

Manejo Reproductivo – Como Lograr la Concepción y Sostener la Preñez en Vacas de Alto Mérito Genético/Peso Vivo en Sistemas de Baja Intensidad.

Paul M. Fricke, Ph.D.

Departamento de Ciencia Lechera
Universidad de Wisconsin-Mádison
1675 Observatory Drive
Mádison, WI 53706
Teléfono: 608-263-4596
Email: pmfricke@wisc.edu

Introducción

Para lograr y mantener un intervalo entre partos de 12 meses en el que parto, lactancia y período seco sean relativamente sincrónicos en un sistema de pastoreo, la mayoría de las vacas deben reiniciar ciclicidad y concebir dentro de los 90 días siguientes al parto (McDougall et al., 1998). Así, en los sistemas de pastoreo de Wisconsin, la mayoría de las vacas tiene que concebir dentro de los dos o tres meses del período de servicios durante el verano (Junio, Julio, y Agosto) de modo que el parto y el inicio de la lactancia coincida con el crecimiento de las praderas en la primavera (Marzo, Abril, y Mayo). De tal suerte que, la eficiencia reproductiva en sistemas de pastoreo en Wisconsin es limitada por el efecto negativo del estrés calórico en la reproducción de las vacas y toros de monta directa (Hansen et al., 1992; Barth y Bowman, 1994). Las vacas que no conciben durante el período de servicios son problemáticas porque tienen que ser, ya sea desechadas del hato y reemplazadas con otro animal, o alimentadas con suplemento adicional luego de que la producción de forraje disminuye en el otoño. Cualquiera de las dos opciones es antieconómica, siendo resultado de la baja eficiencia reproductiva y la alta proporción de vacas que falla en concebir durante la estación de servicios. De ahí, maximizar la eficiencia reproductiva durante el verano es esencial para alcanzar y mantener un sistema de pastoreo funcional en Wisconsin. Las estrategias de manejo reproductivo que mejoran las tasas de servicio durante el período de servicios pueden aumentar el porcentaje de vacas que conciben permitiendo así la estacionalidad de los partos.

Se ha logrado un importante progreso para mejorar la eficiencia reproductiva de las vacas en producción al combinar inseminación a tiempo fijo (ITF) con protocolos de sincronización de la ovulación que pueden ser iniciados en cualquier fase del ciclo estral (Pursley et al., 1995). Este protocolo, conocido como Ovsynch, sincroniza el desarrollo folicular, la regresión lútea, y el tiempo de la ovulación, permitiendo así, una ITF después de la segunda inyección de GnRH (Pursley et al., 1995). Dado que la ITF se puede hacer en una fecha predeterminada, el primer servicio puede ser programado para que ocurra el primer día de la estación de servicio en todas las vacas del sistema de pastoreo, alcanzando así una tasa de servicios del 100%. Aunque Ovsynch es un método efectivo para mejorar la eficiencia reproductiva en lecherías en confinamiento (Burke et al., 1996; Pursley et al., 1997a, b; Britt y Gaska, 1998), no ha sido evaluado para vacas manejadas en pastoreo en los EEUU. Este documento es una revisión de dos estudios de campo conducidos en lecherías de pastoreo en Wisconsin en 1999 (Córdoba y Fricke,

2001) y 2000 (Córdoba y Fricke, 2002) para medir la eficacia de usar protocolos hormonales para inseminación a tiempo fijo y mejorar la eficiencia reproductiva en sistemas lecheros de pastoreo en Wisconsin.

Estudio 1 - Evaluación de Dos Protocolos Hormonales para la Sincronización de la Ovulación e IA a Tiempo Fijo en Vacas Lecheras en Producción Bajo Sistemas de Pastoreo (J. Dairy Sci. 84:2700-2708)

Resumen

Para evaluar la eficacia de dos protocolos hormonales para la sincronización de la ovulación e inseminación a tiempo fijo (ITF) en vacas lecheras manejadas en pastoreo, un grupo de vacas ($n=142$) de dos granjas lecheras fueron asignadas a tres tratamientos al azar. Las vacas del primer grupo (Ovsynch) recibieron 50 μg GnRH (Día -10); 25 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Día -3) y 50 μg GnRH (Día -1) seguido por ITF en el Día 0. Las vacas del segundo grupo (PGF + Ovsynch) recibieron un Ovsynch modificado e ITF similar a Ovsynch con la adición de 25 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$ 12 días (Día -22) antes de la iniciación de Ovsynch. Las vacas del tercer grupo (control) recibieron el manejo reproductivo estándar establecido en cada granja. En el grupo PGF + Ovsynch, la luteólisis ocurrió en el 90.5% de las vacas que tenían función lútea el Día -22 , mientras que ninguna de las vacas en el grupo Ovsynch sufrió luteólisis en Día -22 . La tasa de sincronización (respuesta ovulatoria a las 48 horas después de la segunda inyección de GnRH), tasa de concepción al Día 32 y tasa de preñez al Día 60 fueron similares para las vacas en Ovsynch y PGF + Ovsynch. La proporción de vacas anovulatorias a la primera inyección de los protocolos de sincronización (Día -10) fue similar para las vacas que recibieron Ovsynch (28.0%) y PGF + Ovsynch (30.7%), y la tasa de concepción fue similar para vacas cíclicas (45.8%) y anovulatorias (30.0%) que recibieron ITF. La tasa de preñez acumulada fue mayor para las vacas que recibieron ITF comparada con las vacas control al Día 32 (41.2% vs. 20.0%) pero no fue diferente al Día 60 (54.9% vs. 60.0%). La administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 12 días antes del inicio de Ovsynch no mejoró la sincronización, concepción o tasa de preñez frente a Ovsynch estándar. La sincronización de la ovulación para utilizar ITF al inicio de la estación de servicio resultó en un establecimiento de preñez más temprano comparado al manejo reproductivo estándar.

Introducción

Aunque Ovsynch puede ser iniciado en cualquier fase del ciclo estral, el inicio de Ovsynch del día 5 al 9 del ciclo resulta en mayores tasas de sincronización y concepción comparado a otras fases (Vasconcelos et al., 1999). La presincronización de vacas para iniciar el Ovsynch del día 5 al 9 del ciclo estral por medio de la administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 12 d antes de la primera inyección de GnRH puede mejorar las tasas de sincronización y concepción comparado al Ovsynch estándar.

