

DINÁMICA FOLICULAR POSPARTO Y COMPORTAMIENTO DEL AMAMANTAMIENTO EN RAZAS ANGUS Y CRIOLLA ARGENTINA

POSPARTUM FOLLICULAR DYNAMICS AND SUCKLING BEHAVIOR IN ANGUS AND CRIOLLA ARGENTINA BREEDS

Robson, C.¹, J.F. Aller², S. Callejas³ y R.H. Alberio²

¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Mercedes. Corrientes. Argentina. crobson@correo.inta.gov.ar

²Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Balcarce. C.C. 276 (7620) Balcarce. Argentina. jaller@balcarce.inta.gov.ar

³Facultad de Ciencias Veterinarias. UNCPBA. Argentina. callejas@vet.unicen.edu.ar

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Dinámica folicular. Bovino.

ADDITIONAL KEYWORDS

Follicular dynamics. Bovine.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar las diferencias en los procesos fisiológicos que afectan el desempeño reproductivo posparto, se estudió en 2 experimentos, la dinámica folicular ovárica, el momento de retorno a la ciclicidad y el comportamiento de amamantamiento durante el período posparto, en vacas de razas con aptitud reproductiva mejorada (Angus) y pobre aptitud reproductiva (Criolla Argentina). En el experimento 1, se realizó el estudio de la dinámica folicular ovárica mediante ecografías diarias en 6 vacas Angus y 6 vacas Criolla Argentina, con cría al pie, desde los 30 días posparto hasta la ocurrencia de la 2ª ovulación posparto, o de no producirse ésta, hasta el día 90 posparto. Simultáneamente se observó el comportamiento de amamantamiento en los terneros durante 6 horas diarias en 18 momentos del periodo considerado. En cada observación se registró la frecuencia (nº de veces), duración promedio (minutos) y tiempo total (minutos/6 horas) de amamantamiento. En el experimento 2, se determinó mediante ecografías semanales en 20 vacas Angus y 19 Criolla Argentina, el momento de retorno a la ciclicidad, desde el día 30 posparto hasta la observación del primer cuerpo lúteo o hasta el día 90 posparto. En ambos experimentos se determinó la evolución del peso vivo de las vacas y terneros. El peso de las vacas fue similar entre razas en el experimento 1, no obstante se registró una diferencia a favor de las vacas

Criolla Argentina en el experimento 2. No se observaron diferencias entre razas en la dinámica folicular posparto, en la tasa de ovulación (vacas que ovularon/total de vacas), en la duración del anestro (intervalo promedio parto-1ª ovulación) (experimento 1) y en el número de días hasta la primera observación del cuerpo lúteo (experimento 2). Esta es la primera descripción del desarrollo folicular posparto en la raza Criolla Argentina. La frecuencia y duración promedio del amamantamiento no se relacionó con la edad en terneros Angus, en cambio, en terneros Criolla Argentina la frecuencia disminuyó mientras que la duración se incrementó conforme aumentó la edad. El tiempo total de mamado no fue diferente entre razas ni entre momentos de observación. En conclusión, las diferencias en aptitud reproductiva no estarían dadas por cambios en la dinámica folicular ovárica. Las diferencias en el comportamiento de amamantamiento no pudieron ser relacionadas con el retorno a la ciclicidad debido a que el mismo pudo verse afectado por diferencias en la condición corporal de los vientres.

SUMMARY

To determine the differences in the physiological processes that affect the postpartum reproductive performance, follicular dynamics, postpartum cyclicity resumption and suckling

Recibido: 27-3-07. Aceptado: 30-7-07.

Arch. Zootec. 57 (220): 477-488. 2008.

ROBSON, ALLER, CALLEJAS Y ALBERIO

behavior were studied in cows of breeds with enhanced reproductive performance (Angus) and poor reproductive performance (Criolla Argentina) in two experiments. In experiment 1, ovarian follicular dynamics was monitored daily by transvaginal ultrasonography in 6 suckled Angus cows and 6 suckled Criolla Argentina cows, from day 30 postpartum to either 90 days after calving or when the second ovulation was detected whichever came earlier. Simultaneously suckling behavior was observed daily for 6 hours at 18 stages of lactation. In each observation, the frequency (number of suckling bouts), average duration of each bout (minutes) and total time spent in suckling (minutes/6 hours), were recorded. In experiment 2, the return to cyclicity was monitored weekly by transrectal ultrasonography in 20 suckled Angus cows and 19 suckled Criolla Argentina cows, from day 30 postpartum until either the observation of the first corpus luteum or until day 90 postpartum. In both experiments, the changes in body weight of cows and calves were monitored. In experiment 1, body weight was similar between breeds. However in experiment 2, Criolla Argentina cows registered heavier weights. Breeds did not differ in parameters of follicular dynamics, ovulation rate (ovulated cows/total cows), duration of postpartum interval or days to observation of first postpartum corpus luteum. This is the first description of postpartum follicular development in the Criolla Argentina breed. Frequency and duration of each suckling bout for Angus calves were not related to age of the calves. However, in Criolla Argentina calves, the frequency diminished and the duration increased with the increasing age of the calves. Total time spent in suckling was not different between breeds or between observation stages. It is concluded that differences in reproductive performance of these breeds did not seem to be mediated by differences in follicular dynamics. The differences in suckling behavior could not be related to postpartum cyclicity resumption due to the fact that the latter might have been affected by differences in body condition of the cows.

