

Factores que alteran la fertilidad de los servicios de inseminación artificial en vacas F1 (Holstein × Cebú) en el trópico húmedo

Héctor Basurto Camberos*
Agapito Martínez Aburto*
Iván Gutiérrez Vivanco*

Abstract

To identify the effect of some factors regarding fertility in artificial insemination (AI), 704 insemination records corresponding to 135 F1 (Holstein × Zebu) cows were analysed in a tropic climate in a farm located in Tlapacoyan, Veracruz, Mexico. The effect of month, sire, technician, calving number and service number, time of AI, semen site deposition in the reproductive tract, uterus condition at AI, cervico-vaginal mucous appearance and reproductive abnormalities concerning fertility, were analysed. "Chi-square (X^2) was used to determine the independence degree for each level of every variable. Significant effects on fertility rate were found for the technician factor ($P < 0.05$), semen site deposition ($P < 0.01$), cervico-vaginal mucous appearance ($P < 0.05$) and month of service ($P < 0.05$). Calving number, service number, time of AI, uterus condition, reproductive tract abnormalities and sire did not have significant effects ($P > 0.05$) on fertility rate. These results point out that at least three of the principal factors affecting fertility rate in F1 cows are under control of the technician, and this suggests a periodic re-examination of insemination practices when the fertility rate of the herd needs to be improved.

Key words: ARTIFICIAL INSEMINATION, FERTILITY, CONCEPTION RATE, CATTLE, COWS, TROPICS.

Resumen

Con el fin de identificar algunos factores que afectan la fertilidad de los servicios de inseminación artificial (IA), se analizaron 704 registros de IA correspondientes a 135 vacas F1 (Holstein × Cebú), en una explotación ubicada en Tlapacoyan, Veracruz, México, a 20° 4' latitud norte y 97° 3' longitud oeste y 151 msnm. El clima es AF (m) (w) (c). Se analizaron los efectos de las variables siguientes sobre el porcentaje de fertilidad: mes de servicio, toro, técnico inseminador, número de parto, hora de IA, número de servicio, sitio de depósito del semen, estado del útero al momento de la IA, características del moco cérvico-vaginal y anomalías del aparato reproductor. El análisis estadístico se realizó por el método de Ji cuadrada (X^2) para determinar el grado de independencia entre los niveles de cada variable. Se encontraron efectos significativos sobre el porcentaje de fertilidad en las variables: Técnico inseminador ($P < 0.05$), sitio de depósito del semen ($P < 0.01$), características del moco cérvico-vaginal ($P < 0.05$) y mes de servicio ($P < 0.05$). Por el contrario, el número de parto, hora de IA, número de servicio, estado del útero, anomalías del tracto reproductor y el toro utilizado, no tuvieron efectos significativos sobre la tasa de fertilidad ($P > 0.05$). Los resultados indican que al menos tres de los principales factores que tuvieron efecto sobre la fertilidad del servicio de inseminación están bajo control del técnico inseminador y sugieren la necesidad de una revisión

Recibido el 18 de septiembre de 1996 y aceptado el 28 de enero de 1997.

* Sección de Reproducción, Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Km 5.5 Carretera federal Martínez de la Torre-Tlapacoyan, Apartado postal 136, Martínez de la Torre, Veracruz, 93600, México.

periódica de las prácticas de inseminación artificial, detección correcta del estro y técnicas de descongelación del semen, cuando se quiere incrementar la fertilidad del hato.

Palabras clave: INSEMINACIÓN ARTIFICIAL, FERTILIDAD, VACAS, TRÓPICO.

Introducción

La mayor parte de la producción lechera de las regiones tropicales proviene de animales criollos y cebú, y en algunos casos de animales con diferentes grados de cruzamiento con razas europeas.²¹ Entre los factores que determinan la baja producción lechera en esas regiones, se pueden enumerar las siguientes: vacas no especializadas para ese propósito,^{3,13,17} efectos adversos del clima tropical,^{13,30} así como deficiencias en manejo zootécnico, sanitario y alimentario.^{1,3,17}

Los requerimientos de la creciente población humana por productos de origen animal (leche y carne) cada vez son mayores; lo que hace necesario el mejoramiento tanto de las características genético-productivas de los bovinos locales, como del mejoramiento en las condiciones de explotación y prácticas de trabajo para mejorar los índices de fertilidad. Estos factores guardan una estrecha relación con la producción de leche y carne.² En respuesta, se han desarrollado técnicas como la sincronización farmacológica del estro y la ovulación que, conjuntamente con la planeación adecuada de épocas definidas de empadre, permiten aplicar la inseminación artificial (IA) racionalmente obteniendo buenos índices de eficiencia reproductiva.⁸

