



Retorno económico de una performance reproductiva mejorada en Ganado lechero

Michael W. Overton, DVM, MPVM, University of Georgia - College of Veterinary Medicine - Department of Population Health
501 D. W. Brooks Drive - Athens, GA 30602 - moverton@uga.edu

Introducción

La pobre eficiencia reproductiva es una parte significativa de las pérdidas económicas que afectan a varios tambos. La ineficiencia reproductiva resulta en pérdidas económicas por varias vías. El refugio de vacas que no se preñan cuando su producción disminuye por debajo de los niveles económicamente convenientes obliga al reemplazo de una animal que de otras maneras esta sano. Aquellas vacas que se preñan tarde, pasan un tiempo desproporcionado de su lactación a novales productivos menores, provocando costos por una producción potencial marginal por debajo de la deseada. Históricamente, los productores y sus consultores han utilizado el intervalo interparto y los días abiertos como indicios para la evaluación reproductiva del rodeo y se han considerado que las lactancias optimas de muchos animales varían en un rango de 12 a 13 meses, lo que darían un largo de lactancia que varia entre 10.5 y 11 meses. Esta creencia ha sido apoyada por otros modelos económicos que examinan el efecto de los días abiertos y de suceso reproductivo en termino a de retorno económico de los tambos.^{3,5,7} Sin embargo, estas asunciones no toman en consideración la transición relacionada al riesgo de refugio ni la diferencia potencial de las curvas de lactancia de la vacas lecheras modernas.

Lamentablemente, el uso del intervalo interparto o el promedio de días abiertos son estimaciones sesgadas y no logran estimar en forma adecuada el estatus actual de la mayoría de las vacas del rodeo. El promedio de días abiertos solo habla del intervalo entre parto y concepción de animales que han logrado preñarse, pero no nos dice nada del estado de aquellos que no han logrado concebir. El intervalo interparto es aun mas limitado en el sentido de que solo onsidera aquellos animales que han concebido y han mantenido lapreñez hasta el parto. El Riesgo de Preñez (PR), definido como la proporción de de vacas ofrecidas que han concebido en cada ciclo de 21 días, es un parámetro preferido para evaluar la performance reproductiva. Es un parametro mas sensible para detectar cambios recientes en la performance reproductiva y provee ademas información util sobre la mayor parte de las vacas en lactacion.⁴ Basado en las bases de datos armadas a traves de encuestas, como lo reprotan Steve Stewart, Bruce Clark, Don Niles, and David Galligan (personal communications), el PR en los Estados Unidos tiene un promedio de 14-15%. Sin embargo, muchos consultores consideran que un PR de 25-30% debe ser el objetivo para una performance reproductiva optima.

La gran diferencia existente entre el PR promedio obtenido y el PR optimo deja lugar para mejoras significativas. Hay muchas maneras de mejorar la performance

reproductiva del rodeo y muchos factores no directamente relacionados a la reproducción en si que tiene influencia dramática en los resultados reproductivos de los rodeos, pero esencialmente todo se reduce a mejorar el "breeding submission risk" o el riesgo de concepción o preferentemente ambos. Este proyecto fue diseñado para observar el valor agregado generado por la lechería como resultado de una mejora en el PR a traves de una variedad de metodos. Tambien se diseño para observar varias influencias de retorno economico asociadas a cambios en el PR y para examinar cuanto un tambo puede gastar para intenatr llegar a un mayor PR.