INTRODUCCIÓN

El anestro posparto o intervalo parto - primer estro puede definirse como el período de ausencia de ovulación y estro que sigue al parto (Short *et al.*, 1990) y es uno de

los factores que más negativamente afecta la eficiencia reproductiva del rodeo. El reinicio de la actividad ovárica ocurre tempranamente y el primer folículo dominante puede ser detectado a los 10-20 días de ocurrido el parto. Sin embargo, la incidencia de ovulación de este primer folículo dominante es baja (Murphy *et al.*, 1990), debido a que en este período existe una baja concentración sérica de LH (Stagg *et al.*, 1998) producto de la alta sensibilidad del hipotálamo al feed-back negativo de los estrógenos en asociación con altos niveles de péptidos opioides endógenos (Williams, 1990). De esta manera, la baja frecuencia de pulsos de LH en el período posparto conduciría a la atresia de los folículos dominantes por falta de estímulo, y por ello, a la falta de ovulación (Murphy *et al.*, 1990). Un número variable de folículos dominantes se desarrollan antes de la primera ovulación, la cual, raramente está asociada con comportamiento de estro y es común que la misma sea seguida de ciclos estrales cortos por luteolisis temprana (Savio *et al.*, 1990).

En vacas de cría, la duración del anestro es moderada fundamentalmente por el amamantamiento y modulada por la nutrición, siendo la época de parición, la raza, la edad de la madre y las características del parto, factores menores en importancia (Short *et al.*, 1990). El amamantamiento incrementa la sensibilidad negativa del hipotálamo al estradiol, hecho que disminuye la liberación de GnRH/LH (Williams *et al.*, 1996). A medida que progresa el posparto este efecto tiende a disminuir. En concreto, fundamentalmente la frecuencia e intensidad del mamado disminuyen (Day *et al.*, 1987), con lo cual el feed-back negativo del estradiol sobre el hipotálamo es menor y se recupera la pulsatilidad en la secreción de LH, lo que posibilita el crecimiento del folículo dominante, la ovulación y el restablecimiento de la ciclicidad (Yavas and Walton, 2000).

Corva *et al.* (1995), hallaron un importante efecto del estado fisiológico (seca o lactando) de la hembra durante el servicio

DESARROLLO FOLICULAR POSPARTO

sobre los índices reproductivos en las razas Angus y Criolla Argentina y en sus cruza recíprocas. Las madres de raza Criolla Argentina manifestaron una mayor sensibilidad al efecto inhibitorio de la lactancia sobre la reactivación sexual posparto, en cambio, en hembras Angus, dicho efecto fue mucho menos marcado. Además, cuando se consideró sólo las vacas lactando, las de raza Criolla Argentina presentaron una menor tasa de estro y de preñez que las de Angus. Teniendo en cuenta lo expuesto, los objetivos del presente trabajo consistieron en estudiar la dinámica folicular ovárica durante el período de anestro en vacas con aptitud reproductiva mejorada (raza Angus) y pobre aptitud reproductiva (Criolla Argentina), y su relación con el comportamiento durante el amamantamiento de los terneros de ambas razas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los trabajos se llevaron a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria INTA Balcarce (provincia de Buenos Aires, Argentina; 37° 45' latitud sur; 58° 18' longitud oeste), en las primaveras de 2002 (experimento 1) y 2003 (experimento 2).

Experimento 1: se utilizaron vacas multíparas, con cría al pie, 6 de raza Angus y 6 de raza Criolla Argentina. El intervalo parto - inicio del experimento fue de $28,7 \pm 1,6$ días (media \pm d.e.), con un rango de 27-31 días para la raza Angus y de $30,7 \pm 3,9$ días (media \pm d.e., rango = 25-35 días) para la raza Criolla Argentina. Las vacas de ambas razas se mantuvieron juntas en condiciones de pastoreo sobre pradera (*Festuca arundinacea* y *Trifolium repens*). Se registró el peso y la condición corporal (escala 1 a 5, Habisch *et al.* (1981)) a partir del día $53,6 \pm 3,0$ (media \pm d.e.) luego del parto hasta el día $90,6 \pm 3,0$ (media \pm d.e.) a intervalos semanales. Se determinó la ganancia diaria de peso (kg/día) individualmente y luego se calculó la ganancia diaria de peso promedio como la media de las pendientes de regresión. Para

observar el patrón de actividad ovárica durante el período de anestro, se realizaron ecografías por vía transvaginal mediante un ecógrafo de tiempo real SONOACE 1500 (Medison Co. Korea) equipado con un transductor convexo de 6,5 MHz. Las ecografías se realizaron diariamente desde el inicio del período experimental hasta la ocurrencia de la segunda ovulación posparto o, en el caso de no producirse la misma, hasta el día 90 posparto. Se elaboraron gráficos con la posición relativa de las estructuras foliculares (diámetro ≥ 4) y luteales, permitiendo la identificación individual de las estructuras en días sucesivos. El diámetro (mm) de los folículos fue calculado como el promedio de los diámetros vertical y transversal en su mayor sección. Se midió el área (mm²) del cuerpo lúteo (CL) en su mayor sección delineándola ecográficamente con un calliper electrónico. Todos los exámenes ecográficos fueron realizados por el mismo operador.

El comportamiento durante el amamantamiento fue observado en 18 momentos de la lactancia (en promedio a los 32, 34, 39, 41, 45, 47, 52, 55, 59, 62, 66, 69, 73, 76, 80, 83, 87 y 90 días posparto). En cada día, la observación se realizó durante 6 horas, comenzando a las 8.00 AM y finalizando a las 14.00 PM. En cada observación se registró la cantidad de veces (frecuencia) que el ternero mamó durante dicho período, el tiempo (minutos) que duró cada episodio de mamado y el tiempo total de amamantamiento (minutos/6 horas). Un episodio de mamado fue definido como el período no menor a 1 minuto, durante el cual la boca del ternero tomó contacto con los pezones de la vaca. Se consideró el final de cada episodio cuando el ternero dejó de mamar por más de 1 minuto (Reinhardt and Reinhardt, 1981).

Se obtuvieron muestras sanguíneas para determinación de progesterona plasmática por punción de la vena yugular en aquellos animales que presentaron ovulaciones para así evaluar la formación y vida media del CL. Las muestras se tomaron el día 0 (día de la

ROBSON, ALLER, CALLEJAS Y ALBERIO

ovulación) y luego los días 3, 5, 8 y 11. La ovulación fue confirmada cuando las concentraciones de progesterona fueron elevadas (>1 ng/ml) en al menos dos de los muestreos siguientes al día 0. El análisis de progesterona se realizó mediante el método RIA cuyo coeficiente de variación intrasensayo fue $<9\%$ para concentraciones comprendidas entre 0,65 y 79,5 nmol/l. La sensibilidad del método fue de 0,3 nmol/l.