El principal objetivo de este estudio fue determinar el efecto de una sola inyección de $\text{PGF}_{2\alpha}$ administrada 12 días antes del comienzo de Ovsynch en la tasa de sincronización y concepción comparado con el protocolo Ovsynch estándar. Un objetivo secundario fue comparar el manejo reproductivo estándar con el uso de sincronización de la ovulación e ITF en lecherías basadas en pastoreo. Nuestras hipótesis fueron 1) La administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 12 días antes del inicio de Ovsynch resultaría en mayores tasas de sincronización y concepción comparado al protocolo Ovsynch estándar; y 2) El inicio de ITF al comienzo de la estación de servicios incrementaría la tasa acumulativa de preñez durante la estación de servicios comparado al manejo reproductivo estándar.

Materiales y Métodos

Este experimento fue conducido de Mayo 10 a Julio 19, 1999 en dos granjas lecheras semi-estacionales, de partos en primavera, y con sistemas de pastoreo localizadas en la región sur-central de Wisconsin. Debido a que estas lecherías son semi-estacionales, solamente estaban disponibles para el estudio vacas de parto reciente y con un mínimo de 50 días posparto al inicio del período de servicio. Las vacas en lactancia ($n=142$) asignadas a este estudio constaban de vacas Holstein puras ($n=14$) y vacas cruzadas ($n=128$) con varios porcentajes de genética Holstein y Jersey. Las vacas estaban en su primera lactancia ($n=41$) o posteriores ($n=101$) (promedio \pm EEM del número de lactancias = 2.4 ± 1.4). En ambas granjas, el ordeño se hacía dos veces al día y, adicional al pastoreo las vacas recibían suplementación de ración total mezclada dos veces al día, antes o después de cada ordeño. El promedio de producción diaria por vaca estaba entre 27 y 33 Kg. durante el período de estudio.

Las vacas fueron bloqueadas por número de lactancia y días posparto y fueron asignadas aleatoria pero heterogéneamente a uno de tres tratamientos. Las vacas del primer grupo ($n=50$) (Ovsynch) recibieron un protocolo hormonal de sincronización de la ovulación iniciado a una fase aleatoria del ciclo estral, como ha sido descrito previamente (Fricke et al., 1998) usando inyecciones i.m. de GnRH (Cystorelin; Merial, Ltd., Iselin, NJ) y $\text{PGF}_{2\alpha}$ (Lutalyse; The Pharmacia-Upjohn Co., Kalamazoo, MI) así: Día -10, 50 μg GnRH; Día -3, 25 mg $\text{PGF}_{2\alpha}$; Día -1, 50 μg GnRH. Las vacas del segundo grupo ($n=52$) ($\text{PGF}_{2\alpha} + \text{Ovsynch}$) recibieron un protocolo Ovsynch modificado con la adición de 25 mg de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 12 días (Día -22) antes de la primera inyección de GnRH de Ovsynch. Las vacas del tercer grupo ($n=40$) (Control) recibieron el manejo reproductivo estándar de cada granja, que consistía en monta libre directa con toros en las praderas (Granja 1; relación vaca:toro = 25:1) o IA a estro detectado con la ayuda de detectores de monta activados a presión (Kamar, Inc., Steamboat Springs, CO; Granja 2).

Las vacas disponibles para el estudio fueron aleatoriamente asignadas a los grupos tratamiento hasta que había 46 vacas por grupo; y las vacas restantes fueron asignadas al azar a los grupos Ovsynch y $\text{PGF}_{2\alpha} + \text{Ovsynch}$. Mayor número de vacas se asignó a estos dos grupos, pues esta comparación constituía la hipótesis primaria del estudio. La inclusión de un grupo control con menos animales era necesaria para evaluar la hipótesis secundaria del estudio. En ambas granjas, todas las vacas de los grupos Ovsynch y $\text{PGF}_{2\alpha} + \text{Ovsynch}$ recibieron ITF 12 a 18 horas después de la segunda inyección de GnRH, el primer día de la estación de servicio (Día 0; días posparto a la ITF = 66 ± 14 media \pm EEM). El personal a cargo ignoraba los tratamientos, y elegían el

semen para acoplamiento como lo hacían en su rutina de manejo reproductivo y genético. De ese modo, asumimos que cualquier efecto de los toros estaría distribuido aleatoriamente entre los grupos. En cada granja, la IA fue realizada por uno a tres técnicos experimentados de la granja, quienes también eran ciegos a los tratamientos. En la granja 1, los toros fueron introducidos el Día 1 de la estación de servicios aproximadamente 24 horas después del ITF. En la granja 2, la IA durante la estación de servicios se hizo basada en la detección visual de estro con la ayuda de detectores de monta activados a presión (Kamar, Inc., Steamboat Springs, CO).

Resultados

En las vacas que recibieron ITF, la incidencia anovulación fue 29.4% (30/102) y no fue diferente entre tratamientos (Tabla 1). La incidencia de anovulación para las vacas control fue 30% (12/40), y no fue diferente de las vacas que recibieron ITF. La proporción de vacas con función lútea de todas las vacas y de las vacas cíclicas el Día -22 no fue diferente entre tratamientos (Tabla 1). La luteólisis ocurrió en el 90.5% (19/21) de las vacas que tenían función lútea el Día -22 en el grupo PGF_{2α} + Ovsynch, mientras que ninguna de las vacas del grupo Ovsynch sufrió luteólisis en el Día -22 (Tabla 1). Aunque, la proporción de vacas con función lútea en el Día -10 tuvo solo una tendencia a ser mayor ($P<0.07$) en las vacas del grupo PGF_{2αα} + Ovsynch comparada con las vacas Ovsynch, la proporción de vacas cíclicas exhibiendo función lútea en el Día -10 fue mayor en las vacas ($P<0.05$) PGF_{2αα} + Ovsynch que en las Ovsynch (Tabla 1).

Tabla 1. Estado reproductivo, función lútea, y luteólisis de las vacas que recibieron Ovsynch o PGF_{2α} + Ovsynch.

Elemento	Grupo Tratamiento			
	Ovsynch		PGF _{2α} + Ovsynch	
	%	(no./no.)	%	(no./no.)
Vacas anovulatorias ¹	28.0	(14/50)	30.7	(16/52)
PGF _{2α} el Día -22				
Función lútea, todas las vacas	38.0	(19/50)	40.4	(21/52)
Función lútea, vacas cíclicas	52.8	(19/36)	58.3	(21/36)
Luteólisis, vacas con función lútea	0.0 ^a	(0/19)	90.5 ^b	(19/21)
GnRH el Día -10				
Función lútea, todas las vacas	40.0 ^c	(20/50)	57.7 ^d	(30/52)
Función lútea, vacas cíclicas	55.6 ^a	(20/36)	80.6 ^b	(29/36)

¹Número de vacas con concentraciones de progesterona plasmática <1ng/ml los días -22 y -10.