Asumciones y construccion del modelo

El modelo fue construido utilizando planillas de Excel[®] spreadsheets y de @RISK[®] software diseñado para simulaciones. Las distribuciones que describen el Riesgo de Concepcion (CR) y el Riesgo de Sumicion al Servicio (BSR) fueron construidas de a acuerdo a los datos obtenidos de 95 rodeos aproximadamente, que representan unas 150,000 vacas aproximadamente (Niles, et al. and UC Davis - VMTRC client dairies) y son usadas para imitar la variación normal observada entre y dentro de los tambos. Los estimados de producción diaria y producción equivalente de 305 días maduras tambien fueron obtenidos de una variedad de establecimientos y se usaron para armar las curvas de persistencia de lactancia basados en los "Días en producción" (DIM). Los estimados del precio de la leche, el valor de las vacas refugadas, el valor de las vacas en el mercado, los costos de mano de obra y otros insumos clave se obtuvieron tanto de trabajos publicados o se adaptaron de datos reales de rodeos. El riesgo de refugio a lo largo de todo el periodo de lactancia se obtuvieron de los registros del DairyComp 305 y se ajustaron matematicamente de intervalos de 30 días a intervalos de 21 días para ser consistentes con los ciclos reproductivos.

Todos los valores de cambios de PR se obtienen por comparacion con un programa base. Este programa base es un programa simple basado en la deteccion de estros con distirbuciones de CR y BSR en cada intervalo de 21 días una vez terminado el periodo de espera voluntario de 50 días. El periodo de servicios potencial son 12 ciclos de 21 días durante un total de 252 días de servicios. En otras palabras, las vacas son factibles de ser servdas desde los 50 días hasta los 302 en producción. Los PR simulados de estos servicios tradicionales se obtiene multiplicando al azar muestras generadas de la distribución de CR y de la distribución de BSR. El usuario puede manipular el PR base aplicando un factor de correccion a la muestra de CR, BSR o a ambas, a lo largo de todo el programa, lo que resulta en el PR cumulativo deseado para la comparacion.



Hay otro 3 programas adicionales para hacer comparaciones. El primero se llama "improved baseline program" (IBP). Este programa fue diseñado para imitar los cambios que se pueden obtener como consecuencia de una mejora en CR, BSR o ambos a lo largo de la época de servicios. No se incluyen programas de sincronización en este programa. Fue diseñado para estimar el valor que puede ser obtenido simplemente haciendo una mayor labor en un programa reproductivo simple basado en la detección de celos.

El Segundo programa que se utiliza para las comparaciones es un programa total de inseminación a tiempo fijo (TAI) utilizando Presynch-72-hr Co-Synch. Básicamente, este programa incluye una inyección de prostaglandina F2a a los 36± 3 días en producción, seguida de una segunda inyección a los 14 días. Luego de 14 días adicionales, las vacas reciben una inyección de GnRH para comenzar con la parte Co-Synch del programa. En 7 días se repite la inyección de prostaglandina, seguida a las 72 hs por una inyección final de GnRH luego de la cual se realiza inseminación a tiempo fijo. No se utiliza la detección de celos. Una dosis de GnRH es administrada a todas las vacas a los 32 días del servicio. En 7 días más, todas las vacas se examinan por palpación rectal y se tratan las vacas con una inyección de prostaglandina para después proceder con la porción Co-Synch del TAI. Siguiendo este esquema, todas las vacas vacías son reinseminadas cada 42 días hasta el final del periodo de servicios.

El último programa para comparaciones es una combinación de detección de estros y TAI y se denomina programa Presynch modificado (MPS). Las vacas que siguen este protocolo reciben dos dosis de prostaglandinas a intervalo de 14 días, empezando a los 36± 3 días en producción. Las vacas que se observen en estro después de la segunda inyección son inseminadas bajo la rutina normal de inseminación. Aquellas que no muestren celo dentro de los 14 días comienzan un programa Co-Synch como el descrito previamente. Luego de esto, todos los servicios son realizados a celo visto. Por lo tanto, el segundo ciclo de servicios está compuesto por vacas inseminadas a celo visto y vacas inseminadas a tiempo fijo, dependiendo si el celo se observó o no.