Las variables continuas fueron analizadas mediante análisis de varianza utilizando el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 1998). La evolución del peso vivo y la condición corporal de las vacas y el peso vivo de los terneros se analizaron por el procedimiento GLM de SAS con mediciones repetidas dentro de cada animal. La tasa de ovulación y la proporción de ondas alternas (dos ondas sucesivas observadas en diferente ovario) y no alternas (dos ondas sucesivas observadas en el mismo ovario) se compararon mediante el test exacto de Fisher. Los efectos del número de la onda sobre las características foliculares fueron analizados por medio del procedimiento MIXED de SAS con mediciones repetidas dentro de cada animal. Las ondas foliculares fueron agrupadas en categorías (anovulatorias y ovulatorias), adaptado de la metodología de Sanz *et al.* (2003). La relación entre la duración del intervalo interondas (intervalo entre la emergencia de dos ondas sucesivas) y el diámetro máximo del folículo dominante se estableció mediante ajuste lineal. La evolución de la concentración de progesterona plasmática fue analizada como medidas repetidas utilizando el procedimiento MIXED de SAS. Como variable repetida se utilizó el día de muestreo.

Las variables medidas en el comportamiento de amamantamiento (frecuencia de amamantamiento, duración promedio de cada episodio de mamado y tiempo total de amamantamiento) fueron analizadas por el procedimiento MIXED de SAS con mediciones repetidas dentro de cada animal. La relación de la frecuencia de amamantamiento

to y la duración promedio de cada episodio de mamado con la edad del ternero, se estableció mediante ajuste lineal para ambas razas. El nivel de significación utilizado fue del 5 %.

Experimento 2: con el objetivo de observar la actividad ovárica y la evolución del peso vivo y la condición corporal de las vacas de ambas razas en un experimento a campo, se utilizaron 20 vacas de la raza Angus y 19 vacas de la raza Criolla Argentina, multíparas y con cría al pie. El intervalo parto-inicio del experimento fue de $36,4 \pm 7,4$ días (media \pm d.e., rango = 18-49) para la raza Angus, mientras que para la raza Criolla Argentina fue de $37,2 \pm 7,0$ días (media \pm d.e., rango = 19-46). Todas las vacas pastorearon sobre una pastura de campo natural. Las mediciones de peso y condición corporal se realizaron cada 15 días. Los estudios ecográficos y los muestreos sanguíneos se realizaron el primer día del período experimental y luego semanalmente hasta determinar la presencia del primer CL posparto o en promedio, hasta el día 90 posparto. Las variables registradas fueron: peso vivo en vacas, tasa de ovulación por raza (vacas que ovularon/total de vacas) y duración del período de anestro (días). Las variables fueron analizadas de la misma manera que en el experimento 1.

RESULTADOS

EXPERIMENTO 1

Evolución del peso vivo y condición corporal

La evolución del peso vivo y la condición corporal de vacas Angus y Criolla Argentina se presentan en la **tabla I**. Se observó un efecto significativo ($p < 0,001$) del día posparto sobre la evolución del peso vivo y la condición corporal de las vacas y no se detectó efecto de raza ($p > 0,05$) ni interacción de raza por día posparto ($p > 0,05$) para ambas variables. Se registró una disminución del peso vivo con respecto al peso al parto en vacas Angus en la primera pesada del período experimental. Ésto no ocurrió

DESARROLLO FOLICULAR POSPARTO

Tabla I. Peso vivo (PV) y condición corporal (CC) en vacas Angus (A) y Criolla Argentina (CA) (media±EE). (Live weight (PV) and body condition (CC) (mean±SE) in Angus (A) and Criolla Argentina (CA) cows).

Tiempo (días)	PV (kg)		CC (1 a 5)	
	A	CA	A	CA
Parto	359,5±5,1	392,7±27,2	3,1±0,1	3,1±0,2
54	330,8±3,4	388,0±30,6	2,8±0,1	3,1±0,2
61	357,0±1,9	402,0±30,4	3,0±0,1	3,2±0,2
68	349,0±6,5	404,3±30,9	3,0±0,1	3,2±0,2
75	351,3±4,4	407,3±30,7	3,0±0,1	3,2±0,2
82	356,8±4,2	412,2±28,9	3,1±0,1	3,3±0,2
90	363,5±5,9	416,5 29,5	3,2±0,1	3,3±0,2

en vacas Criolla Argentina. Posteriormente, el peso vivo se incrementó en ambos grupos hasta el día 90 posparto. La ganancia diaria de peso fue similar ($p>0,05$) para ambas razas ($0,63\pm0,12$ vs. $0,71\pm0,07$ kg, para Angus y Criolla Argentina respectivamente). Los terneros de raza Criolla Argentina tendieron a ser más pesados ($p<0,10$) que los de Angus durante todo el período experimental (**tabla II**). Las lógicas diferencias de peso vivo debidas a la edad resultaron significativas, aunque la interacción raza por edad no fue significativa ($p>0,05$). No se observaron diferencias significativas entre razas ($p>0,05$) en la ganancia diaria de peso desde los 54 hasta los 90 días de edad ($0,73\pm0,02$ vs. $0,70\pm0,03$ kg, para Angus y Criolla Argentina respectivamente).