La inseminación artificial (IA) se ha extendido en gran escala en todo el mundo, al grado de convertirse hoy día en una industria; cada vez son más los criadores de ganado que la utilizan como instrumento de apoyo en el mejoramiento genético.^{14,25} Sin embargo, en los países menos desarrollados su uso ha tenido serias limitaciones, sobre todo en zonas tropicales. En la mayoría de los casos, el uso de la IA ha sufrido un decremento debido a factores que pueden estar relacionados con el desconocimiento de la técnica en sí, aplicación correcta y oportuna del servicio de IA, fallas en la detección del estro,^{8,14} preservación del semen congelado,^{14,39} o bien, factores asociados como estado de salud, régimen nutricional, fertilidad,^{7,39} tiempo posparto,⁵ época del año y mortalidad embrionaria en los primeros días de gestación.^{24,39} El objetivo del presente trabajo fue identificar y cuantificar algunos de los factores relacionados con el resultado de fertilidad del servicio de inseminación artificial en vacas de doble propósito en condiciones de trópico húmedo.

Material y métodos

El presente estudio se realizó en el Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, ubicado a 20°4' latitud norte y 97°3' longitud oeste y 151 msnm. La

clasificación climática corresponde al tipo Af (m)(w)(e), con una temperatura media anual de 23.4°C y la precipitación pluvial de 1840 mm. La vegetación representa a un agroecosistema de bosque subtropical siempre verde.⁶

Se utilizaron 704 registros de inseminación artificial realizados de 1982 a 1989, correspondientes a 135 vacas F1, Holstein × Indobrasil, de 0 a 6 partos, que pastoreaban en praderas de estrella Santo Domingo (*Cynodon nlemfuensis*) y gramas nativas (*Axonopus* spp y *Paspalum* spp) en un sistema de pastoreo rotacional de 3 días de pastoreo y 27 de recuperación, con una carga promedio anual de 2.3 unidades animal/ha. Todos los animales a partir del primer parto fueron ordeñados dos veces al día sin apoyo del becerro. El amamantamiento directo se realizó durante 30 minutos después de cada ordeño.

Todos los animales en estudio fueron observados por un técnico inseminador dos veces por día (6:00 a 10:00 y de 16:00 a 18:00 h), con ayuda de toros marcadores con desviación quirúrgica del pene para la detección del estro; la inseminación fue realizada por 4 técnicos con experiencia mínima de 5 años en forma convencional, esto es: las vacas observadas en estro por la mañana fueron inseminadas en la tarde del mismo día y las observadas por la tarde se inseminaron a la mañana del día siguiente. En todos los servicios de IA se utilizó semen congelado de toros de la raza Holstein, en pajillas de 0.5 ml. El informe de IA para cada animal incluyó las variables siguientes:

VARIABLES Y NIVEL DE CADA VARIABLE UTILIZADAS PARA ANALIZAR EL EFECTO SOBRE LA FERTILIDAD DEL SERVICIO DE INSEMINACION

Variable	Nivel
Técnico inseminador	1-4
Número de parto	1-6
Intervalo detección estro-inseminación (h)	0-18 h
Número de servicio	1-5
Sitio de depósito del semen	Vagina, 1º,- 3º anillo
Estado del útero al inseminar	Turgente, flácido, no registrado.
Características del moco cérvico-vaginal	Claro, turbio, sin moco
Anormalidades del cérvix	Normal, anormal (chueco)
Toro utilizado	1-17
Mes de aplicación del servicio	1-12

En el análisis estadístico se determinó, por cada nivel de cada variable, el número de vacas con servicio de inseminación fértil e infértil, utilizando la prueba de Ji-Cuadrada (X^2) para determinar el grado de independencia entre los niveles de cada variable.²³

Cuadro 1
EFFECTO DEL TÉCNICO INSEMINADOR SOBRE
EL PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN VACAS F1
(Holstein × Cebú) EN EL TROPICO HUMEDO

Técnico	Servicios núm.	Gestantes núm.	Fertilidad* %
1	474	293	61.81
2	70	39	55.71
3	110	51	46.36
4	37	18	48.65
Total	691	401	53.13

* Hubo diferencia significativa (P < 0.05).

Resultados

En el Cuadro 1 se presentan los porcentajes de fertilidad obtenidos para cada técnico inseminador (TI), en donde se advierte que el TI 1 fue el que aplicó el mayor número de servicios, mayor número de vacas gestantes y también el de mayor porcentaje de fertilidad, en comparación con el TI 4, que tuvo el menor número de servicios aplicados, menor número de gestantes, pero no el de menor fertilidad. Es evidente el efecto significativo de TI sobre la tasa de fertilidad (P < 0.05). De 691 servicios con TI, 401 resultaron positivos a gestación, representando el 53.13% de fertilidad global.

En cuanto al efecto del número de parto sobre la tasa de fertilidad (Cuadro 2), se observó en las vacas de segundo parto el mayor número de servicios, gestaciones y tasa de fertilidad; mientras que lo contrario se observó en los animales de quinto parto. Sin embargo, el análisis estadístico no reveló efecto significativo del número de parto sobre la tasa de fertilidad (P > 0.05). De los 704 servicios registrados en esta variable, 407 resultaron en gestación.

