

USO DE UN PROTOCOLO ESTANDARIZADO EN 14 PAÍSES PARA IDENTIFICAR FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE LOS SERVICIOS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN GANADO BOVINO A TRAVÉS DE ANÁLISIS DE PROGESTERONA¹

Mario García P.², W.J. Goodger, T. Bennett³ y B.M.A.O. Perera⁴

RESUMEN

El propósito del estudio fue cuantificar los principales factores limitantes que afectan los servicios de inseminación artificial (IA) en ganado bovino criado en países en desarrollo, a fin de recomendar estrategias para la mejora del porcentaje de concepción y el número de usuarios de la técnica de IA. Se utilizó una metodología de trabajo estandarizada en 14 países por un periodo de 5 años (1995-1999). Los países participantes fueron: Bangladesh, China, Indonesia, Myanmar, Pakistán, Sri Lanka y Vietnam en Asia; y Argentina, Chile, Costa Rica, Cuba, Perú, Uruguay y Venezuela en América Latina. Se programó hacer un seguimiento a un mínimo de 500 vacas de primer servicio postparto en cada país participante. Se recolectó información concerniente a las fincas, inseminadores, semen utilizado, vacas inseminadas, características de la expresión de celo y aspectos relacionados a la IA. Se tomaron 3 muestras de leche (o sangre en caso de vaquillas y ganado de carne) por cada inseminación realizada para medir progesterona por el método de radioinmunoensayo. Las muestras fueron colectadas en el día del servicio (día 0) y a los 10-12 y 22-24 días posteriores al servicio. La información de campo y de laboratorio se registró en el programa de cómputo AIDA (Artificial Insemination Database Application). El estudio permitió determinar el estado de los servicios de IA en los países participantes y pudo mostrar importantes diferencias entre sistemas de producción de Asia y América Latina. El promedio \pm d.e. del intervalo entre el parto y el primer servicio para 7,992 observaciones fue de 120.0 ± 82.1 días (mediana = 95 días) con grandes diferencias entre países ($P < 0.05$). El porcentaje global de concepción al primer servicio fue de 40.9% ($n = 8,196$), siendo los Servicios de IA más eficientes el de Vietnam (62.1%), Chile (61.9%) y Myanmar (58.9%). El intervalo entre el primer y el segundo servicio fue 44.6 ± 44.4 días ($n = 1,959$). La combinación de niveles de progesterona en leche con información clínica pudo demostrar que el 17.3% de los servicios se realizó en vacas que no estaban ciclando (el 10.4% estaba en anestro, y el 4.7% estaba gestando). La mayor incidencia de problemas se observó en predios ganaderos de Cuba, Costa Rica, Indonesia y Venezuela. Información de laboratorio mostró que el 27.4% de las vacas inseminadas no llegó a concebir y los celos subsiguientes no fueron observados, lo que ocasionó que su estado de no-preñez fuera identificado en el momento del diagnóstico de gestación, usualmente realizado entre los 80-120 días del servicio. Adicionalmente se encontró que un 10.1% de animales perdieron el embrión entre los 15 y 60 días del servicio. Los resultados indicaron que cerca de la mitad de los servicios estuvieron asociados con deficiencias en el manejo reproductivo de los rebaños, ocasionando mermas importantes en la eficiencia de los Servicios de IA.

¹ Trabajo traducido por el autor y publicado originalmente como: García, M., W. Goodger, T. Bennett, B.M.A.O. Perera. 2001. Use of a standardized protocol to identify factors affecting the efficiency of artificial insemination services for cattle through progesterone measurement in fourteen countries. En: Proceedings of the Final Research Coordination Meeting of the FAO/OAEA Coordinated Research Programme on «Use of RIA and Related Techniques to Identify Ways of Improving Artificial Insemination Programmes for Cattle Reared under Tropical and Sub-tropical Conditions», IAEA, Viena, 2001

² Centro de Investigación IVITA, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Lima.

³ Universidad de Wisconsin-Madison, Wisconsin, USA

⁴ Sección de Producción y Salud Animal, Organismo Internacional de Energía Atómica, Viena, Austria

INTRODUCCIÓN

Establos lecheros y algunas ganaderías de doble propósito (leche y carne) utilizan en forma rutinaria la técnica de inseminación artificial (IA) para el cruzamiento y el mejoramiento genético de sus animales. Sin embargo, se tiene un gran número de factores biológicos, gerenciales y socio-económicos que afectan la calidad y la eficiencia de la técnica, que en alguna forma limita la participación de nuevos usuarios. Por otro lado, acciones encaminadas a mejorar la eficiencia de la IA tienen que basarse en el conocimiento adecuado de las condiciones prevalecientes en el medio y las limitaciones locales.

La recolección sistemática y detallada de información concerniente al sistema de producción, características de los predios ganaderos, comportamiento animal, uso de la técnica de la IA, y de la expresión de celo puede permitir la identificación de los factores limitantes que afectan la eficiencia del comportamiento reproductivo de los rebaños. Además de eso, la medición de los niveles de progesterona en muestras de leche (o sangre en caso de vaquillas o vacas de carne) por el método del radioinmunoensayo (RIA) puede contribuir con valiosa información para evaluar el estado reproductivo durante y después de la IA, y determinar los factores que se encuentran afectando su eficiencia. El RIA es además una herramienta de importancia para monitorear las respuestas a intervenciones técnicas destinadas a aliviar las deficiencias encontradas en los servicios de IA (García 1997; Williams y Mcleod, 1992; Williams y Esslemont, 1993). Los resultados de estas intervenciones pueden quedar reflejadas en una mejora de la eficiencia en la detección de celo, una mejora en el momento oportuno para realizar la IA, y un mayor porcentaje de concepción. Un beneficio adicional podría ser la identificación de animales con problemas patológicos tales como situaciones de anestro después de los 60 días del parto.

