

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO Y POSTERIOR EFICIENCIA
REPRODUCTIVA EN RODEOS EXPERIMENTALES HEREFORD

por

María Pía GÓMEZ BONINO
Camila VIGNOTTI PASTORINO

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Ana Carolina Espasandín, PhD.

Ing. Agr. Gabriel Ciappesoni, PhD.

Ing. Agr. Andrea Larracharte

Fecha:

26 de abril de 2019

Autoras:

María Pía Gómez Bonino

Camila Vignotti Pastorino

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, en especial a nuestros padres Julio y Verónica, Fernando y Laura por ser el pilar fundamental en todo nuestro camino.

A nuestros hermanos y amigos, por siempre apoyarnos, en las buenas y malas, motivando a seguir.

A nuestra excelente directora de tesis, Ing. Agr. Ana Espasandín, por la dedicación y confianza desde el primer momento.

A Ing. Agr. Gabriel Ciappesoni, cotutor de tesis, por el esfuerzo de ayudarnos con la recopilación de datos y análisis de los mismos.

A los jefes de operación de las estaciones experimentales por los datos brindados.

A la Facultad de Agronomía, por la reconocible calidad de estudio brindada, dándonos la oportunidad de formarnos como profesionales.

Camila y María Pía

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVO GENERAL	1
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. GENERALIDADES.....	3
2.2. CONDICIÓN CORPORAL.....	5
2.2.1. <u>CC al parto</u>	6
2.2.2. <u>CC al entore</u>	7
2.2.3. <u>CC al destete</u>	7
2.2.4. <u>Variabilidad genética</u>	8
2.2.5. <u>Correlaciones genéticas</u>	11
2.3. HIPÓTESIS.....	14
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	15
3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	15
3.1.1. <u>Base de datos</u>	15
3.2. EVALUACIONES REALIZADAS	16
3.2.1. <u>Estudio de análisis de varianza de la CC al parto</u>	16
3.2.2. <u>Estudio de la relación entre IIP y la CC al parto</u>	18
4. <u>RESULTADOS</u>	19
4.1. CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO EN DIFERENTES ESTACIONES EXPERIMENTALES.....	21
4.1.1. <u>EEFAS</u>	21
4.1.2. <u>Glencoe</u>	22
4.1.3. <u>EEMAC</u>	27
4.1.4. <u>EEBR</u>	27

4.2. RELACIÓN ENTRE LA CC AL PARTO Y EL IIP	28
5. <u>DISCUSIÓN</u>	31
6. <u>CONCLUSIONES</u>	41
7. <u>RESUMEN</u>	42
8. <u>SUMMARY</u>	44
9. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	46
10. <u>ANEXOS</u>	52

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Escala para definir la CC.....	4
2. Relación entre la CC al parto y el % de preñez del rodeo.....	7
3. Efecto de la CC al inicio del entore y el % de preñez.....	7
4. Técnicas de amamantamiento recomendadas según la CC de la vaca al parto y el resultado del diagnóstico de gestación a mitad de entore.....	8
5. Media, rangos, desvíos estándar y efecto ambiental permanente de CC.....	9
6. Información sobre CC en razas lecheras, en diferentes países.....	10
7. Regresión estimada de producción de leche y rasgos de fertilidad en medidas de CC.....	12
8. Correlaciones genéticas de rodeo de vacas Holstein-Frisona Italiana.....	13
9. Correlaciones genéticas entre CC en diferentes momentos y el número y kilogramos de terneros destetados.....	14
10. Número de animales muestreados (y utilizados en el análisis) en cada EE.....	16

11.	VARIABLES INCLUIDAS EN LOS DIFERENTES MODELOS DE ANÁLISIS.....	17
12.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA GENERAL PARA LA CC.....	19
13.	MEDIAS DE MÍNIMO CUADRADO DE CC AL PARTO SEGÚN EE.....	19
14.	MEDIAS DE MÍNIMO CUADRADO DE CC AL PARTO EN DIFERENTES CATEGORÍAS.....	20
15.	MEDIAS DE MÍNIMO CUADRADO Y ERRORES ESTÁNDAR DE LA CC AL PARTO SEGÚN EL MES DE PARTO.....	20
16.	RESULTADO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EEFA.....	21
17.	MEDIAS DE MÍNIMO CUADRADO Y ERRORES ESTÁNDAR DE LA CC AL PARTO PARA LAS DIFERENTES CATEGORÍAS DE LA EEFA.....	21
18.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE INIA, GLENCOE.....	22
19.	MEDIAS DE MÍNIMO CUADRADO Y ERRORES ESTÁNDAR DE LA CC AL PARTO SEGÚN LA CATEGORÍA DE LA VACA EN GLENCOE.....	22
20.	MEDIAS DE MÍNIMO CUADRADO Y ERRORES ESTÁNDAR DE LA CC AL PARTO SEGÚN EL MES DE PARTO DE GLENCOE.....	23
21.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE VARIANZA, INCLUYENDO PADRE DE LA VACA.....	23

22.	Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según la categoría de la vaca en Glencoe, al incluir padre de la vaca.....	24
23.	Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el mes de parto de Glencoe, al incluir el mes de parto.....	24
24.	Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el padre de la vaca en Glencoe	25
25.	Resultados del análisis de varianza para EEMAC....	26
26.	Resultados del análisis de varianza para EEBR.....	27
27.	Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el sexo del ternero en EEBR...	27
28.	Correlación entre la CC al parto y el IIP, crudos y residuales.....	28
29.	Resultados del análisis de varianza para el IIP.....	28
30.	Significancia estadística para los efectos incluidos en los diferentes modelos.....	30
31.	Distribución estacional (%) de la producción total anual de los principales tipos de suelos de Glencoe.	34

Figura No.

1.	Escala del 1 al 8 de condición corporal utilizada en Uruguay.....	3
2.	Evolución de la CC de vacas multíparas para lograr un ternero por año.....	6

3. Localización geográfica de las unidades experimentales.....	15
4. Producción anual de forraje en los tres tipos de suelos.....	33
5. Edad en meses según categoría y EE.....	35
8. Porcentaje de preñez (%) para los años 2010-2016, con sus respectivas líneas de tendencia, para las tres EE.....	36

1. INTRODUCCIÓN

En la historia del Uruguay, la ganadería ha sido una de las principales riquezas del país, debido a las condiciones agroecológicas favorables del ambiente de producción, las mismas permiten que se realice a cielo abierto.

En la actualidad la producción agropecuaria genera 5.632 millones de dólares corrientes anuales, en la cual el 48% corresponde al subsector pecuario. Dentro de éste, el 67% recae sobre ganadería bovina, abarcando una superficie de 6.467 mil hectáreas (40% de la superficie total agropecuaria, MGAP. DIEA, 2017).

Si bien se presentan óptimas condiciones para la producción ganadera, las mismas no se ven reflejadas en indicadores de eficiencia reproductiva como el porcentaje de destete, siendo el promedio histórico nacional de 64%. La investigación afirma que esto es debido a la avanzada edad al primer parto y un largo período de anestro post parto, con baja probabilidad de preñez, provocado por el pobre estado nutricional de las vacas al parto e inicio de entore (Soca y Simeone, 1998).

La condición corporal es una herramienta para medir el estado nutricional de las vacas. Es un método que permite estimar la cantidad de reservas acumuladas como músculo y grasa mediante una escala. A nivel mundial existen distintas escalas, en Uruguay se utiliza en vacas Hereford una escala de 8 puntos, siendo 1 muy flaca y el 8 extremadamente gorda (Vizcarra et al., 1986).

Estudios realizados en la década del 90', han concluido que existe una importante correlación fenotípica entre la condición corporal de las vacas al parto y el comportamiento reproductivo en la posterior estación de cría. Por lo que se procedió a estimar y analizar los datos de la condición corporal al parto de vacas Hereford de las Estaciones Experimentales de la Facultad de Agronomía y del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, con el objetivo de estudiar las relaciones fenotípicas existentes entre la condición corporal al parto y la eficiencia reproductiva posterior.

1.1.OBJETIVO GENERAL

Determinar relaciones fenotípicas entre la condición corporal al parto y la eficiencia reproductiva, en el período de servicio posterior.

1.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir estadísticamente la condición corporal al parto de las diferentes estaciones experimentales.

- Analizar el efecto de la Estación Experimental, la categoría y edad en días de la vaca, el mes de parto y el sexo del ternero sobre la condición corporal al parto.
- Determinar si existe efecto del padre de la vaca sobre la condición corporal al parto de sus hijas.
- Estimar la correlación entre el desempeño reproductivo posterior medido como intervalo inter parto y la condición corporal al parto.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

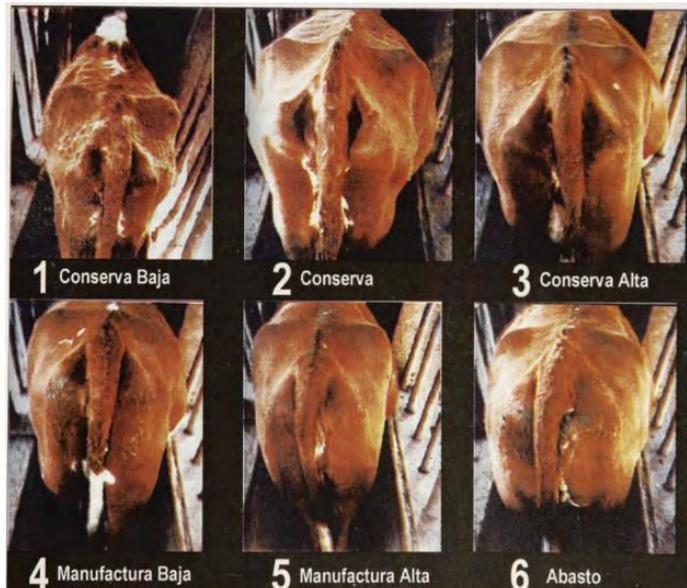
2.1.GENERALIDADES

La condición corporal (CC) de las vacas es una herramienta para medir el estado nutricional de las mismas, es muy subjetiva y depende de la experiencia del observador. La CC permite estimar la cantidad de reservas acumuladas como músculo y grasa mediante una escala y en base a ésta, efectuar decisiones del manejo nutricional, en las etapas clave del manejo reproductivo de las vacas de cría (Orcasberro, 1991).

A nivel mundial las primeras líneas de trabajo sobre CC para ganado de carne, se realizaron con una escala del 0 al 5 a través de la palpación de las vértebras lumbares (Lowman et al., 1976), luego la investigación se extendió a otros países, en el que se utilizaba la palpación de determinadas zonas y la apreciación visual.

Las escalas varían según razas y países, por ejemplo en Estados Unidos e Irlanda se utiliza una escala del 1 al 5 (Wildman et al. 1982, Edmonson et al. 1989). En Uruguay como en Australia, dicha herramienta comenzó siendo utilizada en el ganado lechero, con una la escala del 1 al 8 (Earle, 1976). En la actualidad, en Uruguay en vacas Hereford, se utiliza una escala de 8 puntos, siendo 1 muy flaca y el 8 extremadamente gorda (Vizcarra et al., 1986).

En la figura No. 1 se presenta la escala utilizada para vacas Hereford.



Los grados 7 y 8 no aparecen en la fotografía

Figura No. 1. Escala del 1 al 8 de condición corporal utilizada en Uruguay.

Fuente: tomado de Scaglia (1997).

En el cuadro No. 1 se presenta la escala para definir cada punto de la CC.

Cuadro No. 1. Escala para definir la CC

Puntaje	Características	Definición general
1	Espinazo y costillas muy marcadas. Huesos de la cadera prominentes. Inserción de la cola bien hundida.	Extremadamente flaca
2	Los huesos de las caderas aparecen levemente redondeados. Espinazo menos marcado que en el anterior	Muy flaca
3	Aparece leve tejido graso en las costillas, región de la cola y huesos de la cadera. Espinazo menos marcado	Flaca
4	Deposición de grasa subcutánea. Ya no se notan las costillas largas. Grasa limitada alrededor de la cola.	Moderadamente liviana
5	Huesos de la cadera redondeados. Inserción de la cola llena.	Moderada
6	Lomo bien plano. Huesos de la cadera se destacan ligeramente. Cubierta el área de inserción de la cola.	Óptima
7	Lomo y anca bien redondeados. Área de inserción de la cola completamente cubierta	Gorda
8	Acumulación extrema de grasa subcutánea. Abundante grasa en torno a la inserción de la cola.	Muy gorda

Fuente: adaptado de Rovira (1996)

La existencia y utilización de distintas escalas, generaba un problema en la unificación de criterios a nivel internacional, por lo que se creó una tabla de equivalencias, pero aún no existe un solo sistema de clasificación (Roche, 2004). Un estudio realizado por Roche en 2004, corroboró que existen fuertes relaciones lineales y positivas entre la escala de Nueva Zelanda de 10 puntos y la de los otros países; por ejemplo con la de Irlanda de 5 puntos, la cual tiene una $r^2 = 0.72$, la australiana (8 puntos) $r^2 = 0.61$, siendo la de Estados Unidos la que presenta menor valor $r^2 = 0.54$. Además afirma que la correlación es mejor cuando se realiza además de la apreciación visual, la palpación. Esta afirmación se contradice con la dicha por Edmonson et al. (1989), quienes sostenían que la apreciación visual mediante gráficos era un método efectivo.

2.2.CONDICIÓN CORPORAL

En un esquema de cría de 12 meses, existen diversas razones para que las vacas fallen, entre ellas se encuentran las enfermedades, las condiciones climáticas y la baja fertilidad de los toros, pero la mayoría de las fallas reproductivas son atribuibles a la inadecuada nutrición de las vacas, reflejada en una baja CC. Por este motivo es importante detallar un sistema de evaluación de reservas corporales para relacionarlo al manejo reproductivo y nutricional (Scaglia, 1997).

El estado nutricional tiene efectos sobre la dinámica folicular, la actividad ovárica, las funciones endocrinas y la tasa de preñez en vacas de carne. Trabajos realizados en Bogotá, han estudiado que vacas con CC moderada, presentan intervalos parto al primer estro y ovulación, intervalos desde el parto a la actividad luteal normal y a la concepción, más cortos que vacas flacas (Correa y Uribe, 2010). Rae et al. (1993), también demostraron que el intervalo parto-concepción se reduce cuando las vacas paren en buen estado y pierden peso anterior a la estación de volver a tener cría.

