

Tratamiento a las vacas lecheras en anestro en Nueva Zelanda

Mark Bryan, VetSouth Ltd, Nueva Zelanda
markb@thevets.co.nz

Generalidades

La industria de lácteos en Nueva Zelanda es predominantemente estacional, donde la amplia mayoría de las vacas alumbran después de un corto período de 3 meses en primavera. Se alimenta a las vacas en gran parte con pastura, con pequeñas cantidades de alimento suplementario, principalmente durante la primera etapa de lactancia y mayoritariamente en la forma de cebada machacada o Extracto de Palma (PKE, por sus siglas en inglés). En North Island, las vacas se alimentan en el invierno principalmente con pastura; mientras que en South Island la Brassica spp (coles) es con frecuencia utilizada en el corral de sacrificios para minimizar el daño a la pastura. Un pequeño número de cabezas de ganado se alimentan en invierno en el interior de un establo.

La reproducción exitosa en Nueva Zelanda, bajo estas condiciones, es todo un desafío. Para mantener un intervalo anual de nacimientos, las vacas necesitan concebir dentro de los 3 meses de alumbramiento. La lactancia se administra en gran medida utilizando AI durante un período corto de tiempo, alrededor de 5 a 7 semanas a partir de una fecha fija para el inicio del apareamiento (MSD, por sus siglas en inglés) que es normalmente de alrededor de 3 meses a partir del inicio del alumbramiento. Después de esto, los toros se mantienen junto al rebaño durante 6 semanas adicionales o más.

Después del alumbramiento, el útero sufre varios cambios (involución) en su preparación para el período de celo, concepción y embarazo. Este período de involución incluye la reanudación gradual de la actividad cíclica ovárica después del estado de relativa inactividad, bajo la influencia de la progesterona durante el embarazo. Todo retraso en el inicio de la ovulación y manifestación del celo se asocia con la reducción en las tasas de concepción, tasas de embarazo y el incremento en los intervalos del alumbramiento a la concepción. Bajo las condiciones de Nueva Zelanda, el intervalo medio desde el alumbramiento a la primera ovulación es de 43 días (McDougall, Burke et al. 1995), lo cual se compara desfavorablemente con lo encontrado en sistemas más intensos donde el intervalo es de alrededor de 19 a 22 días (Foncesca, Britt et al. 1983; Stevenson, Schmidt et al. 1983; Darwash, Lamming et al. 1997).

Las vacas que alumbran a finales de primavera son, por consiguiente, menos proclives a lograr un intervalo de inter – alumbramiento anual (ICI, por sus siglas en inglés) de <365 días en comparación con aquellas que alumbran antes. En el amplio estudio Australiano InCalf, el ICR de 6 semanas ajustado demostró variación del 71% para aquellas vacas que alumbraron a partir de 63 a 84 días previo al MSD al 22% para aquellas que alumbraron en 21 días o menos (Morton, 2000). Se ha utilizado en gran medida y en forma tradicional la práctica de la inducción, donde una vaca es inducida a alumbrar 10 semanas antes utilizando medicamentos corticosteroides (Malmo 1993). Durante los últimos 5 años, se han dedicado importantes esfuerzos a reducir la necesidad de inductores, con una visión de retirarlos paulatinamente en el futuro cercano. Entonces, la atención se ha volcado hacia un grado aún mayor de prevención, diagnósticos tempranos, tratamiento y manejo del anestro en las vacas.

Introducción

El anestro anovulatorio (AA) fue reconocido e informado por primera vez en Nueva Zelanda en 1973 (Fielden, Macmillan et al. 1973). El uso de dispositivos hormonales para dar tratamiento a las vacas lecheras en anestro en Nueva Zelanda ha sido reconocido como efectivo desde el inicio de la década de los 90 (Macmillan and Peterson 1993). La incidencia del anestro entre el ganado varía en forma importante, promediando un 27.8% (rango de 9 a 52% entre ganados) en un estudio (Rhodes, Clark et al. 1998), y promediado en un 27.4%, variando de un 13–47%, en otros (Rhodes, McDougall et al. 2001). Estas cifras no incluyeron las vacas que tuvieron alumbramiento con menos de 4 semanas previo al PSM.