Tanto en el programa TAI como el programa MPS, se asume que todas las vacas insumen el costo de las inyecciones, de acuerdo al esquema, pero, debido a un bajo nivel de competencia del tambor, solo 85-90% de las vacas son realmente inseminadas, de acuerdo al factor de competencia introducido en el modelo. El riesgo de concepción para cada uno de estos programas se modela como en función del riesgo de concepción base de ese establecimiento, la proporción estimada de animales que se encuentran realmente ciclando, la distribución esperada dentro del ciclo estral al comienzo del programa y los datos publicados de reprotes sobre TAI^{1,2,6,8-11}

La performance reproductiva de estos tres tipos de encare de los servicios se compara entonces con el programa original base. Se ingresan además datos propios del establecimiento que tiene influencia sobre la producti-

vidad en el establecimiento como ser largo del periodo de secado, pérdidas por muertes de terneros, tasas de refugo, producción de leche, costos farmacológicos, mano de obra y costos de alimentación. Los datos ingresados al modelo, los datos específicos del rodeo y las distribuciones preestablecidas están relacionadas a tablas para cada intervención reproductiva y se utilizan para proyectar riesgos de preñes cumulativas sobre un periodo potencial de servicios de 252 días. La tabla de datos ingresados, los datos específicos del rodeo y las proyecciones de riesgo de preñes están relacionados a presupuestos parciales (modificados del trabajo original de Wolf and Dartt) para comparar los retornos económicos predichos que resultan de los cambios en la producción de leche diaria, como resultado de los cambios en el intervalo interparto.¹² Aquellas vacas que son refugadas por estar vacías pero que logren producciones satisfactorias hasta ese momento, se retiran del rodeo a los 600 a 750 días en producción. El modelo estocástico usando el software de simulación @RISK[®] utiliza muestreos Monte Carlo de una distribución preestablecida y corre 1000 iteraciones. Los resultados se muestran como una distribución de probabilidades con una media y un intervalo de confianza del 90%.

El riesgo de preñez de un programa de servicios tradicional se obtiene multiplicando muestras al azar de CR y BSR de cada ciclo. Todos los ciclos son de 21 días de duración exactamente y se continúan prospectivamente. No se intentó modelar el impacto de los abortos o los efectos estacionales sobre la reproducción excepto fueran demostrados como impactos de los datos originales de las distribuciones de. (Se asume que los resultados de CR utilizados en el modelo ya reflejan parte de las muertes embrionaria tempranas ya que la mayoría de los rodeos no son palpados hasta aproximadamente 40 días post-servicio y la mayoría de las pérdidas embrionarias se da a los 45-50 días.) Se asume además que los programas de inseminación a tiempo fijo no tiene efecto en la concepción subsecuente o sobre el riesgo de detección de celo en vacas vacías, y se asume que no hay diferencias en la eficiencia reproductiva para ninguno de los programas entre paridad de vacas lactantes. El periodo de espera voluntario es de 50 días y aumentar este periodo de 50 a 70 en producción mejora la proporción de vacas ciclando (disminuye la proporción de vacas en anestro en un 33%). Las vacas son sometidas a palpación rectal para diagnóstico de preñez aproximadamente a los 39± 3 días post-servicio. La producción de leche, el precio de la leche y otros valores económicos se mantienen iguales a lo largo del año. La producción de leche puede ser tratada como variable discreta para determinar el impacto a ciertos niveles de producción o en forma estocástica (maestros de una distribución de acuerdo a los dos de California), para determinar el impacto promedio a lo largo de varios establecimientos.

Los cambios en la performance reproductiva pueden influenciar dramáticamente el "turnover" anual o la tasa de refugo. Aquellos rodeos donde existen más vacas preñadas, tiene menos vacas a ser removidas del sistema por

fallas en la concepción. Sin embargo, esos mismo rodeos, producen mas terneras, y asumiendo un riesgo de mortalidad igual a lo largo del tiempo, tendran mas animales de reemplazo ya sea para vender, agrandar el rodeo o reemplazar animales menos productivos. Si se elije esta ultima opcion la tasa de refugos del rodeo se vera incrementada. En el modelo, todos los terneros se vender como terneros recién nacidos y se compran si se necesitan. Cuando la performance reproductiva mejora, hay menos vacas forzadas a ser eliminadas debido a fallas reproductivas. En consecuencia, el riesgo de refugio aparente de ese rodeo disminuye. Sin embargo, en el modelo, asumi que los establecimientos ahorrarian en refugos involuntarios un numero de vacas equivalente a la mitad del incremento en el numero de preñeces. La otra mitad dara la oportunidad al establecimiento de refutar algunos animales de baja producción del rodeo. Como consecuencia, el riesgo de refugio de ese rodeo cambiara como consecuencia de los cambios en la performance reproductiva.