El presente trabajo muestra una síntesis de la metodología utilizada y los resulta-

dos obtenidos bajo el Proyecto Coordinado de Investigación FAO/OIEA intitulado "Uso del RIA y Técnicas Afines para Identificar Formas de Mejorar los Programas de Inseminación Artificial en Ganado Bovino Criado bajo Condiciones de Trópico y Subtrópico", el cual fue implementado en 14 países en desarrollo en un periodo de 4 años. El objetivo de este trabajo fue de recopilar información relevante de cada uno de los proyectos nacionales a fin de identificar problemas comunes, y resaltar las ventajas y el potencial de la metodología utilizada (entre ellas, la técnica del RIA, datos clínicos, formularios de entrada de datos y una base de datos) para la mejora de la eficiencia de los sistemas de IA en países en desarrollo. Por otro lado, es importante enfatizar que este trabajo no tuvo por finalidad comparar la eficiencia de los servicios de IA ni resaltar diferencias entre países, sino que reflejan el estado de la IA en las localidades donde se hicieron los muestreos. Los autores son respetuosos de los derechos de los investigadores de cada país sobre la información científica obtenida en el desarrollo de este proyecto, y solicitan al lector a referirse a los trabajos individuales publicados en el documento de trabajo para los detalles pertinentes³.

MATERIALES Y MÉTODOS

a) Selección y apoyo técnico a las instituciones participantes

La descripción completa del proyecto incluyendo el propósito, metas, metodología de trabajo y los requerimientos para participar fue publicada en el animal production and Health Newsletter, Joint FAO/IAEA (1994) y distribuidos a nivel mundial a través de varios mecanismos incluyendo las oficinas de la FAO y del PNUD en los países en desarrollo. Se recibieron cerca de 30 propuestas, mayormente de instituciones de Asia y América Latina. La selección de las instituciones participantes se hizo con base a capacidad técnica, vínculos apropiados con servicios de IA, y disponibilidad y expe-

riencia en medición de progesterona por RIA. Las instituciones seleccionadas y que les fueron asignados contratos de investigación fueron de: Bangladesh (BGD), China (CPR), Indonesia (INS), Myanmar (MYA), Pakistán (PAK), Sri Lanka (SRL), y Vietnam (VIE) en Asia (n = 7), y de Argentina (ARG), Chile (CHI), Costa Rica (COS), Cuba (CUB), Perú (PER), Uruguay (URU), y Venezuela (VEN) en América Latina (n = 7).

El Investigador Principal de cada contrato de investigación participó en 3 reuniones de coordinación. La primera se llevó a cabo en Noviembre de 1995 en Viena, Austria para estandarizar los planes de trabajo y coordinar actividades clave, así como un entrenamiento en el uso de AIDA (Artificial Insemination Database Application), paquete de cómputo desarrollado específicamente para este proyecto (García, 1996). La segunda reunión se realizó en Melbourne, Australia en febrero de 1997 para revisar los resultados preliminares y definir las intervenciones técnicas. La tercera reunión fue en Uppsala, Suecia en Mayo de 1999 para presentar los resultados finales y preparar los trabajos para su publicación. El proyecto contó además con la participación de expertos internacionales en los campos de la reproducción animal, inseminación artificial, evaluación de semen, y radioinmunoensayo, que proveyeron de apoyo técnico a los investigadores participantes durante las reuniones y por contacto electrónico durante el desarrollo del proyecto.

Algunos de los autores de este documento visitaron en diversas oportunidades las localidades durante el desarrollo de los trabajos. Copias de los archivos electrónicos de las bases de datos fueron recibidas por el autor para su revisión y asesoramiento técnico de los interesados.

b) Recolección de la información

Las actividades de campo se desarrollaron mayormente durante 1996 y 1997, aunque en algunas localidades se continuaron durante 1998. El trabajo de laboratorio se concluyó en Mayo de 1999.

Se recolectó información concerniente a las fincas, inseminadores, semen utilizado, toros, vacas inseminadas, características de la expresión de celo observadas por los ganaderos y los inseminadores, y aspectos relacionados a la IA. Se preparó cinco formularios para la toma de información (finca, inseminador, lote de semen, vaca, inseminación). Estos formularios, que fueron traducidos a los idiomas y dialectos locales, fueron diseñados en tal forma que la información se tomaba marcando opciones en listas, dejando una mínima parte para ser escrita. Todos los formularios se asemejaban a la disposición de los campos de la base de datos en la pantalla para facilitar su digitación. El listado de variables registradas, copias de los formularios, y explicación detallada de los mismos se encuentra en García 1996. Se esperaba que el trabajo abarcara un mínimo de 500 vacas por país. Sin embargo, ARG, CUB, MYA y PAK no llegaron a cubrir esta meta. Las fincas fueron seleccionadas con el criterio de ser representativas del sistema de producción del medio. Fincas élite o aquellas con niveles productivos o reproductivos muy superiores al promedio no fueron consideradas. Los inseminadores no fueron informados de los objetivos reales de este estudio a fin de evitar sesgos en los resultados debidos a cambios en sus actitudes y rendimientos.

c) Muestreo de leche (y sangre) y análisis de laboratorio

Se recolectaron tres muestras, iniciándose el proceso en el primer

servicio postparto (o de su vida reproductiva en caso de ser vaquilla). La primera se tomó en el día del servicio (día 0), la segunda entre los días 10-12 postservicio, y la tercera entre los días 22-24 postservicio. La tercera muestra se colectaba únicamente si el animal no era observado en celo dentro del tiempo esperado. Este esquema de muestreo fue repetido en servicios subsecuentes en algunos países.