Dinámica folicular ovárica durante el período posparto

Se observaron 65 ondas foliculares, 55

anovulatorias (Angus= 31, Criolla Argentina= 24) y 10 ovulatorias (Angus= 4, Criolla Argentina= 6) durante todo el período experimental. No se detectó efecto de raza ($p>0,05$) ni interacción significativa ($p>0,05$) de raza por número de onda para ninguna de las variables estudiadas (**tabla III**). En promedio, el diámetro de emergencia del folículo dominante, la duración del crecimiento, la tasa de crecimiento y el diámetro máximo fueron de 5,72 mm, 5,88 días, 1,10 mm/día y 11,94 mm. La duración de la regresión de los folículos dominantes no ovulatorios fue de 9,6 días y se produjo a una tasa de 0,78 mm/día hasta su desaparición. El número de folículos ≥ 4 mm por onda fue de 8,47 y el intervalo interondas fue de 8,48 días.

El número de la onda afectó significativamente el diámetro máximo del folículo dominante ($p<0,001$), la duración del crecimiento ($p<0,001$) y el intervalo interondas ($p<0,05$) (**tabla IV**). Es decir, se observó un incremento en el diámetro del folículo dominante con relación a la proximidad de la primera onda ovulatoria. El diámetro máximo promedio del folículo dominante, la duración del crecimiento del folículo dominante y el intervalo interondas fueron significativamente mayores ($p<0,05$) en la primera onda ovulatoria observada.

El porcentaje de ondas alternas y no alternas fue similar ($p>0,05$) para ambas razas. Las vacas Angus presentaron 31% (11/35) de ondas alternas y 69% (24/35) de ondas no alternas. Para las vacas Criolla Argentina el porcentaje de ondas alternas y no alternas fue 37% (11/30) y 63% (19/30) respectivamente.

Tabla II. Peso al nacer y evolución del peso vivo (media±EE) desde los 54 hasta los 90 días de edad en terneros Angus y Criolla Argentina. (Birth weight and evolution of live weight (mean±SE) from 54 until 90 post-partum days in Angus and Criolla Argentina calves).

	al nacer	día 54	día 61	día 68	día 75	día 82	día 90
Angus	27,0±0,3	58,1±1,1	60,5±1,4	68,0±1,6	73,4±1,3	79,8±1,4	81,7±1,0
Criolla Argentina	29,2±1,4	65,0±3,6	70,9±3,6	76,0±4,3	81,3±4,5	87,8±4,7	90,9±3,5

ROBSON, ALLER, CALLEJAS Y ALBERIO

Tabla III. Características de las ondas foliculares anovulatorias y ovulatorias de vacas Angus y Criolla Argentina. (Characteristics of non-ovulatory and ovulatory waves in Angus and Criolla Argentina cows).

	Angus	Criolla Argentina	Raza	R x O
Número de ondas estudiadas	35	30		
Diámetro emergencia del FD (mm)	5,8±0,2	5,6±0,2	NS	NS
Diámetro máximo del FD (mm)	11,5±0,4	12,4±0,4	NS	NS
Duración del crecimiento del FD (días)	5,7±0,3	6,1±0,3	NS	NS
Duración de la regresión del FD no ovulatorio (días)	8,6±0,7	10,6±0,8	NS	NS
Tasa de crecimiento del FD (mm/día)	1,1±0,1	1,1±0,1	NS	NS
Tasa de regresión del FD no ovulatorio (mm/día)	0,8±0,1	0,7±0,1	NS	NS
Intervalo interondas (días)	8,3±0,4	8,6±0,5	NS	NS
Número de folículos ≥4 mm por onda	8,6±0,8	8,4±0,8	NS	NS

NS: p>0,05. FD: folículo dominante.

Sobre un total de 55 ondas foliculares no ovulatorias, el intervalo interondas promedio fue de 7,85 días (**figura 1**).

El diámetro promedio del folículo dominante fue de 11,25 mm (n= 55). Intervalos interondas de larga duración estuvieron asociados a mayores diámetros del folículo dominante (p<0,05, **figura 2**).

La totalidad de los animales que reanu-

daron la ciclicidad después del parto presentó un ciclo corto y el área máxima del primer CL no fue diferente (p>0,05) entre razas (**tabla V**).

Concentración plasmática de progesterona

No se observó diferencia entre razas (p>0,05) ni interacción significativa (p>0,05) de raza por día de muestreo para la evolu-

Tabla IV. Características de las ondas foliculares de las razas Angus y Criolla Argentina, agrupadas por número de onda, en relación a la primera onda ovulatoria. (Characteristics of follicular waves of Angus and Criolla Argentina breeds according to the wave number in relation to the first ovulatory wave).

	Ondas anovulatorias			Ondas ovulatorias		
	Anteriores (-6 a -3)	Penúltima (-2)	Última (-1)	Primera (1)	Segunda (2)	
Número de ondas estudiadas	33	11	5	5	-	
Diámetro (mm)						
emergencia del FD	5,7±0,2	6,1±0,2	5,5±0,2	5,9±0,3	5,3±0,3	NS
máximo del FD	11,0±0,5 ^{ab}	11,8±0,5 ^b	12,3±0,5 ^b	14,4±0,6 ^c	13,3±0,6 ^{bc}	***
Duración (días)						
del crecimiento del FD	5,1±0,5 ^a	5,9±0,5 ^a	5,6±0,5 ^a	8,6±0,7 ^b	5,8±0,7 ^a	**
de la regresión del FD no ovulatorio	9,9±0,7	9,4±0,7	10,0±0,7	-	-	NS
Tasa (mm/día) de						
crecimiento del FD	1,0±0,1	1,0±0,1	1,2±0,1	1,0±0,1	1,4±0,1	NS
regresión del FD no ovulatorio	0,7±0,1	0,8±0,1	0,9±0,1	-	-	NS
Intervalo inter ondas (días)	7,9±0,5 ^a	7,9±0,5 ^a	7,6±0,5 ^a	11,2±0,7 ^b	8,3±0,7 ^a	**
Número de folículos, ≥4 mm, por onda	8,9±0,7	8,7±0,7	8,1±0,7	7,6±0,8	7,6±0,8	NS

^{ab}En la misma fila, letras distintas: p<0,05; **p<0,01; ***p<0,001. FD: folículo dominante.