También afirma Rovira (1996), que vacas con mejor CC, presentan un período de anestro post parto menor. Esto aumenta la eficiencia reproductiva, dado a que cuanto antes se reinicie la actividad sexual, mayores serán las probabilidades de preñez, aumentando las probabilidades de parir más temprano. Este autor, destaca además la importancia de la utilización de la CC como herramienta de estimación del estado nutricional, y no solo el peso vivo, dado a que en el mismo influye el tamaño del animal.

Además Rae et al. (1993), han demostrado que vacas que mantienen óptima CC después de que paren, independientemente de los requerimientos nutricionales tienen mejor desempeño reproductivo en relación a las que pierden condición corporal.

Cabe destacar que la CC no es estática a lo largo de todo el año, varía según el estado fisiológico de las vacas, la época del año que hace variar la dieta, el manejo de las pasturas y la disponibilidad de alimento, entre otras; por lo que es necesario un frecuente monitoreo a fin de poder ajustar los parámetros. Si las vacas multíparas logran empezar el invierno con un mínimo de 5 y vacas primíparas con 6 de CC, se aceptan pérdidas invernales de hasta un punto, sin estar afectando el desempeño reproductivo (Saravia et al., 2011).

En la figura No. 2 se presenta la evolución de la CC de vacas multíparas para lograr un ternero por año.

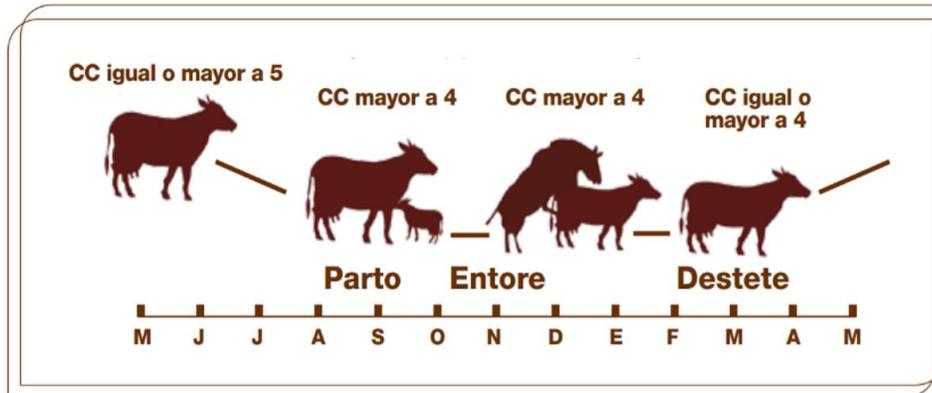


Figura No. 2. Evolución de la CC de vacas multíparas para lograr un ternero por año

Fuente: tomado de Saravia et al. (2011)

Según Rovira (1996) desde el punto de vista del manejo del rodeo, hay 3 momentos claves en el año en los que se debe clasificar los vientres según la CC, para alimentarlos de acuerdo a cada situación; en el otoño antes de la entrada del invierno, dos meses antes de la parición, e inmediatamente después del parto lo más antes posible del comienzo del entore.

2.2.1. CC al parto

Según Scaglia (1997), el porcentaje de vacas en celo a los 80 días post parto y la tasa de preñez es menor en vacas con CC igual o menor a 4, que en vacas con CC mayor a 4, por lo tanto es indeseable tener vacas con CC menores a 4. A mayor CC al parto, mayor es el porcentaje de preñez, pero a mayor costo. Es importante destacar que vacas muy gordas, pueden presentar problemas de distocia y necesitar de períodos más largos de recuperación.

Es esperable que vacas con CC 5 al parto, presenten el primer celo post parto a los 40 días, por el contrario, a medida que las CC son menores, los días hasta la aparición del primer celo post parto son mayores, dicho de otra forma, el anestro post parto se alarga cuanto menor es la CC al parto. Asimismo, como existe relación entre la CC al parto y la duración del anestro post parto, también hay entre la CC y el Índice de preñez (Rovira, 1996).

En el cuadro No. 2 se presenta la relación entre la CC al parto y el porcentaje de preñez del rodeo.

Cuadro No. 2. Relación entre la CC al parto y el % de preñez del rodeo

Puntaje CC	% preñez
3	40 – 50
4	60 – 70
5	80 – 90

Fuente: adaptado de Rovira (1996)

2.2.2. CC al entore

Es importante que las vacas tengan una buena CC al parto, y la misma se mantenga durante el período de entore. Vacas con CC menores a 4 en el entore, tienen tasas de preñez extremadamente bajas. Es necesaria una buena nutrición al momento de entore para obtener índices reproductivos aceptables (Scaglia, 1997).

En el cuadro No. 3 se presenta el efecto de la CC al inicio de entore y el porcentaje de preñez.

Cuadro No. 3. Efecto de la CC al inicio de entore y el % de preñez

CC	% Preñez	
	U.E. La Magnolia	U.E. Palo a pique
2	11	10
3	32	35
4	70	74
5	94	93
6	96	98

Fuente: adaptado de Scaglia (1997)

En cambio, Iriarte (2007), si bien afirma que existe una positiva y alta correlación ($r^2 = 0.8$) entre la CC al inicio del entore y el porcentaje de preñez, los valores más altos de preñez, se obtuvieron con animales con 4.5 puntos de CC al momento del entore.

2.2.3. CC al destete

Según Soca y Simeone (1998), la CC recomendada al momento del destete en otoño es 4.5 en vaquillonas de primer entore y en vacas de segundo entore, y 4 para vacas adultas. El manejo recomendado es, realizar un diagnóstico de gestación, destete definitivo en marzo y clasificar los vientres

según su CC, y realizar un manejo diferencial según la CC, a fin de lograr el objetivo de que vaquillonas y vacas de segundo entore entren al invierno con 6 puntos de CC.

Por otro lado Saravia et al. (2011) proponen un manejo diferente que consta en, realizar un diagnóstico de actividad ovárica a mitad del entore, para saber si la vaca está ciclando o en anestro, y tomar decisiones a tiempo a fin de aumentar las probabilidades de preñez. De acuerdo a la CC a mediados del entore, se pueden aplicar medidas de control de amamantamiento.

En el cuadro No. 4 se presentan las técnicas de amamantamiento recomendadas según la CC de la vaca al parto y el resultado del diagnóstico de gestación a mitad del entore.

Cuadro No. 4. Técnicas de amamantamiento recomendadas según la CC de la vaca al parto y resultado del diagnóstico de gestación a mitad de entore

CC de vaca al parto	Resultado del diagnóstico de gestación a mitad del entore	Técnica a aplicar
< 3.5	Anestro profundo	Destete precoz
Entre 3.5 y 4	Anestro superficial	Destete temporario
> 4	Ciclando o preñadas	Ninguna

Fuente: adaptado de Saravia et al. (2011)

2.2.4. Variabilidad genética de la CC

Diversas investigaciones, afirman que existe variabilidad genética en la CC, por lo que se podría considerar como un criterio de selección en el ganado vacuno. El problema está en que muchos de estos estudios fueron realizados en ganado de razas lecheras, y no para carne como el presente trabajo.

A continuación se citará algunas de estas investigaciones, con el fin de conocer la gran variabilidad existente.

Pryce et al. (2001) estudiaron la relación entre la CC y el desempeño reproductivo, en vacas lecheras de raza Holstein. Obtuvieron que la CC promedio en la primer semana post parto fue de 2.63 (medido en una escala del 1 al 5) y luego de 10 semanas cayó a 2.39, lo que equivaldría a 4.25 y 3.75 puntos en la escala del 1 al 8 respectivamente (Rovira, 1996). Las heredabilidades (h^2) de CC variaron entre 0.28 para la primer semana post parto, a 0.35 para la CC promedio de la semana 1 a la 10.

En el cuadro No. 5 se describen las medias, rangos, desvío estándar y efecto animal permanente de CC.

Cuadro No. 5. Media, rangos, desvío estándar y efecto ambiental permanente de CC

Rasgo	Media	Mín.	Máy.	S.D.	h ²	c ²
CC1 (1 al 5)	2.63	1.25	4.50	0.38	0.28	0.20
CC10 (1 a 5)	2.39	0.75	4.25	0.44	0.27	0.28
CC X	2.53	1.3	3.4	0.37	0.35	0.27

CC1= CC primer semana post parto. CC10= CC a las 10 semanas post parto. CC X= CC promedio desde la semana 1 a la 10. c²= efecto ambiental. SD= desvío estándar. h²= heredabilidad

Fuente: adaptado de Pryce et al. (2001)

Loker et al. (2011), estudiaron ganado Holstein Canadiense, y encontraron que el puntaje de CC es un rasgo hereditario moderado, y que cambia dependiendo de la etapa de lactancia en que se encuentre, siendo 0.22, 0.26 y 0.30, las h² de lactancia temprana, media y tardía respectivamente.

Según Battagin et al. (2013), la h² promedio de un rodeo de vacas Holstein-Frisona Italiana de primera lactancia es de 0.114.

En el cuadro No. 6 se presenta información sobre la heredabilidad de la CC de los centros nacionales de evaluación.

Cuadro No. 6. Información sobre CC en razas lecheras, en diferentes países

País	Definición del rasgo	No. toros	h ²
BEL	Cobertura de grasa sobre la cabeza y grupa de la cola	195	0.370
CHE	Puntaje lineal (Edmonson et al., 1989)	135	0.171
CZE	Cobertura de grasa sobre la cabeza y grupa de la cola	195	0.275
DEU	Cobertura de grasa sobre la cabeza y grupa de la cola	278	0.247
DFS	Cobertura de grasa sobre la cabeza y grupa de la cola	175	0.230
FRA	Evaluación visual subjetiva	225	0.280
FRR		17	0.360
GBR	Gordura relativa de la CC de la vaca	377	0.268
ITA	Región pélvica y lumbar	S/D	0.230
NLD	Cobertura de grasa sobre la cabeza y grupa de la cola	413	0.350
USA	Forma lechera o angularidad (1-50) Donde 1 es baja forma láctea o muy grasa y 50 es alta forma láctea o muy delgada	380	0.310

BEL= Bélgica; CHE= Suiza (Holstein blanco y negro); CZE= República Checa; DEU= Alemania; DFS= Dinamarca, Finlandia, Suecia; FRA= Francia (Holstein blanco y negro); FRR= Francia (Red Holstein); GBR= Reino Unido e Irlanda; ITA= Italia; NLD= Nueva Zelanda; USA= Estados Unidos.

Fuente: adaptado de Battagin et al. (2012)

Si bien la mayoría de las investigaciones de CC, son realizadas en ganado lechero, también se encontró en ganado de carne, que se enfocan más al presente trabajo.

Santana et al. (2013) estudiaron la h² de la precocidad, siendo la misma, una medida de la capacidad del animal para almacenar reservas de grasa, y se utiliza para identificar animales que depositarán la grasa de acabado antes. Los resultados de h² obtenidos para ganado de carne Nelore, es de 0.26. Éstos datos coinciden con los de Cardoso et al. (2004) que indicaron que la h² de la precocidad para el ganado Angus, es 0.25. Posterior a estos estudios, Silveira et al. (2015) obtuvieron h² de 0.237 en Brasil, para CC en raza Nelore.

La información nacional constata que la h^2 en la CC en vacas Angus determinada al momento del destete, es de 0.33 ± 0.08 , con una repetitividad de 0.66 ± 0.02 (Artagaveytia et al., 2017). Por otro lado, Cersósimo y Martínez-Vigil (2016) observaron la h^2 para la CC al parto, de 0.18 ± 0.05 con una repetitividad de 0.22 para vacas Hereford y 0.19 ± 0.04 con una repetitividad de 0.23 para vacas de raza Angus.

Las diferencias encontradas en los estudios citados, con respecto a los coeficientes de h^2 de los puntajes por apreciación visual, se deben al momento de evaluación, a la variación entre evaluadores y a las diferencias genéticas entre poblaciones (Cardoso et al., 2004), además de las diferencias entre las escalas utilizadas para calificar la CC, la definición de los modelos estadísticos, las razas involucradas, el número de registros y la precisión entre otros (DalZotto et al., 2007).

2.2.5. Correlaciones genéticas

Realizar conclusiones acerca de correlaciones genéticas no es una tarea sencilla ya que se deben recolectar datos por muchos años, y los detalles y las precisiones deben de ser muy altas. Las correlaciones genéticas entre CC y las medidas reproductivas todas tienen grandes errores estándar, entonces los parámetros genéticos no son precisos y no se puede determinar exactamente el tamaño de la correlación (Pryce et al., 2001).

Debido a que la fertilidad es difícil de medir, y tiene una h^2 baja, en varios estudios (especialmente en vacas lecheras), se ha tratado de encontrar correlaciones genéticas de condición corporal con parámetros relacionados con la fertilidad, como intervalo entre partos. Por lo tanto la CC podría ser una herramienta útil como selección indirecta para fertilidad. Según estudios realizados por Pryce et al. (2001), la CC tiene mérito potencial como para un correcto manejo y una herramienta de selección para mejorar la fertilidad.

Anteriormente se ha nombrado el intervalo entre partos, este es considerado tradicionalmente como el mejor indicador de fertilidad durante la vida reproductiva de las vacas lecheras (Interbull, 2007). Según Pryce et al. (2000), este indicador de fertilidad es fácil de medir en relación a otras medidas como días de parto a primer servicio, y es menos afectada por otras cuestiones que el resto. Sin embargo el intervalo entre partos, se puede medir en vacas con más de dos partos, no es una medida temprana y tampoco permite obtener información registrada de la descendencia, para seleccionar toros.

Según DalZotto et al. (2007) la correlación genética entre el intervalo entre partos y la condición corporal es de -0.35, la misma es moderada y negativa, por lo tanto concluyen que hacer una selección directa por intervalo entre parto no es tan confiable; en cambio usar la CC en vacas lecheras para mejorar la fertilidad es una herramienta de selección indirecta más efectiva y

aceptable por los productores lecheros. De hecho en este trabajo también se observó que la CC es más heredable (0.15) que el intervalo entre partos (0.05), por lo tanto permite una predicción más temprana de los valores de mejora de los toros y proporciona información de las vacas que no tienen otro parto cercano.

La siguiente tabla demuestra la regresión estimada en producción de leche y rasgos de fertilidad en medidas de CC.

En el cuadro No. 7 se presenta la regresión estimada de producción de leche y rasgos de fertilidad en medidas de CC.