Una muestra típica de leche consistió en 5-20 ml de leche recolectada de cualquier cuarto mamario sano. La leche se colectaba en viales de vidrio o plástico que contenían azida de sodio como preservante, se guardaban en refrigeración (+4°C) por 3-7 días en que se separaba la porción grasa por centrifugación (2000 g/15 min). Las muestras de sangre (5-10 ml) fueron usualmente obtenidas por punción de la vena yugular en vacutainers heparinizados, y el plasma se obtuvo por centrifugación dentro de las 4 horas de la colección. Las muestras de leche desgrasada y de plasma se guardaron a -20°C hasta su análisis.

La concentración de progesterona en las muestras de leche o plasma se midieron utilizando el kit de RIA FAO/IAEA (Plaizier, 1993), el cual está basado en una técnica de RIA de fase sólida que emplea ¹²⁵I-progesterona como marcador.

d) Almacenamiento de la información y análisis estadístico

Una base de datos ad hoc con respaldo en Microsoft Access 2.0 y con sus propios archivos de ejecución fue desarrollada para el ingreso de la información de campo y de laboratorio. Este software intitulado "AIDA" (Artificial Insemination Database Application) esta compuesto de hojas de entrada de datos para fincas, inseminadores, lotes de semen, vacas inseminadas, servicios, y valores de progesterona. La aplicación contiene facilidades para la verificación de la información y un gran

número de informes preestablecidos con análisis estadísticos simples para el cálculo del comportamiento reproductivo y la interpretación de los valores de progesterona. AIDA también contiene rutinas para la exportación de una amplia variedad de datasets que permiten agrupar datos crudos y calculados bajo un formato de Excel 3.0.

Los análisis estadísticos utilizados en este estudio están descritos en GAIDA (Guide for AIDA Data Analysis). (Goodger et al., 1998)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de las fincas y los servicios de IA

a) Fincas

Las instituciones participantes de los países asiáticos, con excepción de CPR, trabajaron con predios pequeños (1-2 vacas) aunque se llegó incluir algunos predios de 10-20 vacas. La información de INS y SRL incluyó dos tipos de fincas (predios pequeños y ganaderías grandes), de modo que el análisis se realizó por separado. El tipo predominante de ganado fue el de tipo lechero, seguido de ganado de doble propósito (Cuadro 1), y en el caso de INS fue ganado de carne. El ordeño fue hecho mayoritariamente a mano 1-2 veces al día, utilizando al ternero para el apoyo de la "bajada de la leche". Registros a nivel de finca eran inexistentes o limitados a tarjetas individuales.

Los estudios en países latinoamericanos se hicieron en fincas grandes con poblaciones que variaron entre 20 a 1,500 vacas, principalmente de tipo Holstein. El ganado se mantuvo en corrales (CHI, COS, CUB, PER) o en potreros (ARG, URU, VEN). Se hizo ordeño mecánico dos veces al día sin la presencia del ternero (Cuadro 1). El uso de registros

Cuadro 1. Características predominantes de las fincas utilizadas en los 14 países participantes del proyecto

País	N° de Fincas	Propósito	Encierro	N° de vacas por predio	Ordeños por día	Amamantamiento	Distancia a la unidad de IA	Detección de celo	Hora de IA (% am)	Int IA -
Argentina	8	Leche	Ninguno	180	2	No	0	Visual	40.5	
Chile	7	Leche ¹	Nocturno	150	2	No	13.1	Visual	85.4	1
Costa Rica	4	Doble	Corral	74	1-2	Varios	0	Visual	23.4	
Cuba	4	Leche	Corral	286	2	Varios	0	Visual	100.0	
Perú	9	Leche	Corral	350	2-3	No	0	Visual	49.3	
Uruguay	5	Leche	Ninguno	180	2	No	3.4	Visual	97.6	
Venezuela	6	Leche ¹	Ninguno	476	2	2 x día	19.7	Visual ³	59.2	
Bangladesh	406	Leche ²	Tie stall	2	1-2	Varios	2.6	Visual	41.7	
China	10	Leche	Corral	266	2	No	0	Visual	?	
Indonesia (a)	229	Carne ²	Diversos	2	--	--	8.2	Visual	62.1	1
Indonesia (b)	1	Carne	Corral	7 500	--	--	40.0	Visual	78.4	
Myanmar	222	Leche	Tie stall	2	1-2	Varios	3.5	Visual	41.4	
Pakistán	107	Leche	Tie stall	2	2	2 x día	10.0	Visual	100.0	
Sri Lanka (a)	246	Leche	Tie stall	1	2	2 x día	5.2	Visual	52.9	
Sri Lanka (c)	4	Leche	Tie stall	230	2	No	0	Teaser	4.3	
Vietnam	467	Leche	Tie stall	3	2	2 x día	4.6	Visual	59.3	1

(a) Fincas pequeñas

(b) Cooperativa

(c) Fincas estatales

¹ Parte de las vacas son de doble propósito² Parte de las vacas son de tiro³ Parte de las fincas utiliza 'retajos'⁴ Intervalo entre la IA y el diagnóstico de preñez (promedio en días)

electrónicos y registros en fichas individuales fue una práctica común.

b) Unidades de Inseminación Artificial

Los ganaderos utilizaron diversos mecanismos para contactar a las unidades de inseminación. En el caso de fincas en América Latina, los inseminadores tenían que cubrir grandes distancias con excepción de aquellas que tenían sus propios técnicos (CHI, VEN), en tanto que en Asia, las fincas se encontraban entre 1 a 7 km de las unidades de IA (Cuadro 1). Los inseminadores se desplazaban en bicicletas, motos o automóviles.