DESARROLLO FOLICULAR POSPARTO

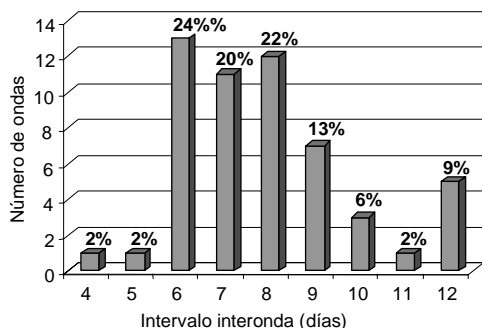


Figura 1. Número y porcentaje de ondas con diferente duración del intervalo interondas. (Number and percentage of waves with different interwave intervals).

ción de la concentración plasmática de progesterona durante el primer intervalo interovulatorio posparto. En cambio, se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la concentración de progesterona entre muestreos, observándose niveles crecientes hasta el muestreo del día 3 y en descenso hasta el muestreo del día 8 (**figura 3**).

Comportamiento de los terneros durante el amamantamiento

El número total de episodios de mamado registrado en los 18 períodos de observación fue 137 y 125 para terneros Angus y Criolla Argentina. No se observó efecto significativo de raza ($p > 0,05$) ni interacción significativa de raza por edad ($p > 0,05$) en la

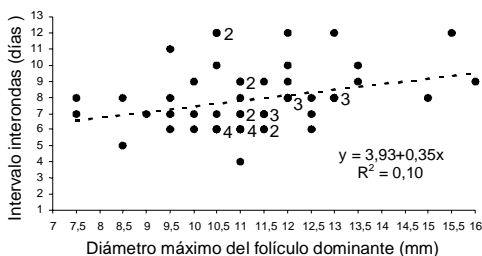


Figura 2. Relación lineal entre la duración del intervalo interondas y el diámetro del folículo dominante. (Lineal relation between the interwave interval and dominant follicle diameter).

Tabla V. Parámetros reproductivos en vacas Angus y Criolla Argentina. (Reproductive parameters in Angus and Criolla Argentina cows).

Tasa de ovulación	Angus	Criolla Argentina	
VO/TV	33,3±(2/6)	50,0±(3/6)	NS
Intervalo (días)			
parto-1ª O	70,5±22,5	68,7±6,7	NS
parto-2ª O	79,0±23,0	76,3±6,8	NS
1ª -2ª O	8,5±0,5	7,7±0,3	NS
Área máxima CL*	398,0±57,0	299,3±35,2	NS

VO/TV: vacas ovuladas/total de vacas; O: ovulación; *mm²; NS ($p > 0,05$).

frecuencia de mamado. En cambio, la edad del ternero afectó significativamente ($p < 0,05$) a la frecuencia de amamantamiento. En terneros Criolla Argentina, la frecuencia de mamado disminuyó significativamente ($p < 0,001$) con relación al aumento de la edad. La ecuación de regresión para el número promedio de episodios de mamado registrados en 6 h sobre edad del ternero fue $Y = 1,62 - 0,008x$ ($r^2 = 0,55$). En cambio, en terneros Angus no se observó relación ($p > 0,05$) entre frecuencia de amamantamiento y edad ($Y = 1,38 - 0,001x$; $r^2 = 0,02$).

La raza no afectó ($p > 0,05$) a la duración promedio de cada episodio de amamantamiento; sin embargo, se observó un efecto significativo ($p < 0,05$) de la edad del ternero y una interacción significativa ($p < 0,05$) de raza por edad del ternero. En terneros de la raza Criolla Argentina, la duración promedio de cada episodio de mamado se incrementó significativamente ($p < 0,01$) con relación a la edad. ($Y = 6,20 + 0,05x$; $r^2 = 0,48$). No se encontró relación entre dicha duración media de amamantamiento ($p > 0,05$) y la edad en terneros Angus. ($Y = 9,04 - 0,002x$; $r^2 = 0,002$). No se encontró efecto de raza, efecto de edad, ni interacción raza por edad para la duración total de amamantamiento de cada período de observación (13,3 y 12,4 minutos para 32 y 90 días de edad respectivamente).

ROBSON, ALLER, CALLEJAS Y ALBERIO

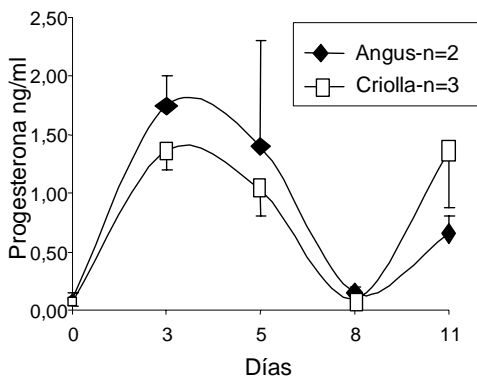


Figura 3. Concentración plasmática de progesterona (media ± EE) durante el primer intervalo interovulatorio posparto (día 0= 1ª ovulación, día 8= 2ª ovulación). (Plasma progesterone concentration (mean±SE) during the first postpartum interovulatory interval (day 0= 1st ovulation, day 8= 2nd ovulation)).

EXPERIMENTO 2

Evolución del peso vivo y de la condición corporal de las vacas

La evolución del peso vivo y la condición corporal de vacas Angus y Criolla Argentina se presentan en la **tabla VI**. Se detectó efecto significativo de raza (p<0,001)

Tabla VI. Peso vivo (PV) y condición corporal (CC) en vacas Angus y Criolla Argentina (media±EE). (Live weight (PV) and body condition (CC) in Angus and Criolla Argentina cows (mean±SE)).

tiempo*	PV (kg)		CC (1 a 5)	
	A	CA	A	CA
Parto	350,3±7,5 ^a	417,5±7,7 ^b	3,1±0,1 ^a	3,4±0,1 ^b
37	352,4±7,5 ^a	414,0±7,4 ^b	3,1±0,1 ^a	3,3±0,1 ^b
51	345,8±6,8 ^a	414,8±7,8 ^b	3,1±0,1 ^a	3,3±0,1 ^b
65	363,6±6,9 ^a	423,7±8,2 ^b	3,2±0,1 ^a	3,4±0,1 ^b
82	384,0±7,1 ^a	431,9±7,8 ^b	3,4±0,1 ^a	3,5±0,1 ^a
96	396,7±7,4 ^a	447,2±7,7 ^b	3,5±0,1 ^a	3,6±0,1 ^a

*días; A: Angus; CA: Criolla Argentina.