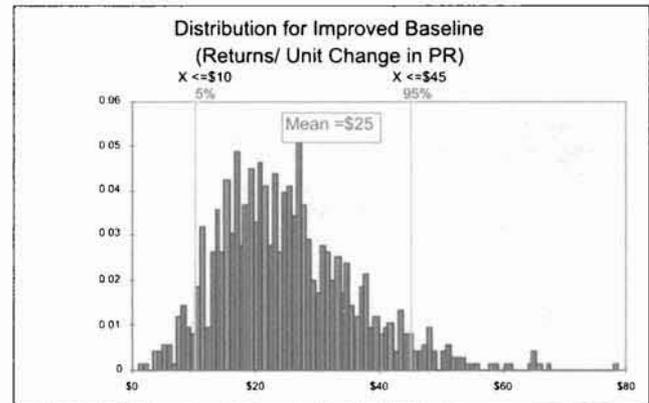
El valor economico del cambio en PR se estima utilizando encares sensillos de presupuestación parcial. Cada nuevo programa se compara al programa base por transferencia de varios productos en su propio presupuesto parcial. Las fuentes de ingresos incluyen la leche predecida por vaca por día sobre el año (determinada por el estimado imaginario de promedio de días en producción y la curva de lactancia del rodeo), el valor anualizado de los terneros producidos y el valor aualizado del valor de las vacas refugadas. Una variedad de gastos se restan de estos ingresos entre los que se incluye costos de reemplazos adicionales, la cantidad de alimento minimo consumid por vacas para producir leche a niveles marginales, alimentos adicionales consumidos por vacas secas, los costos adicionales de instalaciones, mano de obra y gastos veterinarios, asi como los costos adicionales derivados del cambio del encare del manejo reproductivo. Finalmente se ajusta por el valor del dinero de acuerdo al momento. Ya que el dinero ganado mañana vale menos que el dinero recibido hoy, las ganancias futuras deben ajustarse de acuerdo a cuando esas ganancias ralmente se produzcan. Tambien los ingresos y gastos, y por lo tanto la ganacia neta, se reportan en dolares ganados (o perdidos) por "slot" de vaca lactante en el rodeo por año.

Resultados y conclusiones

Los resultados predecidos de 1000 iteraciones del modelo, comparando los beneficios de mejorar el PR incrementando el CRb base en un 5% y el BSR base en un 5% por encima de la linea de base se muestran en la figura 1. El PR promedio al comienzo era de 15.9% y el PR mejorado fue de aproximadamanete 17.6%. Estos resultados fueron tomados del modelo complatmente estocastico con la siguiente distribución de variables: precio de la leche, CR, BSR, nivel de producción de leche del rodeo y costos de vaquillonas de reemplazo. En total, el cambio resulto en \$25 netos por unidad de cambio del PR,

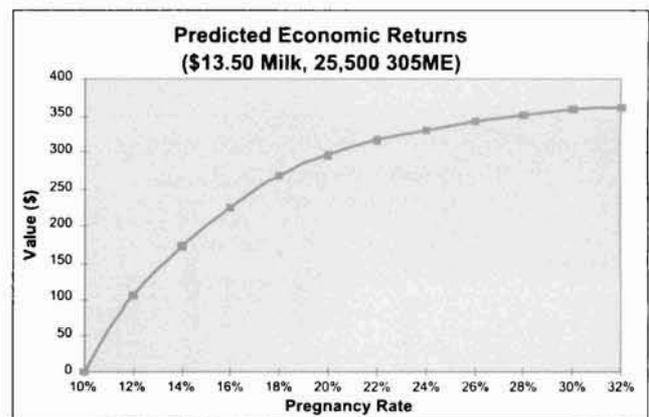
o un total de \$42 por "slot" de vaca lactante por año.