Respecto al intervalo entre detección del estro e inseminación (Cuadro 3), se observó que las vacas detectadas en estro por la mañana e inseminadas en la tarde del mismo día (intervalo de 8 a 10 horas), mostraron una

Cuadro 3
EFFECTO DE LA HORA DE IA RESPECTO AL HORARIO
DE DETECCIÓN DEL ESTRO SOBRE LA FERTILIDAD
EN VACAS F1 (Holstein × Cebú) EN EL TROPICO HUMEDO

Hora de la IA	Servicios núm.	Gestantes núm.	Fertilidad* %
am - pm	530	304	57.36
pm - am	160	98	61.25
Total	690	402	59.30

* No hubo diferencia significativa (P > 0.05).

Cuadro 2
EFFECTO DEL NUMERO DE PARTO EL PORCENTAJE
DE FERTILIDAD EN VACAS F1 (Holstein × Cebú)
EN EL TROPICO HUMEDO

Número de parto	Servicios núm.	Gestantes núm.	Fertilidad* %
0	125	75	60.00
1	132	80	60.61
2	144	90	62.50
3	134	71	52.99
4	84	47	55.95
5	50	24	48.00
6	35	20	57.14
Total	704	407	56.74

* No hubo efecto significativo (P > 0.05).

tasa de fertilidad superior al 50%; mientras que en las vacas que mostraron celo por la tarde y se inseminaron a la mañana siguiente (intervalo de 12 a 14 horas), la tasa de fertilidad fue todavía mayor. La de fertilidad global en 690 inseminaciones fue cercana al 60%, aún cuando el mayor porcentaje de vacas se detectó en estro por la mañana (76.8%), en comparación con la detección por la tarde (32%). De cualquier forma, el intervalo entre detección de estro e inseminación no afectó significativamente la tasa de fertilidad (P > 0.05).

El número de servicios de IA no tuvo efecto significativo sobre la tasa de fertilidad (P > 0.05) (Cuadro 4). El resultado global en esta variable fue 58.66% de gestación.

En el Cuadro 5 se indica que al depositar el semen a nivel del tercer anillo de la cervix (entrada del útero), resultó con el mayor porcentaje de preñez, siendo también el sitio con mayor número de inseminaciones registradas. Por el contrario, el depositar el semen a nivel del primer anillo cervical (a la entrada del cervix), coincidió

Cuadro 4
PORCENTAJE DE FERTILIDAD RESPECTO AL NUMERO
DE SERVICIO EN VACAS F1 (Holstein × Cebú)
EN EL TROPICO HUMEDO

Número de servicio	Servicios núm.	Gestantes núm.	Fertilidad %
1	434	236	54.38
2	180	118	65.56
3	55	32	58.18
4	23	15	65.22
5	12	6	50.00
Total	704	407	58.66

* No hubo efecto significativo (P > 0.05).

Cuadro 5
EFECTO DEL SITIO DE DEPOSITO DEL SEMEN
SOBRE EL PORCENTAJE DE FERTILIDAD EN VACAS F1
(Holstein × Cebú) EN EL TROPICO HUMEDO

Sitio de depósito	Servicios núm.	Gestantes núm.	Fertilidad* %
Anillo 1	16	4	25.00
Anillo 2	10	5	50.00
Anillo 3	586	349	59.56
Vaginal	15	5	33.33
Total	627	363	41.97

* Hubo efecto altamente significativo ($P < 0.01$).

con la menor tasa de gestación. Se encontró un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) del sitio de depósito del semen sobre la tasa de fertilidad. De 627 inseminaciones en donde se registró el sitio de depósito del semen, 363 (41.97%) resultaron en preñez.

El estado del útero tuvo un efecto significativo sobre la tasa de fertilidad ($P < 0.05$) (Cuadro 6). En las vacas inseminadas con turgencia uterina, se alcanzó casi 60% de fertilidad. Por el contrario, cuando los servicios fueron aplicados en una condición flácida del útero, la fertilidad fue de 48.1%. Del total de servicios en que se registró la condición del útero, 53.63% resultaron en gestación.

El porcentaje de fertilidad en función de las características del moco cérvico-vaginal al momento de la inseminación se presenta en el Cuadro 7. Se obtuvo mayor tasa de fertilidad al inseminar cuando el moco se encontró claro, cristalino y filante, que cuando el moco fue turbio. El análisis estadístico indicó que la característica del moco cérvico-vaginal al momento de inseminar tuvo un efecto significativo sobre la tasa de fertilidad ($P < 0.05$).