Cuadro No. 7. Regresión estimada de producción de leche y rasgos de fertilidad en medidas de CC

	CC1	CC10	CC X
Días al primer celo	5.7(2.7)*	-5.4(2.4)*	0.3(2.8)
Intervalo post parto	-6.3(5.2)	-14.6(4.7)**	-10.8(5.5)***
Días al primer servicio	1.1(2)	-6.2(1.8)***	-2.5(2.1)
Días concepción-primer servicio	0.07(0.05)	0.09(0.04)*	0.09(0.05)**
Rto. medio de leche hasta las 26 semanas post parto	-0.4(0.4)	-1.9(0.3)***	-1.1(0.4)*

CC1= CC primer semana post parto. CC10= CC a las 10 semanas post parto. CC X= CC promedio desde la semana 1 a la 10. *P<0.05; **P<0.01. ***P<0.001. Rto: rendimiento

Fuente: adaptado de Pryce et al. (2001)

Los resultados del cuadro anterior muestran que, en general, vacas con CC bajas o menores al promedio, llevaron a un peor rendimiento reproductivo. Por ejemplo, vacas que tienen un punto más alto que el promedio en la primer semana de lactación, se espera que si bien tengan 5.7 días más hasta la aparición del primer celo, el intervalo post parto sea 6.3 días más corto.

Dechow et al. (2002), estudiaron la h^2 y las correlaciones genéticas (-0.11 a -0.29) de la CC al parto y la pérdida de condición corporal (PCC). Esta última es definida como la diferencia entre la CC al parto menos la CC pos parto. La h^2 de ésta es menor que la CC al parto. Además encontraron una correlación fenotípica entre PCC y CC al parto entre 0.53-0.55.

El coeficiente de regresión entre intervalo al comienzo de la actividad luteal post parto (CLA) y la capacidad de transmisión predicha por el padre (valor genético expresado como PTA) para la CC promedio es negativo. Esto significa que vacas con una CC promedio genéticamente bajo, es más probable que tengan un intervalo prolongado al comienzo de la actividad luteal post parto. Por cada aumento de 1 punto de CC (escala del 1 al 9), el CLA disminuiría un promedio de 22.4% (6 días aproximadamente). La correlación genética es de -

0.84 (Royal, 2002). En un estudio realizado por Morotti et al. (2017) fue notorio que la inclusión de los efectos paternos fueron los de mayor correlación con un grupo de alta actividad folicular, entre diferentes características fenotípicas y genéticas examinadas. Éste estudio no mostró una correlación entre el número de folículos antrales y las características de mérito genético más importantes usadas en los programas de mejoramiento genético para ganado de carne.

En el cuadro No. 8 se presentan las correlaciones genéticas de un rodeo de vacas Holstein-Frisona Italiana.

Cuadro No. 8. Correlaciones genéticas de rodeo de vacas Holstein-Frisona Italiana

	CC	Locomoción	Angulosidad	Producción
CC	-	-0.084 (n/s)	-0.612	-0.386
Locomoción	0.084	-	0.650	0.238

Fuente: adaptado de Battagin et al. (2013)

Los resultados indican que al no existir correlaciones genéticas entre CC y locomoción, los rasgos son genéticamente independientes. En cuanto a la producción, las vacas de alta producción tienden a ser más flacas y a tener mejor locomoción que vacas de baja producción (Battagin et al., 2013).

Battagin et al. (2012) además de analizar los datos de h^2 de CC de los centros nacionales de evaluación, estudiaron las correlaciones genéticas.

Las correlaciones genéticas para CC fueron negativas entre estudios que usaron la angulosidad como mejor predictor (FRA, ITA, USA) y estudios que evaluaron por CC (CHE, CZE, DEU, DFS, GBR y NLD), las mismas variaron entre -0.50 (DFS-FRA) a 0.95 (CHE-NLD y DEU-CZE / NLD). Esto es debido a que hubieron diferencias en la definición de los rasgos, es decir, las vacas flacas tenían puntajes bajos de CC y las vacas gordas tenían alto puntaje, mientras que para angularidad, las vacas que no presentaban angularidad tenían puntajes bajos y altos aquellas vacas con costillas muy angulares y abiertas.

En cuanto a las correlaciones genéticas entre las h^2 de las distintas lactaciones (temprana, media y tardía) es alta, por lo que se podría decir que gran parte de las variaciones de las CC son controlados por los mismos genes, por lo que si se desarrolla una evaluación genética, con los registros de CC de la lactancia temprana debería ser suficiente (Loker et al., 2011). Según Pryce et al. (2001), las vacas con alto mérito genético de producción de leche, tienen menor CC, y pierden más CC al principio de la lactancia que las vacas que tienen un mérito genético promedio. La pérdida de CC en la lactancia temprana está desfavorablemente relacionada con el rendimiento reproductivo, y el efecto es mayor en animales de alto valor genético. Además en este trabajo se observó

que registrar la CC en lactancia temprana se relaciona más fuerte con el reproductivo que el cambio de CC en la semana 1 a la semana 10 de lactancia.

Según Baldi et al. (2008) las correlaciones genéticas entre CC en diferentes momentos con el número de terneros, y kilogramos de terneros efectivamente destetados son variables. Para el caso de la CC en la edad adulta y las características productivas anteriormente nombradas fueron de bajas a nulas. En cambio para la CC en la primera monta con número de terneros y kilogramos de terneros efectivamente destetados fueron moderadas. Sin embargo cuando estudiaron CC al primer parto las correlaciones fueron moderadas a altas. Mello et al. (2004) describieron que las correlaciones genéticas entre CC al primer parto y las características productivas eran prácticamente nulas (cuadro No. 9). Por lo tanto estos autores concluyeron que al realizar mejoras ajustadas por CC se presentarán respuestas correlacionadas en las características productivas de las hembras.

En el cuadro No. 9 se presentan las correlaciones genéticas entre CC en diferentes momentos y el número y kilogramos de terneros destetados.

Cuadro No. 9. Correlaciones genéticas entre CC en diferentes momentos y el número y kilogramos de terneros destetados

Características			
Características	CC 1er. monta	CC al 1er. parto	CC estado adulto
N.T.D.	0.49	0.81	-0.23
kg T.D.	0.42	0.76	-0.14

N.T.D. número de ternero efectivamente destetado. kg T.D. kilogramo de ternero efectivamente destetado.

Fuente: adaptado en base a Baldi et al. (2008)

2.3.HIPÓTESIS

Es posible determinar relaciones fenotípicas entre la condición corporal al parto y la eficiencia reproductiva, en el período de servicio posterior. Es viable el registro de la CC al parto en las diferentes estaciones experimentales y otras variables para así describir estadísticamente la CC. Existe efecto de la edad de la vaca y del padre de estas sobre la CC al parto. La CC al parto e intervalo inter partos (IIP), presentan una relación inversamente proporcional.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El estudio fue realizado tomando registros en los rodeos de cría de la Universidad de la República (Udelar) en las Estaciones Experimentales Mario A. Cassinoni (EEMAC), San Antonio (EEFAS), Bernardo Rosengurt (EEBR) y en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en la Unidad Experimental Glencoe (Glencoe), ubicados en Uruguay en los departamentos Paysandú, Salto, Cerro Largo y Paysandú, respectivamente.

En la figura No. 3 se presenta la localización geográfica las estaciones experimentales, en el mapa del Uruguay.



Figura No. 3. Localización geográfica de las unidades experimentales.

El mismo fue llevado a cabo en distintos potreros de pastoreo, durante los meses de agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre del año 2017, correspondiente al período de parición del ganado.

3.1.1. Base de datos

La CC de cada vaca fue medida el día de su parto. Se realizó mediante la apreciación visual, utilizando la escala de 8 puntos validada por Vizcarra et al.

(1986) para vacas Hereford en Uruguay. Se optó por la utilización de decimales de 0.25, para una mayor apreciación.

En el cuadro No. 10 se presentan el número de animales muestreados y utilizados en el análisis según EE.

Cuadro No. 10. Número (n) de animales muestreados y utilizados en el análisis) en cada EE

Estación Experimental	n
EEMAC	131 (66)
EEBR	186 (31)
EEFAS	232 (223)
Glencoe	204 (203)

Las unidades de muestreo fueron 66 animales del rodeo de cría de la EEMAC, 31 de la EEBR, 223 de la EEFAS y 203 de Glencoe. Por lo tanto el total de unidades de muestreo fue de 523 animales Hereford.

Para llevar un adecuado registro de los datos, se identificó con el número de caravana a cada animal y se registró el dato de la CC estimada en planillas Excel.

3.2. EVALUACIONES REALIZADAS

Tanto para el análisis de varianza de CC e IIP (procedimiento GLM), y la correlación entre CC y el IIP (procedimiento CORR), se realizó mediante el software SAS versión 9.4 para Windows (Copyright © 2012 SAS).

3.2.1. Estudio de análisis de varianza de la CC al parto

La variable de respuesta estudiada, fue la CC de las vacas Hereford al parto, mediante un modelo general que incluyó todas las EE. Por este motivo con el fin de reducir la influencia de los diferentes factores ambientales, se consideraron como “efectos fijos” a las variables: estación experimental (EE), categoría (categ), mes de parto (mesp) y el sexo del ternero (sexoter), presentes en todas las EE.

El modelo utilizado se presenta a continuación:

$$Y_{ijkl} = \mu_0 + EE_i + \text{categ}_j + \text{mesp}_k + \text{sexoter}_l + \varepsilon_{ijkl}$$

donde

Y_{ijkl} = observación de CC asociada a cada vaca

μ_0 = media general del experimento

EE_i = Estación Experimental (EEMAC, EEFAS, EEBR, Glencoe)

categ_j = categoría de la vaca (primer parto, segundo parto, multíparas)

mesp_k = mes de parto (8, 9, 10, 11, 12)

sexoter_l = sexo ternero (macho, hembra)

ε_{ijkl} = error aleatorio asociado a cada medida $\sim N(0, \delta_\varepsilon^2)$

Luego se realizó un estudio por Estación Experimental de la CC, por lo que se ajustó el modelo general, incluyendo los registros de las variables presentes en cada una de ellas.

En el cuadro No. 11 se presentan las variables incluidas en los diferentes modelos de análisis. La edad en días de la vaca y el peso del ternero fueron incluidos como covariables.

Cuadro No. 11. Variables incluidas en los diferentes modelos de análisis.

Modelo	EE	Mes de parto	Categoría	Sexo del ternero	Edad en días de la vaca	Peso del ternero	Padre de la vaca
General	✓	✓	✓	✓			
EEFAS		✓	✓	✓		✓	
Glencoe		✓	✓	✓	✓	✓	✓
EEMAC		✓	✓	✓	✓	✓	
EEBR		✓	✓	✓	✓		

✓ Variables incluidas en el modelo

En el análisis general se incluyen los tres efectos que presentaron registro en todas las EE, y se le agrega el efecto de la EE como otra variable.

La variable edad en días de la vaca, no se incluyó en la EEFAS, dado a que no se contaba con dicho registro. Lo mismo sucede con el peso del ternero al nacer que no se incluyó en el modelo utilizado en EEBR, ya que los registros estaban incompletos.

En cuanto a la variable padre de la vaca, solamente Glencoe y EEBR presentaban registros, pero solo se incluyó en el modelo de Glencoe. En EEBR el efecto padre de la vaca se confunde con la categoría de la misma, dado a que no hay toros que tengan hijas en distintas categorías, por este motivo se quitó la variable padre de la vaca del modelo de EEBR.

Debido a la baja frecuencia de partos en determinados meses, se optó por acoplar los datos al mes consecutivo. En EEBR el mes de agosto presentaba

baja frecuencia de partos, por lo que se unieron al mes de noviembre; en EEFAS los partos de diciembre se unieron a los de noviembre.

Las medias de mínimos cuadrados de los efectos significativos sobre la CC, fueron comparadas mediante el Test T (Pr $F < 0.05$)

3.2.2. Estudio de la relación entre IIP y la CC al parto

Con el fin de estudiar la relación entre el IIP (utilizado como un parámetro de eficiencia reproductiva) y la CC al parto, se realizaron dos análisis independientes.

El primer análisis consta del estudio de dos correlaciones. La primera, entre los datos crudos (sin haber sido corregidos por los efectos fijos) de la CC al parto y el IIP; y la segunda, una correlación fenotípica de residuales, en la que se incluyen los efectos fijos, para evitar el enmascaramiento del resultado por alguno de éstos efectos, haciendo más comparables las variables. Los residuales del IIP fueron obtenidos con el mismo modelo que para CC mencionado en el apartado anterior (3.2.1).

El segundo análisis del estudio de la relación entre el IIP y la CC, consta de una regresión estimada a partir del análisis de varianza, en la que se consideraron como efectos fijos: la Estación Experimental, categoría, mes de parto y sexo del ternero, y se le incluye la CC como una covariable.

El modelo utilizado se presenta a continuación:

$$Y_{ijkl} = \mu_0 + EE_i + \text{categ}_j + \text{mesp}_k + \text{sexoter}_l + CC_i + \varepsilon_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} = intervalo inter parto (2017-2018)

μ_0 = media general del experimento

EE_i = Estación Experimental (EEMAC, EEFAS, EEER, Glencoe)

categ_j = categoría de la vaca (primer parto, segundo parto, múltiparas)

mesp_k = mes de parto (8, 9, 10, 11, 12)

sexoter_l = sexo del ternero (macho, hembra)

CC= condición corporal (del 1 al 8)

ε_{ijkl} = error aleatorio asociado a cada medida $\sim N(0, \delta_\varepsilon^2)$

El estudio de la relación entre el IIP y la CC, no se realizó en todas las EE, dado a que la EEFAS no contaba con el registro de los datos necesario para realizar el análisis. Por lo que en el mismo se incluyeron la EEER, EEMAC y Glencoe.

4. RESULTADOS

En el cuadro No. 12 se presentan los resultados de análisis de varianza para la CC al parto. Las variables analizadas explican en un 20% de la variación en la CC (R^2 ajustado de 0.20). Como fue mencionado anteriormente las variables incluidas en el modelo, presentan datos en todas las estaciones y así poder realizar un análisis equitativo.

Cuadro No. 12. Resultados del análisis de varianza general para la CC

Variables	S.C.	g.l.	p-valor
Modelo	38.35	10	<0.0001
Estación Experimental	9.36	3	<0.0001
Categoría	19.71	2	<0.0001
Mes de parto	9.87	4	<0.0001
Sexo ternero	0.23	1	0.3724
Error	150.51	512	
Total	188.86	522	

De las variables incluidas en el modelo, todas presentan diferencias significativas ($p < 0.05$), menos el sexo del ternero. La comparación de medias, se realizó mediante el test de Tukey ajustado ($p < 0.05$) que se presenta a continuación.

En el cuadro No. 13 se presentan las medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto en cada una de las Estaciones Experimentales analizadas.

