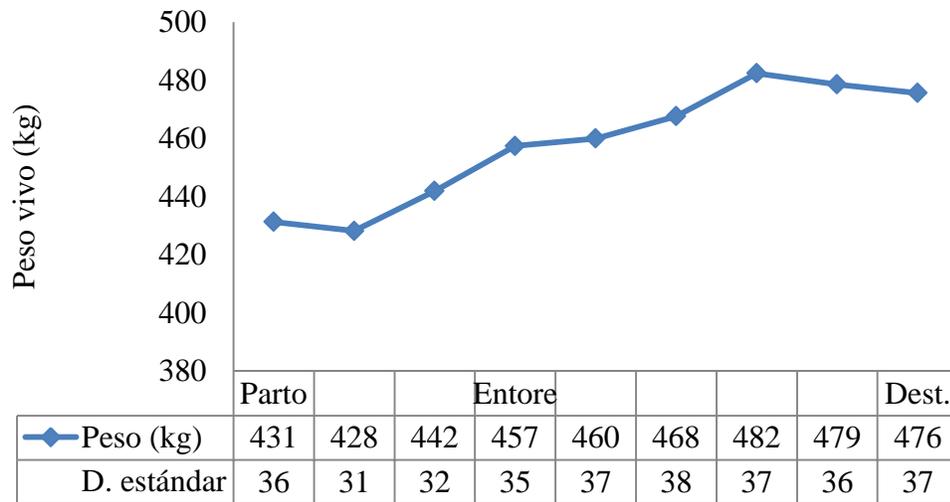


Figura 8. Evolución del peso vivo promedio y el desvío estándar (kg) de las vacas primíparas desde el parto hasta el destete.

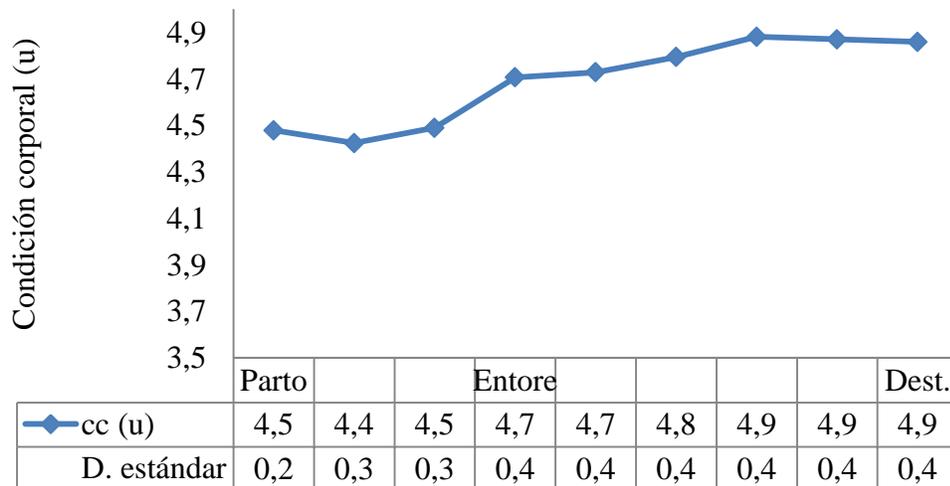


Figura 9. Evolución de la condición corporal promedio y el desvío estándar (u) de las vacas primíparas desde el parto hasta el destete.

En la figura 10 se observa la evolución de peso vivo promedio de los terneros desde el nacimiento hasta el destete el primer año de muestreo. Las siglas TN hacen referencia al momento en que se les colocó la tablilla nasal.

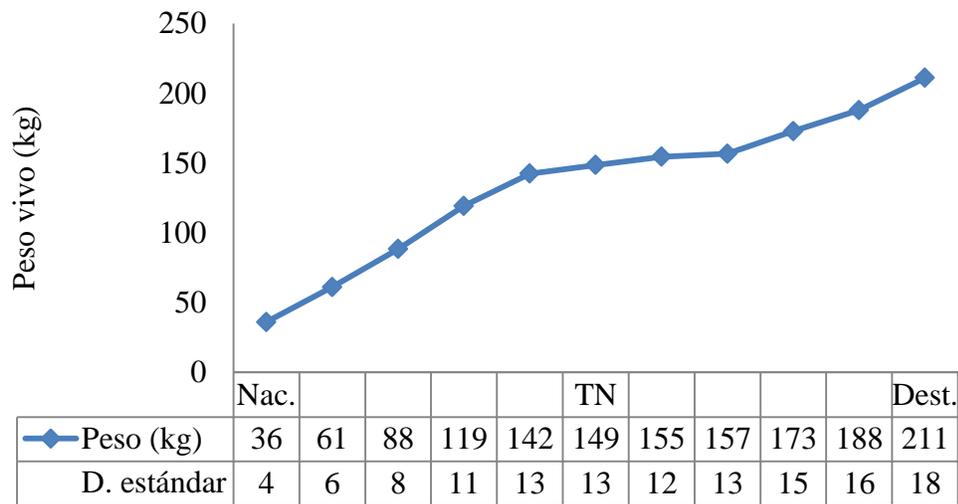


Figura 10. Evolución del peso vivo promedio y el desvío estándar (kg) de los terneros el primer año del muestreo desde el nacimiento hasta el destete.

3.2.2.3. Vacas multíparas

La fecha promedio del segundo parto fue el 23 de setiembre del año 2015 con 12 días de dispersión, con vacas de 398 ± 40 kg (354 a 520 kg) y una condición corporal de $3,9 \pm 0,3$ u. En esta ocasión, los terneros al nacimiento promediaron un peso de 42 ± 7 kg (29 a 54 kg), donde 11 eran machos y 12 hembras.

El entore, con toro raza Aberdeen Angus, se inició 68 días posparto, muriendo un ternero macho ese mismo día, por lo que en el segundo periodo de evaluación se trabajó con lactancias de 22 vacas. En ese momento las vacas pesaban 451 ± 45 kg (398 a 550 kg) y tenían una condición corporal de $4,0 \pm 0,3$ u. El toro se mantuvo con las vacas durante 60 días, durante el cual los terneros tuvieron la tablilla nasal durante 14 días que se colocó 22 días luego de iniciado el entore, cuando éstos tenían en promedio 90 ± 13 días de nacidos y pesaban 130 ± 18 kg.

Se hizo el diagnóstico de gestación 45 días luego de terminado el entore (173 días posparto).

El segundo año de muestreo el destete fue 196 días posparto, con 483 ± 43 kg (426 a 570 kg) y una condición corporal de $4,4 \pm 0,4$ u en las vacas y 209 ± 22 kg (164 a 251 kg) en los terneros.

En la figura 11 se observa la evolución de peso vivo promedio de las vacas multíparas desde el parto hasta el destete y en la figura 12 la evolución de la condición corporal promedio en la misma categoría.

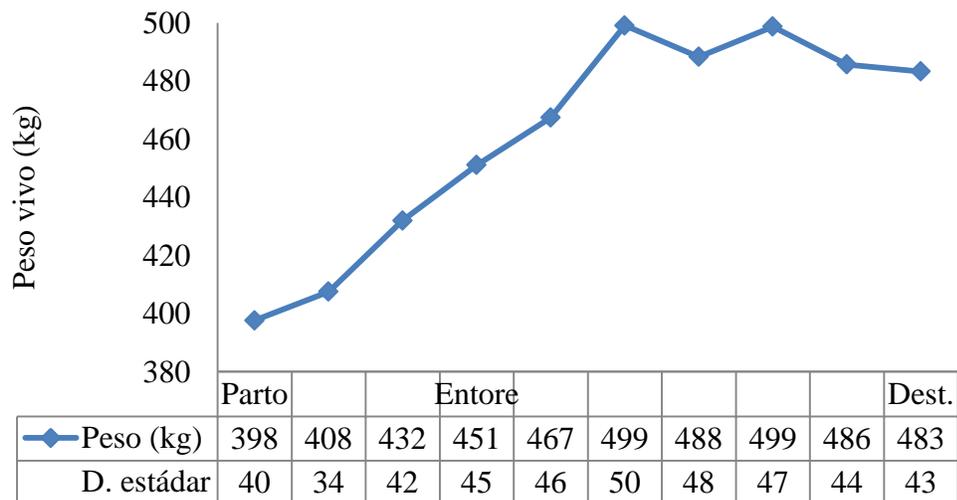


Figura 11. Evolución del peso vivo promedio y el desvío estándar (kg) de las vacas multíparas desde el parto hasta el destete.

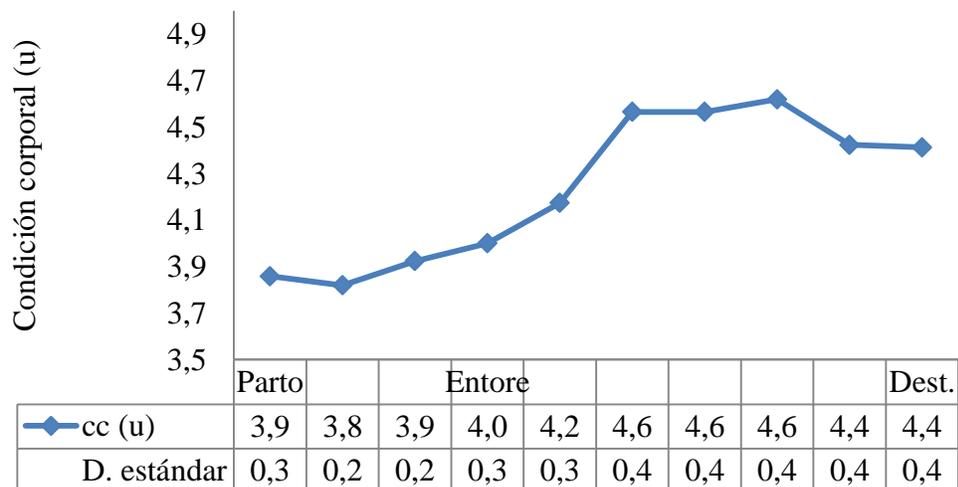


Figura 12. Evolución de la condición corporal promedio y el desvío estándar (u) de las vacas multíparas desde el parto hasta el destete.

En la figura 13 se observa la evolución de peso vivo promedio de los terneros desde el nacimiento hasta el destete el segundo año de muestreo. Las siglas TN hacen referencia el momento en que se les colocó la tablilla nasal.