^{ab}En la misma fila dentro de peso vivo y condición corporal, letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05).

y día posparto (p<0,001) para la evolución del peso vivo. Las vacas Criolla Argentina fueron significativamente más pesadas al parto y durante todo el período experimental. Ambas razas mantuvieron el peso vivo registrado al parto hasta el día 51 posparto, posteriormente el mismo se incrementó progresivamente hasta el final del período experimental. La ganancia diaria de peso fue mayor (p<0,001) en vacas Angus que en Criolla Argentina (0,87±0,03 vs. 0,56±0,03 kg, respectivamente). Para la evolución de la condición corporal, se observó una interacción significativa (p<0,001) entre raza y día posparto, es decir, las vacas Angus aumentaron significativamente su condición corporal hasta los 96 días posparto, en cambio las vacas Criolla Argentina la mantuvieron.

Reanudación de la ciclicidad

Los datos de los animales que reanudaron la actividad cíclica después del parto se presentan en la **tabla VII**. No se registraron diferencias significativas (p>0,05) entre razas en la proporción de vacas que ovularon y en la duración del período de anestro.

DISCUSION

EVOLUCIÓN DEL PESO DE LAS VACAS

La evolución del peso vivo no mostró diferencias significativas en el experimento 1, sin embargo en el experimento 2, las vacas Criolla Argentina tuvieron un peso vivo

Tabla VII. Parámetros reproductivos en vacas Angus (A) y Criolla Argentina (CA) (experimento 2). (Reproductive parameters in Angus (A) and Criolla Argentina (CA) cows) (experiment 2).

	A	CA	
Tasa ovulación*	50,0	79,0	NS
	10/20	15/19	NS
Duración anestro**	90,0±3,59	84,2±4,25	NS

*vacas ovuladas/total vacas; **días; NS: p>0,05.

DESARROLLO FOLICULAR POSPARTO

mayor durante todo el período experimental. Si bien en ambos experimentos se utilizaron animales provenientes del mismo rodeo y las diferencias en el peso vivo observadas a lo largo del período evaluado fueron similares, es probable que el bajo número de animales utilizados en el Experimento 1 sumado a la alta variabilidad en el peso vivo de las vacas Criolla Argentina haya enmascarado las diferencias. En el experimento 1, las vacas Angus presentaron la misma condición corporal al parto y a los 90 días posparto, lo que podría explicar un retraso en el comienzo de la actividad reproductiva. Mientras que, en el Experimento 2, las vacas mantuvieron la condición corporal registrada al parto hasta los 65 días posparto. Posteriormente, la misma se incrementó y en general las vacas mostraron buena condición recién a partir de los 80 días posparto. Sobre la base de los resultados obtenidos, puede deducirse que, los animales utilizados en el presente estudio no contaron con las suficientes reservas corporales al parto, como para afrontar la lactancia sin demorar la reanudación de la ciclicidad. Las elevadas ganancias diarias de peso registradas durante el período experimental no fueron suficientes para revertir esta situación.

DINÁMICA FOLICULAR OVÁRICA

El anestro posparto se caracteriza por la ocurrencia de sucesivas ondas de crecimiento y regresión de folículos dominantes que no llegan a la ovulación, ya que la maduración final de los mismos depende de la adecuada frecuencia de pulsos de LH secretada por la pituitaria anterior (Stagg *et al.*, 1998). El vínculo que se establece entre la vaca y su ternero durante el amamantamiento resulta en la inhibición de los pulsos de GnRH/LH y retrasa la ocurrencia de ovulación (Williams *et al.*, 1996). Si bien se han reportado estudios que describen la actividad ovárica posparto mediante la utilización de la ultrasonografía en animales de la raza Angus, ésta es la primera descripción

de la dinámica folicular posparto en individuos de la raza Criolla Argentina. No se encontraron diferencias entre razas en ninguna de las variables de la dinámica folicular analizadas en el presente estudio y los resultados obtenidos son comparables a otros en los que se utilizaron razas *Bos taurus* (Stagg *et al.*, 1995; Sanz *et al.*, 2003).

El incremento en el diámetro máximo de los folículos dominantes anovulatorios con relación a la proximidad de la primera ovulación posparto observado en otros trabajos (Murphy *et al.*, 1990; Sanz *et al.*, 2003), fue registrado en el presente ensayo, aunque no fue estadísticamente significativo. Este hecho puede ser atribuido a la recuperación gradual en las concentraciones de LH, producto del aumento de la frecuencia de pulsos de esta hormona. No obstante, el tamaño ovulatorio (14 mm) podría ser alcanzado antes de la ocurrencia de la primera ovulación, por lo que el tamaño folicular por sí solo no puede ser usado para predecir la ocurrencia de la misma (Dimmick *et al.*, 1991). Al respecto, Stagg *et al.* (1995) encontraron que, el diámetro máximo de los folículos dominantes no ovulatorios se incrementó en las 4-5 primeras ondas observadas después del parto, para permanecer sin mayores cambios en las ondas siguientes; y los folículos que ovularon en la primera y segunda ovulación, no fueron diferentes en cuanto a su diámetro máximo de aquellos de la penúltima y última onda anovulatorias. En este estudio, el primer folículo ovulatorio presentó un diámetro significativamente mayor al observado en folículos anovulatorios. Las tasas de crecimiento registradas para los folículos dominantes anovulatorios no difirieron de aquellas de los ovulatorios, en coincidencia con lo hallado por Murphy *et al.* (1990).