El tiempo que transcurrió entre el momento en que se realizó la inseminación con relación al momento en que se detectó el celo no tuvo un patrón definido. Todos los servicios en PAK y CUB y la mayoría de los servicios en CHI y URU se realizaron en las mañanas (Cuadro 1), mientras que en otras localidades se observó una distribución similar entre los servicios de la mañana y la tarde. El intervalo entre la detección del celo y la inseminación fue registrado en 7 países, encontrándose intervalos demasiado amplios (BGD 17.6 h, SRL 20.9 h y VIE 22.4 h). El diagnóstico de preñez por palpación rectal se hizo entre los 80 a 120 días del servicio sin retorno (Cuadro 1).

c) Técnicos inseminadores

El número de inseminadores por estudio varió entre 2 a 19 (promedio: 8.3 y mediana: 7). Los inseminadores de países asiáticos fueron mayormente empleados de centrales de IA dependientes del estado, en tanto que en América Latina eran empleados de las mismas fincas o de cooperativas privadas.

Se encontró una gran variabilidad en el nivel educativo así como en el número promedio de inseminaciones mensuales

por inseminador (Cuadro 2).

d) Semen y toros

El semen utilizado fue producido localmente con excepción de PER y COS que utilizó semen importado. Semen congelado como pellet fue utilizado en forma parcial en CPR y VIE y exclusiva en CUB, y en la forma de pajillas en los demás países. Semen refrigerado fue utilizado en forma limitada en BGD y SRL. Una observación interesante fue encontrar que los servicios de IA en Asia utilizan pajillas de 0.25 ml mientras que en América Latina se utilizan pajillas de 0.5 ml (Cuadro 2). La descongelación del semen se hizo principalmente en agua tibia.

El número de toros cuyo semen se utilizó en los estudios varió entre 7 a 68 por país (promedio 29.9, mediana 25, Cuadro 2). La calidad del semen, en los casos que fue evaluado, estuvo usualmente dentro de los estándares esperados, con excepción de PAK, donde la motilidad y viabilidad de los espermatozoides fue bastante baja debido al manejo y almacenamiento inapropiado en las unidades de IA.

e) Vacas inseminadas

La edad al primer servicio postparto en la población bajo estudio fue de 5.6 ± 2.3 años (Cuadro 3, promedio \pm d.e., $n = 5,476$) con un número de partos de 2.8 ± 1.7 ($n = 5,953$), sin que se haya encontrado diferencias estadísticas significativas entre países. Esta homogeneidad entre edad al primer parto y número de parto facilitó las evaluaciones de otras variables.

La necesidad de prestar asistencia veterinaria en el parto fue notoria en ARG (16.7%), CHI (30.2%) y URU (11.5%). Colocar vacas próximas al parto en corrales de observación continuada las 24

Cuadro 2. Características predominantes del semen utilizado y de los inseminadores en los 14 países participantes del proyecto

País	Semen				Técnico inseminador				
	N° de toros	N° de lotes	Origen	Tipo de semen (volumen, ml)	N°	Edad (años)	Nivel de educación	IA por mes ¹	Emplead
Argentina	30	32	Local ²	Pajilla (0.25)	10	40.0	Secundaria / Primaria	23	Finca privada / e
Chile	52	65	Local ²	Pajilla (0.5 /0.25)	6	48.5	Técnica / Primaria	195	Independiente / d
Costa Rica	11	15	Importado	Pajilla - ?	4	28.2	Primaria	?	Finca privada
Cuba	19	20	Local	Pellets (0.5)	7	33.3	Técnica	150	Finca estatal
Perú	68	68	Importado	Pajilla (0.5)	19	? ⁵	Diversa	20	Finca privada
Uruguay	24	24	Local ²	Pajilla (0.5)	3	39.6	Primaria / Superior	135	Finca privada / e
Venezuela	51	60	Local	Pajilla (0.5)	10	36.3	Secundaria /Primaria	90	Finca privada /co
Bangladesh	26	145	Local ²	Pajilla /Refrigerado ³	7	39.9	Técnica	165	Centro estatal de
China	67	67	Local	Pajilla /Pellets (0.25)	8	34.2	Secundaria /Profesional	?	?
Indonesia (a)	6	14	Local	Pajilla (0.25)	14	29.1	Secundaria / Primaria	?	Centro estatal de
Indonesia (b)	2	5	Local	Pajilla (0.25)	2	?	Secundaria	?	Centro estatal de
Myanmar	11	45	Local	Pajilla (0.25)	5	48.4	Técnica	65	Centro estatal de
Pakistán	7	7	Local	Pajilla (0.5)	2	28.8	Técnica	35	Centro estatal de
Sri Lanka (a)	24	68	Local ²	Pajilla /Refrigerado ⁴	8	42.9	Secundaria	54	Centro estatal de
Sri Lanka (c)	7	7	Importado	Pajilla (0.25)	7	34.2	Secundaria	43	Finca estatal
Vietnam	13	13	Local ²	Pellets /Pajilla (0.5)	4	35.5	Profesional / Técnica	200	Centro estatal de

(a) Fincas pequeñas

(b) Cooperativa

(c) Finca estatal

¹ N° promedio de inseminaciones por mes² Parte fue importado³ Volúmenes variados⁴ 0.25 / 1.0 ml⁵ Desconocido

horas, y realizar la intervención veterinaria en casos que el parto demore más de 1 a 2 horas es una práctica común en estos países. Una alta incidencia de retención de placenta fue observada en VIE (9.9%).