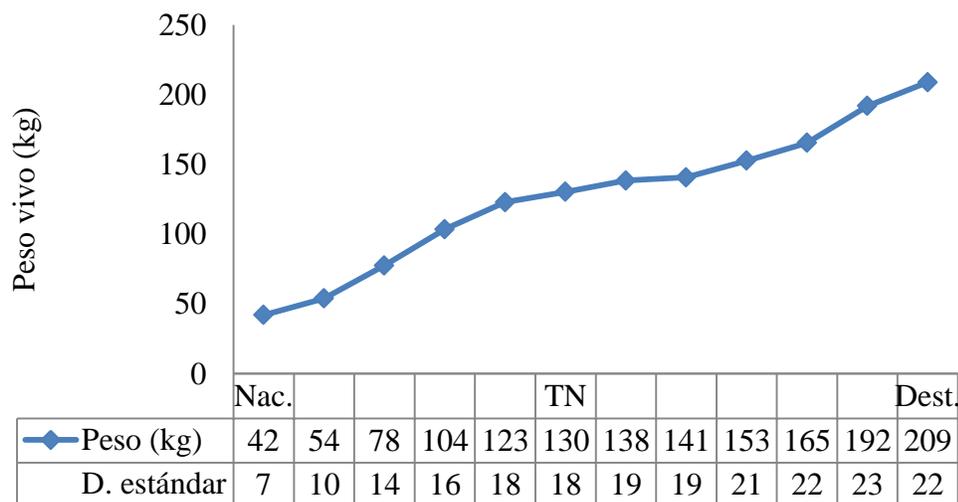


Figura 13. Evolución del peso vivo promedio y el desvío estándar (kg) de los terneros el segundo año del muestreo desde el nacimiento hasta el destete.

3.2.3. Resultados

3.2.3.1. Vaquillonas

En el diagnóstico de gestación de las vaquillonas trabajadas en el muestreo se observó un 100% de preñez, con una edad de gestación promedio de 115 ± 8 días, dentro de un rango de 78 a 119 días. También se determinó que dos de las vaquillonas fueron preñadas por monta natural.

3.2.3.2. Vacas primíparas

Con el diagnóstico de gestación de las vacas primíparas trabajadas en el muestreo se determinó que el 100% de los animales estaban gestando, con un promedio de 108 ± 13 días, dentro de un rango de 78 a 125 días.

3.2.3.3. Vacas multíparas

Con la fecha del segundo parto se calculó el intervalo parto-concepción, restandole a ésta 281 días (largo de gestación estándar) para determinar la fecha de

concepción de cada animal. Los días entre el primer parto y la fecha de concepción estimada es el intervalo, dando como resultado 105 ± 11 días en promedio.

También con la fecha de nacimiento de la segunda cría se estableció el intervalo inter-parto que fue 386 días.

Con el diagnóstico de gestación de las vacas multíparas trabajadas en el muestreo se determinó que el 100% de los animales estaban gestando, con 76 ± 9 días en promedio, dentro de un rango de 55 a 95 días.

3.3. METODOLOGÍA DE ORDEÑE

Las vacas fueron ordeñadas por el método de vaciado y ordeño mecánico (Quintans et al., 2008), utilizando una máquina de ordeño Ruakura Portátil Interplus de 1 órgano. El método de ordeño fue idéntico en ambos años de monitoreo siendo éste el procedimiento estandarizado para la estimación de la producción de leche en ganado de carne en la unidad experimental.

Las vacas se separaban de los terneros aproximadamente a las seis de la mañana los días de ordeño. Minutos antes del vaciado se inyectaban 2 mL de oxitocina (Hipofamina®) en las vacas para promover la bajada de la leche. Se registró la hora de vaciado de cada vaca. Al finalizar se llevaban las vacas a un potrero y a los terneros a uno enfrente para evitar el amamantamiento. Aproximadamente ocho horas posteriores, se volvían a ordeñar las vacas bajo el mismo protocolo que en el vaciado. En este caso, se tomó registro de la hora de ordeño y de la producción individual de cada animal. La leche se colocaba en un balde y se pesaban los kg ordeñados en una balanza electrónica in situ.

El primer año, los ordeños comenzaron 10 días posparto, los primeros 4 ordeños se realizaron cada 14 días y los luego otros 5 cada 28 días.

El segundo año de evaluación, el primer ordeño fue a los 15 días posparto. Se realizaron 6 ordeños cada 14 días y luego 4 cada 28. Tanto el primer año como el segundo las lactancias fueron de 182 días.

Se calculó la producción de leche diaria por animal en ambos años. La producción medida en la tarde se divide entre los minutos que distan entre la hora de vaciado y la hora del ordeño de la tarde, y luego este valor se multiplica por 1440 para escalar la producción medida a diaria.

3.4. BASE FORRAJERA

Los animales pastoreaban sobre un campo mejorado con *Lotus subbiflorus* en un potrero de 25 ha. Se tomaron registros de las pasturas cada 28 días, evaluando los kg de materia seca (MS), el porcentaje de MS y de *Lotus subbiflorus*. Las mediciones se realizaron con un rectángulo de 20 x 50 cm cortando con tijera eléctrica a ras del suelo, y se utiliza una balanza Acculab Sartorius group VICON para la estimación del disponible. La materia seca se determinó colocando el forraje cortado en estufa a 60°C durante 24 a 48 horas hasta obtener un peso constante en un horno de aire forzado. El porcentaje de *Lotus subbiflorus* se determinó separando en las muestras lo que se corresponde con dicha especie del resto del material.

En las figuras 14 y 15 se observa la evolución mensual de la biomasa total estimada (kg MS/ha) y de la correspondiente a *Lotus subbiflorus* (kg Ls/ha) durante el primer y segundo año de muestreo respectivamente.

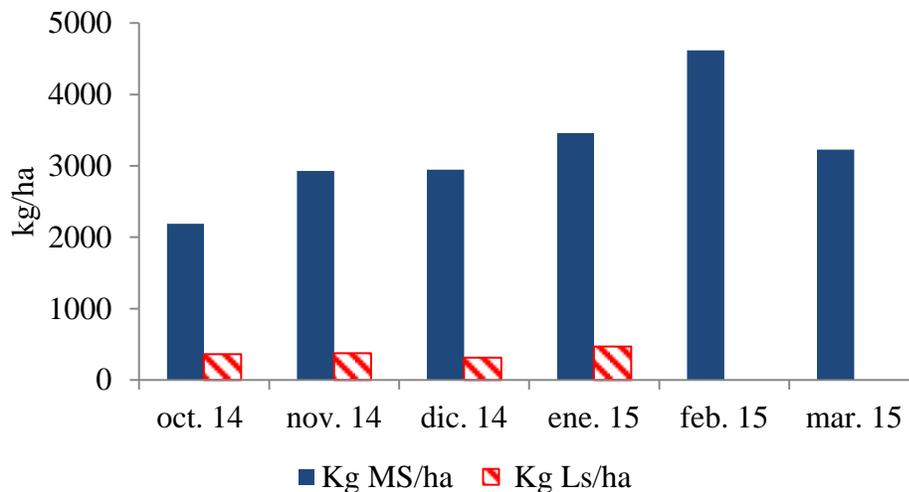


Figura 14. Evolución mensual de la materia seca disponible (kg MS/ha) y de *Lotus subbiflorus* (kg Ls/ha) el primer año de muestreo.

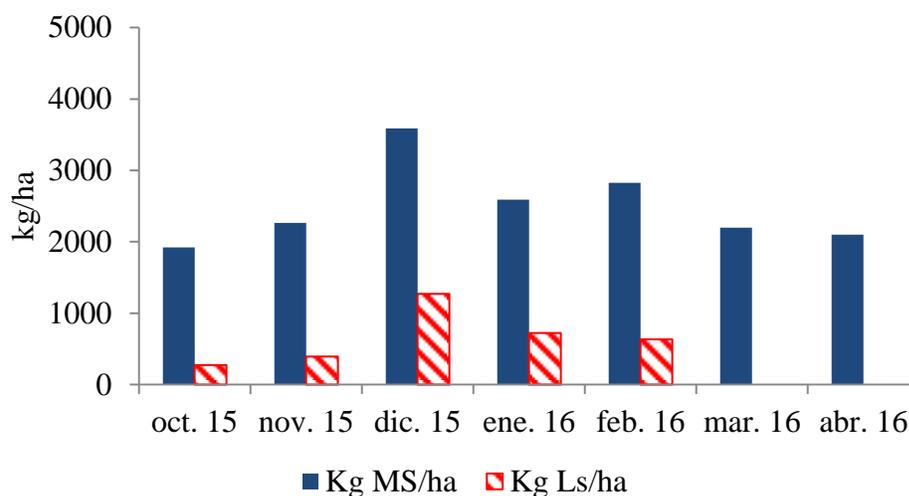


Figura 15. Evolución mensual de la materia seca disponible (kg MS/ha) y de *Lotus subbiflorus* (kg Ls/ha) el segundo año de muestreo.

En las figuras 16 y 17 se muestra la variación mensual en la asignación de forraje en cada muestreo, del primer y segundo año respectivamente. Estos valores se calcularon multiplicando los kg de MS estimados en 1 hectárea por 25 (el total de área de pastoreo), ese valor se dividió por los animales y por 28 días; calculándose cuando representaban en el peso vivo promedio de las vacas en el momento de estimación de materia seca. Luego de hacer lo mismo con cada registro de estimación, se realizó un promedio con todas las asignaciones.

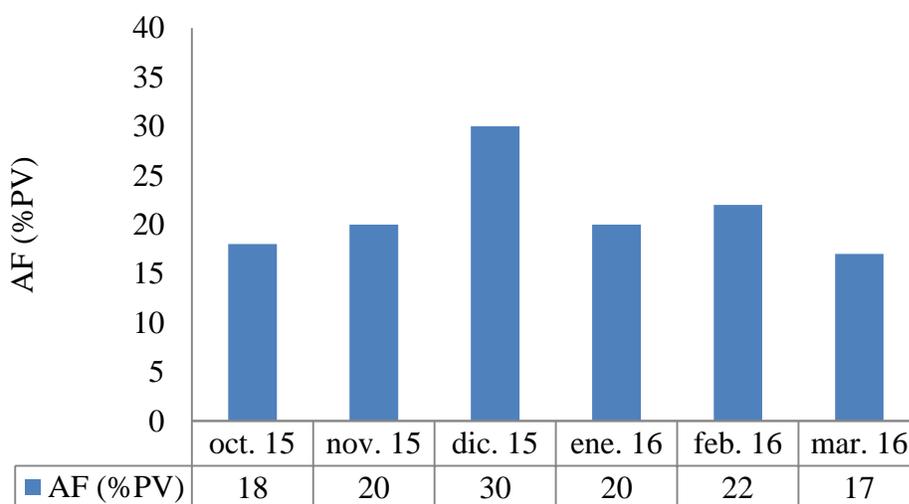


Figura 16. Evolución mensual de la asignación de forraje promedio (AF) el primer año de muestreo.

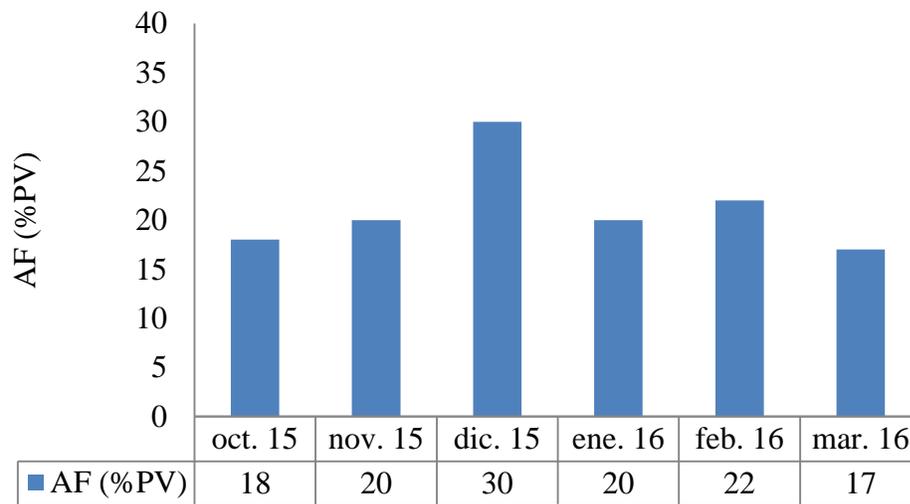


Figura 17. Evolución mensual de la asignación de forraje promedio (AF) el segundo año de muestreo.