En los animales cuyo aparato reproductor no mostró ninguna alteración clínica al momento de la inseminación (Cuadro 8), la fertilidad fue cercana al 60%, siendo ésta la condición con mayor número de servicios y gestaciones

Cuadro 7
EFECTO DE LAS CARACTERISTICAS DEL MOCO CERVICO-VAGINAL AL MOMENTO DE LA IA SOBRE LA TASA DE FERTILIDAD EN VACAS F1 (Holstein × Cebú) EN EL TROPICO HUMEDO

Moco	Servicios núm.	Gestantes núm.	Fertilidad* %
Claro	570	341	59.82
Turbio	21	8	38.82
Total	591	349	48.96

* Hubo efecto significativo ($P < 0.05$).

Cuadro 6
EFECTO DEL ESTADO DEL UTERO AL MOMENTO DE LA IA. SOBRE LA TASA DE FERTILIDAD EN VACAS F1
(Holstein × Cebú) EN EL TROPICO HUMEDO

Estado del útero	Servicios núm.	Gestantes núm.	Fertilidad* %
Turgente	622	368	59.16
Flácido	79	38	48.10
Total	701	406	53.63

* No hubo efecto significativo ($P > 0.05$).

registrados; sin embargo, el análisis estadístico no reveló efecto significativo de esta variable sobre la fertilidad ($P > 0.05$).

En el Cuadro 9 se observa que de 17 toros utilizados, solo dos tuvieron fertilidad mayor al 73%, tres entre 60% y 70%, ocho entre 50% y 60% y, cuatro menor al 50%. Sin embargo, el análisis estadístico indicó que el toro utilizado no tuvo efecto significativo sobre la tasa de fertilidad ($P > 0.05$).

El efecto del mes en que se aplicaron los servicios de IA (Cuadro 10) tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la tasa de fertilidad. En marzo se obtuvo el mayor porcentaje de fertilidad; mientras que abril fue el menor. Sin embargo, diciembre y junio resultaron los meses con mayor y menor número de servicios, respectivamente.

Discusión

Badinga *et al.*² y Randel *et al.*²⁸ encontraron diferencias significativas en el porcentaje de fertilidad entre inseminadores, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio (Cuadro 1). Asimismo, Bohn *et al.*⁴ determinaron que el periodo de servicio, la producción de leche por lactancia y el técnico inseminador representan entre 25% y 33% del total de la varianza en la fertilidad. Por el contrario, Stevenson *et al.*³⁵ y Gwasdauskas *et al.*¹² con vacas y novillonas Holstein, y Lunstra *et al.*¹⁸

Cuadro 8
EFECTO DE LAS ANORMALIDADES DEL TRACTO REPRODUCTOR AL MOMENTO DE LA IA SOBRE LA TASA DE FERTILIDAD EN VACAS F1 (Holstein × Cebú) EN EL TROPICO HUMEDO

Condición	Servicios n	Gestantes n	Fertilidad* %
Normal	680	395	58.09
Anormal	24	12	50.00
Total	704	407	54.04

* No hubo efecto significativo ($P > 0.05$).

Cuadro 9
EFFECTO DEL TORO UTILIZADO EN LA IA SOBRE LA TASA DE FERTILIDAD EN VACAS F1 (Holstein × Cebú) EN EL TROPICO HUMEDO

Toro no.	Servicios n	Gestantes n	Fertilidad* %
1	37	18	48.65
2	18	11	61.11
3	30	22	73.33
4	27	16	59.26
5	23	13	56.52
6	44	25	56.82
7	39	26	66.67
8	33	17	51.52
9	20	15	75.00
10	99	59	59.60
11	15	5	33.33
12	86	49	56.98
13	57	36	63.16
14	47	25	53.19
15	55	31	56.36
16	17	8	47.06
17	11	4	36.36
Total	658	380	56.17

* No hubo efecto significativo ($P > 0.05$).

con razas europeas de carne, no encontraron efectos significativos del técnico inseminador sobre la tasa de fertilidad. Es probable que el tipo de animales, así como el tipo de explotación y algunas prácticas como el masaje del clítoris después de inseminar,¹⁰ expliquen las diferencias; por ejemplo, en razas Cebú y sus cruces en el trópico amazónico, se determinó un efecto del técnico inseminador sobre la tasa de concepción,⁹ lo cual sugiere que en las zonas tropicales y subtropicales y bajo los sistemas de producción prevalentes, la preparación y supervisión periódicas de los técnicos inseminadores, debe ser un aspecto a considerar. Phatak y Whitmore²⁶ concluyeron que los veterinarios podrían incrementar la eficiencia reproductiva en los hatos a través de una participación más activa con sus clientes y empleados en la detección del estro e inseminación artificial.