Figura 1. Distribucion de retornos predecido por unidad de cambio del PR como consecuencia de mejorar el CR y el BSR en un 5% cada uno



La Figura 2 aqui debajo, muestra como los retornos promedio por cambios en el PR difieren dependiendo del suceso relativo del punto de partida. En esta serie de escenarios, calcule los retornos predecidos de PR en aumento empezando con un PR del 10% como base y aumentando en el tiempo por el programa mejorado involucrando solamente cambios en el CR, BSR o ambos. A un PR de 10%, se predice que aumentar el PR en una unidad (por ejemplo de 10% a 11%) equivale a \$52 por "spot" de vaca aproximadamente cuando la leche vale \$13.50/cwt". Por el contrario, ir de 18 a 19% equivale a \$15 aproximadamente y de 27 a 28% equivale solo a \$4.

Figura 2. Resultados del modelo de los cambios en PR sobre un rango de PR

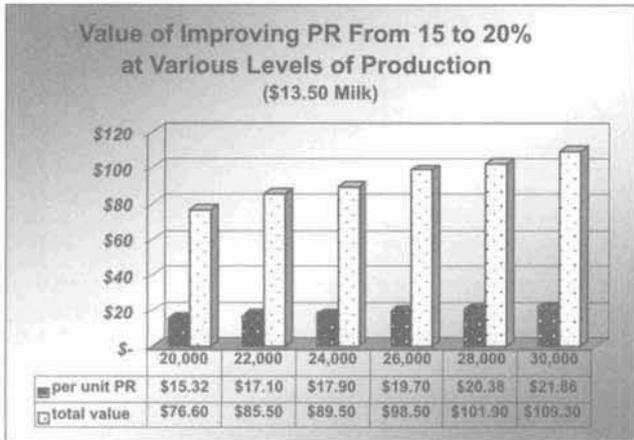


El valor de los cambios de PR difiere dependiendo del nivel de producción de leche del rodeo en cuestion. La figura 3 muestra el valor para cambio en el PR de 15 a 20% para rodeos con varios niveles de producción. Los rodeos de baja producción obtiene ganancias del aumento del PR, pero los rodeos de alta producción ganan aun mas. Este



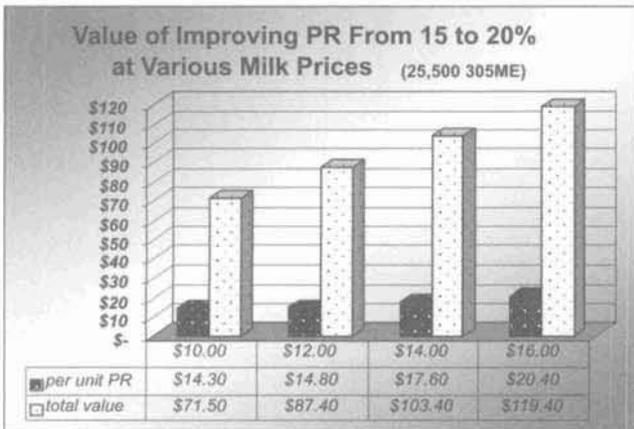
resultado va contra la intuición de varios productores y consultores. Mucha gente piensa que si el rodeo es altamente productivo tiene menos que ganar por mejorar la performance reproductiva. Sin embargo, la verdad es el opuesto si se considera el valor de la leche marginal adicional que es posible obtener en rodeos altamente productivos.

Figura 3. El valor de cambiar el PR de 15 a 20% varía con el nivel de producción del rodeo



Uno de los beneficios del uso de modelos de simulación estocásticos es su habilidad de realizar análisis de sensibilidad de los mayores efectos modificadores. En el modelo actual, el primer factor económico de influencia parece ser el el valor adicional de la leche marginal producida a consecuencia de la mejora en la performance reproductiva. La Figura 4 demuestra el impacto que el precio de la leche puede tener sobre los retornos económicos. A medida que el valor de la leche aumenta, aumenta también el valor de las mejoras reproductivas.