Entre los ganados más grandes en Nueva Zelanda, la incidencia del AA mostró ser del 18.1% (rango del 11.1- 28.8%)(Bryan, Bo et al. 2009). Sin embargo, la incidencia de vacas presentadas como AA promedió un 27.8% (17.9% - 47.9%) del ganado. El porcentaje de vacas presentadas que realmente fueron tratadas por AA varió en este estudio, de un 46.3 - 81.5%, sugiriendo un amplio rango en la capacidad de detección del celo. Muchos ganaderos utilizan un período de 3 a 4 semanas para la detección del celo previo al apareamiento, utilizando pintura para colas aplicada a las vacas. Todas las vacas sin señales visibles de actividad de apareamiento (tal como se determine por la pérdida de la pintura colocada en la cola) después de 3 semanas de la detección del celo previo al apareamiento, serán determinadas como en anestro. Estas vacas pueden llevarse ante un veterinario para su revisión y tratamiento.

Este método de detección es efectivo (Macmillan 2002; McDougall 2003) y se ha reconocido que la intervención temprana – por ejemplo, alrededor de 7 días previo al MSD – es óptima. Sin embargo, muchos ganados pueden únicamente desarrollar un período más corto de detección de celo previo al apareamiento y algunos ganados pueden no desarrollarlo. Por lo tanto, las cifras mostradas para los rangos de vacas en anestro provienen únicamente de ganados selectos y por ende se desconoce la cifra real en Nueva Zelanda.

El tratamiento hormonal de las vacas en anestro ha mostrado reducir el número de días desde el MSD a la concepción (McDougall 2001), y por consiguiente ayuda a mantener un patrón de alumbramiento más condensado en la primavera siguiente. Además, la economía del tratamiento de las vacas en anestro ha sido bien demostrada (Macmillan 2002).

La intervención hormonal para corregir a las vacas con AA real es por ende efectivo y, al paso de los años, los programas se han afinado para proporcionar respuestas satisfactorias en términos tanto de la reanudación de la actividad ovárica como la mejora en los resultados reproductivos (McDougall, Burke et al. 1992; Day and Macmillan 1995; Hanlon, Wichtel et al. 2000; McDougall, Cullum et al. 2001).

Opciones de Intervención: 1- Administración

i) Hay disponibilidad de cierto número de opciones de administración, las cuales se han intentado a lo largo de los años. Probablemente, la más común bajo las condiciones de Nueva Zelanda es no hacer nada. Muchos ganaderos reconocen que las vacas se toman su tiempo para entrar en su ciclo, y mientras más tiempo las dejen hasta que se presente la intervención, menos vacas necesitarán el tratamiento. Sin embargo, mientras que muchas de esas vacas pueden eventualmente entrar en ciclo y finalmente concebir, pueden requerir la inducción en la estación siguiente. El costo de la inducción (sólo los costos en salud animal se calculan en ~\$140 por vaca) sobrepasan por mucho los costos de intervención en alrededor de \$50 por vaca (DairyNZ 2009). Adicionalmente, un pequeño número de vacas puede nunca entrar en ciclo y/o puede no concebir nunca. Estas necesitarán ser o sacrificadas o pospuestas para un año siguiente, la cual es una opción costosa.

ii) Otra popular opción de administración es destinar a las vacas en anestro en ordeña de una vez al día (OAD, por sus siglas en inglés). Un estudio comparativo de la administración de las vacas en anestro (Rhodes, Clark et al. 1998) demostró que cuando se realiza normalmente – por ejemplo, inmediatamente antes del MSD, siguiendo un período de detección de celo previo

al apareamiento – esta estrategia fue menos efectiva que la intervención hormonal (ICR de 21 días 42.3% vs 52.9%; media en días para concebir de 28 vs 21; OAD vs tratamiento CIDR). Sin embargo, el destinar a las vacas en anestro potencial a la OAD al inicio de la lactancia, antes de que aparezca el MSD parece ser una opción más exitosa, presumiblemente porque impacta directamente en el balance de energía negativa (NEB, por sus siglas en inglés) que a su vez afecta el desarrollo y viabilidad del folículo.