En los animales de segundo parto se obtuvo el mayor porcentaje de fertilidad (62.5%), mientras que en los de quinto parto fue el menor (48%); sin embargo, las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$). Asimismo, González-Stagnaro,¹¹ con vacas mestizas en clima tropical, encontró mayor fertilidad en las primíparas (63%) que en las múltiparas (56%). En forma general se aprecia que, a excepción de lo ocurrido en el sexto parto, a medida que aumenta el número de éstos, la fertilidad disminuye gra-

Cuadro 10
EFFECTO DEL MES DE SERVICIO SOBRE LA TASA DE FERTILIDAD EN VACAS F1 (Holstein × Cebú) EN EL TROPICO HUMEDO

Mes	Servicios Núm.	Gestantes Núm.	Fertilidad* %
1	55	32	58.18
2	54	33	61.11
3	59	43	72.88
4	61	24	39.34
5	59	36	61.02
6	50	32	64.00
7	53	35	66.04
8	57	33	57.89
9	56	26	46.43
10	64	38	59.38
11	65	32	49.23
12	71	43	60.56
Total	704	407	58.00

* Hubo efecto significativo ($P < 0.05$).

dualmente. En contraste, Basurto³ informó que las vacas a partir del segundo parto mejoran sus parámetros reproductivos, ya que hubo una disminución en el intervalo parto-concepción de 220 días en vacas primíparas a 140 días en las de quinto parto. Este comportamiento puede ser un reflejo de la adaptación gradual de las vacas a las prácticas de alimentación y ordeño. También, Galina y Arthur⁸ sostienen que la eficiencia reproductiva se incrementa desde 69% a los 2.5 años hasta 82% a los 7 años de edad. Es probable, que el estrés al que se ven sometidas las vacas primíparas, por el cambio de manejo y las demandas metabólicas en la primera lactación, expliquen la baja fertilidad obtenida en el presente estudio.

No hubo efecto estadísticamente significativo ($P > 0.05$) del tiempo entre la detección del estro y la IA sobre el porcentaje de fertilidad (Cuadro 3). Badinga *et al.*² y Stevenson *et al.*³⁵ tampoco encontraron efecto significativo sobre la tasa de concepción a diferentes intervalos entre detección del estro e inseminación; sin embargo, el menor porcentaje obtenido al inseminar por la tarde las vacas detectadas en estro por la mañana del mismo día, sugiere que la inseminación pudiera llevarse a cabo tardiamente, ya que se desconoce la hora real en que iniciaron el estro durante la noche anterior.

Por el contrario, Rodríguez y Rodríguez²⁹ encontraron mejores resultados (65.7%) en los servicios aplicados 12 horas después de detectado el estro, pero no encontraron diferencias entre los grupos inseminados a 0 y 24 horas. También, Fenton y Martínez⁶ al estudiar el efecto de dos zonas climáticas distintas, encontraron que la inseminación a las 12 horas fue mejor (85.1%) que la de 0 horas (58.2%)

después de la detección del estro. También, García *et al.*⁹ encontraron efecto del tiempo de detección del estro sobre la tasa de concepción en razas Cebú y sus cruizas en clima tropical. Hunter^{14,16} sostiene que el envejecimiento de los gametos, en función del tiempo de inseminación, tiene una gran influencia sobre la tasa de no-retorno al estro. Sería probable que el envejecimiento de espermatozoides y pérdida de la capacidad fecundante hubiera ocurrido en la vacas inseminadas a un tiempo corto entre la detección del estro y la inseminación.

Por otro lado, Saner y Kneubuhler,³² encontraron que el mayor número de inseminaciones (17.7%) se realizaron en lunes y el menor en domingo (6.9%), la tasa de no-retorno fue 63.73% en viernes y 64.46% en lunes. Este aspecto no pudo ser evaluado en el presente estudio; sin embargo, sugiere que los días de trabajo y descanso pueden interferir con la detección correcta del estro y la aplicación oportuna de la IA. Aunado a ello, el porcentaje de estros detectado por la mañana (76.8%) indica mayor actividad de estro durante la noche, en consecuencia podría ser mayor el intervalo entre inicio del estro y la IA; o bien, tiempo insuficiente para la capacitación espermática en relación con el tiempo de ovulación^{14,16}

El número de servicio no tuvo un efecto significativo sobre la tasa de fertilidad ($P > 0.05$) aun cuando al segundo servicio se obtuvo 65.5% y en el quinto 50%. Senger *et al.*³⁴ encontraron que el porcentaje de concepción tendió a disminuir conforme aumentó el número de servicio; sin embargo, tampoco encontraron diferencia significativa. Resultados similares han sido informados por otros autores.^{7,12} Fonseca *et al.*,⁷ al trabajar con vacas Holstein y Jersey, encontraron incremento en el porcentaje de concepción para las primeras conforme aumentó el número de servicio y por el contrario una disminución en las Jersey. También, Zarco³⁹ encontró que el porcentaje de concepción disminuyó al aumentar el número de servicios. Probablemente la exposición repetida utilizando una misma raza en la IA, ocasione una respuesta inmune local en el aparato genital y eso explique la menor fertilidad al aumentar el número de servicio.