Durante el primer año la asignación de forraje promedio (expresada como porcentaje de peso vivo) a lo largo del período de muestreo fue de 26% PV, mientras que el segundo fue de 20 %PV.

3.5. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

Para realizar la caracterización climática se trabajó con la temperatura, humedad relativa y precipitaciones durante los dos períodos de muestreo y el registro histórico (desde 1974 hasta 2016). Los datos se agruparon cada diez días. El registro de cada variable se presenta en las figuras 18 (humedad relativa), 19 (precipitaciones) y 20 (temperatura).

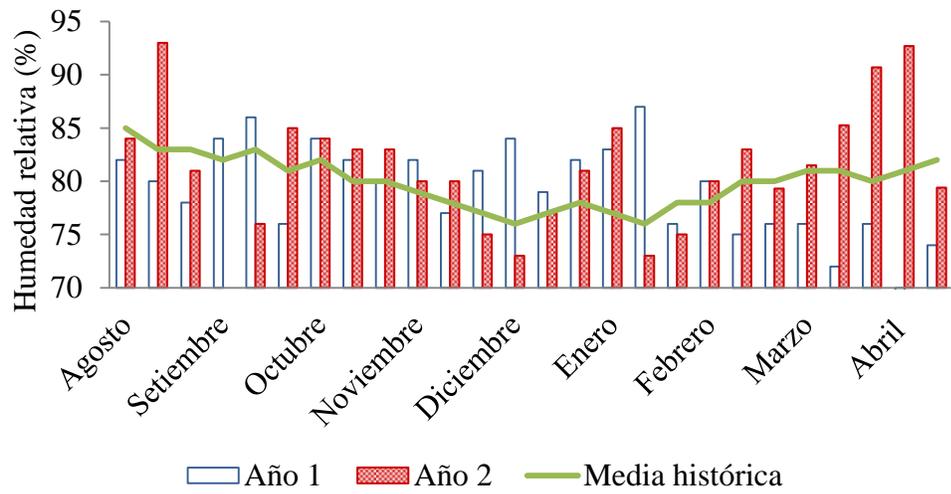


Figura 18. Variación de la humedad relativa de la media histórica y de los dos períodos de evaluación.

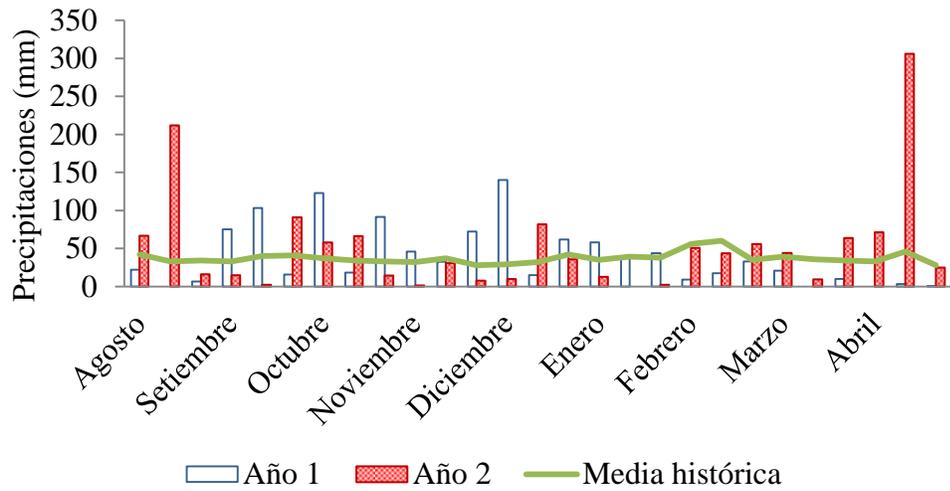


Figura 19. Variación de las precipitaciones de la media histórica y de los dos períodos de evaluación.

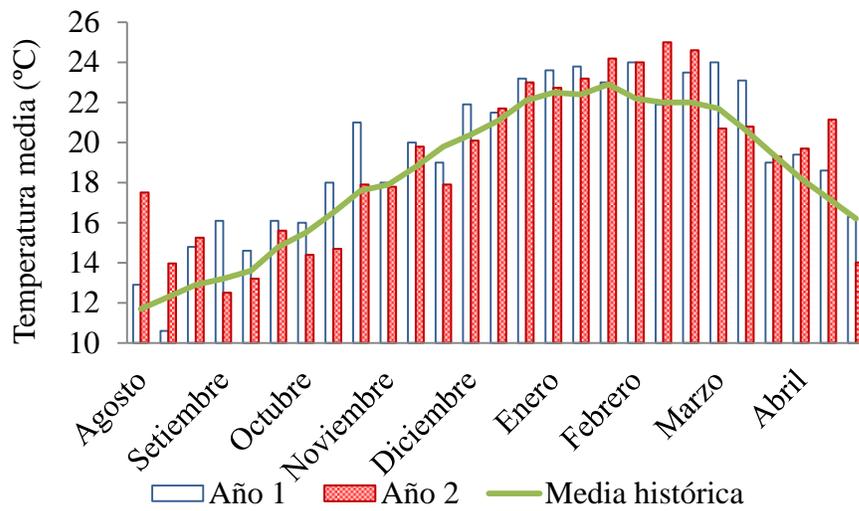


Figura 20. Variación de la temperatura de la media histórica y de los dos períodos de evaluación.

En el cuadro 8 se presentan los ITH máximos calculados en base mensual para cada año de muestreo.

Cuadro 8. Valores máximos del índice de temperatura y humedad de cada mes en el primer y segundo año de muestreo.

	Primer año	Segundo año
Agosto	57	63
Setiembre	61	60
Octubre	69	64
Noviembre	67	67
Diciembre	72	72
Enero	73	73
Febrero	73	75
Marzo	72	69
Abril	65	69

En base al nivel de estrés térmico según el índice de temperatura y humedad (figura 5), se asume que a partir de un valor de 74 comienza a presentarse condiciones estresantes para los animales. Según el cuadro presentado no hubo condiciones de estrés en ninguno de los dos años de trabajo.

3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las gráficas de evolución de la producción de leche acompañadas de sus respectivos modelos de regresión y sus r^2 (coeficiente de precisión) se obtuvieron utilizando el programa Excel 2016. El coeficiente se expresa en valores que van de 0 a 1, cuanto más cercano a 1 mayor será el ajuste del modelo a los datos. Se plantea una curva correspondiente a cada uno de los años de muestro y dentro de éstos una gráfica por cada zona agroecológica determinada.

La correlación entre la producción total de leche por un lado con los cambios en condición corporal de las vacas y por otro lado con la evolución de peso de los terneros se analizó en el software estadístico InfoStat versión 2008. Los coeficientes de correlación de Pearson (r) permiten evaluar la intensidad de la relación entre las variables tomando un rango de $-1 < r < 1$ en el que cuanto más cercano a uno sea el valor, en cualquier dirección, más fuerte es la asociación entre las dos variables. La significancia de las correlaciones se mide a través del P-valor (P), con un nivel de confianza de 0,05. Si P es menor a 0,05 la relación es significativa, y viceversa. En este programa se trabajó las relaciones entre las variables estudiadas por año de muestro y dentro de cada uno por zona agroecológica. Los diagramas de dispersión se realizaron mediante el uso del programa Excel 2016, los cuales permiten visualizar la relación y la tendencia entre las variables estudiadas.

4. RESULTADOS

En los resultados presentados se busca comprobar la hipótesis planteada y analizar los tres objetivos del trabajo: recrear la curva de producción de leche para ganado Aberdeen Angus y determinar los factores que mejor expliquen su comportamiento (apartado 4.1); determinar la relación existente entre la producción de leche y el peso de los terneros (apartado 4.2) y analizar si la zona de origen de los animales influye sobre la producción de leche acumulada a los largo de la lactancia (apartado 4.3).

4.1. CURVAS DE PRODUCCIÓN DE LECHE Y VARIABLES QUE LA AFECTAN

El primer objetivo mencionado es caracterizar la curva de producción de leche de ganado Aberdeen Angus en crecimiento y analizar los factores que explican su comportamiento.

4.1.1. Curva de producción de leche en vacas primíparas

En la figura 21 se muestra la curva de producción de leche en vacas primíparas, obtenida a través de ordeñes mecánicos seriados durante la lactancia. La densidad de datos (207 datos en 23 animales) permitió estimar la curva para el ganado descrito con un ajuste adecuado ($r^2 = 0,32$).

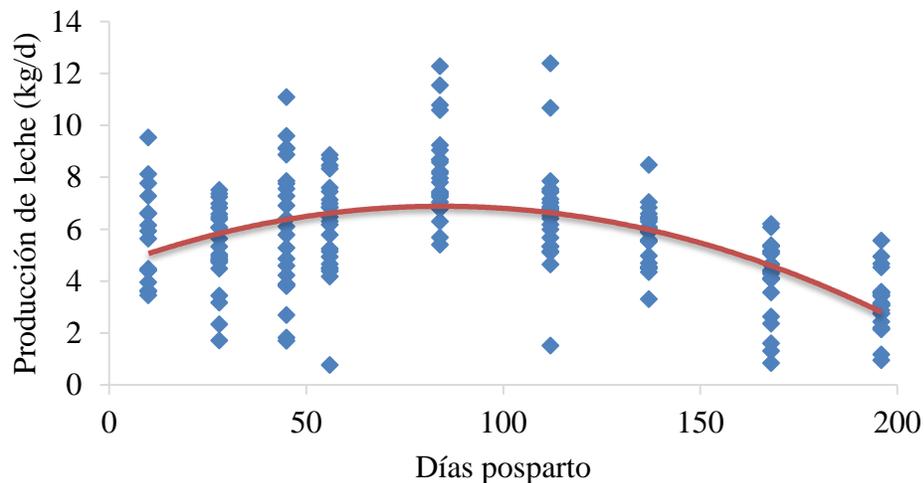


Figura 21. Curva de producción de leche en vacas primíparas.

Se ajustó un modelo polinómico de segundo grado, cuya función es $y=0,0003x^2 + 0,0491x + 5,1441$, siendo éste el que presentó el mayor valor de r^2 (mayor que el ajuste de una función cúbica). La producción total por animal del período muestreado fue de 1040 ± 160 kg de leche (totales en la lactancia) con un coeficiente de variación (cv) de 15%, con producciones diarias promedio de $5,7 \pm 0,9$ kg (cv=15%). El pico ocurrió entre los 70 y 90 días posparto con una producción de 7 kg. Al final del período de lactancia, la producción es de 3,5 kg de leche (50% de la producción en el pico).