La duración del intervalo interondas estuvo asociada al diámetro máximo del folículo dominante, es decir, intervalos de larga duración estuvieron relacionados a mayores diámetros foliculares. Como se mencionó anteriormente, la recuperación gra-

ROBSON, ALLER, CALLEJAS Y ALBERIO

dual en los patrones de secreción de LH conforme avanza el posparto (Stagg *et al.*, 1998) resultaría en un incremento en el crecimiento folicular y asociado a éste, un aumento en la persistencia del folículo dominante, hecho que retrasaría la emergencia de la siguiente onda folicular, incrementando de esta manera la duración del intervalo interondas. Las secuencias de desarrollo folicular observadas en el presente trabajo ocurrieron en ambos ovarios, sin un patrón de alternancia definido, conforme a lo observado por Pierson y Ginther (1987).

COMPORTAMIENTO DURANTE EL AMAMANTAMIENTO

En el presente trabajo, se definieron tres componentes principales para evaluar el comportamiento de amamantamiento del ternero: su frecuencia (número de episodios de mamado en 6 horas), la duración de cada episodio de mamado (tiempo promedio de cada episodio de mamado) y su duración total (minutos totales de mamado en 6 horas). En este estudio, se observaron comportamientos de amamantamiento diferentes entre razas. Con relación a la edad, en terneros de raza Criolla Argentina, la frecuencia de mamado disminuyó y la duración promedio de cada evento se incrementó, mientras que el tiempo total de amamantamiento permaneció sin cambios al compensarse uno con el otro. En terneros Angus, el tiempo total de amamantamiento tampoco sufrió cambios, pero en este caso, tal situación fue debida a que ni la frecuencia ni la duración de cada evento de mamado se modificó con el tiempo.

La disminución en la frecuencia de mamado con relación al aumento de la edad, observada en terneros de raza Criolla Argentina, es coincidente con lo reportado por otros autores. Reinhardt y Reinhardt (1981) observaron este hecho, estudiando el comportamiento de amamantamiento de terneros *Bos indicus* de 1 a 42 semanas de vida. De la misma manera, Day *et al.* (1987) trabajando con terneros cruza británicas,

encontraron que la frecuencia de mamado disminuía conforme se incrementaba la edad de los terneros. Sin embargo, Somerville y Lowman (1979), observando el comportamiento durante el amamantamiento de terneros cruza Hereford-Frisian y Blue Grey-Charolais en pastoreo y corral no encontraron relación significativa entre la frecuencia de mamado y la edad, hecho similar a lo observado en nuestro trabajo para terneros Angus. Day *et al.* (1987) observaron que, independientemente del momento de la lactancia evaluado, la duración promedio de cada episodio de mamado se incrementó en respuesta a un aumento en la producción láctea. Si bien en el presente ensayo este factor no fue medido, las diferencias de comportamiento de amamantamiento registradas entre terneros Angus y Criolla Argentina podrían explicarse bajo el supuesto de una evolución de la producción láctea diferencial por parte de las vacas. La disminución en el número y el incremento en la duración promedio de los episodios de mamado observado en la raza Criolla Argentina podría estar relacionado con un aumento gradual en la producción láctea de las vacas. En adición a este hecho, Odde *et al.* (1985), encontraron que el número de amamantamientos disminuyó en respuesta al aumento de la producción láctea y el peso del ternero. De esta manera, altos niveles de producción láctea prolongarían el tiempo que transcurre entre los sucesivos episodios de alimentación, debido a que el período de saciedad del ternero sería mayor, siempre y cuando éste sea capaz de ingerir la cantidad de leche disponible. Como la capacidad de ingestión de leche aumenta con el peso del ternero, la duración promedio de cada episodio de mamado aumenta y su número disminuye. La disminución en el tiempo total de mamado con relación al aumento de la edad de los terneros, registrado en otros trabajos (Reinhardt and Reinhardt, 1981; Day *et al.*, 1987) no fue observado en el presente ensayo, en ninguna de las dos razas. En resumen, es probable que las dife-

DESARROLLO FOLICULAR POSPARTO

rencias en el comportamiento de amamantamiento se hayan producido como consecuencia de una diferente producción láctea de las razas, producto de una mejor condición corporal de las vacas Criolla Argentina, o simplemente a un mejor comportamiento materno de las vacas de esta raza.

REANUDACIÓN DE LA CICLICIDAD

Ambas razas tuvieron similar porcentaje de animales que reanudaron la ciclicidad con idéntica duración del período de anestro. Si bien en general, el porcentaje de animales cíclicos a los 90 días posparto fue bajo, especialmente en el experimento 1, el 80% de las vacas Criolla Argentina reanudaron la actividad sexual durante el mismo período en el experimento 2. Estos resultados en cierta manera contradicen lo expuesto por Corva *et al.* (1995), quienes registraron bajas tasas de celo y preñez (49,9 y 49,7% respectivamente) en hembras Criolla Argentina que se encontraban amamantando, causando un alargamiento en el intervalo parto-1° estro el cual excedió la temporada de servicios. Claramente, el vínculo vaca-ternero y su relación con la frecuencia de mamado actúa como efecto inhibitorio sobre el intervalo parto-1° celo. Dicho vínculo ejercería mayor influencia que el amamantamiento *per se*, no obstante un comportamiento diferencial por parte del ternero, en términos de aumento en la frecuencia de mamado, podría amplificar el mencionado efecto inhibitorio. Se planteó la hipótesis que los terneros Criolla Argentina mamarían con mayor frecuencia y durante más tiempo que otros (Corva *et al.*, 1995), razón por la cual, individuos de esta raza, fueron utilizados como modelo experimental en este estudio.