^{a,b}En una línea, porcentajes con distinto superíndice son diferentes ($P<0.05$).

^{c,d}En una línea, porcentajes con distinto superíndice son tienden a ser diferentes ($P<0.07$).

Las tasas de sincronización, de concepción sincronizada y de preñez acumulada a los Días 32 y 60 de la estación de servicios no fue diferente entre las vacas Ovsynch y PGF_{2αα} + Ovsynch (Tabla 2). Las tasas de sincronización y de concepción sincronizada generales para todas las vacas que recibieron ITF fue 82.4% (84/102) y 50.0% (42/84), respectivamente. Además, la tasa de concepción no fue diferente con base en al estado reproductivo (cíclicas vs. anovulatorias) dentro de los tratamientos o a través de ellos (Tabla 3).

Tabla 2. Efecto del tratamiento en la tasa sincronización, tasa de concepción sincronizada, y tasa de preñez acumulada para las vacas que recibieron Ovsynch o PGF_{2α} + Ovsynch.

Elemento	Grupo Tratamiento ¹			
	Ovsynch		PGF _{2α} + Ovsynch	
	%	(no./no.)	%	(no./no.)
Tasa de sincronización ²	86.0	(43/50)	78.8	(41/52)
Tasa de concepción sincronizada ³	51.2	(22/43)	48.8	(20/41)
Tasa de preñez acumulada ⁴				
Día 32	44.0	(22/50)	38.5	(20/52)
Día 60	60.0	(30/50)	50.0	(26/52)

¹Para cada elemento, no se encontró diferencia estadística entre tratamientos usando el análisis de Chi cuadrado.

²Número de vacas que ovularon un folículo dentro de las 48 horas siguientes a la segunda inyección de GnRH, expresadas como porcentaje de vacas que recibieron el protocolo hormonal.

³Número de vacas diagnosticadas preñadas expresadas como porcentaje de vacas que ovularon un folículo dentro de las 48 horas siguientes a la segunda inyección de GnRH del protocolo hormonal.

⁴Número de vacas diagnosticadas preñadas a los 32 y 60 días después del inicio de la estación de servicios expresados como porcentaje de vacas dentro de cada tratamiento.

Tabla 3. Tasas de concepción después de la ITF en base al estado reproductivo.

Elemento	Estado Reproductivo ¹			
	Cíclicas		Anovulatorias	
	%	(no./no.)	%	(no./no.)
Ovsynch	47.2	(17/36)	35.7	(5/14)
PGF _{2α} + Ovsynch	44.4	(16/36)	25.0	(4/16)
General	45.8	(33/72)	30.0	(9/30)

¹En ningún elemento hubo diferencia estadística entre grupos de estado reproductivo usando el análisis de Chi cuadrado.

Tabla 4. Tasa de preñez acumulada en vacas no tratadas (Control) o vacas que recibieron ITF después de la sincronización de la ovulación (Ovsynch y PGF_{2α} + Ovsynch).

Elemento	Grupo Tratamiento			
	ITF		Control	
	%	(no./no.)	%	(no./no.)
Tasa de Preñez Acumulada ¹				
Día 32	41.2 ^a	(42/102)	20.0 ^b	(8/40)
Día 60	54.9	(56/102)	60.0	(24/40)

¹Número de vacas diagnosticadas preñadas a los 32 y 60 d del inicio de la estación de servicios expresado como un porcentaje de vacas dentro de ese grupo tratamiento.

^{a,b}Dentro de una línea, porcentajes con diferente superíndice son diferentes ($P < 0.01$).

La tasa de preñez acumulada al Día 32 de la estación de servicios fue mayor ($P < 0.01$) para las vacas que recibieron ITF comparado a las vacas de manejo reproductivo estándar (Tabla 4). En contraste, la tasa de preñez acumulada al Día 60 de la estación de servicios no fue diferente entre las vacas que recibieron ITF y las que recibieron manejo reproductivo estándar (Tabla 4).

Conclusiones

La administración de $\text{PGF}_{2\alpha}$ 12 días antes del inicio de Ovsynch no mejoró las tasas de sincronización, concepción ni de preñez acumulada comparado al protocolo Ovsynch estándar. Sin embargo, la sincronización de la ovulación para inseminar las vacas al inicio de la estación de servicios resultó en el establecimiento más temprano de la preñez comparado al manejo reproductivo estándar. En este estudio, las tasas de concepción y sincronización a Ovsynch fueron similares a las previamente reportadas para vacas lecheras alojadas en confinamiento (Fricke et al., 1998). Se necesita más investigación para evaluar la eficacia de los protocolos hormonales de sincronización de la ovulación e ITF para el manejo reproductivo de las vacas lecheras en lactancia manejadas en sistemas de pastoreo.

Estudio 2 – Iniciación de la Estación de Servicios en Lecherías Basadas en Pastoreo usando Sincronización de la Ovulación (J. Dairy Sci. 85:1752-1763)

Resumen

Un grupo de vacas lecheras ($n=228$) en una granja semi-estacional basada en pastoreo fueron sometidas a inseminación artificial (IA) para iniciar el período de servicios de 23 d (Día 0 a 22) seguido por servicio natural (Día 23 a 120). Las vacas se asignaron aleatoriamente a: 1) Ovsynch (GnRH, Día -10; $\text{PGF}_{2\alpha}$, Día -3; GnRH, Día -1; ITF, Día 0) seguido por IA a estro (remoción de pintura en la cola) del Día 1 al 22 (Ovsynch; $n=114$); o 2) IA a estro (remoción de pintura en la cola) durante los 23 días del período de servicio (Pintura en la Cola; $n=114$). El tiempo a la primera IA fue mayor, y la tasa de servicios al día 23 fue menor para el grupo pintura en la cola (PC) vs. Ovsynch (12.0 ± 0.6 días vs. 0 días; y 84.2% vs. 100%, respectivamente). Sin embargo, la tasa de concepción en la primera IA fue mayor para PC vs. Ovsynch (47.3% vs. 27.3%, respectivamente). Las vacas en el grupo PC recibieron solo una IA durante los 23 días, pero el 46.4% de las vacas Ovsynch recibieron segunda IA con similares tasas de concepción (43.1%) a las de PC en la primera IA (47.3%). Con base en la progesterona sérica; la regresión lútea incompleta después de la $\text{PGF}_{2\alpha}$, y las pobres respuestas ovulatorias a la GnRH contribuyeron a las bajas tasas de concepción a la ITF en el grupo Ovsynch. Las tasas de preñez acumulada para PC y Ovsynch no fueron diferentes a los 23 días (47.3% vs. 46.3%, respectivamente) ni después de los 120 días de IA/monta natural (80.5% vs. 83.3%, respectivamente). Ovsynch falló en sincronizar vacas en lactancia en un sistema de pastoreo resultando en menores tasas de concepción a ITF comparado con IA después de la remoción de pintura en la cola.