Cuadro No. 13. Medias de mínimo cuadrado de CC al parto según EE

Estación Experimental	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar
EEFAS	4.17	0.06a
Glencoe	4.12	0.06a
EEMAC	4.02	0.07a
EEBR	3.59	0.11b

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente $Pr F < 0.05$

La EE que presentó mayor CC al parto fue EEFAS con 4.17 ± 0.06 , en tanto Glencoe y EEMAC no difieren significativamente con EEFAS (4.12 ± 0.06 y 4.02 ± 0.07 , respectivamente). Por su parte, EEBR presentó el menor desempeño (expresado en la CC) en las vacas de cría al momento del parto con 3.59 ± 0.11

puntos de la escala, siendo la única estación que se diferencia significativamente del resto.

En el cuadro No. 14 se comparan las medias de mínimo cuadrado de la CC al parto según las 3 categorías utilizadas.

Cuadro No. 14. Medias de mínimo cuadrado de CC al parto en diferentes categorías

Categoría	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar
Primer parto	4.19	0.06a
Segundo parto	3.52	0.09b
Múltipara	4.21	0.05a

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr $F < 0.05$

Las vacas correspondientes a las categorías múltipara y primer parto presentan una CC de 4.19 ± 0.06 y 4.21 ± 0.06 respectivamente. Los animales pertenecientes a la categoría de segundo parto fueron las que presentaron menor desempeño al parto con 3.52 ± 0.09 .

En el cuadro No. 15 se presentan las medias de mínimo cuadrado observadas para los diferentes niveles de la variable mes de parto.

Cuadro No. 15. Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el mes de parto

Mes de parto	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar
8	4.06	0.06a
9	3.80	0.05b
10	3.83	0.05b
11	4.20	0.08a
12	4.00	0.18ab

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr $F < 0.05$

Los mayores valores de CC al parto se obtuvieron en los meses de agosto (4.06 ± 0.06), noviembre (4.00 ± 0.08) y diciembre (4.00 ± 0.18). Este último es el único mes que no se diferencia significativamente de los restantes. En tanto los meses de setiembre y octubre se presentan las menores CC, siendo 3.80 ± 0.05 y 3.83 ± 0.05 respectivamente.

4.1. CONDICIÓN CORPORAL AL PARTO EN DIFERENTES ESTACIONES EXPERIMENTALES

Dentro de cada EE, se realizó un análisis de varianza y comparaciones de media, para estudiar si se diferencian o no los efectos que las influyen.

4.1.1. EEFAS

En el análisis de varianza realizado en EEFAS, las variables explican en un 7% a la CC al parto (R^2 ajustado = 0.07), siendo el más bajo de las cuatro estaciones analizadas. Cabe aclarar que en esta estación son muy pocas las variables registradas, posibles de ser incluidas en el modelo. Del total de registros de CC de vacas utilizados en el modelo global (223), al utilizar un modelo ajustado específico para dicha EE, disminuye el número de observaciones a 173.

En el cuadro No. 16 se presentan los resultados del análisis de varianza con las variables y su significancia.

Cuadro No. 16. Resultado del análisis de varianza para EEFAS

Variables	S.C.	g.l.	p-valor
Modelo	1.13	5	0.0254
Categoría	0.92	1	0.0013
Mes de parto	0.18	2	0.3569
Sexo del ternero	0.095	1	0.2955
Peso del ternero	0.00	1	0.8449
Error	14.40	167	
Total	15.53	172	

Como se observa en el cuadro No. 16 la única variable que presenta diferencias significativas es la categoría de la vaca. Esto significa que ni el mes de parto, ni el peso y sexo del ternero influyen de manera significativa en la medida de CC al parto en la EEFAS.

En el cuadro No. 17 se presentan los resultados de las medias de mínimo cuadrado de la CC al parto para las categorías analizadas en el rodeo.

Cuadro No. 17. Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto para las diferentes categorías de la EEFAS

Categoría	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar
Primer parto	4.51	0.06a
Múltipara	4.32	0.03b

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr F < 0.05

Las vacas de primer parto (4.51 ± 0.06) logran valores de CC al parto de 0.19 ± 0.045 puntos más, que las múltiparas (4.32 ± 0.03).

4.1.2. Glencoe

Las variables analizadas en esta Estación explican en un 31% a la CC al momento del parto (R^2 ajustado = 0.31).

En el cuadro No. 18 se presentan los resultados del análisis de varianza, con las variables categoría, mes de parto y edad (en días) de la vaca.

Cuadro No. 18. Resultados del análisis de varianza para la Estación Experimental de INIA, Glencoe

Variables	S.C.	g.l.	p-valor
Modelo	39.65	8	<0.0001
Categoría	28.89	2	<0.0001
Mes de parto	9.67	3	0.0002
Sexo ternero	0.02	1	0.8452
Edad en días de la vaca	5.85	1	0.0004
Peso ternero al nacer	0.18	1	0.5260
Error	86.65	190	
Total	126.30	198	

Todas las variables incluidas en el modelo presentaron efecto significativo ($P < 0.05$), con la excepción del sexo y el peso al nacer del ternero. Cabe destacar que la edad de la vaca, solamente fue significativa en esta Estación Experimental.

En el cuadro No. 19 se presentan las medias de mínimo cuadrado de la CC al parto, según categoría de la vaca,

Cuadro No. 19. Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según la categoría de la vaca en Glencoe

Categoría	Medias de mínimo cuadrados	Error estándar
Primer parto	4.99	0.17a
Segundo parto	3.77	0.14b
Múltipara	4.11	0.10b

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr F < 0.05

Las 3 categorías presentes en el rodeo presentaron diferencias estadísticamente significativas, siendo las de primer parto las que presentaron mayor CC con una media de 4.83 ± 0.15 , seguido de las múltiparas con una media de 4.10 ± 0.10 y en el último lugar las de segundo parto con 3.67 ± 0.12 .

En el cuadro No. 20 se presenta la media de mínimo cuadrado de la CC según el mes de parto.

Cuadro No. 20. Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el mes de parto de Glencoe

Mes de parto	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar
8	4.47	0.09a
9	3.96	0.08b
10	4.14	0.13ab
11	4.60	0.23a

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr F < 0.05

En los meses que se registran los mayores valores de CC al parto son agosto (4.43 ± 0.09), noviembre (4.40 ± 0.22) y octubre (4.13 ± 0.12), con un promedio de 4.32 ± 0.11 . Las vacas que parieron en setiembre presentaron menor CC (3.94 ± 0.09) que agosto, pero sin diferencias significativas con octubre y noviembre.

Cuando al modelo se le incluye la variable padre de la vaca (efecto fijo), los resultados fueron significativos, presentando un R^2 ajustado = 0.56.

En el cuadro No. 21 se presentan los resultados del análisis de varianza incluyendo al padre de la vaca como una variable fija.

Cuadro No. 21. Resultados del análisis de varianza, incluyendo padre de la vaca

VARIABLES	S.C.	g.l.	p-valor
Modelo	61.07	40	<0.0001
Categoría	10.61	2	<0.0001
Mes de parto	5.88	3	0.0014
Sexo ternero	0.59	1	0.2017
Edad en días de la vaca	5.70	1	0.0001
Peso ternero al nacer	0.41	1	0.2886
Padre de la vaca	25.80	32	0.0007
Error	47.26	132	
Total	108.33	172	

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr F < 0.05

Al incluir al padre de la vaca en el modelo, se observa que presenta una respuesta significativa en la CC al parto. Las variables sexo del ternero y peso al nacer se mantienen sin incidir significativamente sobre la CC.

En el cuadro No. 22. se presentan las medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según la categoría de la vaca en Glencoe, al incluir padre de la vaca.

Cuadro No. 22. Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según la categoría de la vaca en Glencoe, al incluir padre de la vaca

Categoría	Medias de mínimo cuadrados	Error estándar
Primer parto	5.01	0.24a
Segundo parto	3.69	0.17b
Múltipara	3.95	0.13b

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr F < 0.05

La CC de las vacas de primer parto, se diferencian significativamente de las de segundo parto y las múltiparas, no presentando estas últimas diferencias significativas entre sí, en la CC al parto.

En el cuadro No. 23 se presentan las medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el mes de parto de Glencoe, al incluir padre de la vaca.

Cuadro No. 23. Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el mes de parto de Glencoe, al incluir el padre de la vaca

Mes de parto	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar
8	4.48	0.11a
9	3.95	0.10b
10	4.17	0.15ab
11	4.27	0.27ab

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente $Pr F < 0.05$

Las vacas que parieron en el mes de agosto, presentaron 0.53 ± 0.105 puntos más de CC al parto que las que parieron en setiembre. Por otra parte las vacas que parieron en octubre y noviembre no presentan diferencias significativas en la CC con respecto a los meses de agosto y setiembre.

En el cuadro No. 24 se presentan las medias de mínimo cuadrado de CC al parto clasificadas según los diferentes padres (de las vacas presentes en el rodeo).

Cuadro No. 24. Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el padre de la vaca en Glencoe

Padre de la vaca	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar	Padre de la vaca	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar
31	5.98	0.64a	21	4.15	0.24bc
23	5.10	0.47ab	22	4.06	0.23bc
29	4.92	0.63abc	19	4.05	0.33bc
2	4.84	0.30abc	27	4.01	0.47bc
33	4.81	0.44abc	32	3.97	0.63bc
16	4.70	0.26abc	6	3.80	0.62bc
7	4.64	0.45abc	12	3.79	0.34bc
25	4.64	0.25abc	30	3.78	0.29bc
26	4.64	0.23abc	15	3.74	0.45bc
24	4.63	0.30abc	10	3.74	0.64bc
9	4.44	0.63abc	3	3.69	0.40c
18	4.42	0.38bc	17	3.59	0.25c
13	4.42	0.19bc	5	3.46	0.31c
11	4.36	0.18bc	8	3.33	0.37c
20	4.36	0.35bc	21	3.30	0.46c
14	4.34	0.24bc	22	3.28	0.63c
28	4.18	0.29bc			

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr F < 0.05

El padre 31 tiene hijas con mayor desempeño al parto que los padres desde 18 hasta 22 inclusive. Las hijas de los toros 3, 17, 5, 8, 21, 22, presentan menor CC al parto, diferenciándose significativamente de las hijas de los toros 31 y 23. Siguiendo la lista desde el toro 31 hasta el 9 inclusive, no se observan diferencias significativas entre las CC corporales al parto que presentaron sus hijas. Lo mismo sucede desde las hijas del toro 23 hasta el toro 10. Sin embargo, debido a la cantidad de padres analizados, las diferencias no se encuentran todas demostradas en el cuadro, por lo que a continuación se expresarán entre paréntesis los padres que se diferencian significativamente entre ellos, siendo los mismos: (31,26) (23,12) (23,30) (23,15) (29,17) (29,5) (29,8) (29,1) (2,22) (2,12) (2,30) (2,15) (2,3) (2,17) (2,5) (2,8) (2,1) (2,4) (33,30) (33,17) (33,5) (33,8) (33,1) (33,4) (16,22) (16,12) (16,30) (16,3) (16,17) (16,5) (16,8) (16,1) (16,4) (7,5) (7,8) (25,12) (25,30) (25,3) (25,17) (25,5) (25,8) (25,1) (25,4) (26,22) (26,12) (26,30)

(26,3) (26,17) (26,5) (26,8) (26,1) (26,4) (24,30) (24,17) (24,5) (24,8) (24,1) (24,4)
 (18,17) (18,5) (18,8) (13,17) (13,5) (13,8) (13,1) (11,17) (11,5) (11,8) (11,1)
 (20,17) (20,8) (14,17) (14,5) (14,8).

4.1.3. EEMAC

En el cuadro No. 25 se presentan los resultados correspondientes al análisis de varianza de la EEMAC, cuyo R^2 ajustado fue de 0.26.

Cuadro No. 25. Resultados del análisis de varianza para EEMAC

Variables	S.C.	g.l.	p-valor
Modelo	5.03	8	0.0273
Categoría	0.36	2	0.5061
Mes de parto	1.94	3	0.0725
Sexo ternero	0.04	1	0.6871
Peso ternero al nacer	0.62	1	0.1306
Edad en días de la vaca	0.12	1	0.4972
Error	14.46	55	
Total	19.50	63	

En la EEMAC ninguna de las variables incluidas en el modelo, influyen en la CC al parto, aunque el modelo utilizado es significativo. Si bien se está utilizando el 97% de los datos de la EEMAC que se incluyeron en el modelo general, el número de registros es bajo (n=64).

4.1.4. EEBR

En dicha estación, el modelo presenta un R^2 ajustado de 0.44, lo que significa que las variables analizadas explican un 44% de la variación en la CC al parto.

En el cuadro No. 26 se presentan los resultados del análisis de varianza para la EEER.

Cuadro No. 26. Resultados del análisis de varianza para EEBR

Variables	S.C.	g.l.	p-valor
Modelo	4.16	5	0.0096
Categoría	0.47	1	0.1505
Mes de parto	0.50	2	0.3254
Sexo ternero	1.10	1	0.0321
Edad en días de la vaca	0.03	1	0.7217
Error	5.34	25	
Total	9.50	30	

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr F < 0.05

La EEBR es la única Estación que presenta como significativa la variable sexo de ternero. Por su parte, la categoría, el mes de parto y la edad en días de la vaca, no presentaron efecto significativo sobre la CC al parto.

En el cuadro No. 27 se presentan las medias de mínimo cuadrado de la CC al parto según el sexo del ternero en la EEBR.

Cuadro No. 27. Medias de mínimo cuadrado y errores estándar de la CC al parto según el sexo del ternero en EEBR

Sexo ternero	Medias de mínimo cuadrado	Error estándar
Macho	3.35	0.17b
Hembra	3.76	0.16a

Medias seguidas de letras iguales no se diferencian estadísticamente Pr F < 0.05

Observando el cuadro No. 28 se puede concluir que las vacas que tienen hembras paren con 0.41 ± 0.165 puntos más de CC, que las que paren terneros machos.

4.2.RELACIÓN ENTRE LA CC AL PARTO Y EL IIP

Se realizó un estudio de correlación entre el IIP (tomado como un parámetro de eficiencia reproductiva) y la CC al parto. Se estudió la relación entre los datos brutos sin ser corregidos por los efectos residuales, y luego se le incluyeron los residuales con el fin de lograr variables más comparables.

En el cuadro No. 28 se presenta la correlación entre el la CC al parto y el IIP, crudos y residuales.