4.1.2. Curva de producción de leche en vacas multíparas

En la figura 22 se muestra la curva de producción de leche en vacas multíparas, obtenida a través de ordeñes mecánicos seriados durante la lactancia. La densidad de datos (220 datos en 22 animales) permitió estimar la curva para el ganado descrito con un ajuste adecuado ($r^2=0,52$).

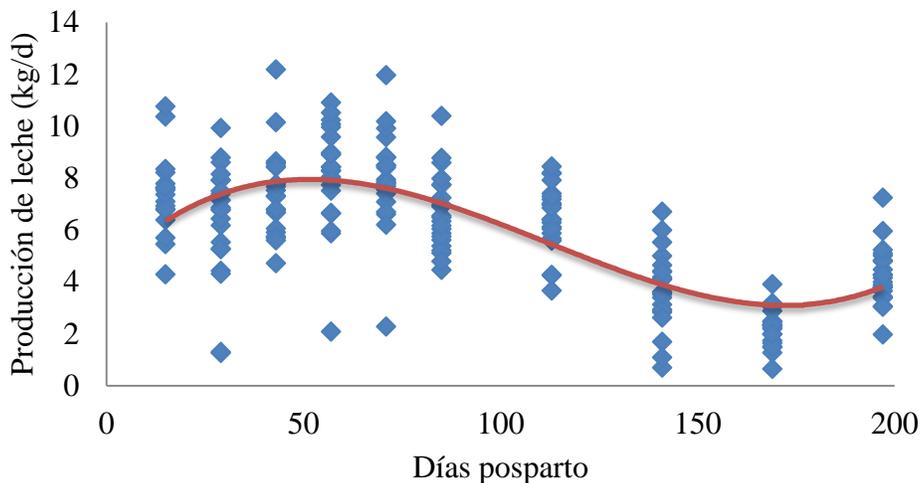


Figura 22. Curva de producción de leche en vacas multíparas.

Se ajustó un modelo polinómico de tercer grado, de función $y= 6E-06x^3 - 0,0016x^2 + 0,095x + 6,3507$. La función cuadrática tiene un ajuste menor, con un r^2 de 0,42. La producción total por animal del período muestreado es de 1037 ± 131 kg (cv=12%), con producciones diarias promedio de $5,7 \pm 0,7$ kg (cv=12%). El pico ocurrió entre los 40 y 60 días posparto con una producción de 8 kg. Al final de la lactancia, la producción fue de 4 kg de leche (50% de la producción en el pico).

4.1.3. Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal de las vacas

Para cumplir con el objetivo de analizar esta variable sobre la lactancia, se analizó la correlación de la producción total de leche con dos variables: 1) la condición corporal al parto y 2) la condición corporal promedio durante el periodo de muestreo (lactancia). En ambos casos se realizó tanto para primíparas como para multíparas.

4.1.3.1. Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal al parto de las vacas primíparas

En la figura 23 se presenta la dispersión de los datos al analizar la correlación de la condición corporal al parto en vacas primíparas y la producción total de leche, en el que se observa que no hay una tendencia marcada en los datos.

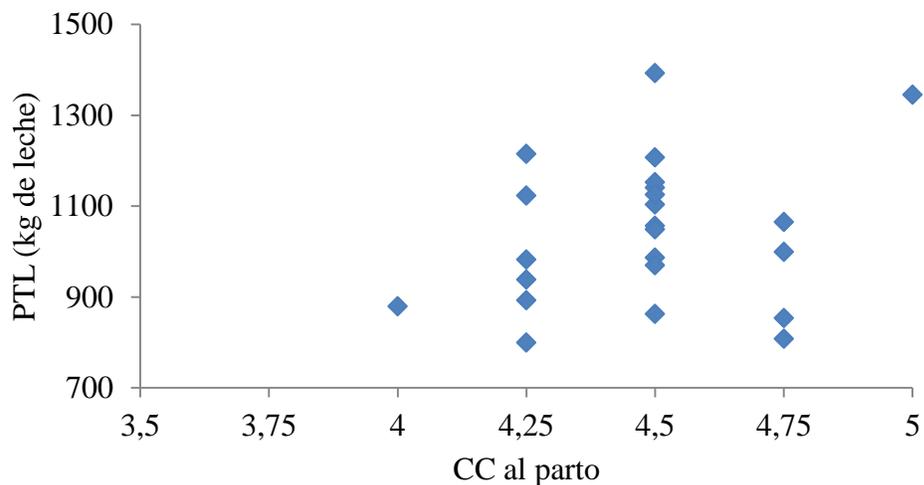


Figura 23. Correlación entre la producción total de leche (PTL) y la condición corporal (CC) al parto de las vacas primíparas.

La correlación entre ambas variables no fue significativa ($P > 0,05$) en vacas primíparas para el rango de condición corporal al parto que fue de 4 a 5 unidades.

4.1.3.2. Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal al parto de las vacas multíparas

En la figura 24 se presenta la dispersión de los datos al analizar la correlación de la condición corporal al parto en vacas multíparas y la producción total de leche, en el que se observa que no hay una tendencia marcada en los datos.

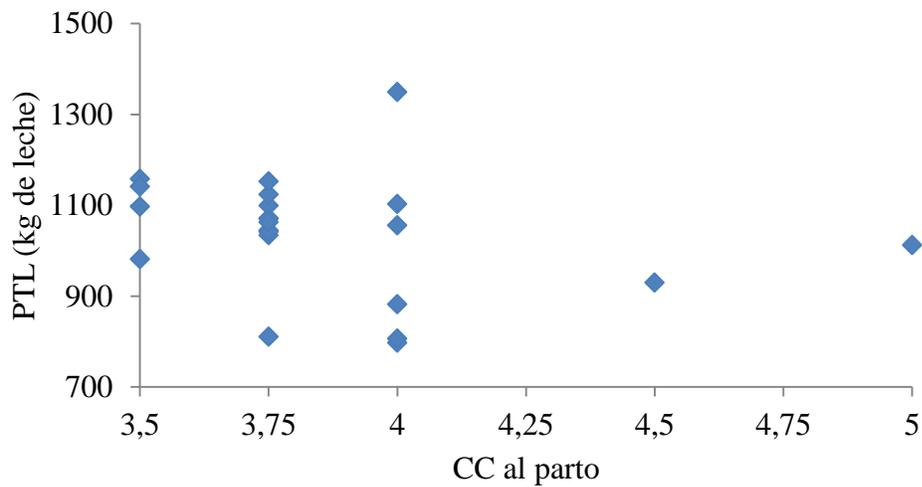


Figura 24. Correlación entre la producción total de leche (PTL) y la condición corporal (CC) al parto de las vacas múltiparas.

La correlación entre ambas variables no fue significativa ($P > 0,05$) para el rango de condición corporal al parto en vacas múltiparas que se situó entre 3,5 y 5 unidades.

4.1.3.3. Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal promedio durante la lactancia en vacas primíparas

En la figura 25 se presenta la dispersión de los datos al analizar la correlación entre la condición corporal promedio de vacas primíparas durante toda la lactancia y la producción total de leche, donde no se muestra una tendencia marcada en los datos.

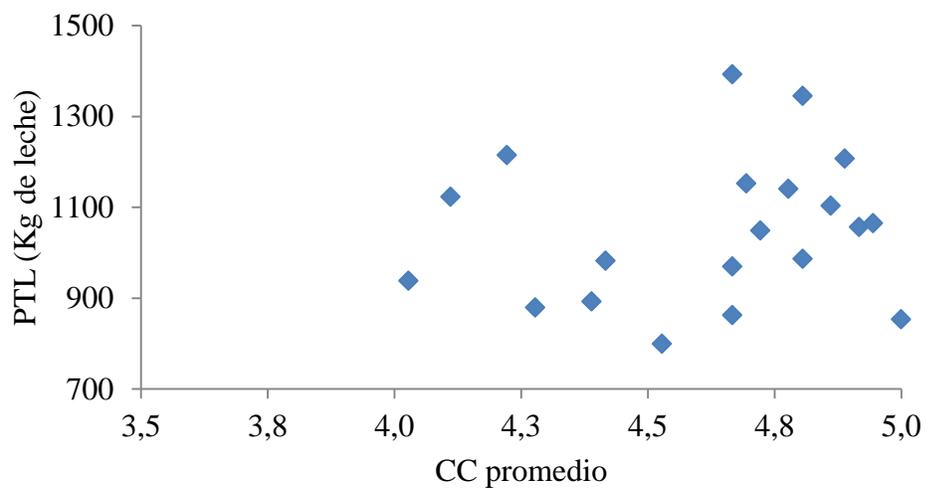


Figura 25. Correlación entre producción total de leche (PLT) y la condición corporal (CC) promedio durante la lactancia en vacas primíparas.

La correlación entre las variables mencionadas no fue significativa ($P>0,05$) para en rango de condición corporal trabajado en vacas primíparas, que abarcó de 4 a 5 unidades.

4.1.3.4. Correlación entre la producción total de leche y la condición corporal promedio durante la lactancia en vacas multíparas

En la figura 26 se presenta la dispersión de los datos al analizar la correlación entre la condición corporal promedio de vacas multíparas durante toda la lactancia y la producción total de leche, donde no se observa una tendencia clara en los datos.

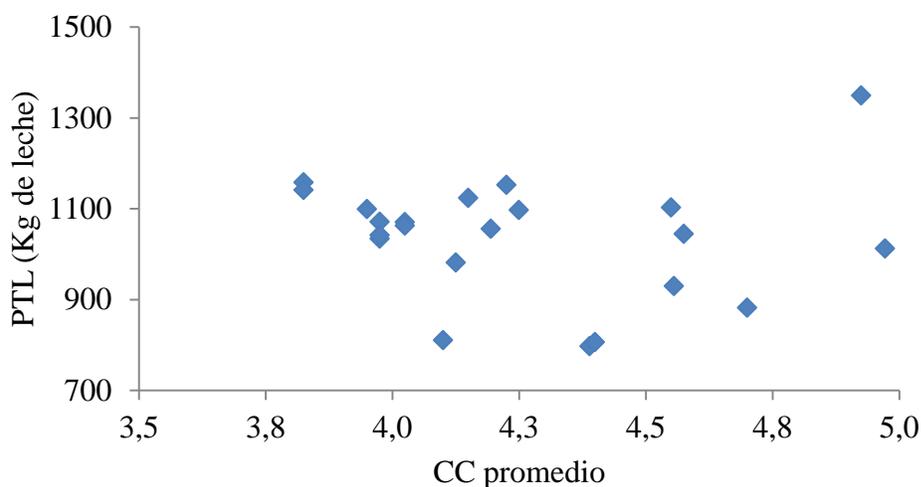


Figura 26. Correlación entre la producción total de leche (PLT) y la condición corporal (CC) promedio durante la lactancia en vacas multíparas.

La correlación entre las variables mencionadas no fue significativa ($P>0,05$) para en rango de condición corporal trabajado en vacas multíparas, que abarcó de 3,5 a 5 unidades.