Introducción

Previamente evaluamos las tasas de sincronización y concepción en vacas en lactancia en dos granjas basadas en pastoreo que recibieron ITF después de Ovsynch o una modificación de Ovsynch (Córdoba y Fricke, 2001). Las tasas de sincronización observadas un aquella ocasión (ovulación de un folículo dentro de 48 horas después de la segunda GnRH) de 84% y 78% fueron similares a las tasas anteriormente reportadas de 87% (Vasconcelos et al., 2001) y 84% (Fricke et al., 1998) para vacas en lactancia manejadas en confinamiento. Así mismo, las tasas de concepción a la ITF de 43.4% y 41.0% (evaluadas con ultrasonido al Día 32 post ITF) fueron similares a las previamente reportadas usando Ovsynch e ITF en vacas en producción en sistemas de confinamiento (Pursley et al., 1997a, b; Fricke et al., 1998). Sin embargo, debido a que la tasa de concepción no fue directamente establecida para el grupo control, el cual fue servido a celo detectado, no pudimos evaluar claramente el efecto de las tasa de concepción en la tasa de preñez acumulada. Es más, la similitud en la tasa de preñez acumulada después de 35 días de servicio en ambos sistemas (ITF y Control) indicaron que la tasa de concepción pudo haber sido mayor para las vacas control servidas a celo espontáneo (Córdoba y Fricke, 2001). Con base en estos resultados, queríamos evaluar más a fondo el uso de Ovsynch para inducir ITF el primer día del período de servicios en lecherías en pastoreo, especialmente en relación a la tasa de concepción después de ITF vs. IA a estro.

Nuestra hipótesis era la IA el primer día de la estación de servicio usando Ovsynch e ITF, seguido por IA ante la remoción de la pintura en la cola resultaría en un mejor desempeño reproductivo comparado con la sola remoción de la pintura en cola. Nuestro objetivo era comparar el uso de Ovsynch para inducir una IA al comienzo de la estación de servicios, con IA ante la remoción de la pintura en la cola en una explotación lechera en pastoreo en Wisconsin respecto al intervalo al primer servicio y a la tasa de concepción a la primer servicio, y caracterizar las respuestas ováricas de las vacas Ovsynch.

Materiales y Métodos

Este experimento se hizo en el verano del 2000 en una granja en pastoreo localizada al centro-sur de WI, que tenía 1200 vacas adultas, 228 de las cuales se usaron en este estudio. El manejo de la granja permitía que una porción del hato tenía partos estacionales, y el resto del hato paría a lo largo del año, por lo cual, fue definida como una lechería semi-estacional. Las vacas para el estudio fueron elegidas con base en el deseo de los propietarios de alcanzar un patrón de concepción ajustada al parto estacional y porque estas vacas eran pastoreadas y ordeñadas juntas a través del estudio como un solo grupo. El ordeño se realizaba dos veces al día y el manejo era en pastoreo rotacional en praderas mejoradas. Las vacas adicionalmente recibían concentrado dos veces al día, durante cada ordeño. La producción promedio para las vacas durante el estudio fue de 20 Kg. por día.

Vacas primíparas (n=24) y múltiparas (n=204) en cruces de Holstein por Pardo Suizo y Pardo Suizo por Holstein (n=228) fueron sometidas a un período de servicios de 23 días (Día 0 al 22) siendo el Día 0 el inicio del período. El promedio de días posparto y número de lactancia al inicio de la estación de servicio para las vacas del estudio era de 150.5 ± 5.6 (rango = 50 a 290 d) y 3.3 ± 0.1 (rango = 1 a 6 lactancias), respectivamente. Diez días antes del inicio del período, las

vacas se asignaron aleatoriamente a los dos tratamientos. Las vacas fueron bloqueadas por número de lactancia y días posparto como parte del proceso aleatorio para minimizar el efecto confuso de estas variables entre tratamientos.

Las vacas (n=114) en el primer grupo (Ovsynch) recibieron un protocolo hormonal para la sincronización de la ovulación iniciado en una fase aleatoria del ciclo estral como ha sido descrito previamente (Fricke et al., 1998) usando inyecciones i.m. de GnRH (Cystorelin; Merial, Ltd., Iselin, NJ) y PGF_{2α} (Lutalyse; Pharmacia Animal Health, Kalamazoo, MI) así: Día -10, 50 µg GnRH; Día -3, 25 mg PGF_{2α}; Día -1, 50 µg GnRH. Esta es una modificación de Ovsynch que usa una dosis reducida de GnRH (50 vs. 100 µg) por inyección y que fue evaluada en vacas lactantes manejadas en confinamiento (Fricke et al., 1998). La primera IA para las vacas Ovsynch fue con ITF de 12 a 18 horas después de la segunda inyección de GnRH, inmediatamente después del ordeño de la mañana del primer día de la estación de servicios (Día 0; Mayo 19, 2000). Las vacas (n=114) en el segundo grupo (Pintura en la Cola) recibieron IA durante el período de servicio en base a la remoción de la pintura. Además, las vacas en el grupo Ovsynch que se detectaron en estro después de la ITF, recibieron una segunda IA tras la remoción de la pintura a través del período de servicios.

Para monitorear la actividad del estro, todas las vacas recibieron pintura sobre la base de la cola (Detail Estrus-Detection Tail Paint, New AgriTech, Inc, Little York, NY) después del ordeño de la mañana el primer día del período de servicios (Día 0). En pocas palabras, la pintura se colocó en una franja de 5 cm. de ancho por 20 cm. de largo sobre las vértebras coccígeas de la base de la cola, como es sugerido por el fabricante. La remoción de la pintura era examinada en el ordeño de la tarde. Once días después de esta aplicación, la pintura existente fue retocada para asegurar precisión en la detección del estro a través del tiempo restante del período de servicios. Las vacas que presentaban pintura removida se consideraban en estro y recibían IA y una nueva aplicación de la pintura dentro de una hora después de terminado el ordeño de la tarde. Los toros fueron introducidos a este grupo al final del período de servicios (Junio 10, 2000) y permanecieron con el grupo por 15 semanas (Septiembre 16, 2000). Por lo menos seis y máximo ocho toros estaban con el grupo permanentemente durante este período en monta natural. Los servicios en monta natural no fueron registrados durante este tiempo.