iii) Recientemente, la atención se ha volcado hacia el uso de toros de incitación para iniciar la actividad de celo en las vacas en anestro. Comúnmente se utilizan los carneros de incitación para las ovejas tanto para adelantar la actividad de celo como para sincronizar a las ovejas de un rebaño. Sin embargo, las vacas no son estacionalmente poliestrales y no existen estudios controlados para demostrar la efectividad de esta estrategia. Un estudio reciente realizado en Canterbury intentó demostrar la efectividad de los toros de incitación pero fue muy confuso en su diseño (Norton 2008). Es probable que cualquier efecto en los esfuerzos del uso del toro de incitación se deba a un incremento en la detección de las vacas en celo y sub-celo en lugar de un incremento en el número de vacas que realmente entran en ciclo.

Opciones de Intervención: 2. Intervenciones Hormonales

Fisiología

Después del parto, una vaca normal y en ciclo, bajo la influencia de la hormona estimulante del folículo (FSH, por sus siglas en inglés) alistarán un conjunto de 5 a 10 folículos primordiales para desarrollo: esto se transforma en el inicio de una “onda folicular”. Estos folículos se verán sometidos a un proceso de selección, durante el cual la mayoría de los folículos dejarán de crecer y se degenerarán (atresia) dejando sólo a un folículo dominante. Mientras crece este folículo dominante, produce cantidades en aumento de estrógenos e Inhibin, lo cual tiene un efecto de reacción negativa en la liberación de la FSH y resulta en la atresia de los folículos más pequeños. El nivel en aumento de estrógenos es responsable de los signos abiertos que se denominan como “estro” o “celo” y marca el inicio (día 0) del ciclo de celo que dura en promedio 21 días hasta el comienzo del celo subsecuente.

Bajo la influencia de la LH, el folículo dominante madura. Cuando los estrógenos producidos por el folículo dominante alcanzan un nivel límite, se desencadena una ola de GnRH que a su vez resulta en una ola de LH que provoca la ovulación del folículo maduro. Este período hasta la ovulación se conoce como la fase folicular. La ovulación se presenta aproximadamente 30 horas después del inicio del celo.

En las vacas en anestro, la LH se libera en una forma irregular y no se observa la onda en incremento como la actividad que conlleva a concentraciones altas de LH. En consecuencia, el desarrollo y ovulación de un folículo dominante no sucede. La intervención hormonal está diseñada para anular esta falla y desarrollar un folículo dominante funcional y fértil.

i) ODB/P4

Durante los años desde su presentación inicial, la progesterona (P4) combinada con Benzoato de Oestradiol (ODB, por sus siglas en inglés) ha sido el tratamiento elegido en Nueva Zelanda. Un dispositivo impregnado con P4 (Cue Mate™) se inserta en la vagina en el Día 0 del programa de tratamiento. La progesterona es absorbida del dispositivo y proporciona una reacción negativa que previene la ola de GnRH, evitando así una ola de LH e inhibiendo la ovulación folicular mientras el dispositivo está en su lugar. Sin embargo, los niveles basales de LH aún permiten un desarrollo de la onda folicular.

En el momento del retiro del dispositivo, se elimina la influencia negativa de la progesterona y el siguiente folículo maduro está listo para ovular en respuesta a una GnRH de post – supresión y la ola de LH. Si se deja el dispositivo de progesterona en el lugar durante un período de 6 días, entonces los folículos que se han desarrollado durante el período de supresión de progesterona son viables y óptimos para su fertilización en el momento del retiro del dispositivo y la ovulación subsecuente. El ODB se suministra en el día 7 para desencadenar una ola de GnRH/LH que conlleva a una ovulación dentro de un período de 48 horas. Las vacas son normalmente reproducidas para un tiempo AI establecido (FTAI, por sus siglas en inglés) dentro de un período de post – ODB de 48 horas.