Figura 4. El impacto del precio de la leche sobre el retorno económico de mejorar el PR de 15 a 20%



Por supuesto que el costo de cualquier intervención reproductiva tendrá gran impacto sobre cualquier valor derivado de mejorar la performance reproductiva. En los ejemplos previos examinamos el valor potencial de los cambios en PR a consecuencia de una imple mejora en el CR y BSR o en mabos, sin sumar ningún costo adicional al sistema. Sin embargo, en muchos establecimientos es difícil mejorar la performance reproductiva en forma significativa sin incurrir en alguna forma de programa TAI. Las Figuras 5 y 6 muestran el valor del aumento del PR por el uso de programas TAI o MPS. Se predice que ambos programas toman el rodeo base del modelo, con su promedio de PR aproximadamente de 16%, y subirlo a un PR de casi 20%. Además, ambos encares muestran una mejora en el retorno económico. Sin embargo los valores predichos resultantes de los dos encares difieren considerablemente.

Se predice que un programa total TAI rendirá un retorno promedio de \$85 por "slot" de vacas por año como consecuencia de una mejora en el PR de 4 unidades, mientras que el sistema MPS solo rinde \$42 por el mismo cambio. La razón de esta diferencia es principalmente el resultado de la manera en la que el PR se calcula a lo largo del tiempo. Ambos programas empeñan a los 50 días en producción, pero el sistema TAI no comienza a inseminar vacas hasta el segundo ciclo de 21 días. En consecuencia, comienza con un PR de 0 durante los primeros 21 días. De todas maneras el sistema TAI termina rindiendo un mayor número de vacas preñadas a lo largo de todo el periodo de servicios comparado con el sistema MPS. Ya que el sistema TAI no utiliza la detección de celos, aunque los rodeos que ya están haciendo un trabajo excelente de detección de celos, y se presume que PR, no deberían elegir un sistema TAI total a no ser que estén interesados en concentrar el trabajo del manejo reproductivo en pocos días.

Figura 5. Distribución de los retornos esperados asociado con el uso de un sistema total de inseminación a tiempo fijo utilizando Presynch y CoSynch sin detección de estro.

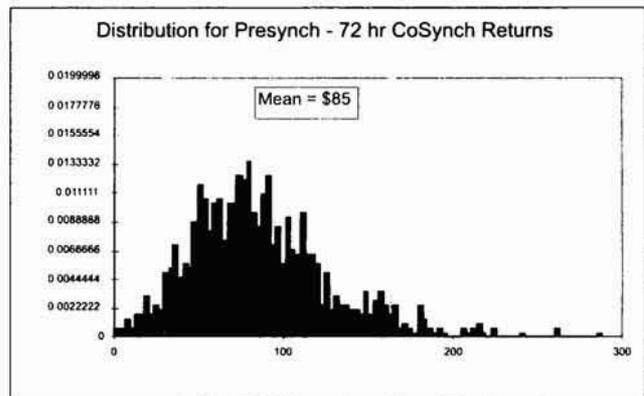
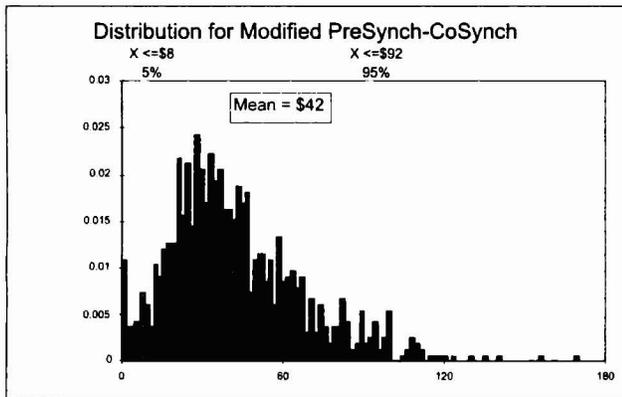


Figure 6. Distribution of Expected Returns Associated with the Use of a Modified Presynch-CoSynch and Estrus Detection