Se utilizó semen de diferentes toros, y este fue acoplado a las vacas por un operario de la granja antes del inicio del período de servicios. Al momento del acoplamiento, el operario no sabía a que grupo tratamiento pertenecía cada vaca, de modo que los toros fueron distribuidos al azar entre tratamientos. Un técnico de IA profesional, con más de 15 años de experiencia condujo todos los servicios de IA e ITF a través del estudio. Las vacas Ovsynch recibieron la ITF inmediatamente después del ordeño de la mañana el Día 0, sobre un período de tres horas en grupos de 12 vacas un riel de palpación a la salida de la sala de ordeño. Dos personas, además de operario principal le ayudaron al técnico de IA determinando el acoplamiento establecido para cada vaca, descongelando pajillas y cargando y recibiendo las pistolas de IA. La IA con base en la remoción de la pintura comenzó en el ordeño de la tarde del Día 0. En cada ordeño de la tarde durante el experimento, las vacas de ambos grupos tratamiento en los que la pintura estaba removida eran separadas del resto del hato y ubicadas en el área de espera con libre acceso a agua fresca. El técnico de IA llagaba a la granja dentro de una hora de haber terminado el

ordeño de la tarde e inseminaba las vacas en las cuales la pintura había sido removida durante las últimas 24-horas.

Resultados y Discusión

En el ganado, la evaluación de la condición corporal (CC) es una estimación subjetiva de la cantidad de grasa subcutánea (Edmonson et al., 1989), y las vacas con baja CC al parto tienen poco desempeño reproductivo (Markusfeld et al., 1997). En el presente estudio, la CC promedio fue de 2.89 ± 0.03 el Día -20 y decreció ($P < 0.01$) a 2.63 ± 0.03 al Día 0. Aunque las vacas con pérdida posparto de más de un punto en CC tienen menor desempeño reproductivo (Butler y Smith, 1989; Ruegg y Milton, 1995), la pérdida en CC para todas las vacas del Día -20 al Día 0 fue moderada a 0.28 ± 0.02 . Las vacas anovulatorias en el presente estudio tuvieron mayor pérdida de CC ($P < 0.05$) del Día -20 al 0 y tuvieron 37 días posparto menos ($P < 0.05$) al inicio de la estación de servicio comparadas con las vacas cíclicas (Tabla 1). En un estudio previo, las vacas en anestro perdieron más peso corporal resultando en un mayor balance energético negativo que las vacas cíclicas, y las diferencias en balance energético negativo fueron mayores durante las primeras tres semanas posparto (Staples et al., 1990). Des ese modo, las vacas anovulatorias en el presente estudio tuvieron un intervalo parto-inicio del período de servicio más corto para tener la primera ovulación y reasumir la ciclicidad, el cual fue probablemente bajo un mayor balance energético negativo que sus compañeras con más días posparto. Aunque la tasa de concepción a Ovsynch es mayor para vacas con $CC \geq 2.5$ (escala de 1 a 5) que para las de $CC < 2.5$ (Moreira et al., 2000b), no se observó efecto de la CC en la tasa de concepción a ITF en este estudio, posiblemente debido a la relativamente buena CC, la baja pérdida de CC y la baja incidencia de vacas anovulatorias en el grupo Ovsynch.

Tabla 1. Pérdida en condición corporal (CC) y días posparto al inicio del período de servicios para las vacas anovulatorias y cíclicas en los grupos Ovsynch y Pintura de la Cola.

Estado	Reproductivo ²	Pérdida de CC ³	Días Posparto ⁴	Grupo Tratamiento ¹	
				Ovsynch % (no./no.)	Pintura en la Cola % (no./no.)
Anovulatorias		0.44 ± 0.06^a	116.2 ± 14.8^a	13.1 (13/99)	17.2 (17/99)
Cíclicas		0.28 ± 0.02^b	152.8 ± 6.0^b	86.9 (86/99)	82.8 (82/99)

^{a,b}Dentro de una columna, promedios con diferente superíndice difieren ($P < 0.05$).

¹No hubo diferencia entre tratamientos.

²Muestras de suero colectadas los días -20 y -10 fueron clasificadas en base a las concentraciones de progesterona como baja (≤ 1.0 ng/ml) o alta (> 1.0 ng/ml). Vacas con dos resultados consecutivos bajos se clasificaron como anovulatorias. Vacas con dos resultados altos o uno bajo y uno alto fueron clasificadas como cíclicas.

³La pérdida en condición corporal (promedio \pm SEM) se calculó con base en la CC en escala de 5 puntos (1=emaciada, 5=obesa) los días -20 y 0 del experimento.

⁴Días posparto promedio (promedio \pm SEM) al inicio del período de servicios (día 0).

La proporción de vacas Ovsynch servidas durante el período de 23 días fue mayor ($P < 0.01$) que en las vacas de Pintura en la Cola (PC) (Tabla 2). Por diseño, los días promedio (\pm SEM) a la primera IA para las vacas Ovsynch fue 0.0 ± 0.0 días, y 12.0 ± 0.6 días para las PC. La tasa de concepción a la primera inseminación en las vacas PC fue mayor ($P < 0.01$) que en las vacas que

recibieron Ovsynch e ITF (Tabla 2). Bajas tasas de concepción para Ovsynch ya habían sido reportadas en el sur de Australia en un estudio realizado en vacas lecheras con partos estacionales en el cual las vacas recibieron Ovsynch o IA a estro detectado inducido con PGF_{2α}. La tasa de concepción para las vacas Ovsynch fue de 38.1% versus 65.9% para las servidas a estro (Jemmeson, 2000). Estos resultados contrastan con reportes iniciales en los que las tasas de concepción para vacas en lactancia confinadas fueron similares para Ovsynch y las vacas servidas a estro (Pursley et al., 1997a,b). Sin embargo, otros estudios han reportado que Ovsynch resulta en tasas de concepción más bajas comparado con IA a estro (Jobst et al., 2000; Stevenson et al., 1999). Los factores que puedan explicar esta variación entre hatos es desconocida, pero pueden contribuir la proporción de vacas anovulatorias, la dinámica folicular de vacas individuales, o la habilidad del personal para implementar Ovsynch.