Cuadro No. 28. Correlación entre la CC al parto y el IIP, crudos y residuales

	CC	CCe
IIP	-0.18 (n=218) p-valor=0.0074	-
IIPe	-	-0.08 (n=221) p-valor=0.2208

IIP y CC corresponden a los resultados crudos. IIPe y CCe corresponden a los resultados residuales. Pr F < 0.05

Analizando los resultados crudos, extraídos de las tablas de registro de datos (sin incluirle los efectos residuales), se observa que existe una correlación baja y negativa de -0.18 entre la CC y el IIP, lo que indica que una mayor CC está relacionada con un acortamiento del IIP siguiente.

En tanto, al realizar las correlaciones entre los residuales de los modelos (datos corregidos por efectos fijos según modelo 3.3.2), la correlación entre la CC y el IIP no es estadísticamente diferente de cero (p=0.2208).

En el cuadro No. 29 se presenta el análisis de varianza para el IIP. El modelo presenta un R² ajustado de 0.41, lo que significa que las variables analizadas explican un 41% de la variación en la CC al parto.

Cuadro No. 29. Resultados del análisis de varianza para el IIP

Variables	S.C.	g.l.	p-valor
Modelo	64190.59	10	<0.0001
Estación Experimental	10754.54	2	<0.0001
Mes de parto	21331.27	4	<0.0001
Categoría de la vaca	13583.09	2	<0.0001
Sexo del ternero	521.42	1	0.2775
CC al parto	665.43	1	0.2200
Error	92354.72	210	
Total	156545.31	220	

Como se observa en el cuadro No. 29 todos los efectos fijos incluidos presentaron un efecto significativo sobre el IIP, a diferencia de la CC incluida como una covariable, que no presentó efecto significativo sobre el IIP, dado a

que el $p > 0.05$, por lo tanto se podría decir que la CC no afecta el IIP siguiente, coincidiendo con los resultados de la correlación entre residuales.

Es importante destacar que del total de animales observados (600), solamente se utilizaron 221 para dicho análisis, dada la falta de registros. Para poder realizar un estudio más robusto, y afirmar que no existe dicha relación, se debería tener mayor número de animales y años evaluados.

5. DISCUSIÓN

Luego de haber analizado los resultados obtenidos en el capítulo anterior, donde se buscaba como objetivo general determinar relaciones fenotípicas entre la CC al parto y la eficiencia reproductiva en el servicio posterior, se confirma que existen diferentes variables que afectan significativamente la CC al momento del parto, en las diferentes Estaciones Experimentales analizadas.

Dichas variables utilizadas en el modelo general son: Estación Experimental, categoría de la vaca, mes de parto, sexo del ternero. Con el estudio de las mismas se cumplió con los distintos objetivos específicos planteados. Además, en el estudio de cada Estación en particular se incluyeron las variables padre y edad en días de la vaca, peso del ternero al nacer, según la existencia de datos para cada una de ellas. En el cuadro No. 30 se presenta la significancia de los diferentes efectos incluidos en los modelos (general y por EE).

Cuadro No. 30. Significancia estadística para los efectos incluidos en los diferentes modelos

Modelo	EE	Mes de parto	Categoría	Sexo del ternero	Edad de la vaca	Peso del ternero	Padre de la vaca
General	<.0001	<.0001	<.0001	ns	X	X	X
EEFAS	X	ns	0.0013	ns	X	ns	X
Glencoe1	X	0.0002	<.0001	ns	0.0004	ns	X
Glencoe 2	X	0.0014	<.0001	ns	0.0001	ns	0.0007
EEMAC	X	ns	ns	ns	ns	ns	X
EEBR	X	ns	ns	0.0321	ns	X	X

ns= no significativo. X= no corresponde. Glencoe 1= análisis sin efecto del padre de la vaca. Glencoe 2= análisis incluyendo el padre de la vaca. Pr F< 0.05

Al analizar la variable categoría, se observó que las vacas múltiparas y primíparas, logran llegar al parto con mayor CC que las vacas de segundo parto. Esto puede deberse a que las múltiparas tienen menores requerimientos energéticos que las vacas de primer parto que son animales que están gestando y a su vez siguen creciendo (Rovira, 1996). Además, los requerimientos son mayores aún, en las vacas de segundo parto, ya que, al gasto energético de gestación y crecimiento, se le suma el de lactancia (Lawrence y Fowler, 1997). Por este motivo son las que presentan menor CC al parto, dado a que presentan mayor dificultad en reservar energía en forma músculo y grasa (Orcasberro, 1991). Esto probablemente es debido a que no se realiza un manejo diferencial como es recomendable, separar los lotes según categoría para evitar dominancia de animales adultos sobre los más jóvenes, asignando los potreros con mejor

calidad y producción, a las categorías con mayores requerimientos (segundo parto>primer parto>multípara, Saravia et al., 2011).

Considerando la variable mes de parto, los meses que presentaron mejores desempeños fueron agosto, noviembre y diciembre. Son esperables dichos resultados para los meses de noviembre y diciembre, ya que según Rosengurtt (1946), existe una alta producción de forraje estival, debido a la marcada estacionalidad que presenta el campo natural. Además, Rovira (1996), agrega que los picos de producción de forraje de primavera coinciden con los máximos requerimientos del último tercio de gestación de la vaca. Si bien el verano corresponde a la estación que presenta menor digestibilidad (50%) y contenido de proteína cruda (8%), aun así, estarían cubriendo las necesidades nutricionales de las vacas de cría, incluso en las categorías que presentan mayores requerimientos como las más jóvenes o en el período de lactancia (Rovira, 1996).

En relación al mes de agosto, también presentan una alta CC, estas vacas son las primeras en parir en el año, por ende, son las primeras en quedar preñadas. Según Scaglia (1997), se debe tener una alta CC al parto y que la misma se mantenga durante el periodo de entore, teniendo una buena nutrición al momento de entore y así obtener mejores índices reproductivos. Entonces es probable que dichas vacas tengan siempre una buena CC, y la misma se mantenga tanto al parto como al entore. Vacas con CC menores a 4 en entore, tienen menores tasa de preñez (Scaglia, 1997), cosa que no sucede para el caso del mes de agosto (CC al parto es 4,06), si se mantienen llegan con buena CC al entore. Además, podría deberse a que podrían ser vacas falladas del año anterior, por lo tanto, tienen más tiempo para mejorar su condición corporal, y se evitan todo el gasto energético de gestar y amamantar, destinándola a mejorar su CC. Para poder despejar este efecto es necesario contar con la información completa de los antecedentes reproductivos de cada vaca los cuales exceden a este trabajo y varias de las EE eran de difícil rastreo.

La variable sexo del ternero, no presentó diferencias significativas en EEMAC, EEFAS y Glencoe. Sin embargo, fue significativa en EEER, siendo la única que presenta diferencias significativas en dicha EE. Según Bavera et al. (2005), el sexo, la edad y el peso adulto afectan la velocidad de crecimiento de los animales. Generalmente las hembras son menos pesadas al nacer que los machos, y esta diferencia se mantiene o acentúa con la edad. Lo mismo sucede en todas las edades. Esta diferencia se adjudica a que los machos tienen mayores tasas de crecimiento pre y post natal, atribuidas a la concentración de andrógenos, los que estimulan más que los estrógenos, al crecimiento de los tejidos. Esta mayor estimulación en machos genera como consecuencia mayores demandas energéticas del feto a la madre, pudiendo interferir con la manutención de la CC (Bavera et al., 2005).

En relación a las EE, EEFAS, Glencoe y EEMAC no presentan diferencias significativas en las medias de CC, diferenciándose con EEER, que presenta el menor desempeño al parto.

Una de las razones que podría estar explicando los resultados observados en el cuadro No. 13. es la subjetividad con la que toma el observador la medida de CC. Por lo tanto parte de las diferencias entre las EE pueden ser atribuidas a la existencia de más de un observador en las mismas. Otra razón podría ser el manejo realizado en las diferentes EE. EEFAS dedica una mayor proporción de superficie a la cría vacuna, debido a que se encuentra sobre suelos de basalto. Estos suelos presentan menor aptitud agrícola, destinándose principalmente a la ganadería extensiva (Millot et al., 1987).

Las tres EE que no presentan diferencias significativas en la CC al parto, se ubican en el litoral oeste del país, por lo que podrían estar influenciadas por un efecto climático, asociado a las temperaturas y precipitaciones. De todas maneras es importante destacar que por más que EEER sea la única EE que se encuentre en el este del país, con un efecto climático distinto, es la que se utilizó menor número de datos, dado a que el presente estudio se realizó con vacas Hereford, y en dicha EE existían variadas razas cruzas, que no se incluyeron en el modelo de estudio.

Por otro lado, al analizar las diferencias de las CC al parto, por el efecto clima, teniendo en cuenta temperatura y precipitaciones acumuladas, para la época de partos en las diferentes EE, no se puede apreciar una clara tendencia en los resultados (anexos No. 1 al No. 6). En las gráficas se observa que en Paysandú (EEMAC y Glencoe), todos los meses presentan temperaturas promedios superiores a la histórica. En cuanto los meses de agosto y octubre tuvieron menores precipitaciones que la media histórica. En Salto (EEMAC), siempre la temperatura promedio fue mayor; y las precipitaciones fueron superiores en agosto, septiembre y octubre. Por último para el caso de Cerro Largo, presenta temperaturas mayores (en relación a la media histórica) en agosto, septiembre y diciembre y menores para los meses restantes. Por otro lado las precipitaciones fueron mayores en agosto, setiembre y octubre, y menores a la media en noviembre y diciembre.

Tanto EEFAS como Glencoe, se encuentran sobre basalto. Si bien el aporte va a depender de la proporción de los tipos de suelos, el año y el manejo, los resultados del desempeño al parto coinciden.

En la figura No. 4 se presenta la producción anual de forraje de los tres tipos de suelos.

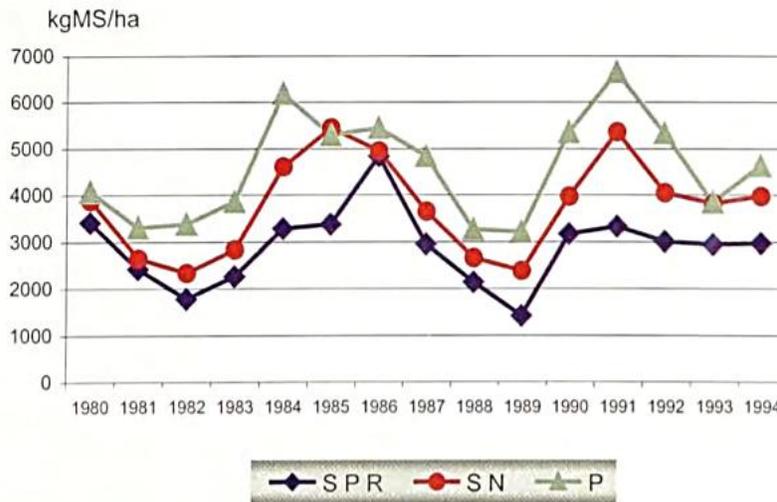


Figura No. 4. Producción anual de forraje de los tres tipos de suelos

Fuente: tomado de Risso y Berretta (2001).

La producción anual de forraje es muy variable según el grupo de suelos que integren: superficial rojo, superficial negro, medio y profundo, con medias de producción anuales de 2.995, 3.737, 3.984, 4.747kg/ha respectivamente.

Si bien la distribución estacional del forraje, también varía según el grupo, todos coinciden con mayores producciones en primavera, seguido de otoño, verano y por último el invierno. Aun así, las especies con mayor frecuencia, *Stipa setígera*, *Setaria geniculata*, *Paspalum notatum*, *Piptochaetium stipoides*, *Bromus auleticus* y *Botriochloa laguroides*, presentan alta contribución invernal (Risso y Berreta, 2001).

Otra causa por la que EEFAS es una de las EE que obtuvo la mayor media de CC al parto, podría ser que el 80% de los partos se concentraron en los meses de setiembre a noviembre, y al encontrarse en la región basáltica, las pasturas son más limpias porque presentan baja proporción de malezas de alto porte (Millot et al., 1987). Asimismo, presentan un buen aporte primaveral y otoñal de forraje, acompañado de un bajo aporte en invierno pero con especies de tipo tierno-fino.

Glencoe se encuentra en la Unidad Queguay chico con predominancia de suelos superficiales (35% superficial pardo rojizo-SPR, 35% superficial negro-SN, 30% profundo-SP). Estos suelos, se encuentran distribuidos como mosaico, existiendo mayor dificultad para encontrar grandes extensiones de suelos profundos para la agricultura o la realización de mejoramientos forrajeros. Los suelos SPR, presentan mayor variabilidad en verano e invierno, dependiendo de la temperatura. Las mayores producciones se dan en primavera y verano, siendo el invierno la estación con menor producción de forraje y con mayor variabilidad

según la temperatura. Esto concuerda con algunas de las especies presentes: *Schizachyrium spicatum*, *Chioris grandiflora*, *Eragrostis neesii*, *Eustachis bahiensis*, *Microchloa indica*, *Bouteloua megapotamica*, *Aristida venustula*, *Dichondra microcalyx*, *macachines Oxalis sp.* y *Selaginella sp.* (Risso y Berretta, 2001).

Al igual que los suelos SPR, los suelos SN, presentan la mayor producción de forraje en primavera y verano, y en invierno la menor, aunque como se observa en la figura No. 5 la producción total anual es mayor en estos suelos, que en los SPR (Risso y Berretta, 2001).

En la cuadro No. 31 se presenta la distribución estacional de la producción anual de los principales tipos de suelos de Glencoe.

Cuadro No. 31. Distribución estacional (%) de la producción total anual de los principales tipos de suelos de Glencoe

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Superficial parto rojizo	31.4	21.2	15.7	31.7
Superficial negro	32.1	21.0	14.9	32.0
Profundo	33.3	21.5	15.1	30.1

Fuente: adaptado de Risso y Berretta (2001).

La EEER, que presentó el menor desempeño al parto en comparación a las demás EE, se sitúa sobre la región noreste, sobre suelos pesados (Fraile muerto) y arenosos (Zapallar), con mayor proporción de las especies forrajeras: *Coelorhachis selloana*, *Axonopus sp*, *Paspalum notatum* y *Andropogon ternatus*. El pico de producción de las especies nativas sobre estos suelos es posterior al de EEFAS. Por otro lado, la producción total de forraje es en general menor, pudiendo explicar la menor CC al parto en EEER (Berretta, 1993)

Otra posible explicación es el manejo de la carga sobre los suelos de la región noreste (EEER). La carga promedio utilizada en esta Estación Experimental es de 1.1 UG/ha (Farías y Palladino, 2018). Saravia et al. (2011) en un relevamiento realizado por el Plan Agropecuario, estimaron que el óptimo para estos suelos es entre 0.80 y 0.85, por lo que presenta 0.275 UG/ha por encima del óptimo, generando sobrepastoreo. Dicha situación además se reproduce en EEMAC.