En el estudio realizado en CUB se observó una pobre condición corporal y baja producción de leche (1.9 y 4.8 kg, respectivamente) en vacas Holstein de crianza intensiva debido a la falta de concentrados y escasez de forrajes en el país. El peso corporal en el día del servicio varió grandemente entre países debido principalmente a la variedad de razas y regímenes nutricionales. El mayor peso corporal se observó en PER (591 kg), CHI (546 kg) y URU (536 kg), y los más bajos en BGD (211 kg), el cual reflejaba el tamaño pequeño de los animales locales (Cuadro 3).

f) Expresión de celo e IA

La ocurrencia de descarga mucosa en la zona vulvar fue el signo de celo más utilizado como signo de celo en los países asiáticos con sistemas de manejo tipo 'tie-stall'. Signos como que la vaca monta a otra o que se deja montar fueron importantes en fincas que tenían varias vacas (Cuadro 3). Por otro lado, en fincas latinoamericanas, la vaca que se deja montar fue el signo representativo por excelencia de la vaca en celo, de modo que otro tipo de sintomatología fue raramente aceptada. Sincronización de celo fue utilizada en algunos animales de INS y en la mayor parte de los animales de CUB.

Los inseminadores reportaron mayoritariamente que la vulva se encontraba edematosa en el momento del servicio. El nivel de dificultad en el pasaje de la pipeta (fácil, difícil, imposible) fue reportada como difícil en > 10% de los servicios en BGD, CHI, IND (finca estatal) y VIE (Cuadro 3).

Comportamiento Reproductivo

El Cuadro 4 muestra el comportamiento reproductivo de las vacas inseminadas en los 14 países. La diferencia en el número de observaciones entre el intervalo al primer servicio ($n = 7,991$) y el porcentaje de concepción al primer servicio ($n = 8,196$) fue debido por un lado a la ausencia de las fechas de parto en los registros y por otro lado, a la dificultad de hacer los diagnósticos de preñez en algunos países. CPR tuvo la mayor cantidad de observaciones (2,018 vacas) y PAK tuvo la menor cantidad (110 vacas).

El promedio global del intervalo entre el parto al primer servicio fue de 121.5 ± 82.1 días (mediana = 95 días) con grandes diferencias entre países. Los intervalos más cortos ocurrieron en PER, CHI y ARG, debido probablemente a la mejor calidad genética de los animales, mayor nivel de alimentación y manejo, y mejores condiciones medio-ambientales para la crianza de ganado Holstein. El largo intervalo observado en CUB puede ser atribuido al deficiente plano nutricional que se encontraban los animales debido a los problemas económicos que se encontraban el país durante la ejecución del estudio. Este intervalo fue más largo en la mayoría de los países asiáticos, especialmente cuando se trabajó con ganado nativo en BGD y PAK (cerca de 200 días) y con ganado de carne en INS (cerca de 270 días).

El promedio global del intervalo entre el parto a la concepción fue únicamente de 16 días más que el intervalo entre el parto al primer servicio. Esta diferencia entre los promedios tiene que ser tomada con cautela ya que el promedio del intervalo a la concepción está dado por menos del 50% de la población inseminada. Muchas vacas no llegaron a quedar gestantes y fueron descartadas de las fincas, y otras quedaron gestantes pero en servicios posteriores y que no fueron parte del presente estudio.

El promedio del porcentaje de concepción al primer servicio (CPS) fue de 40.9%.

Cuadro 3. Características predominantes de los animales inseminados y de la expresión del celo en los 14 países participantes del proyecto

País	N° de vacas	Raza principal	N° de parto	CC ³ en la IA	PC en la IA (kg)	Prod. leche en la IA (kg)	Signos de celo	Hinchazón de vulva	% p
Argentina	163	Holstein	2.6	2.7	?	24.4	Se deja montar	Marcado ²	
Chile	713	Friesian	2.6	2.8	546	21.8	Se deja montar	Marcado ²	
Costa Rica	484	Cruzado	3.7	?	?	?	Se deja montar /Monta	?	
Cuba	251	Holstein	3.4	1.9	394	4.8	Se deja montar	Marcado	
Perú	732	Holstein	2.7	2.7	591	24.7	Se deja montar	Variado	
Uruguay	728	Holstein	2.5	2.2	536	19.4	Se deja montar	?	
Venezuela	499	Cruzado	3.2	3.0	445	7.9	Se deja montar	Variado	
Bangladesh	444	Nativo	2.5	2.9	211	2.7	Monta / Mugidos	Marcado ²	
China	2,018	Holstein	?	?	?	?	?	?	
Indonesia (a)	359	Bali	3.0	3.6	287	--	Moco / Se deja montar	Marcado	
Indonesia (b)	248	Brahman	2.5	2.9	320	--	Variado	Marcado	
Myanmar	270	Cruzado	3.4	3.3	378	10.4	Moco / Monta	Marcado	
Pakistán	110	Variado	3.0	3.5	358	5.5	Moco / Monta	Ligero	
Sri Lanka (a)	265	Variado	2.7	2.6	296	6.3	Moco / Mugidos	Marcado ²	
Sri Lanka (c)	126	Variado	3.1	2.8	408	11.0	Variado	Marcado ²	
Vietnam	583	Holstein	2.2	?	413	16.0	Moco / Se deja montar	Marcado	
Total / Promedio:	7,993		2.8	2.8	422	13.3			