4.1.4. Efecto de los factores ambientales sobre la producción de leche

Un método para estimar el eventual efecto de las condiciones ambientales es el índice de temperatura y humedad (ITH, descrito en 2.1.5). Por eso se calculó la evolución del ITH en el período de muestreo y éste nunca fue superior a 72; valor a partir del cual se considera que el animal puede sufrir estrés térmico. Es por esto que no se consideró el efecto de la temperatura y la humedad sobre la producción de leche.

Por el contrario, se observó un posible efecto indirecto de las precipitaciones sobre la producción de leche. Al final del segundo año de muestreo, ocurrió un pico de precipitaciones (figura 19) que coincidió con un aumento en la producción de leche de las vacas.

4.2. RELACIÓN ENTRE LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y EL PESO DE LOS TERNEROS

El crecimiento del ternero desde el nacimiento hasta el destete está fuertemente influenciado por la leche que produzca su madre. En los siguientes resultados que se presentan, se busca analizar el segundo objetivo planteado en el trabajo: determinar qué efecto tiene la producción de leche sobre el crecimiento del ternero, tanto en su ganancia diaria durante la lactancia como el peso al destete.

4.2.1. Correlación entre la producción total de leche y el peso de los terneros al destete en vacas primíparas

En la figura 27 se presenta la dispersión de datos al analizar la correlación entre la producción total de leche en vacas primíparas y el peso de los terneros al destete, donde se observa una tendencia clara en los datos.

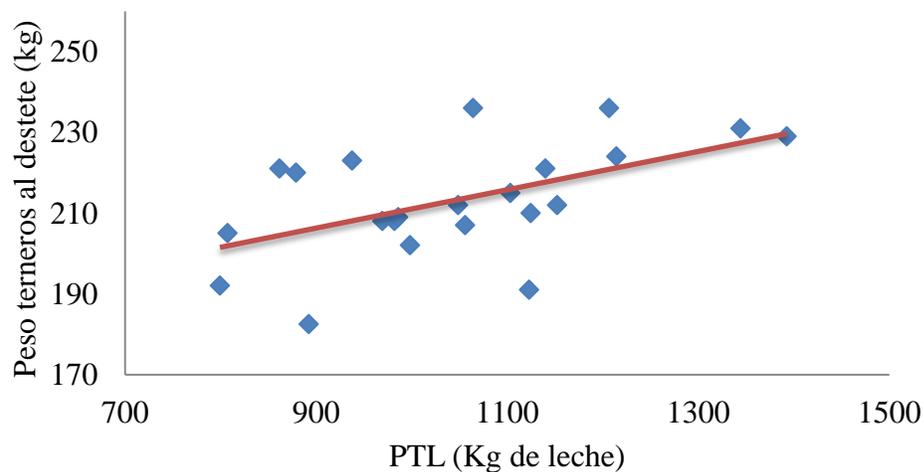


Figura 27. Correlación entre la producción total de leche (PTL) y el peso de los terneros al destete en vacas primíparas.

La correlación entre la producción total de leche en vacas primíparas y el peso de sus terneros al destete fue significativa ($P < 0,05$) y positiva; $r = 0,53$. Presentó una tendencia lineal, con función $y = 0,0776x + 150,26$; con un valor de $r^2 = 0,32$.

4.2.2. Correlación entre la producción total de leche y el peso de los terneros al destete en vacas multíparas

En la figura 28 se presenta la dispersión de datos al analizar la correlación entre la producción total de leche en vacas multíparas y el peso de los terneros al destete, donde se observa una tendencia en los datos.

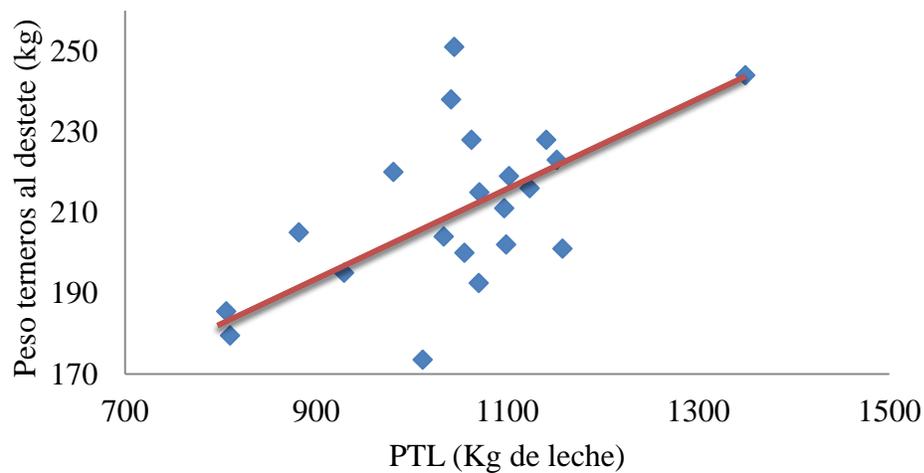


Figura 28. Correlación entre la producción total de leche (PTL) y el peso de los terneros al destete en vacas multíparas.

La correlación fue significativa ($P < 0,05$) y positiva; $r = 0,60$. Presentó una tendencia lineal, con función $y = 0,1116x + 93,102$, con un valor de $r^2 = 0,43$.

4.2.3. Correlación entre la producción de leche y la ganancia de peso diaria de los terneros

Hay una correlación positiva entre la ganancia de peso del ternero y la producción de leche durante los primeros meses o toda la lactancia, según la bibliografía consultada. En los cuadros 9 y 10 se propone analizar dicha correlación en mitades, presentando los valores de r correspondientes.

Cuadro 9. Correlación entre la producción de leche (PL) y la ganancia de peso diaria de los terneros (GDT) en vacas primíparas en la primera y segunda mitad de la lactancia y en la total.

	0 a 91 d	92 a 182 d	Total
PL (kg/d)	6,30±1,12	5,5,0±0,91	5,72±0,88
GDT (kg/d)	1,10±0,10	0,80±0,12	0,90±0,10
Correlación (r)	0,49	0,43	0,58

Para las vacas primíparas, la leche tuvo mayor influencia en la ganancia de peso de los terneros durante la primera mitad de la lactancia explicado por un mayor valor de r.

Cuadro 10. Correlación entre la producción de leche (PL) y la ganancia de peso diaria de los terneros (GDT) en vacas múltiparas en la primera y segunda mitad de la lactancia y en la total.

	0 a 91 d	92 a 182	Total
PL (kg/d)	7,01±1,06	4,39±0,87	5,70±0,72
GDT (kg/d)	1,08±0,21	0,76±0,08	0,85±0,08
Correlación (r)	0,55	0,62	0,68

En las vacas múltiparas, la leche tuvo mayor importancia en la evolución de peso de los terneros durante la segunda mitad de la lactancia (nótese el eventual efecto indirecto del clima en la curva de producción de leche en vacas múltiparas reportado en el apartado 4.1.4). Para analizar la correlación sin el eventual efecto clima se analizaron los datos de producción de leche y ganancia de peso de los terneros en las dos mitades de la lactancia, pero no se incluyó los valores del último ordeño. En la primera mitad la correlación tuvo un valor r de 0,55 y en la segunda de 0,50; y una correlación de 0,67 para toda la lactancia.

Con o sin efecto del ambiente, la correlación entre la producción de leche en vacas múltiparas y la ganancia de peso diaria de los terneros fue significativa ($P < 0,05$) y positiva, con valores similares.

4.2.4. Relación kg de leche/peso del ternero

De acuerdo con la bibliografía consultada, la leche va perdiendo importancia relativa a medida que avanza la lactancia. Los cuadros 11 y 12 resumen la relación entre ganancia de peso vivo en los terneros y producción promedio de leche estimada a lo largo de la lactancia y se expresa como la proporción que representa la leche (de vacas

primíparas y múltiparas respectivamente) en la evolución mensual del peso del ternero (desde el nacimiento hasta el destete).

Cuadro 11. Relación promedio mensual entre la producción diaria de leche (PDL) y peso del ternero (PT) en vacas primíparas desde el primer hasta el sexto mes posparto.

Meses posparto						
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
PDL (kg/d)	5,3	6,1	8,2	6,6	5,7	3,1
PT (kg)	63	87	122	155	182	211
Relación (%)	8,4	7,0	6,7	4,3	3,1	1,5

Cuadro 12. Relación promedio mensual entre la producción diaria de leche (PDL) y peso del ternero (PT) en vacas múltiparas desde el primer hasta el sexto mes posparto.

Meses posparto						
	1°	2°	3°	4°	5°	6°
PDL (kg/d)	7,4	7,4	8,0	6,5	3,7	2,3
PT (kg)	63	86	121	150	183	201
Relación (%)	11,7	8,6	6,6	4,3	2,0	1,1

Tanto en primíparas como múltiparas, se observó que a medida que progresa la lactancia iba disminuyendo la relación entre la producción de leche y el peso del ternero.

4.3. PRODUCCIÓN DE LECHE POR ZONA AGROECOLÓGICA EN BASE AL ORIGEN DE LOS ANIMALES

El proceso de selección permite adecuar la composición genética de los animales a sus respectivos ambientes de producción. Frente a esto, se plantea el tercer objetivo: analizar si la región de origen de los animales influye en la producción de leche cuando los animales son manejados en idénticas condiciones ambientales. Se plantea un ejercicio teórico, similar al presentado por Espasandín (2004), para comparar valores numéricos, sin poder concluir en diferencias significativas debido a que no se realizó un análisis estadístico por el número de observaciones del muestreo.

4.3.1. Curvas de producción de leche según zona de origen de los animales

En la figura 29 se presentan las curvas de producción según la zona de origen de los animales. Las curvas presentadas corresponden a la zona este, norte y centro del país respectivamente.