Ninguna vaca PC recibió una segunda IA durante el período de servicios, mientras que el 46.4% de las vacas Ovsynch si lo hicieron (Tabla 2). La tasa de concepción a la segunda IA tras la remoción de la pintura en las vacas Ovsynch fue 43.1%, y no fue diferente de la misma tasa en las vacas PC al primer servicio (Tabla 2). De las 80 vacas Ovsynch diagnosticadas no preñadas a la ITF, 51 retornaron al servicio resultando en una tasa de servicio 63.8% al segundo servicio. La disparidad en la proporción de servicios de 84.2% al primer servicio en el grupo PC y la tasa de servicios del 63.8% de las vacas Ovsynch vacías que retornaron al servicio puede haber ocurrido por que las vacas Ovsynch estaban retornando después de ITF, mientras las vacas PC no habían tenido IA previa. Las vacas en lactancia tienen altas tasas de pérdida de preñez (Fricke et al., 1998; Smith y Stevenson, 1995; Vasconcelos et al., 1997). Aunque de forma especulativa, es posible que algunas de las vacas Ovsynch concibieran a la ITF y hubieran perdido la preñez cerca o después del final del período de servicios, reduciendo así el número de vacas retornando al servicio durante el período. Además, debido a que 30 vacas preñadas fueron eliminadas del grupo de vacas Ovsynch potenciales a regresar al servicio, las vacas restantes podrían ser una subpoblación parcializada de vacas sexualmente menos activas.

Tabla 2. Efecto del tratamiento en el desempeño reproductivo de vacas en lactancia durante el período de servicios de IA.

Elemento	Grupo Tratamiento ¹	
	Ovsynch	Pintura en la Cola
Primer servicio		
Método de IA	IA a tiempo fijo	IA a estro
Vacas servidas (%)	100.0 ^a	84.2
(no./no.)	(114/114)	(96/114)
Día mediano (± EEM) del período de servicio	0.0 ± 0.0 ^a	12.0 ± 0.6
Tasa de concepción (%)	27.3 ^a	47.3
(no./no.)	(30/110)	(43/91)
Segundo servicio		
Método de IA	IA a estro	IA a estro
Vacas servidas (%)	46.4 ^a	0.0
(no./no.)	(51/110)	(0/114)
Día mediano (± EEM) del período de servicio	17.0 ± 5.8	-
Tasa de concepción (%)	43.1 ^b	-
(no./no.)	(22/51)	-

¹Las vacas Ovsynch tuvieron sincronización de la ovulación (50 µg GnRH, día -10; 25 mg PGF_{2α}, día -3; 50 µg GnRH, día -1) e IA a tiempo fijo (día 0) seguido por IA a estro detectado tras la remoción de la pintura en la cola por el resto del período de servicio; las vacas de Pintura en la Cola recibieron IA tras la detección de estro evaluada por la remoción de la pintura durante todo el período.

^aDiferente ($P < 0.01$) de Pintura en la Cola.

^bLa tasa de concepción para las vacas Ovsynch que recibieron IA tras la remoción de la pintura (Segundo servicio) fue similar a la de las vacas PC en el primer servicio.

La sincronización exitosa usando Ovsynch contempla el crecimiento sincronizado de una nueva onda folicular al inicio del protocolo (controlado por la primer GnRH el Día -10), sincronización de la regresión lútea (inducida por la PGF_{2α} el Día -3), y la sincronización de la ovulación (inducida por la segunda GnRH el Día -1). La etapa del ciclo estral en la cual se inicia el protocolo también afecta las tasas de sincronización y concepción en vacas en lactancia (Vasconcelos et al., 2001) y en vaquillas (Moreira et al., 2000a). Las vacas del grupo Ovsynch en el presente estudio fueron asignadas a clases de progesterona (P₄) y fueron separadas y sumadas como dos grupos: la clase de alta P₄ el Día -1 (AAA, BAA, ABA, y BBA) y la de baja P₄ el Día -1 (BBB, ABB, BAB, y AAB). Solo el 91.8% (101/110) de las vacas Ovsynch con un estado de preñez conocido al Día 35 fueron asignadas a las clases de P₄ porque una o más de las muestras de suero de nueve de las vacas Ovsynch se faltaron en los Días -10, -3, y/o -1 (Tabla 3). Las clases de P₄ se usaron para estimar el estado del ciclo al inicio de Ovsynch, respuesta a la primer GnRH, y luteólisis en respuesta a la PGF_{2α} para las vacas que recibieron Ovsynch, similar al método descrito por Moreira et al., 2001 con algunas modificaciones. Desafortunadamente, estos estimados son especulativos, porque no se hicieron múltiples evaluaciones de ultrasonido ni de expresión del estro antes del inicio de los tratamientos. Además, el día del retorno al servicio de las vacas se usó para analizar más a fondo la respuesta a Ovsynch. De las 51 vacas de Ovsynch que retornaron al servicio durante el período (Tabla 2), una vaca que retornó en el Día 15 y otra vaca que retornó el Día 18 no fueron asignadas a ninguna clase de P₄ porque faltaban algunas muestras de suero (Tabla 3). Las 49 vacas restantes que fueron asignadas a clases de P₄ se agruparon en uno de tres períodos (Días 0 a 13, 14 a 17, o 18 a 22; Tabla 3) con base en los dos picos de retorno al servicio de las vacas Ovsynch de los Días 14 a 17 y Días 18 a 22, y las demás que recibieron servicio a antes del Día 14.

Las vacas Ovsynch con Alta P₄ el Día -1 fallaron en sincronizar la función lútea en respuesta al protocolo y, por lo tanto no concibieron. De las 101 vacas Ovsynch asignadas a clases de P₄, 12.0% tenían alta P₄ el Día -1; con 4 vacas AAA, 5 BAA, 3 ABA, y 0 BBA. Ninguna de estas vacas era anovulatoria, ni estuvo preñada a los 35 Días, y el 83.3% de ellas retornó al servicio durante el período de servicios (Tabla 3). De las 10 vacas que retornaron al servicio, la mayoría (n=7) lo hicieron del Día 14 al 17, consistente con una falla en la regresión lútea; una vaca retornó el Día 6 y las otras dos vacas retornaron los Días 18 y 22. Las vacas Ovsynch con baja P₄ el Día -1 no tenían CL funcional al momento de la segunda GnRH, y esta clase de P₄ comprendía todas las vacas anovulatorias y las que sincronizaron exitosamente al protocolo. De las 101 vacas Ovsynch evaluadas en las clases de P₄, el 88.1% tenían baja P₄ el Día -1, el 13.5% de ellas eran anovulatorias, el 30.3% de ellas estaban preñadas a los 35 Días, y el 43.8% retornó al servicio durante el período (Tabla 3). De las 39 vacas que retornaron al servicio, 10 lo hicieron

del Día 0 al 13, siete del Día 14 al 17, y 22 entre los Días 18 y 22. Las vacas con baja P₄ el Día -1 comprendieron 5 BBB, 28 ABB, 33 BAB, y 23 AAB.