Cuando el semen se depositó después del tercer anillo del cérvix la fertilidad fue mayor (59.5%) en comparación a cuando se aplicó al pasar el primer anillo (25%), siendo altamente significativas las diferencias ($P < 0.01$). Estos resultados son similares a los obtenidos por Senger *et al.*,³⁴ quienes obtuvieron 44% de fertilidad al depositar el semen en el cuerpo del útero y 64.6% cuando depositaron el semen en el cuerno del útero. Sulo y Trajani³⁷ encontraron 95.2% de fertilidad cuando se depositó el semen en el sitio cérvico-uterino, introducción del catéter de 8 a 10 cm en el cérvix, en comparación a cuando fue depositado próximo al cérvix, *in utero* o dentro del cuerno uterino (68%, 80.8% y 82.6%, respectivamente).

Asimismo, Macpherson¹⁹ en un estudio similar obtuvo mayor fertilidad al depositar el semen en el cuerpo del útero (73%) en comparación al depositado en el cérvix (63%). Por su parte Zavos *et al.*,⁴⁰ al depositar el semen en

el cuerpo del útero obtuvieron 35.8% de fertilidad y cuando se depositó 5 cm dentro del cuerno ipsilateral a la ovulación la fertilidad fue de 57.1%. También Gwazdauskas *et al.*,¹² trabajando con vacas y novillas Holstein, encontraron un efecto significativo del sitio de depósito del semen sobre la fertilidad obteniendo valores de concepción de 52%, 35% y 10% en útero, cérvix y vagina, respectivamente. Resultados similares fueron notificados por Pournaid *et al.*²⁷ para la inseminación vaginal y cervical, con tasas de fertilidad de 18.2 y 46.4%, respectivamente. Por el contrario, McKenna *et al.*²⁰ no encontraron diferencias en la tasa de no-retorno al estro entre la inseminación a 5.1 cm de profundidad del catéter en el cuerno uterino (70.8%) o en el cuerpo del útero (69.5%). Las diferencias encontradas tanto en el presente estudio como en los citados, pudieran estribar en la habilidad de los inseminadores para introducir el catéter hasta partes profundas del aparato genital, ya que pudieran resultar en irritación del endometrio.^{15,36}

En el presente estudio no se encontró efecto significativo ($P > 0.05$) del estado del útero al momento de la inseminación sobre el porcentaje de fertilidad; sin embargo, en los servicios aplicados en útero turgente la fertilidad fue de 59% y en los casos en los que no se registró el estado del útero la fertilidad fue de 48%. El hecho de no incluir en el registro el estado del útero, pudo obedecer a dos causas: que el técnico no fue capaz de detectar los cambios internos del estro; o bien, que en realidad el útero no presentó cambios a la inspección. En ambos casos existe la posibilidad de que la IA se realizara en vacas que realmente no estuvieran en estro y eso explique la menor fertilidad.³⁸

Se encontró un efecto significativo de las características del moco cérvico-vaginal al momento de la inseminación sobre el porcentaje de fertilidad: cuando el moco fue claro se obtuvo una fertilidad del 59.8%, mientras que cuando éste fue turbio la fertilidad fue de 38.1%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Stevenson *et al.*³⁵ en vacas Holstein, pero también estos autores observaron mayor fertilidad cuando el moco estuvo presente al momento de la inseminación que cuando no lo hubo. Por su parte, Pournaid *et al.*²⁷ encontraron que solamente 44.6% de las vacas presentaron moco al tiempo de inseminación y que su presencia no estuvo relacionada con la tasa de preñez que fue del 45%. Las características fisicoquímicas del moco cérvico-vaginal cambian en relación con los eventos endocrinos durante el estro, y también, con el estado de salud genital; por lo tanto, puede ser importante para la fertilidad de la IA determinar su presencia, apariencia y viscosidad.

En las vacas cuyo aparato reproductor fue normal, se obtuvo una fertilidad del 58%, mientras que para las de aparato anormal fue de 50%; pero las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$). Cabe mencionar que la incidencia de anomalías del tracto reproductor fue baja, 3.41% del total de inseminaciones (Cuadro 8); la mayoría de las veces estuvieron circunscritas al cérvix (cérvix sinuoso, fibrosis, abscesos). En la literatura no se

encontraron trabajos similares; sin embargo, de acuerdo con Phatak y Whitmore,²⁶ la participación de los veterinarios en los programas de detección de calores e inseminación artificial pueden incrementar la eficiencia reproductiva del hato al resolver problemas reproductivos crónicos, lo que se traduce en un retorno al productor de 4 a 1 del capital invertido en servicios veterinarios.

No se encontró efecto significativo ($P > 0.05$) del toro utilizado sobre la fertilidad. De 17 toros utilizados, sólo 13 presentaron una fertilidad mayor al 50%. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rothschuh *et al.*,³¹ quienes no encontraron diferencias en el índice de concepción de 32 toros que fueron utilizados en 20 o más ocasiones, probablemente debido a que algunos toros se utilizaron para inseminar vaquillas de primer servicio, otros para vaquillas repetidoras y otros para todo tipo de animales. En el presente estudio los 17 toros fueron utilizados indistintamente en vacas y novillonas. De igual manera, Macpherson¹⁹ no encontró diferencia significativa en la fertilidad al utilizar nueve toros con un promedio de 51 primeras inseminaciones. Por el contrario, Gwazdauskas *et al.*¹² observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) al utilizar 40 toros con un promedio de 25 servicios cada uno, alcanzando porcentajes de concepción desde 14.3% hasta 80%. Segura-Correa *et al.*³³ encontraron mayor fertilidad con toros de razas *Bos taurus* (46.5%), que con *Bos indicus* (41.2%) al inseminar vacas Nelore, Indobrasil e híbridas.