(a) Fincas pequeñas

(b) Cooperativa

(c) Fincas estatales

¹ Frecuencia de dificultad del pasaje de la pipeta por el canal cervical² Ligero en algunos casos³ Condición corporal

Cuadro 4. Intervalos (días) entre el parto al primer servicio y a la concepción, y porcentaje de concepción al primer servicio en los participantes del proyecto

	Intervalo entre el Parto y el 1 ^{er} Servicio (d)				Intervalo entre el Parto y la Concepción (d)				Conce
	N°	Promedio	d.e.	Mediana	N°	Promedio	d.e.	Mediana	N°
América Latina	3,583	99.8	69.6	80.0	1,981	122.3	76.0	96.0	3,773
Argentina	365	91.1	56.5	80.0	149	92.3	47.7	81.0	366
Chile	663	88.7	56.9	74.5	490	107.9	73.3	83.5	713
Costa Rica	497	118.1	85.0	91.0	270	141.6	99.7	104.5	484
Cuba	250	158.4	109.6	112.0	38	174.9	108.4	144.0	251
Perú	617	80.5	35.2	71.0	249	113.5	61.3	93.0	732
Uruguay	692	101.5	48.8	88.0	601	133.9	61.0	124.0	728
Venezuela	499	95.0	77.4	68.0	184	120.1	89.5	93.5	499
Asia	4,408	137.3	87.3	111.0	2,746	146.7	84.7	124.0	4,423
Bangladesh	449	195.9	86.9	184.0	232	195.9	88.4	184	444
China	1,951	113.7	74.8	91.0	969	138.4	92.2	112.0	2,018
Indonesia (a)	332	150.4	89.9	119.0	191	147.4	72.6	124.0	359
Indonesia (b)	243	269.5	97.0	227.0	65	255.1	91.3	223.0	248
Myanmar	361	104.6	41.4	94.0	264	110.4	42.9	97.0	270
Pakistán	87	205.6	131.7	166.0	30	209.1	119.2	166.0	110
Sri Lanka (a)	272	174.4	87.9	155.0	256	190.8	91.5	177.5	265
Sri Lanka (c)	133	111.2	74.2	87.0	171	156.5	92.7	136.0	126
Vietnam	580	107.5	34.6	104.0	568	118.9	38.7	115.0	583
Total:	7,991	121.5	82.1	95.0	4,727	137.6	81.3	115.0	8,196

(a) Fincas pequeñas
(b) Cooperativa
(c) Fincas estatales

¹ Concepción al primer servicio

El porcentaje de concepción de todos los servicios no fue calculado para el propósito de este análisis debido a que no se hizo el seguimiento reproductivo a una elevada porción de animales que retornaron en celo. El mayor CPS ocurrió en VIE (62.1%), CHI (61.9%) y MYA (58.9%) mientras que los obtenidos en CUB, INS, PAK, y PER fueron los más bajos. Las razones atribuibles al bajo comportamiento reproductivo de CUB fueron previamente descritos y solo habría que añadir que se hizo sincronización de celo en vacas con pobre condición corporal. En PAK fue debido al deficiente manejo y almacenamiento de las pajillas de semen en las unidades de IA, mientras que los animales del PER estuvieron bajo los efectos del estrés de calor ocasionados por el fenómeno de "El Niño" que causó problemas de muerte embrionaria temprana y anestro subsecuente (Armstrong, 1994). En el caso de INS (en ambos tipos de fincas) se pudo demostrar, como se verá más adelante, una alta proporción de animales inseminados durante la fase luteal.

Las diferencias en CPS debidas a tamaño de finca, condición corporal en la IA, facilidad del pasaje de la pipeta, años de experiencia del inseminador, grado de edema vulvar en el momento del servicio, y el origen del semen pudieron ser evaluadas en países que disponían de un número balanceado entre grupos. Las fincas de VIE y MYA con 1–2 vacas o con 5–20 vacas no difirieron en CPS, mientras que fincas grandes (>300 vacas) en COS y VEN en COS y VEN mostraron tasas de concepción inferiores (14.8 y 22.2%, respectivamente) en comparación con fincas pequeñas (20–300 vacas, 44.4 y 53.3%, respectivamente) ($P < 0.05$). Las diferencias en CHI entre fincas de tamaño medio (47%) y fincas grandes (56.0%) no fueron significativas. La condición corporal en el día de la IA fue un factor importante cuando se combinó la información de los estudios realizados en BGD, CHI, SRL y VEN (Figura 1, $n = 1,494$). Las vacas con un valor de 1.0–2.4 (en una escala de 1–5) tuvieron un CPS inferior (33.1%, $P < 0.05$) que vacas con una CC de 2.5–3.5 (40.0%) y >3.5 (40.4%).

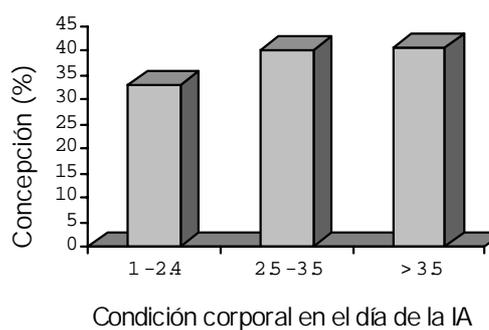


Figura 1. Efecto de la condición corporal (1–5) en el porcentaje de concepción al primer servicio en ganado lechero y de doble propósito de Bangladesh, Chile, Sri Lanka y Venezuela

Información combinada de BGD, SRL, VIE, ARG, CHI, COS y CUB ($n = 2,330$) mostró diferencias en CPS ($P < 0.05$) entre servicios llevados a cabo por inseminadores con < 7 años de experiencia (24.9%) y aquellos con 7.1–12.0 años (44.2%) y > 12 años (43.5%). El grado de edema vulvar en el momento de la IA (ninguno, ligero, marcado) no mostró una relación de importancia con el CPS ($n = 1,519$, $P > 0.05$), en tanto que el semen local vs semen importado tuvieron un comportamiento similar en SRL y URU, pero más bajo en BGD (38.9 vs. 57.5%, respectivamente, $P < 0.05$).