Tabla 3. Distribución de frecuencias, vacas anovulatorias, tasa de concepción a ITF, y retorno al servicio durante el período para vacas que recibieron Ovsynch con base en las concentraciones de P₄ sérica colectada los días -10, -3, y -1 del experimento (Día 0 = ITF).

Clase de P ₄ ¹	n	Vacas Anovulat. ² %(no.)	Tasa de Concepción ³ % (no.)	Retorno al servicio ⁴ %(no.)	Día del período de servicios a la IA (no.)		
					0-13	14-17	18-22
Alta P ₄ el Día -1							
AAA	4	0.0 (0)	0.0 (0)	100.0 (4)	0	2	2
BAA	5	0.0 (0)	0.0 (0)	60.0 (3)	1	2	0
ABA	3	0.0 (0)	0.0 (0)	100.0 (3)	0	3	0
BBA	0	0.0 (0)	0.0 (0)	0.0 (0)	0	0	0
Σ	12	0.0 (0)	0.0 (0)	83.3 (10)	1	7	2
Baja P ₄ el Día -1							
BBB	5	80.0 (4)	0.0 (0)	40.0 (2)	1	1	0
ABB	28	0.0 (0)	14.3 ^a (4)	83.3 (20)	3	6	11
BAB	33	24.2 (8)	39.4 ^b (13)	45.0 (9)	2	0	7
AAB	23	0.0 (0)	43.5 ^b (10)	53.8 (7)	3	0	4
Σ	89	13.5 (12)	30.3 (27)	61.3 (38)	9	7	22
General	101	11.9 (12)	26.7 (27)	64.9 (48)	10	14	24

^{a,b}Dentro de una columna, diferentes superíndices denotan contraste significativo (P<0.05). Debido a los pocos números, las vacas clasificadas como AAA, BAA, ABA, BBA, y BBB se excluyeron del análisis estadístico para la tasa de concepción a ITF.

¹Las combinaciones de altas (A; >1 ng/ml) y bajas (B; ≤1 ng/ml) representa concentraciones de progesterona (P₄) sérica los días -10 (primera GnRH), -3 (PGF_{2α}), y -1 (segunda GnRH) de Ovsynch.

²Las muestras de suero colectadas los días -20 y -10 se clasificaron con base en concentraciones de P₄ como bajas (≤1.0 ng/ml) o Altas (>1.0 ng/ml). Las vacas con dos muestras bajas consecutivas fueron clasificadas como anovulatorias; las vacas con dos muestras altas consecutivas o una alta y una baja fueron clasificadas como cíclicas.

³Proporción de vacas diagnosticadas preñadas a la ITF (ultrasonido los 35 días post ITF).

⁴Vacas que retornaron al servicio dentro del período de servicios (porcentaje de vacas no preñadas).

La tasa de preñez acumulada para Ovsynch y PC fue similar después de los 23 días del período (ultrasonografía el día 49) y después de los 120 días de IA/servicio natural (palpación rectal al Día 179; Tabla 4). Dos vacas del grupo Ovsynch que fueron diagnosticadas preñadas el Día 35 (a ITF) estaban vacías al examen de ultrasonido el Día 49 (después del período de 23 días). En contraste con Ovsynch, el sistema de pintura en la cola usado en este estudio arrojó excelentes resultados reproductivos. La proporción de vacas inseminadas durante el período de servicio fue de 85.7%, con una tasa de concepción a la primera IA de 47.3%. En un previo estudio en Nueva

Zelanda, el 94.5% de las vaquillas sincronizadas fueron detectadas en estro usando el sistema de pintura en la cola (Macmillan et al., 1988). El uso de pintura en la cola resultó en similar tasa de preñez acumulada después de 24 y 120 días de servicio comparado con el uso de Ovsynch para inducir la primera IA inicio del período de servicio. Los resultados de este estudio indican que Ovsynch no es una herramienta de manejo efectiva para vacas lecheras en lactancia manejadas en sistemas de pastoreo debido a las bajas tasas de concepción a la ITF. Se necesita más investigación para desarrollar protocolos de sincronización de ovulación efectivos para vacas lactantes que tienen pobre respuesta a Ovsynch.

Finalmente, aunque la tasa acumulada de preñez después de 120 días no fue diferente entre tratamientos, la tasa acumulativa de preñez general de 82% para los dos tratamientos fue baja para esta etapa del período de servicios. Como comparación, la tasa acumulativa de preñez a los 56 días fue cerca del 82% para vacas lecheras en Australia (Jemmeson, 2000). La introducción de toros a los 23 días de iniciado el período, incremento el número de preñeces en este grupo de vacas en apenas el 35%. Aunque los factores responsables por el pobre desempeño reproductivo observado en el presente estudio son desconocidos, el estrés calórico puede afectar el desempeño reproductivo en las vacas, afectando la calidad del oocito durante el período preovulatorio e incrementando la pérdida embrionaria (Hansen et al., 1992). El estrés calórico también afecta la fertilidad de los toros en servicio natural al disminuir la concentración espermática, reducir la motilidad e incrementar el porcentaje de anomalías morfológicas en el eyaculado (Barra y Showman, 1994). Previamente habíamos implicado el estrés calórico como un factor asociado al pobre desempeño reproductivo en lecherías basadas en pastoreo durante el servicio natural, en un estudio realizado en Wisconsin durante la estación de servicios del verano (Córdoba y Fricke, 2001). La temperatura oficial (Midwestern Climate Center, Champaign, IL) fue colectada de una estación experimental ubicada a diez millas de esta granja (Dodgeville, WI; Station ID: 472173). Aunque a temperatura media diaria fue relativamente baja durante el período de servicios (69.4 °F), las máximas temperaturas reportadas fueron 82, 86, 84, 88, y 92 °F para los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto, y Septiembre 2000, respectivamente.

Tabla 4. Efecto del tratamiento en la preñez acumulada después de 23 días de IA y 120 días de IA/servicio natural.

	Grupo Tratamiento ¹			
	Ovsynch		Pintura en la Cola	
Tasa de Preñez Acumulada ²	%	(no./no.)	%	(no./no.)
Después de 23 días de IA	46.3	(50/108)	47.3	(43/91)
Después de 120 días de IA/servicio natural	83.3	(80/96)	80.5	(66/82)

¹No se detectaron diferencias entre tratamientos.

²Número de vacas diagnosticadas preñadas luego de 23 días de IA (ultrasonografía 49 días después del primer día del período de servicios) o después de 120 días de servicio (palpación rectal 179 días después del primer días del período de servicios) expresado como porcentaje de las vacas dentro de ese grupo tratamiento.