Se han encontrado mejores sincronizaciones foliculares y mejores tasas de concepción para AI cuando el dispositivo P4 se deja durante 8 días (McDougall 2001). Sin embargo, son suficientes 8 días para el retroceso de algunos folículos inmaduros para el momento en que se retira el dispositivo, lo cual a su vez reduce las tasas de concepción. La inyección del ODB al momento de la inserción del dispositivo tiene el efecto de retirar los folículos existentes y sincronizar una onda fresca de desarrollo folicular al inicio del programa. Se suministra nuevamente el ODB 24 horas después del retiro del dispositivo, con un FTAI de 48 horas. Vale la pena destacar que el ODB por sí mismo desencadena una actividad parecida al celo cuando se inyecta a las vacas lecheras.

ii) Programa OvSynch/GPG

El Programa 'OvSynch' o GPG fue concebido en Norteamérica como un medio de minimizar la detección del celo y sincronizar a las vacas con ciclos normales (Pursley, Mee et al. 1995). Además se ha utilizado para dar tratamiento a las vacas en anestro en Sudamérica y en Nueva Zelanda. Consiste en una secuencia de inyecciones de GnRH/PG/GnRH durante 9 días. La primera administración de GnRH se suministra a una etapa al azar del ciclo de anestro, causando tanto la luteinización o la ovulación del folículo más grande (Thatcher, Macmillan et al. 1989; Pursley, Mee et al. 1995) en aproximadamente el 85% de las vacas. La administración de PGF 2α 7 días después regresa el cuerpo lúteo (CL) o el folículo luteinizado inducido por la GnRH. Se forma un nuevo folículo dominante y está listo para la ovulación al momento de la administración de la segunda GnRH, suministrada en el día 9. El FTAI es llevado a cabo normalmente 16 horas después de esta segunda GnRH. Numerosos estudios en Norteamérica han mostrado que este programa puede dar resultados aceptables en las tasas de concepción (Pursley, Kosorok et al. 1997; Pursley and Peters 2002; Washburn, Silvia et al. 2002). En Nueva Zelanda, los resultados han sido mixtos y el único estudio de campo controlado que compara el Ovsynch con los programas P4/ODB fue subestimado y no mostró diferencias significativas (McDougall 2001).

Sin embargo, los datos provenientes del extranjero sugieren que las vacas genuinamente en anestro responden mejor al período de preparación de progesterona, y esto ha llevado a la inclusión del P4 en los programas GPG de anestro.

iii) GPG/P4

Cierto número de estudios realizados en el extranjero han demostrado que las vacas pueden mostrar una tasa mayor de concepción cuando utilizan el programa GPG/P4 comparado con un programa GPG estándar, pero estas respuestas no son consistentes. En un estudio, mejoraron las tasas de concepción mediante la adición de un inserto CIDR (El-Zarkouny, Cartmill et al. 2004) comparado con las vacas inseminadas en el celo o después del protocolo Ovsynch. En un estudio realizado en 5 lugares de México durante el verano, en el cual se dio tratamiento a las vacas únicamente con Ovsynch, las tasas de concepción solo mejoraron en las vacas que lactaban por primera vez, en las cuales se incluyó un inserto CIDR (Moreira, Flores et al. 2004). Sin embargo, otro estudio (Thatcher, Macmillan et al. 1989) no encontró que la adición de P4 mejorara las tasas de concepción. La diferencia en resultados a lo largo de estos estudios puede deberse en parte a la mezcla de vacas en anestro y en ciclo, de entre las vacas sometidas al tratamiento.

Un estudio reciente (Stevenson, Pursley et al. 2006) demostró que incluso en las vacas en ciclo, la adición de P4 a un tratamiento estándar GPG de vacas en ciclo incrementó los ICR tanto de 28 como de 56 días en algunas, pero no todas las granjas. Sin embargo, sobre todas las granjas, los ICR de 28 y 56 días incrementado fueron observados en todas las vacas con bajos niveles P4 de pre – tratamiento que recibieron el tratamiento P4/GPG comparado con aquellas que recibieron el tratamiento GPG estándar. Un estudio reciente en Nueva Zelanda (McDougall 2008), comparó la respuesta de las vacas en anestro con programas GPG o GPG/P4. Existió una importante diferencia en días para la concepción entre vacas CL-ve para GPG vs GPG/P4 (30 (95%CI 23.9-36.1) vs 21 (16.9-25.1)), y en todas las vacas (CL –ve y +ve) de 26 vs 20 días. Para todas las vacas, las tasas de 21 días de concepción fueron diferentes en forma importante (33.9% vs 45.7%; $p < 0.001$). Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre los grupos tanto de 21d, 42d, 56d o ICR final.