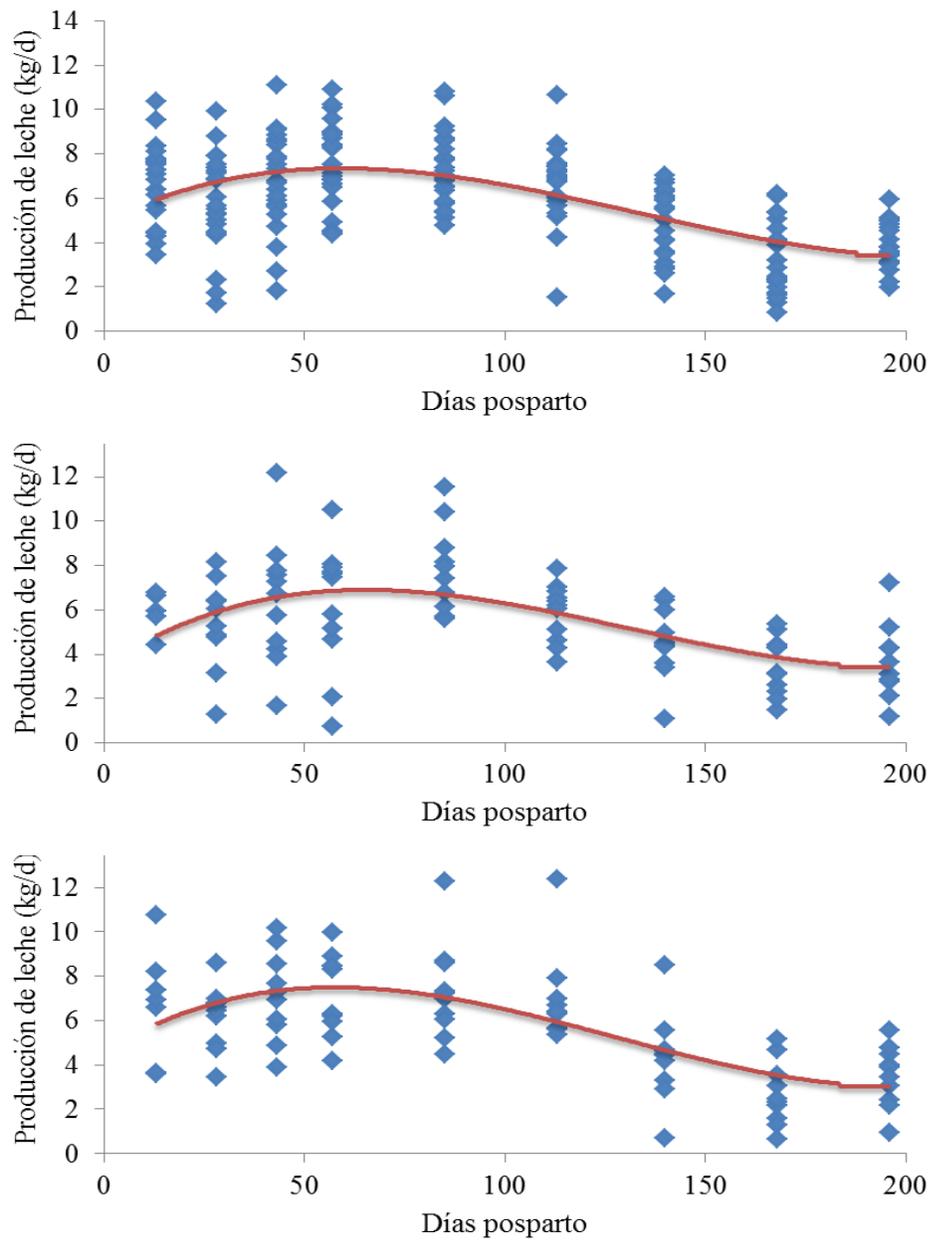


Figura 29. Curvas de producción de leche por zona agroecológica (zona este, norte y centro respectivamente).

En los tres casos se utilizó los datos de ambos años (primíparas y multíparas) juntos. La zona este abarca datos de los departamentos de Cerro Largo, Lavalleja y Treinta y Tres, donde se trabajó con datos de 12 animales. La zona norte incluye los departamentos de Artigas, Rivera y Salto, utilizando 6 animales. Y por último, la zona centro está representada por 5 animales provenientes del departamento de Flores. En las tres zonas tuvo un mayor ajuste el modelo polinómico de tercer grado.

4.3.2. Producción total de leche y peso al nacimiento y al destete de los terneros por zona de origen

Se calculó la producción total de leche promedio (PTL) para cada zona y se la relacionó con el peso al nacimiento (PN) y al destete (PD) promedio del grupo de terneros. No se realizó análisis estadístico debido al pequeño número de observaciones, y que las zonas no contienen la misma cantidad de datos ni la misma cantidad de cabañas. Se realizó como ejercicio teórico y los datos se muestran en el cuadro 13.

Cuadro 13. Promedio del peso de los terneros al nacimiento (PN) y al destete (PD), y producción total de leche (PTL) de las vacas, por zona agroecológica.

	Número de lactancias	PN (kg)	PD (kg)	PTL (kg)
Zona este	24	39±6	213±16	1105±144
Zona norte	11	39±6	202±22	981± 123
Zona centro	10	41±6	217±20	1055±163
Total	45	39	211	1064

La producción de leche total en la zona este y norte presentó un coeficiente de variación de 13%, mientras que en la zona centro tuvo un valor de 15%.

5. DISCUSIÓN

A partir de la bibliografía consultada, la forma de la curva de lactancia esperada presenta una producción inicial que aumenta hasta llegar a un pico y luego comienza un descenso. En términos generales, existió coherencia entre las curvas estimadas en el presente trabajo y las propuestas por Botero y Vertel (2006), Álvarez (2013), Capellari y Velázquez (2015), Iewdiukow et al. (2016).

En cuanto a la producción de leche se encontraron similitudes entre los valores citados en bibliografía y los de este trabajo, tanto para producciones de leche totales durante la lactancia como para producciones diarias.

Walker (1963) estimó producciones de leche totales 6% menores para vacas primíparas en comparación con el muestreo realizado, utilizando el método de pesada-mamada-pesada. Gairnie (1978) también estimó la producción de leche a través del mismo método que el autor anterior, y las producciones totales fueron 10% y 4% superiores a las del presente trabajo. El primer año, la mayor diferencia en el total de leche en comparación con el año siguiente pudo atribuirse a que el largo de la lactancia fue de 217 días (35 días más que en el muestreo), ya que cuando presentó la producción diaria ésta fue 9% menor a la registrada. Mientras que el segundo año, la producción de leche tiene valores muy similares debido a que la lactancia del segundo año fue solamente 5 días más corta. Los valores de producción de leche totales estimados por Vulich et al. (1986) fueron superiores para vacas multíparas (27%). Sin embargo éstos animales pastoreaban pasturas permanentes de gramíneas y leguminosas, pudiendo explicar esa mayor diferencia en la producción de leche. Iewdiukow et al. (2016) también obtuvieron producciones muy similares (7% menores), trabajando en condiciones muy similares y utilizando la misma metodología de ordeño en base a un grupo de registros de 10 años. En cuanto a producción de leche diaria, Gioia y Licha (2008) establecieron producciones de 4,3 kg en vacas primíparas, 25% por debajo de los valores registrados. La diferencia podría deberse a que el tapiz en el que pastoreaban los animales tenía un alto grado de deterioro, con predominancia de pastos ordinarios y malezas enanas y pérdida casi total de las especies de alto valor nutritivo y calidad (como especies estivales finas e invernales tiernas y finas). Rovira (1996) propuso un rango de producción diaria (5,5 a 6,7 kg/día) que coincidió con los valores que se obtuvieron (5,7 kg/día tanto en vacas primíparas como multíparas).

Al respecto del momento de la máxima producción de leche, los registros coincidieron con datos nacionales presentados por Casal et al. (2009) para vacas primíparas Aberdeen Angus, quienes presentaron que el pico de producción de leche ocurrió a los 70 días luego del parto, siendo entre 70 y 90 días posparto en este muestreo. También se obtuvo kg de leche similares al pico de producción registrados por Vulich et al. (1986), siendo éstos datos 9% superiores a los registrados.

Datos nacionales presentados por Iewdiukow et al. (2016), en vacas multíparas, presentaron semejanzas en cuanto a la producción de leche al inicio de la lactancia (8% mayor que la registrada en este trabajo), en el momento del pico (ambos se dieron en el segundo mes posparto) y los kg de leche obtenidos en dicho momento (8% menos de leche).

También se encontró coincidencia con lo mencionado por Álvarez (2013), en cuanto a que al final del período de lactancia los animales producen aproximadamente un 50% de la producción máxima de leche (durante esa lactancia) para ganado Aberdeen Angus.

Al analizar el efecto de la edad de la madre sobre la producción de leche, se citó trabajos que por un lado obtuvieron diferencias en producción entre vacas primíparas y multíparas, mientras que en otros trabajos no se registraron. En este muestreo no se registró dicha diferencia (1040 kg en vacas primíparas y 1037 kg en vacas multíparas). En el cuadro 3 se presentaron registros de producción de leche según la edad de la vaca, propuestos por MGA. CIAAB (1970), Rovira (1973) donde en ambos casos la leche producida aumentó hasta los 6 y 8 años de edad respectivamente para luego disminuir, siendo las primeras producciones de leche muy similares, coincidiendo con las del presente trabajo. El no encontrar aumento en los kg de leche entre la primera lactancia y la segunda podría explicarse por lo presentado por Goldberg y Ravagnolo (2015) quienes afirman para vacas Aberdeen Angus que su crecimiento continúa hasta luego de los 5 años de edad, lo que podría acompañarse de un aumento en la producción de leche hasta llegar al máximo crecimiento. Iewdiukow et al. (2017a) estimaron la producción de leche total para vacas multíparas y primíparas en condiciones similares a las del presente trabajo. Para el caso de las multíparas, la producción solamente varió en un 1% entre ambos trabajos, mientras que para el segundo la diferencia fue de 4%. La coincidencia en los valores puede explicarse por las condiciones similares en que se llevaron cabo los muestreos como se ha mencionado anteriormente.

En lo referente a la evolución de la lactancia, en cada año se asemejó con las descripciones propuestas por Bavera (2005). El primer año de muestreo los partos se concentraron más temprano (2 de setiembre), por lo que se dio una producción más uniforme. El segundo año los partos fueron más dispersos y en promedio cercanos al momento de máxima producción de forraje (23 de setiembre). El pico de máxima producción de leche ocurrió más temprano (entre 70 a 90 días posparto en primíparas y 40 a 60 en multíparas), coincidiendo ambos picos en el mes de noviembre, siendo éste el momento en que ocurre la mayor tasa de crecimiento diario del forraje (figura 4). En la curva de producción de leche de las vacas multíparas (figura 22) se observa un aumento de la producción de leche en el último ordeño realizado, explicando esto a través del aumento en las precipitaciones que ocurrió al final del segundo año de muestreo, previo al ordeño final. Se volvió a graficar los registros de producción de leche sin el último

ordeño (anexo 1) y la gráfica tuvo un mayor ajuste a un modelo polinómico de segundo año ($r^2=0,54$) en lugar de a uno de tercer grado.

Al analizar la correlación entre la producción total de leche y la condición corporal de la vaca al parto no se encontró correlación entre ambas variables, lo cual se podría explicar por el rango acotado de esta última variable que tenían las vacas en el monitoreo, no permitiendo trabajar con valores contrastantes. A su vez, la distribución de las condiciones corporales trabajadas no eran homogéneas; había una concentración de animales entre 4 y 4,5 u; siendo muy pocos los que presentaron estados de 3,5 y 5 u. Cabe señalar que el presente trabajo no perseguía investigar de modo analítico la relación entre la condición corporal y la producción de leche. Guilloly et al. (1967), Wilson y Lindsey (1970) determinaron que la sub y sobrenutrición en los animales provoca una disminución en la producción de leche. Se calculó la condición corporal promedio durante la lactancia de las vacas tanto primíparas como multíparas (con promedio dentro de rangos de 4 a 5 y 3,5 a 5 unidades respectivamente) y se analizó su relación con la producción total de leche pero en ningún caso fue significativa. Al igual que el análisis de correlación mencionado anteriormente, se pudo establecer que se trabajó con un rango de condición corporal muy estrecho, donde no había estados extremos. Los trabajos citados en los que se registró diferencias (Quintans et al. 2008, Iewdiukow et al. 2017b) trabajaron con un rango de condiciones corporales más amplios en comparación con los del muestreo, explicando las diferencias en los resultados.