Conclusiones

La tasas de concepción a ITF de vacas lactantes en esta lechería basada en pastoreo, que recibieron Ovsynch el primer al primer servicio fue menor que las vacas que recibieron el primer

servicio de IA tras la remoción de la pintura de la cola. Los perfiles de progesterona de las vacas Ovsynch indicaron que la regresión lútea incompleta después de la PGF_{2α} y la pobre respuesta ovulatoria a la GnRH relacionadas con la etapa del ciclo estral al momento del inicio de Ovsynch, contribuyeron al pobre desempeño reproductivo. Más aún, a pesar de la mayor proporción de vacas servidas durante el período de servicio, Ovsynch no mejoró las tasas de preñez acumulada después de los 23 días de IA o de los 120 días de IA/servicio natural comparado con el uso de pintura en la cola para iniciar el período de servicio. Los resultados de este estudio indican que Ovsynch no es una herramienta reproductiva efectiva para el manejo de vacas en lactancia manejadas en pastoreo. Sin embargo, variación en la respuesta a Ovsynch puede ocurrir entre hatos bajo variados sistemas de manejo y escenarios fisiológicos. Más investigación es necesaria para entender las verdaderas causas de la variación de la respuesta a Ovsynch entre hatos, y para desarrollar protocolos que sincronicen la función ovárica efectivamente en vacas lecheras que responden pobremente a Ovsynch.

Referencias

1. Barth, A. D. and P. A. Bowman. 1994. The sequential appearance of sperm abnormalities after scrotal insulation or dexamethasone treatment in bulls. *Can. Vet. J.* 35:93-102.
2. Britt, J. S., and J. Gaska. 1998. Comparison of two estrus synchronization programs in a large, confinement-housed dairy herd. *JAVMA* 212:210-212.
3. Burke, J. M., R. L. de la Sota, C. A. Risco, C. R. Staples, E. J. P. Schmitt, and W. W. Thatcher. 1996. Evaluation of timed insemination using a gonadotropin-releasing hormone agonist in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 79:1385-1393.
4. Butler, W. R. and R. D. Smith. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 72:767-783.
5. Cordoba, M. C. and P. M. Fricke. 2001. Evaluation of two hormonal protocols for synchronization of ovulation and timed artificial insemination in dairy cows managed in grazing-based dairies. *J. Dairy Sci.* 84:2700-2708.
6. Cordoba, M. C. and P. M. Fricke. 2002. Initiation of the breeding season in a grazing-based dairy using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 85:1752-1763.
7. Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.
8. Fricke, P. M., J. N. Guenther, and M. C. Wiltbank. 1998. Efficacy of decreasing the dose of GnRH used in a protocol for synchronization of ovulation and timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 50:1275-1284.
9. Hansen, P. J., W. W. Thatcher, and A. D. Ealy. 1992. Methods for reducing effects of heat stress on pregnancy. pp. 116-125. In: *Large Dairy Herd Management* (Van Horn, H. H. and C. J. Wilcox, Eds.). American Dairy Science Association, Champaign, IL.
10. Jemmeson, A. 2000. Synchronising ovulation in dairy cows with either two treatments of gonadotropin-releasing hormone and one of prostaglandin, or two treatments of prostaglandin. *Aust. Vet. J.* 78:108-111.
11. Jobst, S. M., R. L. Nebel, M. L. McGilliard, and K. D. Pelzer. 2000. Evaluation of reproductive performance in lactating dairy cows with prostaglandin F_{2α}, gonadotropin-releasing hormone, and timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 83:2366-2372.

12. Macmillan, K. L., V. K. Taufá, D. R. Barnes, A. M. Day, and R. Henry. 1988. Detecting oestrus in synchronized heifers using tail paint and an aerosol raddle. *Theriogenology* 30:1099-1114.
13. Markusfeld, O., N. Galon, and E. Ezra. 1997. Body condition score, health, yield and fertility in dairy cows. *Vet. Rec.* 141 :67-72.
14. McDougall, S., K. L. Macmillan, and N. B. Williamson. 1998. Factors associated with prolonged period of post partum anoestrus in pasture-fed dairy cattle. *Proc. XX World Buiatrics Congr. Vol. 2.* pp. 657-662.
15. Moreira, F., C. A. Risco, M. F. A. Pires, J. D. Ambrose, M. Drost, and W. W. Thatcher. 2000a. Use of bovine somatotropin in lactating dairy cows receiving timed artificial insemination. *J. Dairy Sci.* 83:1237-1247.
16. Moreira, F., C. Orlandi, C. A. Risco, R. Mattos, F. Lopes, and W. W. Thatcher. 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 84:1646-1659.
17. Pursley, J. R., M. O. Mee, and M. C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF_{2α} and GnRH. *Theriogenology* 44:915-923.
18. Pursley, J. R., M. R. Kosorok, and M. C. Wiltbank. 1997a. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *J. Dairy Sci.* 80:301-306.
19. Pursley, J. R., M. C. Wiltbank, J. S. Stevenson, J. S. Ottobre, H. A. Garverick, and L. L. Anderson. 1997b. Pregnancy rates per artificial insemination for cows and heifers inseminated at a synchronized ovulation or synchronized estrus. *J. Dairy Sci.* 80:295-300.
20. Ruegg, P. L., and R. L. Milton. 1995. Body condition scores of Holstein cows on Prince Edward Island, Canada: relationships with yield, reproductive performance, and disease. *J. Dairy Sci.* 78:552-564.
21. Staples, C. R., W. W. Thatcher, and J. H. Clark. 1990. Relationship between ovarian activity and energy status during the early postpartum period of high producing dairy cows. *J. Dairy Sci.* 73:938-947.
22. Smith, M. W., and J. S. Stevenson. 1995. Fate of the dominant follicle, embryonal survival, and pregnancy rates in dairy cattle treated with prostaglandin F_{2α} and progestins in the absence or presence of a functional corpus luteum. *J. Anim. Sci.* 73:3743-3751.
23. Stevenson, J. S., Y. Kobayashi, and K. E. Thompson. 1999. Reproductive performance of dairy cows in various programmed breeding systems including OvSynch and combinations of gonadotropin-releasing hormone and prostaglandin F_{2α}. *J. Dairy Sci.* 82:506-515.
24. Vasconcelos, J. L. M., R. W. Silcox, J. A. Lacerda, J. R. Pursley, and M. C. Wiltbank. 1997. Pregnancy rate, pregnancy loss, and response to heat stress after AI at two different times from ovulation in dairy cows. *Biol. Reprod.* 56(Suppl 1):140 (Abstr.).
25. Vasconcelos, J. L. M., R. W. Silcox, G. J. Rosa, J. R. Pursley, and M. C. Wiltbank. 2001. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology* 52:1067-1078.