iv) eCG (Pregnecol)

PMSG/eCG es una glicoproteína compleja con propiedades gonadotrópicas. Sus actividades son tanto de estimulación folicular (FSH) y luteinizante (LH) por naturaleza y cuando se administra a las vacas resulta en el desarrollo y maduración folicular, ovulación y desarrollo de un cuerpo lúteo viable. Se ha utilizado con éxito para la súper – estimulación ovárica y para la mejora de la fertilidad receptora en programas de Transferencia de Embrión (ET, por sus siglas en inglés). La eCG se produce por las cápsulas endometriales de la hembra preñada entre los días 40 a 130. Liga tanto a los receptores LH como FSH del folículo (Soumano, Lussier et al. 1997), y además a los receptores LH del CL (Stewart and Allen 1979).

En los animales que no entran en ciclo (AA), el desarrollo folicular inadecuado conlleva la no presentación de la ovulación o a la ovulación de un oocito menos viable a partir de un folículo pequeño y con frecuencia se asocia a un comportamiento de celo reducido y baja en la fertilidad. En estas circunstancias, la eCG puede tener un efecto positivo en el desarrollo folicular mediante la producción de folículos más grandes y viables que culminan en ovulación (Mapletoft, Bo et al. 2009). Después de la ovulación, el CL resultante ha mostrado tener un mayor volumen y una mayor producción de progesterona (Nogueira, Melo et al. 2004; Sartori, Gumen et al. 2006; Ayres, Martins et al. 2008) lo cual es esencial para la implantación y conservación del embarazo. Consecuentemente, cierto número de embriones, que de otra manera habrían fracasado en la implantación o habrían resultado en el regreso al ciclo de celo, resulta en embarazo y conlleva a tasas generales más altas de embarazo.

Tanto el efecto sobre el folículo y el efecto sobre el CL tienen la hipótesis de mejorar el desempeño reproductivo al mejorar las tasas de concepción y la sobrevivencia temprana del embrión.

Las investigaciones realizadas en el ganado vacuno de leche y alimentado con pastura en Sudamérica, donde los anestros post – parto resulta en una fertilidad más baja, indican altas tasas de embarazo asociadas con el eCG cuando se compara con los programas de tratamiento convencionales que utilizan dispositivos de progesterona. Se logró medir un incremento en las tasas de embarazo de entre el 10% y el 15% en el escaneo de 30 a 60 días posteriores al FTAI (Cutaia, Tribulo et al. 2003; Balla, Filippi et al. 2006).

Un estudio realizado en Nueva Zelanda en 2007 observó el efecto de añadir eCG a un régimen estándar P4/ODB de 8 días (Bryan, Emslie et al. 2007). En el día 0, después de la palpación para determinar un AA genuino, las vacas recibieron 2mg de ODB y se insertó un dispositivo Cuemate. En el día 8, el dispositivo se retiró y se administraron 400iu de eCG. Se administró 1mg de ODB en el día 9, y las vacas entraron en FTAI 48 horas después. Este grupo de vacas fue comparado con el grupo de control que recibió el régimen estándar P4/ODB de 8 días sin el eCG.

El CR de 48 horas para el grupo bajo tratamiento mostró una tendencia a ser más alta que el grupo de control ($p = 0.0585$). Sin embargo, existió una interacción significativa del tratamiento a la edad, que entre las vacas >5 , aquellas que recibieron el eCG tuvieron un riesgo relativo de 1.51 x aquellas vacas del grupo de control para quedar preñadas dentro de 48 horas ($p = 0.003$). Este efecto se repitió cuando se consideró el ICR de 7 días (este valor incluye a todas las vacas que fueron apareadas después del FTAI). Se observó una tendencia general ($p = 0.073$) hacia un ICR más alto para el grupo bajo tratamiento, pero dentro del grupo de >5 de edad, este efecto fue más alto en forma importante ($p = 0.002$, $RR = 1.44$). Ese efecto estuvo presente aún en el ICR de 4 semanas, donde el grupo de >5 de edad, las vacas tratadas con eCG fueron más proclives a quedar preñadas en comparación con el grupo de control ($p = 0.019$, $RR = 1.21$).