Sobre el efecto de la leche sobre el peso del ternero se registró coincidencias con el material bibliográfico citado. Se obtuvo una relación significativa y positiva (r de 0,53 y 0,60 para el primer y segundo año respectivamente) entre la producción total de leche de las vacas y el peso al destete de los terneros. Esta observación es coincidente con lo reportado tanto a nivel internacional (Gifford 1953, Gairnie 1978) como nacional (MGA. CIAAB 1970, Rovira 1996, Quintans et al. 2008, Iewdiukow et al. 2017b).

Se encontró coincidencia con Iewdiukow et al. (2016) en cuanto a la relación entre la producción de leche y la ganancia de peso de los terneros. Los valores de correlación calculados para vacas multíparas en este trabajo (cuadro 10) y por los autores mencionados (r de 0,62 y 0,44 para la primera y segunda mitad de la lactancia respectivamente), fueron significativos y positivos. En los valores presentados la correlación entre las variables fue mayor durante la segunda mitad de la lactancia, pudiendo deberse al pico de precipitaciones del segundo año que llevo al aumento de la producción de leche al final de la lactancia (apartado 4.1.4). Se calculó la correlación entre las variables sin el último ordeño (sin el efecto del pico de precipitaciones) y los valores tomaron la misma tendencia que los presentados por Iewdiukow et al. (2016), siendo mayor en la primera mitad de la lactancia (anexo 2). A pesar de las diferencias numéricas, el efecto de la leche sobre la ganancia de peso del ternero sigue siendo el mismo: significativo y positivo.

También los valores encontrados en cuanto a la relación entre la producción de leche y el peso del ternero en los meses de lactancia presentaron similitudes con los citados por Gairnie (1978), Rovira (1996), Bavera (2008), Capellari y Velázquez (2015). En el cuadro 12 se presentaron los valores de la relación entre la producción de leche y la evolución del peso de los terneros en vacas multíparas. Al comparar dichos resultados con los de Bavera (2008) se observó que la tendencia es la misma: la leche tiende a perder importancia relativa a medida que el ternero crece.

El último objetivo planteado fue analizar la relación entre la producción de leche, el peso de los terneros al nacimiento y destete según la región de origen de los animales. Como no se realizó análisis estadístico y no se encontraron trabajos donde la regionalización en Uruguay fuese influyente en los parámetros estudiados, no se puede concluir que la zona de origen afecte las variables en estudio. Un trabajo realizado por Espasandín (2004) presentó datos similares con un enfoque de regionalización por lo que se consideró un ejercicio teórico interesante a realizar.

Las gráficas (figura 29) no presentan diferencias entre sí, por lo que no hay evidencia de que el lugar de donde provienen modifica que se cumplan las etapas en la evolución de la lactancia (fase ascendente, pico y fase descendente) en vacas manejadas de forma similar para las condiciones en las que se realizó este monitoreo. En cuanto a los valores de producción total de leche, y el peso de los terneros al nacimiento y al destete (cuadro 13) no se registraron diferencias numéricas por zonas con promedios muy similares.

Es de destacar la coherencia entre los datos registrados en el presente monitoreo y el marco conceptual de referencia. La curva de producción de leche cumplió el patrón común descrito, comenzando en una producción inicial que aumenta hasta llegar a un pico y luego comienza un descenso. Se observaron producciones totales y diarias similares a las reportadas en la bibliografía para rodeos y condiciones similares y se verificó la importancia de la producción de leche en el peso del ternero a lo largo de la lactancia y al destete (tanto con trabajos nacionales como internacionales).

6. CONCLUSIONES

✓ El método de ordeño propuesto por Quintans et al. (2008) permite recrear la curva de producción de leche para ganado Aberdeen Angus en crecimiento pastoreando campo natural en Uruguay, independientemente de la zona del país de donde provinieron.

✓ La forma de la curva de lactancia y la producción total de leche mostró alta coincidencia con la bibliografía consultada tanto para vacas primíparas como para vacas múltiparas.

✓ Para las condiciones en las que se realizó el presente monitoreo no se encontró correlación entre la producción de leche y la condición corporal promedio durante la lactancia ni al parto debido al acotado rango con el que se trabajó.

✓ La mejora en la producción de leche tiene un efecto directo y positivo sobre el peso de los terneros al destete y su ganancia diaria durante la lactancia, tanto para vacas primíparas y múltiparas. También se destaca la consistencia de los resultados con la información citada en bibliografía, tanto datos nacionales como internacionales, en cuanto a la correlación alta y positiva entre la producción de leche y el peso del ternero.

✓ Considerando la distribución regional de las hembras utilizadas y las condiciones bajo las que se realizó el monitoreo, no se evidenció diferencias en la forma de la curva de lactancia ni en los valores absolutos de producción total de leche.

En conjunto con las conclusiones se presenta la importancia práctica de conocer la producción de leche de vacas Aberdeen Angus, permitiendo realizar un manejo más adecuado del rodeo. Por un lado, se cuantifica el efecto directo y positivo que tienen los kg de leche sobre el peso de los terneros al destete (pesos promedio superiores a los 200 kg a los seis meses de edad en el presente muestreo). Y por otro lado se puede obtener un cálculo más exacto de los requerimientos de energía de mantenimiento de una vaca lactando si se tiene una estimación de los kg de leche producidos en las distintas etapas de la lactancia. Se corroboró que dicha estimación se puede realizar a través del método de ordeño mecánico con previa inyección de oxitocina, con el cual se recreó las curvas de lactancia tanto en vacas primíparas como múltiparas.

7. RESUMEN

El presente trabajo tiene 3 objetivos: 1) recrear la curva de producción de leche en ganado Aberdeen Angus en crecimiento pastoreando campo natural en Uruguay, caracterizar dicha producción y los factores que mejor explican su comportamiento; 2) cuantificar el efecto que tiene la leche sobre el peso de los terneros al destete y 3) analizar si la región de origen de los animales influye en la producción de leche cuando éstos son manejados en idénticas condiciones ambientales. El monitoreo se realizó en la unidad experimental “Palo a Pique” en INIA Treinta y Tres, comenzando con un grupo de 23 hembras de un año de edad aproximadamente, provenientes de siete diferentes cabañas del país. Se monitoreó a lo largo de dos lactancias, donde se midieron los kg de leche producidos, la evolución de peso de las vacas, su condición corporal y el peso de los terneros desde el nacimiento hasta el destete. También se registró la evolución de la oferta forrajera y de tres variables climáticas (temperatura, humedad relativa y precipitaciones). Los ordeñes se realizaron por el método de ordeño mecánico con inyección previa de oxitocina. El primer año de muestreo (vacas primíparas) la producción de leche total promedio fue de 1040 ± 160 kg y de $5,7 \pm 0,9$ kg/d, con el pico entre los 70 y 90 días posparto. Y el segundo año (vacas de segunda cría) la producción de leche promedio total fue 1037 ± 131 kg de leche y $5,7 \pm 0,7$ kg/d, con el pico entre 40 y 60 días posparto. El primer año el mayor ajuste de la curva fue un modelo polinómico de segundo grado y en el segundo año de tercer grado. En ambos muestreos se encontró una correlación alta y positiva entre la producción de leche y el peso de los terneros al destete (r de 0,53 y 0,60; primer y segundo año respectivamente).

Palabras clave: Aberdeen Angus; Producción de leche; Campo natural.

8. SUMMARY

This work has three objectives: 1) to recreate the milk production curve of growing Aberdeen Angus cattle grazing in Uruguay's native pastures, to characterize milk production and the factors that better explain its shape in the best way; 2) to quantify milk's effect on the weight of the calves at the moment of weaning and 3) to analyze if the animal's original region explains milk production differences even when they are handled in the same environmental conditions. The monitoring was done in the experimental unit "Palo a Pique" in INIA Treinta y Tres, starting with a group of 23 females of approximately one year of age, coming from seven different breeders around the country. The monitoring was carried out over two lactation periods, where the milk yield was assessed along with the evolution of the cows' weight, their overall body condition score and the weight of calves from birth to weaning. Evolution of the forage offer and three climate related variables (temperature, relative humidity and rainfall) were registered. Milk production was assessed using mechanical milking method with a previous injection of oxytocin. On the first year of sampling, (primiparous cows) the average of total milk production was 1040 ± 160 kg and 5.7 ± 0.9 kg a day, with a peak between 70 and 90 days postpartum. The second year's milk production (cows of second breeding) was estimated in 1037 ± 131 kg of milk and 5.7 ± 0.7 kg a day, with the peak between 40 and 60 days postpartum. The first year, the curve's greatest adjustment was to a second degree polynomial model, and in the second year, to a third degree one. In both samplings, high and positive correlation was found between milk production and weight of weaning calves (r of 0.53 and 0.60, first and second year respectively).

Keywords: Aberdeen Angus; Milk production; Native pastures.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, F. 2013. Destete en terneros de carne. Distintas técnicas e impacto en el sistema de producción. (en línea). Córdoba, UNRC. FAV. 20 p. Consultado abr. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/destete/118-Destete_tecnicas_impacto.pdf
2. Álvarez, J. 2002. El secado de la vaca. Revista ACPA. 21 (1): 21-23.
3. Arias, R. A.; Mader, T. L.; Escobar, P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Archivos de Medicina Veterinaria. 40(1): 7-22.
4. Armendano, J. 2016. ¿Cuándo se generan condiciones de estrés por calor en bovinos para carne? (en línea). Buenos Aires, Universidad Nacional de Buenos Aires. 5 p. Consultado dic. 2017. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/cuando-generan-condiciones-estres-t32928.htm>
5. Bavera, G. A. 2005. Lactancia y destete definitivo. (en línea). In: Curso de Producción Bovina de Carne (2005, Río Cuarto). Textos. Córdoba, UNRC. FAV. p. irr. Consultado mar. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_amamantamiento/34-lactancia_y_destete_definitivo.pdf
6. _____. 2008. Momento del destete. (en línea). In: Cursos de Producción Bovina de Carne (2008, Río Cuarto). Textos. Córdoba, FAV UNRC. 7 p. irr. Consultado mar. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/destete/39-momento_del_destete.pdf
7. Bermúdez, R.; Ayala, W. 2005. Producción de forraje de un campo natural de la zona de lomadas del este. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo

Natural (2005, Treinta y Tres). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 33-40 (Serie Técnica no. 151).