El mes de aplicación del servicio tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la fertilidad. El mayor índice se obtuvo en marzo (72.88%) y el menor en abril (39.34%). Menéndez *et al.*,²² en un estudio similar, encontraron que la raza Holstein presentó mejor fertilidad en los meses de enero a marzo (50% a 52%). En ese mismo estudio, los diferentes cruzamientos entre razas Holstein, Mestizo y Cebú, se obtuvieron los mejores resultados entre junio y agosto (60% a 69%). Estos investigadores concluyeron que los animales cruzados superaron a los puros en 15% a 20%. En un estudio de Román *et al.*²⁹ con razas Holstein y Suizo-Pardo encontraron que el porcentaje de concepción fue significativamente mejor ($P < 0.05$) en la estación menos calurosa y seca de octubre a marzo, que en la cálida y húmeda de abril a septiembre. Segura-Correa *et al.*,³³ en Tizimín, Yucatán, encontraron en vacas Cebú y sus cruza con Europeo mayor tasa de concepción en las inseminadas de febrero a mayo (46.8%) que de octubre a enero (34.5%).

Por su parte, Hernández *et al.*¹⁵ encontraron mejores resultados en los meses de febrero, marzo y abril (menos cálidos), que en los meses de agosto, septiembre y octubre (cálidos), siendo mayor el porcentaje de concepción en las vacas Suizo-Pardo que en las Holstein. A su vez, Badinga *et al.*,² en un estudio semejante, encontraron que vacas Suizo-Pardo y Holstein tuvieron menor fertilidad en julio (29%) y septiembre (22%); por el contrario, las vacas Jersey tuvieron mejor resultado en marzo (53%). En contraste, Rothschuh *et al.*³¹ no observaron diferencias en fertilidad en los distintos meses a través del año.

Los resultados indican la necesidad de una adecuada capacitación y reentrenamiento periódico de los técnicos inseminadores; ya que al menos tres de los principales factores que tuvieron efecto sobre la fertilidad del servicio de inseminación, están bajo su control. También, sugieren la necesidad de una revisión de las prácticas de inseminación artificial en el campo cuando se quiere incrementar la fertilidad del hato.

Literatura citada

1. Anta, J.E., Porras, A.A., Zarco, Q.L. y Galina, H.C.: Análisis de la información publicada sobre la eficiencia reproductiva de los bovinos. II. Parámetros reproductivos. *Vet. Méx.*, 20:11-18 (1989).
2. Badinga, L., Collier, R.J., Thatcher, W.W. and Wilcox, C.J.: Effects of climatic and management factors on conception rate of dairy cattle in subtropical environment. *J. Dairy Sci.*, 68:78-85 (1985).
3. Basurto, C.H.: Relación entre algunas variables ambientales con la producción de leche y la eficiencia reproductiva en vacas F1 (Holstein 5 Indobrasil) en el trópico húmedo de México. Tesis de maestría. *Fac. de Med. Vet. y Zoot.* Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1993.
4. Bohn, D., Preisinger, R., Kalm, E. and Averdunk, G.: Population analysis for male and female fertility traits. I. Systematic effects. *Anim. Breed. Abstr.*, 59:319 (1991).
5. Eldon, J. and Olafsson, T.: Assessment of the post partum reproductive performance of the Icelandic dairy cow during a 3 year period. *Acta vet. scand.*, 29:385-392 (1988).
6. Fenton, F.R. y Martínez, N.D.: Momento óptimo para la inseminación artificial en dos zonas climáticas de Venezuela. *Prod. Anim. Trop.*, 5:281-284 (1980).
7. Fonseca, F.A., Britt, J.H., McDaniel, B.T., Wilk, J.C. and Rakes, A.H.: 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. *J. Dairy Sci.*, 66:1128-1147 (1983).
8. Galina, C.S. and Arthur, G.H.: Review of cattle reproduction in the tropics. Part 2. Parturition and calving intervals. *Anim. Breed. Abstr.*, 57:679-685 (1989).
9. Garcia, M., Huanca, W. and Echeverría, L.: Reproductive performance of purebred and crossbred Zebu cattle under artificial insemination in the Amazon tropics. *Anim. Prod.*, 50:41-49 (1990).
10. Glauber, C.E.: Efecto del masaje de clítoris después de la inseminación artificial sobre la tasa de concepción en vacas de carne. *Vet. Arg.*, 6:438-439 (1989).
11. González-Stagnaro, C.: Factores que afectan la fertilidad al primer servicio en vacas mestizas. Memorias de la VIII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santo Domingo, República Dominicana. 1981. 123. *Asoc. Latinoam. Prod. Anim.* Santo Domingo, República Dominicana (1981).
12. Gwazdauskas, F.C., Lineweaver, J.A. and Vinson, W.E.: Rates of conception by artificial insemination of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 64:358-362 (1981).
13. Hernández, L.J.J., Román, P.H. y González, P.E.: Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. 3. Efecto de la temperatura y humedad relativa sobre el porcentaje de concepción en vacas Holstein y Suizo Pardo. *Téc. Pecu. Méx.* 46:9-18 (1984).
14. Hunter, R.H.F.: Fertilidad en el ganado: Razones básicas por qué se debe de evitar la inseminación tardía. Memorias del XI Congreso Nacional de Buiatría. Guadalajara, Jal., México. 1985. 1-9. *Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos y Pequeños Rumiantes*, A. C. México, D.F. (1985).