En 2007, se prohibió el ODB en Nueva Zelanda. El régimen estándar P4/ODB fue entonces sustituido con el régimen GPG/P4. Hubo hipótesis de que el eCG podría ser efectivo dentro de este programa y en 2008 se realizó una prueba a gran escala para evaluar los efectos del eCG

cuando se combina con los programas GPG/P4. Dado que el eCG trabaja en la ayuda al desarrollo y maduración del folículo dominante, hubo sugerencias de que un período más corto de tratamiento con progesterona podría resultar ventajoso. Entonces, se diseñó un estudio para examinar el efecto del eCG dentro de un régimen nuevo de tratamiento GPG/P4; específicamente, comparamos un régimen de progesterona de 6 días con uno de 7 días, con y sin eCG.

En este segundo estudio (Bryan, Bo et al. 2009), las vacas fueron asignadas al azar, ya sea para un programa GPG/P4 de 6 o de 7 días, consistente en la inserción del Cuemate en el día 0 con inyección de GnRH en el inserto; retiro en el día 6 o 7, con inyección de PG al separar el dispositivo; y GnRH adicional a las 48 horas posteriores de retirar el dispositivo. Adicionalmente, tanto el grupo de 6 como el de 7 días fueron divididos en grupos de eCG y de control. Los grupos bajo tratamiento eCG recibieron 400iu de Pregnecol al retiro del dispositivo. Todas las vacas fueron dispuestas para apareamiento para detectar el celo y si no se detectó el celo, fueron dispuestas para apareamiento abierto aproximadamente 72 horas después del retiro del dispositivo. Los resultados primarios considerados fueron una tasa de 7 días con presentación de embarazo (ICR); ICR de 28 días y días para la concepción (DTC).

La inclusión de eCG tanto en el programa GPG/P4 de 6 o de 7 días aumentó significativamente el ICR de 7 días ($p = 0.004$), ICR de 28 días ($p = 0.002$), y disminuyó en forma importante la media en días para la concepción ($p = 0.008$). En lo general, el tratamiento con eCG incrementó el ICR de 28 días de un 46.4% a un 51.5%. No se presentaron diferencias importantes entre el programa de 6 o de 7 días y no hubo interacciones en el programa de 6/7 días por eCG. Las vacas detectadas en celo y apareadas entre el retiro del dispositivo y el FTAI tuvieron ICRs más altos que aquellas apareadas según el FTAI. Sin embargo, las vacas que se observaron en celo al momento del FTAI tuvieron además ICRs más altos que las vacas no detectadas en celo al momento del FTAI.

Resumen

La intervención hormonal en el tratamiento de las vacas lecheras en anestro ha mostrado tener éxito a lo largo de varios años en Nueva Zelanda. Los avances en el entendimiento, junto con los cambios en la disponibilidad de productos han llevado al desarrollo de lo que ahora es considerado como el régimen óptimo de tratamiento para las vacas en anestro, consistente en un programa GPG/P4/eCG. La adición de eCG al programa ha mejorado significativamente los parámetros de reproducción en todos los grupos de vacas.

Mark Bryan BVMS MACVSc (Epi), MVS (Epi)

VetSouth Ltd

Winton

Southland

New Zealand

0064 3236 6090

markb@thevets.co.nz

www.thevets.co.nz

Referencias

Ayres, H., C. M. Martins, et al. (2008). "Effect of timing of estradiol benzoate administration upon synchronization of ovulation in suckling Nelore cows (*Bos indicus*) treated with a progesterone-releasing intravaginal device " *Animal Reproduction Science* 109(1-4): 77-87.