El intervalo entre el primer y segundo servicio en 1,959 observaciones fue de 44.6 ± 44.4 días. Esto es el equivalente a la ocurrencia de un celo no observado entre los dos servicios. Serios problemas de detección de celo fueron observados en COS y CPR donde este intervalo fue de > 57 días.

Problemas identificados en los Servicios de IA

Básicamente, la muestra tomada en el día del servicio fue usada para verificar si el animal fue inseminado durante la fase luteal (es decir, en el momento inapropiado, alta concentración de progesterona); el juego de dos muestras (muestra en el día del servicio y muestra a mitad de ciclo) fue usado para verificar si el animal estaba ciclando y si había ovulado; y el juego de tres muestras más el

diagnóstico de preñez (la tercera muestra colectada en el día 22-24 del servicio) fue utilizado para verificar si el animal había concebido, perdido el embrión, o si se había inseminado estando gestante o en fase de aciclia. La presentación de niveles más frecuentes de progesterona y su interpretación se indican en el Cuadro 5.

Dos deficiencias de importancia fueron identificadas en los Servicios de IA a través del análisis de progesterona en muestras colectadas en más de 8,500 inseminaciones (Cuadro 6). Inseminaciones en momentos inapropiados se realizaron en el 17.3% de los casos, denotando serios errores en detección de celo a nivel de finca. Estos servicios se hicieron en vacas que no estaban ciclando (10.4%) y en vacas con presencia de cuerpo lúteo (CL) activo (6.9%), estando preñadas la mayoría de estas vacas. Inseminaciones en vacas que no estaban ciclando fueron más frecuentes en CUB, INS (en ambos tipos de fincas), COS y VEN (Cuadro VII). Servicios realizados en vacas con CL activo se realizaron mayormente en fincas estatales de INS (17.8%), fincas pequeñas de SRL (13.2%) y en URU (11.8%).

La segunda mayor deficiencia estuvo relacionada con la detección de celo postservicio y el manejo del rebaño, el cual afectó al 37.5% de las inseminaciones (Cuadro 6). En este caso, el 10.1% de los animales inseminados sufrieron muerte embrionaria (entre 16–60 días postservicio) pero no fueron identificadas hasta que se realizó el diagnóstico de preñez, usualmente 80-120 días después del servicio. Otro grupo que representó el 27.4% de los animales inseminados falló en concebir pero los celos subsiguientes no fueron observados y permanecieron en ese estado hasta que se realizó el diagnóstico de preñez. Fincas de CPR y URU tuvieron la mayor frecuencia de muertes embrionarias (17%), mientras que fincas de CUB, PER y INS tuvieron las mayores frecuencias de vacas con celos no observados después de inseminaciones no exitosas (68.9, 45.3, y cerca de 40%, respectivamente).

Funcionalidad y limitaciones de la estrategia de tres muestras

El juego de 3 muestras de leche (o sangre) recolectadas en los días 0, 10–12, y 22–24 de la inseminación artificial, junto con el resultado del diagnóstico de preñez por recto-palpación demostró ser una estrategia de mucha utilidad para la evaluación de la eficiencia del manejo reproductivo a nivel de finca y de los resultados del Servicio de IA. Sin embargo, es importante señalar que el sistema de trabajo requiere de gran número de animales para que la interpretación de los resultados pueda ser consistente. El número de animales dependerá, entre otros factores, del tipo de finca, de la variabilidad genética de la población, del número de variables a ser considerado en el análisis, y la eficiencia en la recolección de muestras.

La toma de la primera muestra no requiere de mayor trabajo y puede ser hecha por el propio inseminador. Las otras dos muestras requieren que alguien visite las fincas, o sea tomada por el propio ganadero (fincas pequeñas) o empleados de las fincas (fincas grandes) en el día exacto y en los animales debidos. De ser tomada por personal de las fincas, se requiere tener un mecanismo apropiado para remitir las muestras al laboratorio. Una segunda limitación estriba en que un 18.4% de los juegos de 3 muestras de este estudio (n=6,483) tuvieron por lo menos una muestra con valores intermedios de progesterona ($>$ a $<$ 3 nmoL), y por lo tanto el set quedó invalidado para realizar una interpretación adecuada. Buenas prácticas de laboratorio en el uso del RIA pueden reducir estos inconvenientes aunque otros factores como el mal manejo de las muestras pueden contribuir a magnificar este problema.