En la figura No. 5 se observan las edades en meses de cada categoría de cada EE.

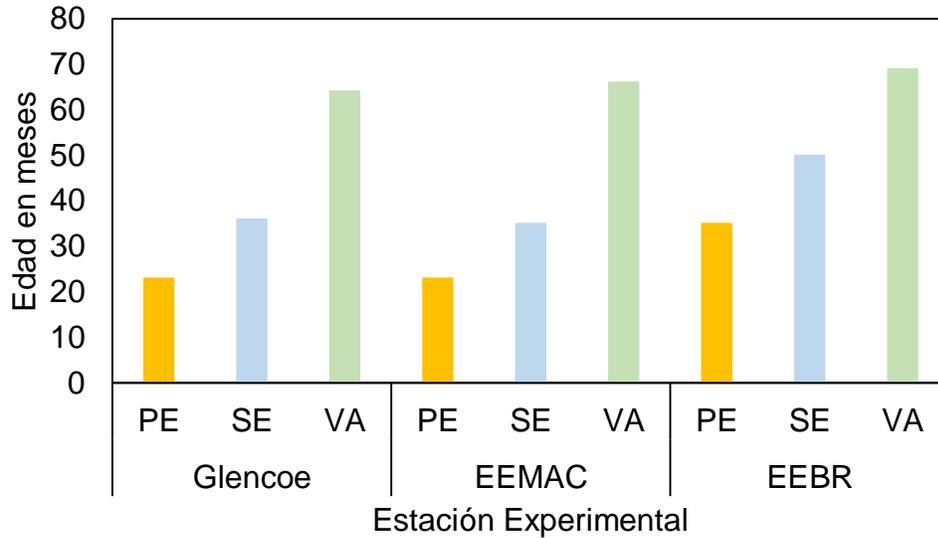


Figura No.5. Edad en meses según categoría y EE

En la figura anterior se puede observar claramente como Glencoe y EEMAC, presentan una menor edad al primer entore, en relación a EEBR, no se incluye en el estudio EEAFAS debido a que no existen datos. Esto permite obtener una mayor producción, tanto en el rodeo de cría como en producción de carne. Según Rovira (1996), al entorar a los dos años de edad se necesita mantener un total de 24% de animales más, que al realizar por primera vez el entore a los 15 meses. El mismo razonamiento es para cuando se hace entore por primera vez a los 3 años, pero en dicho caso se mantiene un 48% más de animales improductivos. Esto es debido a que se tienen animales de categorías chicas que están ocupando lugar, haciendo más ineficiente el proceso de producción de carne.

La edad de las vacas al segundo parto, se encuentra muy relacionada a la del primer parto. Por este motivo, EEMAC y Glencoe, presentan vacas de segundo parto más jóvenes que EEBR. Además, se observa, que al momento de refugar las vacas, para el caso de las múltiparas, el criterio de EEBR acepta vacas de mayor edad.

Históricamente EEAFAS ha logrado el mayor porcentaje de preñez en relación a EEMAC y EEBR. Por su parte estas dos últimas presentan mayor variabilidad en desempeño (preñez) entre años (Farías y Palladino, 2018). Según Orcasberro (1991) dicho indicador se encuentra relacionado con la CC al parto. Según Rovira (1996) con una CC al parto \geq a 4 se obtienen altos porcentajes de preñez por encima del 60%.

En la figura No. 6 se observa el porcentaje de preñez observado en el período 2010-2016, para las EE de Facultad de Agronomía.

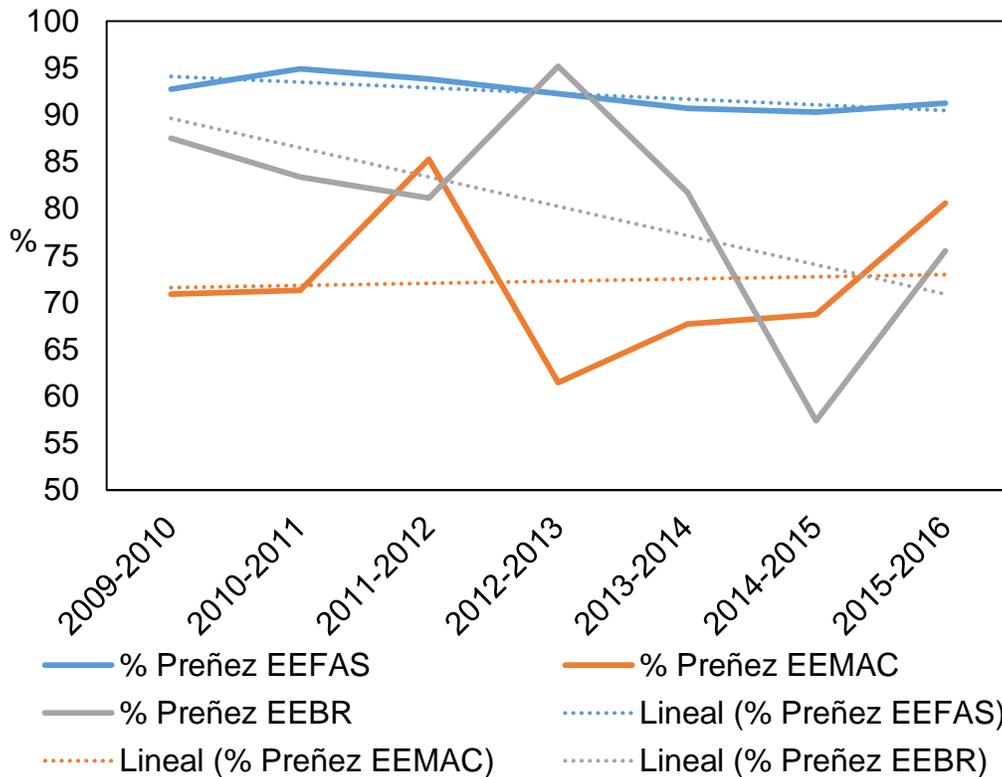


Figura No. 6. Porcentaje de preñez (%) para los años 2010-2016, con sus respectivas líneas de tendencia, para las tres estaciones experimentales

Fuente: adaptado de Farías y Palladino (2018).

La EEFAS tiene una tendencia a mantener los valores constantes de preñez a lo largo de los años, presentando mayor estabilidad frente a los datos variables de las otras EE que seguramente sean más dependientes de los eventos climáticos. En tanto EEMAC presenta una tendencia leve y positiva y EEBR negativa (Farías y Palladino, 2018).

Una de las razones por las cuales EEFAS logra mayores porcentajes de preñez (asociada a la mayor CC al parto), podría ser, que en dicha EE realizan inseminación artificial en todas las vaquillonas y se repasan con toros. De esta manera se garantiza que las vaquillonas que no fueron preñadas en la inseminación, se preñen con los toros. Por este motivo, no existe un registro certero de los padres de las vacas, dado a que sólo son inseminadas las vaquillonas y repasadas con toros y las vacas adultas y de segundo entore, son entoradas con grupos de toros.

Por lo mencionado anteriormente, en EEFAS existe un compromiso muy importante con el rodeo de cría, lo que conlleva a realizar manejos adecuados combinando probablemente diferentes prácticas, que permiten llegar al parto con altas CC.

Dichas prácticas son, alimentación adecuada logrando valores óptimos de CC a inicio del invierno (Soca y Orcasberro, 1998), utilizar una adecuada capacidad de carga sin provocar sobrepastoreos; inseminación artificial y repaso (garantizando que todas las categorías se preñen). Esta Estación Experimental (EEFAS) presenta el mayor número de vacas de primer parto, categoría que presenta menores dificultades para preñar (debido a que no se encuentra amamantando) y edad al primer entore a los 24 meses (2 años de edad). Según Rovira (1996), en Uruguay sólo el 30% de las vaquillonas se entoraban a los 2 años y el otro 70% con más de 2 años, considerándose vaquillonas “viejas”. Rovira (1996) sostiene que lo ideal sería llegar al primer entore con 14-15 meses de edad, para obtener un índice de preñez de 85%, para vaquillonas con un peso mínimo de 250 kg. Actualmente esta cifra ha variado, siendo 53% el porcentaje de vaquillonas que se entoran con más de dos años (MGAP. DIEA, 2011)

Por otra parte, en EEMAC, también se realiza inseminación artificial durante noviembre y diciembre a las vaquillonas, mientras que al resto del rodeo se insemina desde diciembre hasta fines de febrero. Esta podría ser otra de las razones por las cuales EEFAS y EEMAC, tienen similares CC al parto.

Cabe desatacar que en EEFAS, los registros de identificación de padres no se encuentran disponibles. Al realizarse entores colectivos (grupos de vacas con grupos de toros) no es posible conocer la identificación de los padres de cada animal nacido. Cavestany y Méndez (1993) afirman que al usar inseminación artificial existe la ventaja de poder realizar mejora genética, realizando un buen registro de padres de cada animal, herramienta que sería muy útil para poder estudiar el mérito genético del padre. Sin embargo existen opciones para la identificación del padre en los casos que no presentan registros, como lo es el diagnóstico de paternidad por ADN.

En el caso de Glencoe y EEER, sistemáticamente todos los años se registra en forma similar. Por su parte EEMAC varía los registros en función de los experimentos, y en EEFAS los registros son eventuales. Sería oportuno recomendar que se hiciera un sistema de registros estructurales en todas las EE, de la mayor cantidad de variables utilizando por ejemplo el programa SRGEN desarrollado por INIA para la toma de registros para las evaluaciones genéticas.

Si bien no se puede determinar si existe espacio para la selección genética, dada la escasez de datos, es posible afirmar que en Glencoe (donde existe un registro de datos extenso), el padre de la vaca, es una variable que afecta significativamente a la CC al parto. Desde el punto de vista genético, en el

caso de que si efectivamente existieran padres que generaran hijas que parieran con mejores CC, se podría implementar un programa de mejoramiento genético para esta variable. La variable CC actuaría como criterio de selección asociado a la eficiencia reproductiva en ganado de carne. Ambas variables se encuentran asociadas fenotípicamente (Orcasberro, 1991). Futuras líneas de trabajo deberían incluir estudios de correlaciones genéticas entre la CC a lo largo del ciclo de cría y variables de reproducción. En caso de existir correlaciones genéticas, la selección en ganado de carne para mejorar la reproducción podría ser realizada mediante la variable CC. El registro de esta variable presenta mayor facilidad a nivel de campo.

En tanto en el caso de EEER, también existe un registro de padre de la vaca, pero el mismo no fue analizado en el modelo, debido a que al observar la frecuencia con que se repiten los padres, se observa que ningún toro es utilizado en más de una categoría. Es decir un toro que es padre de una vaca de primer parto, no lo es en una de segundo parto o múltipara. Por lo tanto la variable padre de la vaca no fue incluida en el modelo, debido a que se confunden los efectos padre y categoría.

En relación al análisis de la relación entre el IIP y la CC al parto, como se mencionó anteriormente, no existe suficiente número de datos como para realizar una discusión concreta. Esto coincide con lo dicho por Pryce et al. (2000), que es un indicador fácil de medir, y no tan afectada por el resto de los factores, pero no es factible de medir en todas las vacas, debido a que a las de primer parto o vacas falladas del parto anterior, no se puede medir. Por lo tanto está dentro de los parámetros normales, que la CC al parto no presente una correlación significativamente diferente de cero con el intervalo inter parto cuando se correlacionaron los residuales. En cambio cuando se analiza la correlación entre la CC y el IIP, sin tener en cuenta las demás variables, es decir crudo, presenta una correlación significativa. Adicionalmente, se observó una gran reducción de vacas con información de IIP siguiente al registro de CC. En el caso de la EEER no se contaba con esta información. En las EE EEER, EEMAC y Glencoe las vacas que contaban con información de IIP eran 61, 70 y 77%, respectivamente. La falta de información puede deberse a que algunos animales fueron refugados y otras vacas no parieron. Debido a que no se cuentan con los datos completos no se puede identificar correctamente cuales fueron las vacas que parieron en 2017 pero no lo hicieron en el 2018 pese a tener la oportunidad (estar presentes en el rodeo y haber sido servidas), enfrentándonos a un caso de datos censurados típico de estas características reproductivas.

Según Rovira (1996), tener un intervalo inter parto de 12 meses sería lo ideal, cosa que coincide con el resultado de la media 368 días. Además para obtener este resultado Rovira (1996) dice que las vacas deben volver a quedar preñadas a los 83 días siguientes al parto.

El resultado de la correlación entre intervalo inter parto y la CC al parto fue negativa, -0.18 (crudo) y -0.08, estos resultados coinciden con lo estudiado por Dal Zotto et al. (2007), quienes habían obtenido una correlación de -0.35. Por lo que se podría concluir lo mismo que realizar una selección directa por intervalo inter parto no es muy confiable.

Es importante señalar que para que estos estudios sean factibles es necesario contar con adecuada información de identificación de los animales y de las variables ambientales.

Se observan bases de datos muy completas en la EE de Glencoe, desde la identificación de los animales hasta los movimientos entre potreros. Esto permite lograr resultados de un modo fácil y preciso, pudiendo determinar deficiencias y ventajas en el sistema.

En las EE de la Facultad de Agronomía se evidencian variabilidades importantes en los sistemas utilizados para registrar los eventos de los rodeos de cría tanto en cantidad como en calidad. Sería importante lograr sistematizar y estandarizar en un sistema único integrado de registros, que permita la obtención clara y rápida de los datos para la investigación y estimación de la producción.

6. CONCLUSIONES

Con un adecuado registro, procesamiento y análisis estadísticos, es posible obtener los factores que afectan a la CC al parto.

Para el año de estudio, la Estación Experimental, el mes de parto y la categoría de la vaca afectan de distinta manera la CC al parto.

Existen otras variables como el sexo del ternero, la edad en días y el padre de la vaca, que afectan significativamente a la CC al parto en las diferentes Estaciones Experimentales.

Las vacas de segundo parto, presentan menor CC al parto.

Se observan diferentes CC al parto, según el padre de la vaca.

El sistema de registros es muy variable según la EE.

No existe una relación entre la CC al parto y el IIP siguiente.