Balla, E., L. Filippi, et al. (2006). "Effect of different synchronisation protocols on ovulation with intravaginal progesterone devices on follicular growth and conception rates of lactating dairy cows." *Proc IRAC*: 1-11.

Bryan, M. A., G. A. Bo, et al. (2009). "The effect of eCG in either a 6-day or a 7-day P4/GPG-synch anoestrus treatment protocol" Internal report.

Bryan, M. A., R. Emslie, et al. (2007). "Effect of eCG in the treatment of anoestrus cows with progesterone and Oestradiol benzoate." Internal report.

Cutaia, L., R. Tribulo, et al. (2003). "Pregnancy rate in lactating beef cows treated with progesterone-releasing devices, estradiol benzoate and equine chorionic gonadotropin (eCG)." *Theriogenology* 59: 216 (Abstract).

DairyNZ (2009, 25th Feb 2009). "Inducing change should not threaten production or profit ". 2009, from <<http://www.dairynz.co.nz/file/fileid/5544>>

Darwash, A. O., G. E. Lamming, et al. (1997). "Estimation of Genetic Variation in the Interval from Calving to Postpartum Ovulation of Dairy Cows." *Journal of Dairy Science* 80: 1227-1234.

Day, A. M. and K. L. Macmillan (1995). "CIDR update and beyond." *Proc of the NZ Dairy Cattle Vet conference*: 136-43.

El-Zarkouny, S. Z., J. A. Cartmill, et al. (2004). "Presynchronization of estrous cycles before Ovsynch and progesterone in dairy cows: Ovulation, pregnancy rates, and embryo survival." *Journal of Dairy Science* 87: 1024-1037.

Fielden, E. D., K. L. Macmillan, et al. (1973). "The anoestrus syndrome in New Zealand dairy cattle." *New Zealand Veterinary Journal* 21: 77-81.

Foncesca, F. A., J. H. Britt, et al. (1983). "Reproductive Traits of Holsteins and Jerseys. Effects of age, milk yield, and clinical abnormalities on involution of cervix and uterus, ovulation, estrous cycles, detection of estrus, conception rate, and days open." *Journal of Dairy Science* 66: 1128-1147.

Hanlon, D. W., J. J. Wichtel, et al. (2000). "The reproductive performance of anoestrus dairy cows following treatment with progesterone and oestradiol prior to the start of mating." *New Zealand Veterinary Journal* 48(5): 136-43.

Macmillan, K. L. (2002). "Advances in bovine theriogenology in New Zealand 1. Pregnancy, parturition and the postpartum period " *New Zealand Veterinary Journal* 50(3 Supplement): 67-73.

Macmillan, K. L. (2002). "Advances in bovine theriogenology in New Zealand 2. Breeding management and technologies for improved reproduction" *New Zealand Veterinary Journal* 50(3 Supplement): 74-80.

Macmillan, K. L. and A. J. Peterson (1993). "A new intravaginal progesterone releasing device in cattle (CIDR-B) for oestrous synchronisation, increasing pregnancy rates and the treatment of postpartum anoestrus." *Animal Reproduction Science* 33: 1-25.

Malmo, J. (1993). "Calving Induction." *Proc. Of the Society of Dairy Cattle vets* 10: 225-238.

Mapletoft, R. J., G. A. Bo, et al. (2009). "Control of ovarian function for assisted reproductive technologies in cattle " *Animal Reprod.* 6(1): 114-124.

McDougall, S. (2001). "Reproductive performance of anovulatory anoestrous postpartum dairy cows following treatment with two progesterone and oestradiol benzoate- based protocols, with or without resynchrony." *New Zealand Veterinary Journal* 49: 187-194.

McDougall, S. (2003). "Resynchrony of previously anoestrous cows and treatment of cows not detected in oestrus that had a palpable corpus luteum with prostaglandin F₂α " *New Zealand Veterinary Journal* 51(3): 117-124.

McDougall, S. (2008). "Effects of treatment of 'not-detected in oestrus' cows with gonadotrophin releasing hormone, prostaglandin and progesterone." *Proc. Of the Society of Dairy Cattle vets*: 35-50.