CONCLUSIONES

El uso de la metodología estandarizada entre países y la estrategia de combinar información de campo con valores de progesterona, aunado a los formularios para el manejo de la

Cuadro 5. Interpretación de datos de RIA de Progesterona solos o en combinación con información clínica para la evaluación de los servicios de IA (Alto : ≥ 3 nmol/l ; Bajo: ≤ 1 nmol/l) usando muestras de leche (o plasma) recolectadas a diferentes intervalos Post IA

N ° de muestras	Día de recolección			Diagnóstico de preñez	Interpretación
	0	10-12	22-24		
Tres	Bajo	Alto	Alto	Positivo	Preñez
	Bajo	Alto	Alto	Negativo	Sin fertilización, muerte embrionaria Temprana (Post IA-anestro).
	Bajo	Alto	Alto	Negativo	Muerte embrionaria tardía (> día 16), Quiste luteal, CL persistente.
	Alto	Alto	Alto	Positivo	IA en un animal preñado.
Dos	Bajo	Alto	---	----	Ciclo ovulatorio.
	Bajo	Bajo	---	----	Anestro, anovulación, fase luteal corta.
	Alto	Alto	---	----	IA en un animal preñado, quiste luteal.
	Alto	Bajo	---	----	IA durante la fase luteal.
Una	Bajo	---	---	----	IA fuera de la fase luteal.
	Alto	---	---	----	IA durante la fase luteal

Cuadro 6. Factores detrimentales del servicio de IA que han sido identificados a través de la estrategia de 3 muestras y el diagnóstico de preñez

Problema principal	Deficiencia específica en el servicio de IA	Población afectada (%)
		17.3
• IA inapropiada probablemente debido a detección incorrecta de celo	• IA en vacas con cuerpo lúteo activo	6.9
	• IA en vacas que no están ciclando	10.4
• Detección de celo y manejo de rebaño deficientes		37.5
	• Vacas que fallan en concebir, el celo subsiguiente no es detectado y se encuentran vacías al diagnóstico de preñez.	27.4
	• Vacas que conciben pero pierden el embrión y se les encuentra vacías en el diagnóstico de preñez.	10.1

información de campo y la base de datos, permitió la generación de información única en su género sobre el comportamiento reproductivo del bovino y los sistemas de IA en países en desarrollo. Esto resultó en un adecuado vínculo entre instituciones de investigación y centrales de IA, y permitió la identificación de los principales factores que limitan la eficiencia de la IA en las localidades estudiadas en los 14 países asiáticos y de América Latina que participaron en el estudio.

El estudio mostró que cerca de la mitad de los servicios estuvieron relacionados a una deficiencia, mayormente asociada a error humano, y que afectaron severamente el comportamiento reproductivo de los establecimientos pecuarios y por lo tanto, la calidad del servicio de IA. Esfuerzos futuros deben estar abocados en aliviar la intensidad de los problemas encontrados, y los cuales se incluyen los siguientes: educar a los ganaderos en detección de celo, y en prácticas de manejo y nutrición animal; mejorar el conocimiento y habilidades de los inseminadores en la práctica de la IA; ampliar la investigación en mortalidad embrionaria, amamantamiento, métodos de inducción o sincronización de celo; mejorar el manejo, almacenamiento y control de calidad del semen; y mejorar el sistema de registro, evaluación y seguimiento de las inseminaciones.

Estudios similares serían de gran utilidad en otros países en desarrollo para mejorar la eficiencia de sus servicios de IA.

Agradecimientos

Los autores expresan su sincero agradecimiento a los siguientes investigadores e instituciones por su importante contribución al éxito de este programa de investigación: María-Elena Mongiardino (INTA-Castelar, Argentina), Mohammed Shamsuddin (Bangladesh Agricultural University, Bangladesh), Nestor Sepúlveda (Universidad

de la Frontera, Chile), Cai Zhenghua (Chinese Academy of Agricultural Sciences, China), Sandra Estrada (Universidad Nacional, Costa Rica), Rodolfo Pedroso (CIMA, Cuba), A. Latief Toleng (Hasanuddin University, Indonesia), U Than Hla (Ministry of Livestock Breeding and Fisheries, Myanmar), Mohamed Anzar (National Agricultural Research Council, Pakistán), Luisa Echevarría (Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú), Harischandra Abeygunawardena (University of Peradeniya, Sri Lanka), Daniel Cavestany (INIA, Uruguay), Eleazar Soto-Belloso (Universidad del Zulia, Venezuela), Chung Anh Dzung (Institute of Agricultural Sciences of South Vietnam, Vietnam).

Los autores agradecen además a los Drs. Carlos Galina (UNAM, México), Lee Fitzpatrick (James Cook University, Australia), David Galloway (University of Melbourne, Australia) y Mats Forsberg (Swedish University of Agricultural Sciences, Suecia) por su asesoría y apoyo técnico durante el desarrollo del programa.

LITERATURA CITADA

1. García, M., Uso del radioinmunoensayo de progesterona para mejorar la producción animal en sistemas de doble propósito. En: *Conceptos y Metodologías de Investigación en Fincas con Sistemas de Producción Animal de Doble Propósito*. Cali, Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Consorcio Tropicelche (1997) 26–44.
2. Williams, M.E.; B.J. McLeod. 1992. Strategic milk progesterone testing for the detection of silent estrus and anovulation in dairy cows. *J. Agric. Sci., Cambridge* 118: 237–244.
3. Williams, M.E.; R.J. Esslemont. 1993. A decision support system using milk progesterone test to improve fertility in commercial dairy herds. *Vet. Rec.* 5: 503–506.

4. Animal Production and Health Newsletter, Joint FAO/IAEA. Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, International Atomic Energy Agency. 1994, N° 20, Vienna, 27p.
5. García, M. 1996. User manual for AIDA (Artificial Insemination Database Application) 36p.
6. Plaizier, J.C.B. 1993. Validation of the FAO/IAEA RIA kit for measurement of progesterone in skin milk and blood plasma. In: Improving the Productivity of Indigenous African Livestock. (Ed. IAEA), Vienna: IAEA-TECDOC-708 pp. 151–156.
7. Goodger, W.J.; M. García; M. Clayton; T. Bennett; C.B., Thomas, C., Eisele, Guide For AIDA Data Analysis. IAEA, Vienna, (1998) p.37.
8. Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. J. Dairy Sci. 77: 2044–2050.