7. RESUMEN

A través de datos brindados por diferentes Estaciones Experimentales (EE), se logró el objetivo planteado del presente trabajo, siendo el mismo, analizar estadísticamente la condición corporal al parto. Las Estaciones Experimentales fueron Mario A. Cassinoni (EEMAC), San Antonio (EEFAS), Bernardo Rosengurt (EEBR) y en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) la Unidad Experimental Glencoe (Glencoe), las mismas se encuentran ubicadas en los departamentos de Salto (EEFAS), Paysandú (EEMAC y Glencoe) y Cerro Largo (EEBR). El trabajo de campo se inició en setiembre del año 2017 y concluyó en diciembre del 2018, cuando finalizó la época de partos de este último año. Se registró mediante personal entrenado la condición corporal al momento del parto (CC) mediante una escala del 1 al 8 en las distintas Estaciones Experimentales. Adicionalmente, se recabó la siguiente información: fecha de parto, sexo y peso del ternero, edad en días y categoría de la vaca al parto, y padre de la vaca, en el caso de que existieran los registros. Además, se recopilaban las fechas de parto del año siguiente (2018) al que se le tomó el dato de CC. El total de animales muestreados fueron 753, de los cuales se utilizaron 523, siendo 66 de la EEMAC, 31 pertenecientes a EEBR, 223 de EEFAS y 203 de Glencoe. Se realizó un análisis de varianza incluyendo todas las estaciones en conjunto corrigiendo la CC por el siguiente modelo general: Estación Experimental, mes de parto (mesp: agosto, setiembre, octubre, noviembre y diciembre), categoría de la vaca (categ: primer parto, segundo parto, múltipara) y sexo del ternero (hembra o macho), todos como efecto fijo. Debido a la heterogeneidad de registros entre las EE se realizó un análisis individual para cada una. En el mismo, se incluyó la edad en días de la vaca (covariable) en Glencoe, EEMAC y EEBR, peso del ternero (covariable) en EEFAS, Glencoe y EEMAC y el efecto fijo del padre de la vaca en Glencoe. La relación entre Intervalo inter parto (IIP) y CC se analizó mediante dos enfoques: 1) Correlacionando los valores crudos de CC e IIP y los residuales de ambas características resultantes de aplicar el modelo general; 2) un análisis de varianza con el modelo general incluyendo a la CC como covariable. Las medias de mínimos cuadrados (MMC) obtenidas para cada Estación Experimental fueron: EEFAS 4.17 ± 0.06 , Glencoe 4.12 ± 0.06 , EEMAC 4.02 ± 0.07 y EEBR 3.59 ± 0.11 . No se observaron diferencias ($p > 0.05$) en CC entre las vacas de primer parto y las múltiparas, siendo 4.19 ± 0.06 y 4.21 ± 0.05 respectivamente. Sin embargo, las vacas de segundo parto fueron menores 3.52 ± 0.09 . Los meses de agosto (4.06 ± 0.06) y noviembre (4.20 ± 0.08) presentaron las mayores CC medias y los meses de setiembre (3.80 ± 0.05) y octubre (3.83 ± 0.05) las menores. Diciembre no se diferenció significativamente de ninguno de los meses mencionados (4.00 ± 0.18 , $p > 0.05$). En tanto en relación al modelo individual, en EEFAS la única variable que resultó significativa fue categoría, siendo las vacas de primer parto superiores en relación a las múltiparas. En Glencoe al no incluir el padre en el modelo, las variables categoría, mes de parto, edad en días fueron

significativas, pero sexo del ternero y peso al nacer, no lo fueron. Cuando se incluye al modelo la variable padre, los resultados anteriores se mantienen, y además fue significativa la variable padre de la vaca. Las vacas de primer parto presentaron mayor CC en relación a las de segundo parto y multíparas en ambos casos. Los meses de agosto, octubre y noviembre tuvieron mayores CC que setiembre. Existió un padre que presentó hijas con mayor CC al parto que el resto. Para el EE EEMAC, no se presentó ninguna variable incluida en el modelo como significativa. El efecto del sexo del ternero fue significativo solo el EEER, presentando una CC mayor las vacas que paren hembras que machos. Para el estudio del IIP, en el primer enfoque cuando se toman los valores crudos, la correlación es baja y negativa (-0.18), pero al tomar los valores residuales no es significativamente distinto de cero. Para el segundo enfoque los efectos fijos incluidos en el modelo fueron significativos (EE, mes de parto y categoría), pero la CC al parto no fue significativa. Sería importante lograr sistematizar y estandarizar en un sistema único integrado de registros, que permita la obtención clara y rápida de los datos para la investigación y estimación de la producción.

Palabras clave: Condición corporal; Parto; Categoría; Mes de parto; Intervalo inter parto.

8. SUMMARY

Through data provided by different research stations, the objective of this work, analyze statistically the body condition score (BCS) during birth, was achieved. The research stations where the work took place were Maria A. Cassinoni (EEMAC), San Antonio (EEFAS), Bernardo Rosengurt (EEBR), National Institute of Agropecuarian research (INIA), Experimental Unit Glencoe (Glencoe), which are located in Salto (EEFAS), Paysandú (EEMAC and Glencoe) and Cerro Largo (EEBR). The fieldwork was started in September 2017, and finished in December in the same year, when the birth season ended. Trained staff was in charge of recording the BCS during birth using a scale from 1 to 8 in the previously mentioned stations. Not only were BCS during birth registered, but also month of birth, sex of the breeding, age in days of the cow, type of cow, and if possible, registers of the cow's father. Moreover, the birth dates during the next year (2018), were also registered. In total, 753 animals were sampled, but only 523 used, 66 from EEMAC, 223 from EEFAS, 31 from EEBR and 203 from Glencoe. An analysis of variance was done, including all the stations and correcting BCS with the following general model: station, type of cow (first birth, second birth or multiparous), month of birth (August, September, October, November or December) and sex of the breeding, all considered as fixed effect. Due to the heterogeneity of registers in the stations, and individual analysis was done in each station. It was included the age of the cow in days (covariate) in Glencoe, EEMAC and EEBR, weight of breeding (covariate) in EEFAS, Glencoe and EEMAC and the fixed effect of the cow's father in Glencoe. The relationship between calving interval (CI) and BCS was analyzed through two approaches: 1) Correlating raw values of BCS and CI and the residuals of both characteristics resulting from applying the general model. 2) An analysis of variance using the general model, including the BCS as covariate. The least - squares means obtained in each station were: EEFAS 4.17 ± 0.06 , Glencoe 4.12 ± 0.06 , EEMAC 4.02 ± 0.07 and EEBR 3.59 ± 0.11 . There were not significant differences ($p > 0.05$) in BCS between first birth cows and multiparous, being 4.19 ± 0.06 y 4.21 ± 0.05 respectively. However, for the second birth cow the result was 3.52 ± 0.09 . The months of August (4.06 ± 0.06) and November (4.20 ± 0.08) presented the highest average BCS and September (3.80 ± 0.05) and October (3.83 ± 0.05) the lowest. December did not present significant differences with the rest of the months (4.00 ± 0.18 , $p > 0.05$). Regarding the individual model, in EEFAS the only significant variable was the category, being the first birth cows superior than the multiparous. In Glencoe, as the cow's father was not included in the model, the variables category, month of birth and age in days were important, while the sex of the breeding and weight, were not. When it is included to the model the variable of the father, the results are the same, and it is also significant the cow's father. The first birth cows presented higher BCS than the second birth and multiparous. The months of August, October and November, had more BCS than September.

There was a father who presented daughters with higher BCS than the rest. In EEMAC, there was not a significant variable included in the model. The effect of the sex of the breeding was significant only in EEER, having higher BCS the cows which gave birth to females than the ones which gave birth to males. When studying the CI, in the first approach when the raw values are taken, the correlation is low and negative (-0.18). However, when the residuals are considered, it is not significantly different from zero. In the second approach, the fixed effects included in the model were significant (EE, month of birth and category), however, the BCS during birth, was not. It would be important to systematize and standardize in an integrated system of registers, which allows to obtain clearly and quickly data for the research and the estimation of the production.

Keywords: Body condition score; Birth; Category; Month of birth; Calving interval.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Artagaveytía, F.; Barbat, R.; Gaona, J. 2017. Estimación de heredabilidad de la condición corporal en ganado de cría de raza Angus del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 62 p.
2. Baldi, F.; Mello, M.; Ribeiro, R. 2008. Correlações genéticas de características de tamanho corporal e condição corporal com características de eficiência produtiva de fêmeas da raça Canchim. (en línea). Revista Brasileira de Zootecnia. 37(3): 420-426. Consultado 25 abr. 2018. Disponible en <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000300006>
3. Battagin, M.; Forabosco, F.; Jakobsen, J. H.; Penasa, M.; Lawlor, T. J.; Cassandro, M. 2012. International genetic evaluation of Holstein bulls for overall type traits and body condition score. (en línea). Journal of Dairy Science. 95: 4721-4731. Consultado 23 may. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5336>
4. _____; Sartori, C.; Biffani, S.; Penasa, M.; Cassandro, M. 2013. Genetic parameters for body condition score, locomotion, angularity, and production traits in Italian Holstein cattle. (en línea). Journal of Dairy Science. 96: 5344-5351. Consultado 23 may. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6352>
5. Bavera, G.; Bocco, O.; Beguet, H.; Petryna, A. 2005. Crecimiento desarrollo y precocidad. (en línea). In: Cursos de Producción Bovina de Carne (2005, Río Cuarto). Publicaciones. Río Cuarto, UNRC. FAV. pp. 1-11. Consultado 13 mar. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf
6. Berreta, E. J. Bemhaja, M. 1998. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto en la Unidad Queguay Chico. (en línea). In: Seminario de Actualización de Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11-20 (Serie Técnica no. 102). Consultado 13 mar. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7790/1/ST-102-11-20.pdf>

7. Cardoso, F.; Cardellino, R. A.; Campos, L. 2004. (Co) variance components and genetic parameters of post-weaning traits in Angus cattle. (en línea). Revista Brasileira de Zootecnia. 33 (2): 313-319. Consultado 24 may. 2018. Disponible en <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000200006>
8. Cavestany, D.; Méndez, J. 1993. Manual de inseminación artificial en bovinos. (en línea). Montevideo, INIA. 87 p. (Boletín de Divulgación no. 39). Consultado 12 mar. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2737/1/111219240807155445.pdf>
9. Cersósimo, M.; Martínez-Vigil, M. 2016. Heredabilidad de la condición corporal en vacas de cría. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 39 p.
10. Correa, A.; Uribe, L. 2010. La condición corporal como herramienta para pronosticar el potencial reproductivo en hembras bovinas de carne. (en línea). Revista Facultad Nacional de Agronomía. 63(2): 5607-5619. Consultado 19 abr. 2018. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472010000200014
11. Dal Zotto, R.; De Marchi, M.; Dalvit, C.; Cassandro, M.; Gallo, L.; Carnier, P.; Bittante, G. 2007. Heritabilities and Genetic Correlations of Body Condition Score and Calving Interval with Yield, Somatic Cell Score, and Linear Type Traits in Brown Swiss Cattle. (en línea). Journal of Dairy Science. 90(12): 5737-5743. Consultado 24 may. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.3168/jds.2007-0280>
12. Dechow, C. D.; Rogers, G. W.; Clay, J. S. 2002. Heritability and Correlations Among Body Condition Score Loss, Body Condition Score, Production and Reproductive Performance. (en línea). Journal of Dairy Science. 85(11): 3062-3070. Consultado 23 may. 2018. Disponible en [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74393-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74393-2)
13. Earle, D. 1976. A guide to scoring dairy cow condition. Journal of Agriculture for the Farmers of Victoria. 74(7): 228–231.
14. Edmonson, A. J.; Lean, I. J.; Weaver, L. D.; Farver, T.; Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. (en línea). Journal of Dairy Science. 72(1): 68-78. Consultado 19 abr.

2018. Disponible en [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(89\)79081-0](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(89)79081-0)

15. Farías, M. J.; Palladino, E. 2018. Descripción de la producción de los rodeos de cría de las estaciones experimentales EEBR, EEMAC y EEFAS. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 63 p.
16. INIA. GRAS (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Unidad de Agro-clima y Sistemas de Información, UY). 2013. Banco datos agroclimático. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 11 abr. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>
17. Interbull (International Bull Evaluation Service, SWE). 2007. National Evaluation Systems Information. (en línea). Uppsala. s.p. Consultado 23 may. 2018. Disponible en <http://www.interbull.org/ib/interbull>
18. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). 2013. Estadísticas climatológicas. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 11 abr. 2019. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas>
19. Iriarte, M. 2007. Relación entre la condición corporal y el porcentaje de preñez de vacas de cría en sistemas ganaderos criadores del este del país. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 60 p.
20. Lawrence, T. L. J.; Fowler, V. R. 1997. Growth of farm animals. Cambridge, CAB International. 330 p.
21. Loker, S.; Bastin, C.; Miglior, F.; Sewalem, A.; Schaeffer, L. R.; Jamrozik, J.; Osborne, V. 2011. Short communication: estimates of genetic parameters of body condition score in the first 3 lactations using a random regression animal model. (en línea) Journal of Dairy Science. 94: 3693-3699. Consultado 23 may. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.3168/jds.2010-4122>