8. Beretta, V.; Simeone, A. 1998. Manejo de la alimentación para el entore de vaquillonas a los 15 y 27 meses de edad. Cangüé. no. 12: 23-26
9. Bidart, J.; Verde, L.; Barbiero, S. 1971. Relaciones entre el consumo de leche y el crecimiento de terneros Aberdeen Angus hasta el destete. Asociación Argentina de Producción Animal. 2: 27-31.
10. Boggs, D. L.; Smith, E. F.; Schalles, R. R.; Brent, B. E.; Corah, L. R.; Pruitt, R. J. 1980. Effects of milk and forage intake on calf performance. Journal of Animal Science. 51(3): 550-553.
11. Botero, L.; Vertel, M. 2006. Modelo matemático aplicado a la curva de lactancia en ganado vacuno doble propósito. Revista MVZ Córdoba. 11(1): 759-765.
12. Capellari, A.; Velázquez, R. 2015. Sistema de cría bovina. Corrientes, Argentina, Universidad Nacional de Nordeste, Facultad de Ciencias Veterinarias. Cátedra de Producción Bovina. 81 p.
13. Casal, A.; Graña, A.; Gutiérrez, V.; Carriquiry, M.; Espasandín, A. 2009. Curvas de lactancia y composición de leche en vacas primíparas Hereford, Angus y sus respectivas cruas. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (37as., 2009, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, CMVP. pp. 179-180.
14. Castro, A. 2002. Factores del medio ambiente que inciden sobre la producción lechera. Ganadería de leche, enfoque empresarial. Producción bovina. Ciudad Costa Rica, editorial EUNED. t. 1, 289 p.
15. Echevarría, A.; Miazzo, R. 2002. El ambiente en la producción animal. (en línea). In: Cursos de Producción Animal (2002, Río Cuarto). Textos. Córdoba, FAV UNRC. Consultado mar. 2017. Disponible en <http://www.produccion->

animal.com.ar/clima_y_ambientacion/01-el_ambiente_en_la_produccion_animal.pdf

16. Espasandín, A. 2004. Una descripción de la reproducción en las cabañas criadoras de la raza Angus en Uruguay y Brasil. (en línea). Cangüé. no 25: 39-42. Consultado abr. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/raza_angus/03-cabanangus_uruguay_y_brasil.pdf
17. Gairnie, A. 1978. Producción láctea de vacas Aberdeen Angus en pastura natural y en pasto llorón. Buenos Aires, INTA. 33 p.
18. Gayo, J. 1998. El ambiente y la producción animal. Revista del Plan Agropecuario. no. 78: 17-20.
19. Gifford, W. 1953. Records of performance tests for beef cattle in breeding herds. Milk production, milk production of dams and growth of calves. Arkansas Agricultural Experiment Bulletin. no. 531: 18-30.
20. Gillooly, J. E.; Wilson, L. L.; Thompson, C. E.; Rugh, M. C.; Long, T.; Purdy, H. R. 1967. Effects of energy level and cow size on milk yield and calf gain. Journal of Animal Science. 26 (6): 789-795.
21. Gioia, M.; Licha, F. 2008. Producción de leche en vacas primíparas de las razas Aberdeen Angus, Hereford y sus respectivas cruas F1 sometidas a destete temporario y flushing. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 101 p.
22. Giraud, M. 2003. Estrés térmico. Marca Liquida Agropecuaria. 6: 29-32.
23. Goldberg, V.; Ravagnolo, O. 2015. Description of the growth curve for Angus pasture-fed cows under extensive systems. Journal of Animal Science. 93(9): 4285-4290.

24. Green, R. D.; Cundiff, L. V.; Dickerson, G. E.; Jenkins, T. G. 1991. Output/input differences among nonpregnant, lactating *Bos indicus*-*Bos taurus* and *Bos taurus*-*Bos taurus* F1 cross cows. *Journal of Animal Science*. 69(8): 3156-3166.
25. Iewdiukow, M.; Lema, O.; Velazco, J.; Quintans, G. 2016. Curvas de lactancia en vacas de cría en pastoreo: diez años de información. *In*: Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal (39as., 2016, Buenos Aires). Trabajos presentados. AAPA. p. 1131
26. _____.; _____.; _____.; _____. 2017a. Milk production in grazing beef cattle in Uruguay: influence of cow party. *In*: Reunión Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (54as., 2017, Foz do Iguacu). Trabajos presentados. Brasil. p. 1130
27. _____.; _____.; _____.; _____. 2017b. Milk production in grazing beef cattle in Uruguay: influence of two contrasting body condition score at calving. *In*: Reunión Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (54as., 2017, Foz de Iguacu). Brasil. p. 1131
28. Jeffery, H. B.; Berg, R. T.; Hardin, R. T. 1971. Factors influencing milk yield of beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 51(3): 551-560.
29. 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.
30. MGA. CIAAB (Ministerio de Ganadería y Agricultura. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger"). 1970. Manejo de ganado de carne (en línea). Montevideo, Uruguay. 35 p. (Boletín de Divulgación no. 2). Consultado 5 set. 2017. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5964/1/CIAAB-BD-2-1970.pdf>

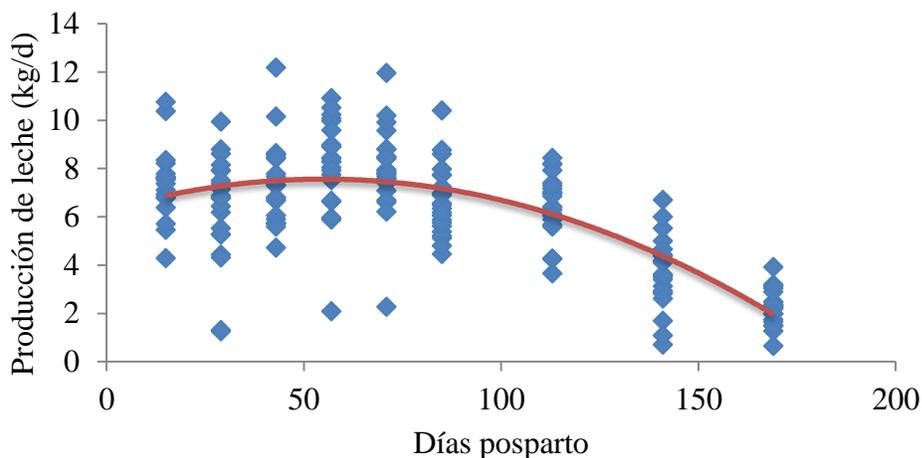
31. Morillo, D. 1994. Efectos de la época seca sobre la producción forrajera y bovina. Revista de la Facultad de Agronomía. 11(2): 152-163.
32. Nazar, J. B. 1980. Adaptación del ganado vacuno a zonas cálidas. In: Curso de producción bovino de carne. Revista de los CREA. 14(82): 50-60.
33. Neville, W. E.; Baird, D. M.; Sell, O. E. 1960. Influence of sire, dam's milk production, three levels of nutrition and other factors on 120-and 240-day weight of Hereford calves. Journal of Animal Science. 19(4): 1223-1224.
34. _____.; Warren, E. P.; Griffey, W. A. 1974. Estimates of age effects on milk production in Hereford cows. Journal of Animal Science. 38(1): 1-5.
35. Pereyra, F.; Urioste, J. I.; Gimeno, D.; Peñagaricano, F.; Bentancur, D.; Espasandín, A. 2015. Parámetros genéticos en la etapa de cría para el cruzamiento entre Hereford y Angus en campo natural. Agrociencia (Uruguay). 19(1): 140-149.
36. Pimentel, M. A.; Moraes, J. C.; Jaume, C. M.; Lemes, J. S.; Brauner, C. C. 2006. Características da lactação de vacas Hereford criadas em um sistema de produção extensivo na região da campanha do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia. 1 (35): 159-168.
37. Quintans, G.; Banchemo, G. E.; Carriquiry, M.; López-Mazz, C.; Baldi, F. 2008. Efecto de la condición corporal y la restricción del amamantamiento con y sin presencia del ternero sobre la producción de leche, anestro posparto y crecimiento de los terneros. In: Seminario de actualización técnica: cría vacuna (2008, Treinta y Tres). Trabajo presentado. Montevideo, INIA. pp. 172-181 (Serie técnica no. 174).
38. Quintero, J. C.; Serna, J. I.; Lugo, N. A.; Solano, R. N.; Muñoz, M. F. 2007. Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. 2 (20): 149-156.

39. Ravagnolo O, Lema M, Urioste J, Pravia MI, Aguilar I, Calistro A. 2013. Evaluación genética de reproductores Aberdeen Angus 2013. Montevideo. 88 p.
40. Rovira, J. 1973. Reproducción y manejo de los rodeos de cría. Montevideo, Hemisferio Sur. 293 p.
41. _____.1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 287 p.
42. Rovira, P. 2002. Efecto de la sombra artificial en el engorde de novillos durante los meses de verano. In: Jornada Anual de Producción Animal (2002, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 79-95 (Actividades de Difusión no. 294).
43. _____. 2012. Riesgo de estrés calórico en la Región Este del Uruguay. In: Jornada anual unidad experimental Palo a Pique (2012, Treinta y Tres). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 17-21 (Actividades de Difusión no. 695).
44. Short, R. E.; Bellows, R. A.; Stagniller, R. B.; Berardinelli, J. G.; Custer, E. E. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *Journal of Animal Science*. 68(3): 799-816.
45. Thorn, E. C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise*. 12: 57-59.
46. 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.
47. Trujillo, A.; Uriarte, G. 2011. Valor nutritivo de las pasturas. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 19 p. Consultado abr. 2017. Disponible en http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/ALIMENTOS%20RUMIANTES/TrujilloUriarte.VALOR_NUTRITIVO_PASTURAS.pdf

48. Vélez, E. 2013. Factores de origen ambiental que afectan la producción de leche en vacunos bajo pastoreo semi-intensivo. (en línea). Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 11 p. Consultado mar. 2017. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/produccion_bovina_leche/225-Articulo_velez.pdf
49. Vizcarra, J.A.; Ibañez, W.; Oscarberro, R. 1986. Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal en vacas Hereford. Investigaciones Agronómicas no. 7: 45-47.
50. Vulich, S. A.; Miquel, M. C.; Melucci, L. M.; Igartua, D. V.; Ortiz, A. A.; Cacivio, R.; Rojo Arauz, L. G. 1986. Curvas de consumo de leche hasta el destete para terneros Aberdeen Angus y cruza. Revista Argentina de Producción Animal. 6 (3-4):209-213
51. Walker, D. E. 1963. Milk production of beef heifers. *In*: Ruakura Farmers' Conference Week (1963, New Zealand). Proceedings. New Zealand. pp. 53-62.
52. Wilson, G. R.; Lindsey, T. L. 1970. Relationship of visual scores, linear measurements, and cow weights to production. (en línea). Ohio, Ohio Agricultural Research and Development Center. 102 p. Consultado jul. 2017. Disponible en https://kb.osu.edu/dspace/bitstream/handle/1811/59334/1/OARDC_research_summary_n43.pdf

10. ANEXOS

Anexo 1. Curva de producción de leche en vacas multíparas sin efecto del ambiente (sin el último ordeño).



El mayor ajuste fue a un modelo polinómico de segundo grado de función $y = -0,0004x^2 + 0,0474x + 6,26$, con un r^2 de 0,54.

Anexo 2. Correlación entre la producción de leche (PL) y la ganancia de peso diaria de los terneros (GDT) en vacas multíparas en la primera y segunda mitad de la lactancia y en la total, sin efecto del ambiente.

	0 a 91 d	92 a 182 d	Total
PL (kg/d)	7,01±1,06	5,30±1,02	6,31±0,82
GDT (kg/d)	1,08±0,21	0,85±0,11	0,89±0,08
Correlación (r)	0,55	0,50	0,67