En resumen, la mayoría de los rodeos tienen mucho que ganar si mejoran la performance reproductiva. Mejorar el PR resulta en una mayor producción de leche, más vacas preñadas, más terneros y un menor refugio reproductivo. Los análisis de sensibilidad de los resultados del modelo revelan que la intensidad de la detección de celos o el riesgo de sumisión al servicio tiene un gran impacto en la performance reproductiva en programas de servicios tradicionales. Los esfuerzos en mejorar el suceso reproductivo deberían enfocarse primero en maximizar la eficiencia de detección de celos básica ya que tiene un gran impacto sobre el suceso reproductivo y porque se mejora más fácilmente si se compara con la tasa de concepción. Los rodeos con muy baja eficiencia reproductiva tienen más que ganar mejorando el PR y dentro de un cierto nivel de PR, el precio de la leche tiene el mayor efecto en el valor económica del cambio, seguido del nivel de producción de leche del rodeo. En consecuencia, nuestro énfasis en el manejo reproductivo debería continuar focalizado a mejorar las tasas de sumisión. Aunque casi cualquier rodeo puede potencialmente beneficiarse con el uso de programas de sincronización como los mencionados anteriormente, es de esperar que los rodeos altamente productivos con problemas de detección de celos obtengan mayores beneficios potenciales con la adopción de un programa de manejo reproductivo que incluya la sincronización y la inseminación a tiempo fijo.

Referencias

1. Bartolome, J. A., L. F. Archbald, P. Morresey, J. Hernandez, T. Tran, D. Kelbert, K. Long, C. A. Risco, and W. W. Thatcher. 2000. Comparison of synchronization of ovulation and induction of estrus as therapeutic strategies for bovine ovarian cysts in the dairy cow. *Therio*. 53:815-825.
2. Cartmill, J. A., S. Z. El Zarkouny, B. A. Hensley, G. C. Lamb, and J. S. Stevenson. 2001. Stage of cycle, incidence, and timing of ovulation, and pregnancy rates in dairy cattle after three timed breeding protocols. *J Dairy Sci* 84:1051-1059.
3. DeLorenzo, M. A., T. H. Spreen, G. R. Bryan, D. K. Beede, and J. A. Van Arendonk. 1992. Optimizing model: insemination, replacement, seasonal production, and cash flow. *J Dairy Sci* 75:885-896.
4. Galligan, D. T., Ferguson, J. D., Dijkhuizen, A. A., and Huirne, R. B. M. 1994. Optimal economic goals in reproduction: underlying concepts from semen to culling in Proceedings of the National Reproduction Symposium. 55-64.
5. Hady, P. J., Lloyd, J. W., Kaneene, J. B., and Skidmore, A. L. 1994. Partial budget model for reproductive programs of dairy farm businesses. *J Dairy Sci*. 77, 482-491.
6. Keister, Z. O., S. K. Denise, D. V. Armstrong, R. L. Ax, and M. D. Brown. 1999. Pregnancy outcomes in two commercial dairy herds following hormonal scheduling programs. *Therio*. 51:1587-1596.
7. Meadows, C., P. J. Rajala-Schultz, and G. S. Frazer. 2005. A spreadsheet-based model demonstrating the nonuniform economic effects of varying reproductive performance in Ohio dairy herds. *J Dairy Sci* 88:1244-1254.
8. Moreira, F., Orlandi, C., Risco, C. A., Mattos, R., Lopes, F., and Thatcher, W. W. 2001. Effects of pre-synchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 84:1646-1659.
9. Pursley, J. R., M. O. Mee, and M. C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2 alpha and GnRH. *Therio*. 44:915-923.
10. Risco, C. A., M. Drost, L. Archbald, F. Moreira, R. L. de la Sota, J. Burke, and W. Thatcher. 1998. Timed artificial insemination in dairy cattle - parts I and II. *Compendium* 20:s280-s287 (issue 10)-and 1284-1289 (issue 11).
11. 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 F2 alpha. *J Dairy Sci* 82:506-515.
12. Wolf, C. A. 1999. Analyzing reproductive management strategies on dairy farms. Staff Paper 99-23, Department of Ag Econ, Michigan State University.