McDougall, S., C. R. Burke, et al. (1992). "The effect of pre-treatment with progesterone on the oestrous response to oestradiol-17B benzoate in the post partum dairy cow." *NZ Soc Anim Prod* 52: 157-60.

McDougall, S., C. R. Burke, et al. (1995). "Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving." *Research in Veterinary Science* 58: 212-216.

McDougall, S., A. A. Cullum, et al. (2001). "Treatment of anovulatory anoestrous postpartum dairy cows with a gonadotrophin-releasing hormone (GnRH), prostaglandin F₂α, GnRH regimen or with progesterone and oestradiol benzoate." *New Zealand Veterinary Journal* 49: 168-172.

Moreira, F., R. Flores, et al. (2004). "Use of CIDR with a timed insemination protocol in lactating dairy cows during summer in Mexico." *Journal of Dairy Science* 87(Suppl. 1): 373 (Abstract).

Morton, J. (2000). "The InCalf project- some risk factors for reproductive performance in Australian dairy herds." *Proceedings of the Australian and New Zealand Combined Dairy Cattle Veterinarians Conference - incorporating the 17th Annual Seminar of the Society of Dairy Cattle Veterinarians of the New Zealand Veterinary Association* 17: 43-61.

Nogueira, M. F. G., D. S. Melo, et al. (2004). "Do high progesterone concentrations decrease pregnancy rates in embryo recipients synchronized with PGF₂α and eCG?" *Theriogenology* 61(8): 1283-1290.

Norton, C. (2008). "Canterbury teaser bull study " *Proceedings of the Society of Dairy Cattle Veterinarians of the NZVA*: 143-149.

Pursley, J. R., M. R. Kosorok, et al. (1997). "Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation." *Journal of Dairy Science* 80: 301-306.

Pursley, J. R., M. O. Mee, et al. (1995). "Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF₂a and GnRH." *Theriogenology* 44: 915-923.

Pursley, J. R. and M. W. Peters (2002). "Fertility of Lactating Dairy Cows Treated with Ovsynch after Presynchronization Injections of PGF₂α and GnRH " *Journal of Dairy Science* 85: 2403-2406.

Rhodes, F. M., B. A. Clark, et al. (1998). "Once daily milking as a management tool for anoestrous cows" *Proceedings of the Society of Dairy Cattle Veterinarians of the NZVA* 15: 229-233.

Rhodes, F. M., B. A. Clark, et al. (1998). "Treatment of postpartum anoestrus in New Zealand dairy cows with progesterone and oestradiol benzoate." *Proceedings of the 20th World Buiatrics Congress 2*: 607-12.

Rhodes, F. M., S. McDougall, et al. (2001). "Supplementing treated anoestrous cows with progesterone does not increase conception rates." *New Zealand Veterinary Journal* 49: 8-12.

Sartori, R., A. Gumen, et al. (2006). "Comparison of artificial insemination versus embryo transfer in lactating dairy cows." *Theriogenology* 65(7): 1311-1321.

Soumano, K., J. G. Lussier, et al. (1997). "Levels of messenger RNA encoding ovarian receptors for FSH and LH in cattle during superovulation with equine chorionic gonadotrophin versus FSH." *Journal of Endocrinology* 156(2): 373-378.

Stevenson, J. S., J. R. Pursley, et al. (2006). "Treatment of Cycling and Noncycling Lactating Dairy Cows with Progesterone During Ovsynch." *Journal of Dairy Science* 89 (2567-2578).

Stevenson, J. S., M. K. Schmidt, et al. (1983). "Factors Affecting Reproductive Performance of Dairy Cows First Inseminated After Five Weeks Postpartum." *Journal of Dairy Science* 66: 1148-1154.

Stewart, F. and W. Allen (1979). "The binding of FSH, LH and PMSG to equine gonadal tissues." *J.Reprod. Fertil. Suppl.*(27): 431- 440.

Thatcher, W. W., K. L. Macmillan, et al. (1989). "Concepts for regulation of corpus luteum function by the conceptus and ovarian follicles to improve fertility." *Theriogenology* 31: 149-164.

Washburn, S. P., W. J. Silvia, et al. (2002). "Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI herds." *Journal of Dairy Science* 85: 244-251.