A pesar de que fue detectado un patrón de comportamiento diferente durante el amamantamiento en ambas razas, el mismo no se relacionó con el porcentaje de animales que retornaron a la ciclicidad ni con la duración del período de anestro de estos animales. Esto coincide con lo reportado

por Day *et al.* (1987), quienes no encontraron diferencias en la duración del período de anestro en vacas cuyos terneros presentaron diferente comportamiento de amamantamiento con relación a la producción láctea de las madres. Todas las vacas que reanudaron la actividad ovárica cíclica en el presente trabajo, tuvieron una fase luteal de corta duración. Esta situación es frecuente después de la primera ovulación posparto y puede observarse en otras condiciones fisiológicas, como ser, antes del primer estro en vaquillonas prepúberes o después del destete temporal (Ramírez-Godínez *et al.*, 1981). La elevadas proporciones de vacas que presentan ciclo corto después de la primera ovulación posparto registradas en otros trabajos (Murphy *et al.*, 1990; Stagg *et al.*, 1995; Sanz *et al.*, 2003) se corresponden con lo observado en este estudio. La ocurrencia de ciclos con estas características está relacionada con la falta de exposición previa a la progesterona (Ramírez-Godínez *et al.*, 1981) que prepararía al sistema de forma que los folículos alcancen plena capacidad esteroidogénica y se evite la liberación prematura de prostaglandinas por el útero, causante de la luteolisis anticipada. Finalmente, la duración del intervalo entre la primera y segunda ovulación observada en este trabajo es similar a la descrita por Murphy *et al.* (1990) y Sanz *et al.* (2003).

En conclusión, la dinámica folicular ovárica y el retorno a la ciclicidad evaluados entre los 30 y 90 días posparto, fueron similares en vacas de pobre aptitud reproductiva (Criolla Argentina) y aptitud reproductiva mejorada (Angus) en las condiciones descritas en este trabajo. El comportamiento de amamantamiento de los terneros fue diferente entre estas razas, debido a los cambios en la intensidad y duración de los episodios de mamado; y las diferencias en dicho comportamiento no pudieron ser relacionadas con el retorno a la ciclicidad debido a que el mismo pudo verse afectado por diferencias en la condición corporal de los vientres.

ROBSON, ALLER, CALLEJAS Y ALBERIO

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se realizó gracias al aporte

económico otorgado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA Argentina).

BIBLIOGRAFÍA

- Corva, P.M., E.L. Villareal, C.A. Mezzadra and L.M. Melucci. 1995. Reproductive traits of Angus, Criollo and reciprocal crossbred females in the temperate area of Argentina. *Anim. Sci.*, 61: 241-249.
- Day, M.L., K. Imakawa, A.C. Clutter, P.L. Wolfe, D.D. Zalesky, M.K. Nielsen and J.E. Kinder. 1987. Suckling behavior of calves with dams varying in milk production. *J. Anim. Sci.*, 65: 1207-1212.
- Dimmick, M.G., T. Gimenez and J.C. Spitzer. 1991. Ovarian endocrine activity and development of ovarian follicles during the postpartum interval in beef cows. *Anim. Reprod. Sci.*, 24: 173-183.
- Habich, G.E., G. Schiersmann y E. Ridruejo. 1981. Fertilidad de vacas A. Angus según su historia nutricional, estado y cambio de estado nutricional durante el entore. *Prod. Anim.*, 7: 373-388.
- Murphy, M.G., M.P. Boland and J.F. Roche. 1990. Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post-partum beef suckler cows. *J. Reprod. Fert.*, 90: 523-533.
- Odde, K.G., G.H. Kiracofe and R.R. Schalles. 1985. Suckling behavior in range beef calves. *J. Anim. Sci.*, 61: 307-309.
- Pierson, R.A. and O.J. Ginther. 1987. Follicular populations during the estrous cycle in heifers II. Influence of right and left sides and intraovarian effect of the corpus luteum. *Anim. Reprod. Sci.*, 14: 177-186.
- Ramirez-Godínez, J.A., G.H. Kiracofe, R.M. Mckee, R.R. Schalles and R.J. Kittok. 1981. Reducing the incidence of short estrous cycles in beef cows with norgestomet. *Theriogenology*, 15: 613-623.
- Reinhardt, V. and A. Reinhardt. 1981. Natural suckling performance and age of weaning in zebu cattle (*Bos indicus*). *J. Agric. Sci.*, 96: 309-312.
- Sanz, A., I. Casasús, D. Villalba and R. Revilla. 2003. Effects of suckling frequency and breed on productive performance, follicular dynamics and postpartum interval in beef cows. *Anim. Reprod. Sci.*, 79: 57-69.
- SAS. 1998. Statistical analysis system. User's guide: Statistics. SAS Inst. Inc. Cary, NC. USA.
- Savio, J.D., M.P. Boland, N. Hynes and J.F. Roche. 1990. Resumption of follicular activity in the early post-partum period of dairy cows. *J. Reprod. Fert.*, 88: 569-579.
- Short, R.E., R.A. Bellows, R.B. Staigmiller, J.G. Berardinelli and E.E. Custer. 1990. Physiological mechanisms controlling anestrus and infertility in postpartum beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 68: 799-816.
- Somerville, S.H. and B.G. Lowman. 1979. Observations on the nursing behaviour of beef cows suckling Charolais cross calves. *Appl. Anim. Ethol.*, 5: 369-373.
- Stagg, K., M.G. Diskin, J.M. Sreenan and J.F. Roche. 1995. Follicular development in long-term anoestrus suckler beef cows fed two levels of energy postpartum. *Anim. Reprod. Sci.*, 38: 49-61.
- Stagg, K., L.J. Spicer, J.M. Sreenan, J.F. Roche and M.G. Diskin. 1998. Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotropin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biol. Reprod.*, 59: 777-783.
- Williams, G.L. 1990. Suckling as a regulator of postpartum rebreeding in cattle: a review. *J. Anim. Sci.*, 68: 831-852.
- Williams, G.L., O.S. Gazal, G.A. Guzmán Vega and R.L. Stanko. 1996. Mechanisms regulating suckling-mediated anovulation in the cow. *Anim. Reprod. Sci.*, 42: 289-297.
- Yavas, Y. and J.S. Walton. 2000. Postpartum acyclicity in suckled beef cows: a review. *Theriogenology*, 54: 25-55.