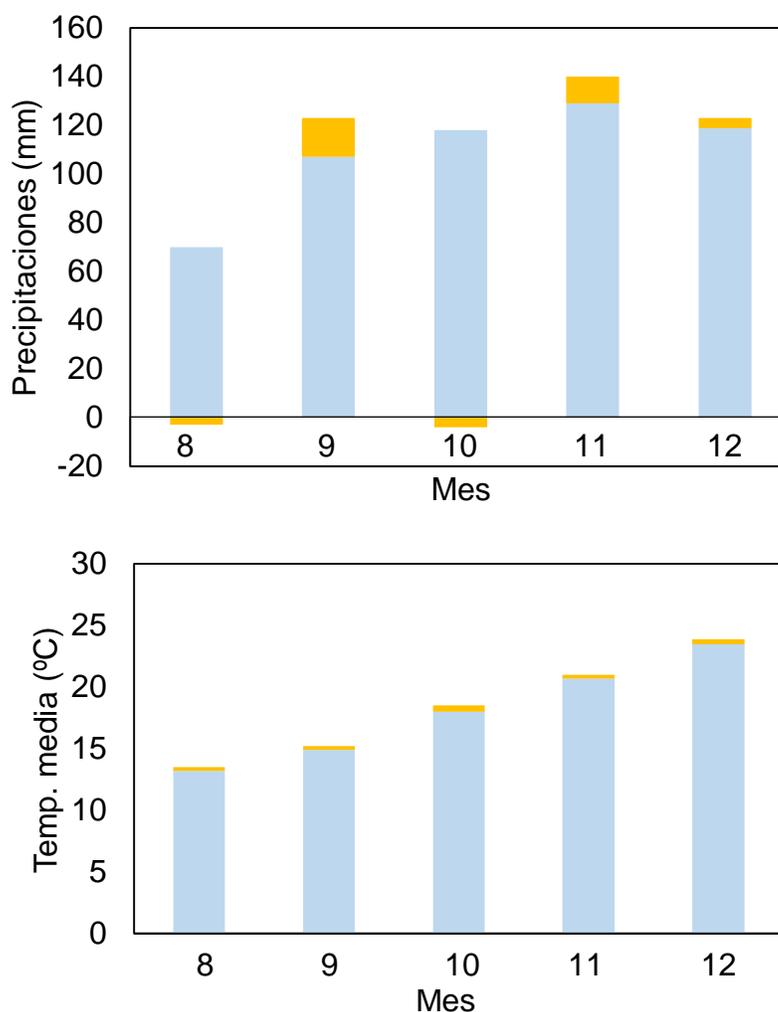
22. Lowman, B. G.; Scott, N.; Somerville, S. 1976. Condition score of cattle: revised edition. East of Scotland College of Agriculture. Bulletin no. 6. 8 p.
23. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2011. Anuario estadístico agropecuario. 18a. ed. Montevideo. 213 p.
24. _____. _____. 2017. Anuario estadístico agropecuario. 10a. ed. Montevideo. 213 p.
25. Millot, J. C.; Risso, D. F.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, Uruguay, FUCREA. 199 p.
26. Morón, A.; Martino, D.; Restaino, E. 1994. Manejo y fertilidad de suelos. Montevideo, INIA. 98 p. (Serie Técnica no. 42). Consultado 19 abr. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2997/1/111219240807103034.pdf>
27. Morotti, F.; Santos, G. M. G.; Koetz Júnior, C.; Silva-Santos, K. C.; Roso, V. M.; Seneda, M. M. 2017. Correlation between phenotype, genotype and antral follicle population in beef heifers. (en línea) Theriogenology. 91: 21-26. Consultado 23 may. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2016.12.025>
28. Orcasberro, R. 1991. Propuesta de manejo para mejorar la eficiencia reproductiva de los rodeos de cría. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 158-169 (Serie Técnica no. 13).
29. Pryce, J. E.; Coffey, M. P.; Sim, G. 2001. The relationship between body condition score and reproductive performance. (en línea). Journal of Dairy Science. 84(6): 1508-1515. Consultado 23 may. 2018. Disponible en [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(01\)70184-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(01)70184-1)
30. Rae, D. O.; Kunkle, W. E.; Chenoweth, P. J.; Sand, R. S.; Tran, T. 1993. Relationship of parity and body condition score to pregnancy rates

in Florida beef cattle. (en línea). *Theriogenology*. 39(5): 1143-1152. Consultado 15 may. 2018. Disponible en [https://doi.org/10.1016/0093-691X\(93\)90013-U](https://doi.org/10.1016/0093-691X(93)90013-U)

31. Risso, D. F.; Berretta, E. J. eds. 2001. *Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos del Uruguay*. (en línea). Montevideo, INIA. 182 p. (Boletín de Divulgación no. 76). Consultado 14 mar. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630031107111008.pdf>
32. Roche, J. R.; Dillon, P. G.; Stockdale, C. R.; Baumgard, L. H.; Vanbaale, M. J. 2004. Relationships among international body condition scoring systems. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 87(9): 3076 - 3079. Consultado 11 abr. 2018. Disponible en [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73441-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73441-4)
33. Rosengurtt, B. 1946. *Estudio sobre praderas naturales del Uruguay*. 5a. ed. Montevideo, Rosgal. 573 p.
34. Rovira, J. 1996. *Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo*. Montevideo, Hemisferio Sur. 288 p.
35. Royal, M. D.; Pryce, J. E.; Woolliams, J. A.; Flint, A. P. F. 2002. The genetic relationship between commencement of uteral activity and calvin interval, body condition score, production, and linear type traits in Holstein-Friesian dairy cattle. (en línea). *Journal of Dairy Science*. 85(11): 3071-3080. Consultado 23 may. 2018. Disponible en [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(02\)74394-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(02)74394-4)
36. Santana Jr. M. L.; Eler, J. P.; Cucco, D. C.; Bignardi A. B.; Ferraz, J. B. S. 2013. Genetic associations between hip height, body conformation scores, and pregnancy probability at 14 months in Nelore cattle. (en línea). *Livestock Science*. 154:13-18. Consultado 24 may. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.02.018>
37. Saravia, A.; Deborah, C.; Montes, E.; Taranto, V.; Pereira, M. 2011. *Manejo del rodeo de cría sobre el campo natural*. (en línea). Montevideo, Instituto del Plan Agropecuario. 76 p. Consultado 28 may. 2018. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/uploads/libros/21_manual.pdf

38. SAS Institute. 2016. System Requirements for SAS® 9.4 Cary, NC. s.p.
39. Scaglia, G. 1997. Nutrición y reproducción de la vaca de cría: uso de la condición corporal. (en línea). Montevideo, INIA. 91 p. (Serie Técnica no. 91). Consultado 19 abr. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2997/1/111219240807103034.pdf>
40. Silveira, D.; Souza, F.; Brauner, C.; Ayres, D.; Silveira, F.; Dionello, N.; Boligon, A. 2015. Body condition score of Nelore cows and its relation with mature size and gestation length. (en línea). Livestock Science. 175: 10-17. Consultado 25 may. 2018. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.02.013>
41. Soca, P.; Simeone, A. 1998. Manejo del rodeo de cría: en base a estado corporal, altura de pasto y control de amamantamiento. (en línea). Montevideo, INIA. 7 p. (Serie Técnica no. 7). Consultado 28 may. 2018. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6777/1/INIA-PLAN-1998-Cartilla-7.pdf>
42. Vizcarra, J. A.; Ibañez, W.; Orcasberro, R. 1986. Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal en vacas Hereford. Investigaciones Agronómicas. no. 7: 45-47
43. Wildman, E. E.; Jones, G. M.; Wagner, P. E.; Boman, R. L. 1982. A dairy body condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. Journal of Dairy Science. 65(3): 495-501.

10. ANEXOS

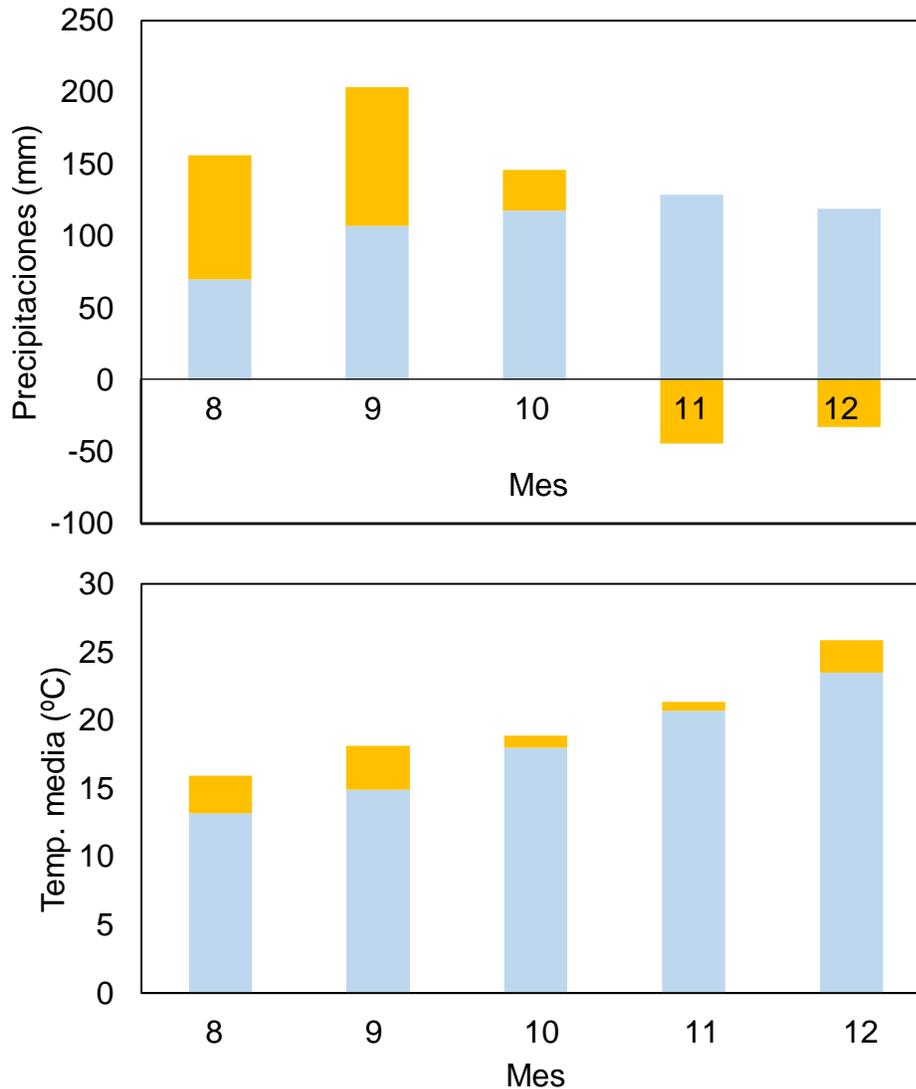


Figuras 1 y 2. Variación de precipitaciones (mm) y temperatura (°C) entre el período estudiado del año 2017 con el promedio histórico (1961-1990), en Paysandú.

En la figura No. 1 se presenta en color celeste, el promedio histórico (1961-1990) de las precipitaciones acumuladas (mm) tomado de INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología), y en anaranjado la variación entre dichos registros, con las precipitaciones acumuladas (mm) registradas por el Banco de datos agroclimáticos del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) en el año 2017 con el promedio histórico.

Como en la base de datos no se contaba con información de la Estación de Paysandú, se tomaron los registros de la estación de INIA Tacuarembó.

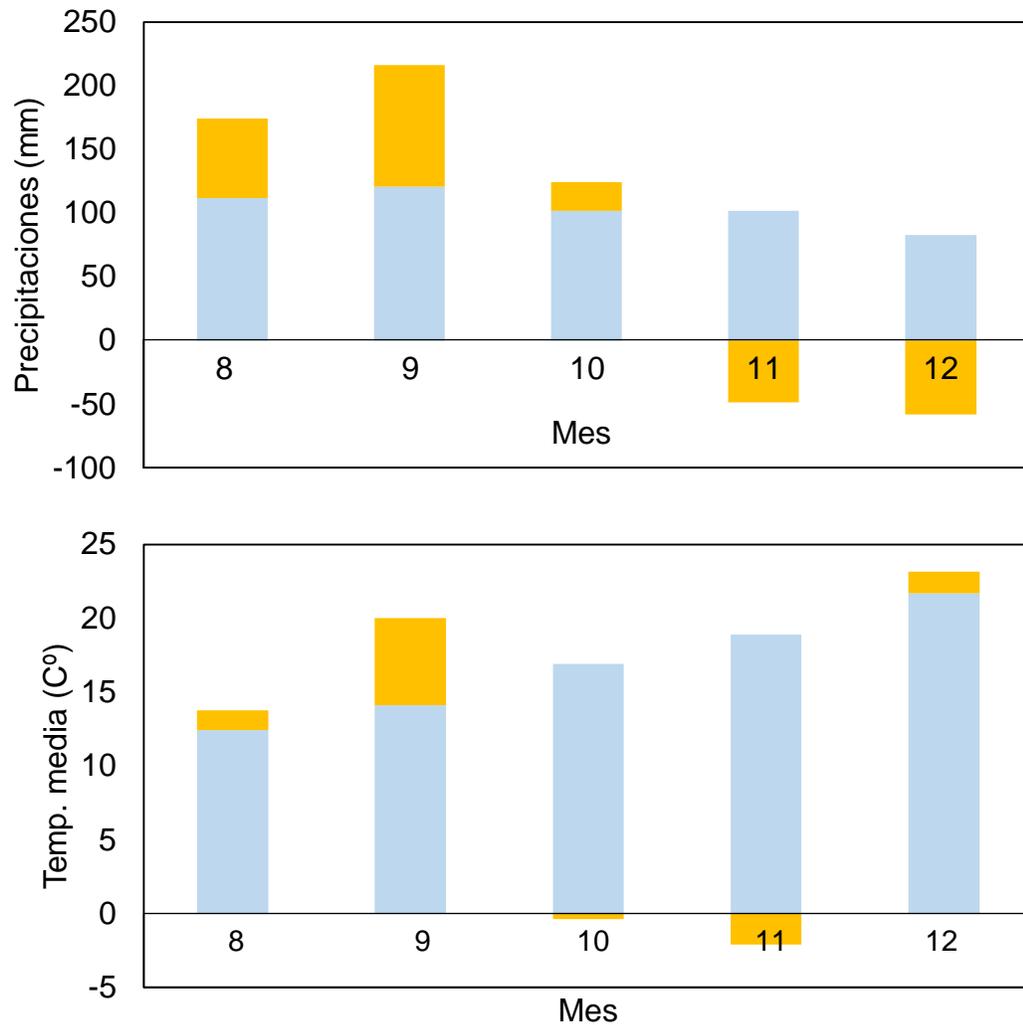
El mismo análisis se realizó en la figura No. 2, con la variación que se utilizaron los datos de la temperatura media mensual (°C).



Figuras 3 y 4. Variación de precipitaciones (mm) y temperatura (°C) entre el período estudiado del año 2017 con el promedio histórico (1961-1990), en Salto.

En la figura No. 3 se presentan en color celeste, el promedio histórico (1961-1990) de las precipitaciones acumuladas (mm), y en la figura No. 4 las temperaturas promedio mensuales (°C) tomados de INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología). En anaranjado se presenta la variación entre dichos registros, con las precipitaciones acumuladas (mm) del año 2017 (figura No. 3) y la

temperatura media mensual (figura No. 4) del año 2017 registradas por el Banco de datos agroclimáticos del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), específicamente la Estación Salto Grande.



Figuras 5 y 6. Variación de precipitaciones (mm) y temperatura (°C) entre el período estudiado del año 2017 con el promedio histórico (1961-1990), en Cerro Largo.

En la figura No. 5 se presentan en color celeste, el promedio histórico (1961-1990) de las precipitaciones acumuladas (mm), y en la figura No. 4 las temperaturas promedio mensuales (°C) tomados de INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología). En anaranjado se presenta la variación entre dichos registros, con las precipitaciones acumuladas (mm) del año 2017 (figura No. 3) y la

temperatura media mensual (figura No. 4) del año 2017 registradas por el Banco de datos agroclimáticos del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), específicamente la Estación Salto Grande.