15. Hunter, R.H.F.: Hacia el 100% de la fertilidad en vacas inseminadas, con particular referencia al lugar de depósito del semen. Memorias del XI Congreso Nacional de Buiatría. Guadalajara, Jal., México. 1985. 10-17. *Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos y Pequeños Ruminantes*, A. C., México, D.F. (1985).
16. Hunter, R.H.F.: Ageing of the unfertilised cow egg in vivo: How soon is fertility compromised? *Vet. Rec.*, 124: 489-490 (1989).
17. Linares, T., Plasse, D., Burguera, M., Ordóñez, J., Ríos, J., Verde, O. y González, M.: Comportamiento productivo de *Bos taurus* y *Bos indicus* y sus cruces en el llano venezolano. 1. Eficiencia reproductiva. Memorias de la IV Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Guadalajara, Jal., México. 1973. 289-301. *Asoc. Latinoam. Prod. Anim.* Guadalajara, Jalisco, México (1974).
18. Lunstra, D.D., Hays, W.G., Bellows, R.A. and Laster, D.B.: Clitoral stimulation and the effect of age, breed, technician and postpartum interval on pregnancy rate to artificial insemination in beef cattle. *Theriogenology*, 19: 555-563 (1983).
19. Macpherson, J.W.: Semen placement effects on fertility in bovines. *J. Dairy Sci.*, 51: 807-808 (1968).
20. McKenna, T., Lenz, R.W., Fenton, S.E. and Ax, R.L.: Non-return rates of dairy cattle following uterine body or cornual insemination. *J. Dairy Sci.*, 73: 1779-1783 (1990).
21. Martínez, A.A., Galina, C.S., Basurto, C.H., Lamothe, C. y Aluja, S.A.: Evaluación de la actividad reproductiva en diferentes sistemas de producción lechera en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, México. *Vet. Méx.*, 19: 295-299 (1988).
22. Menéndez, A., Morales, J., Dora, J., Iglesias, C. y Chávez, H.: Resultados de los servicios de inseminación artificial en ganado vacuno de diferentes razas en las condiciones de Cuba. Memorias de la V Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Maracay, Venezuela. 1975. *Asoc. Latinoam. Prod. Anim.* Maracay, Venezuela (1976).
23. Navarro-Fierro, R.: Introducción a la Bioestadística: Análisis de Variables Binarias. *McGraw-Hill*, México, D.F., 1987.
24. Pallares, A., Zavos, P.M. and Hemken, R.W.: Fertilization rates and embryonic development in superovulated cattle in different sites within the reproductive tract. *Theriogenology*, 26: 709-719 (1986).
25. Pérez, P.F. y Pérez, G.J.F.: Reproducción Animal: Inseminación Artificial y Transplante de Embriones. *Científico-Médica*, Barcelona, España, 1985.
26. Phatak, A.P. and Whitmore, H.L.: Greater participation by veterinarians in the reproductive management of dairy cattle. *J. Am. vet. med. Ass.*, 199: 74-76 (1991).
27. Pournaid, G.E., Verde, O.G., Piuzzi, L.I. y Pino, J.F.: Algunos aspectos reproductivos en un circuito de inseminación artificial en el trópico. Universidad Central de Venezuela. *Rev. Fac. de Cienc. Vet.* 33: 119-129 (1986).
28. Randel, R.D., Short, R.E., Christensen, D.S. and Bellows, R.A.: Effect of clitoral massage after artificial insemination on conception in the bovine. *J. Anim. Sci.*, 40: 1119-1123 (1975).
29. Rodríguez, R.A. y Rodríguez, R.D.L.: Efecto de diferentes intervalos entre el estro y la inseminación y diversos estímulos genitales sobre la eficiencia reproductiva. *Téc. Pecu. Méx.*, 33: 20-23 (1977).
30. Román, P.H., Hernández, L.J.J. y Castillo, R.H.: Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. 1. Características reproductivas de vacas Holstein y Suizo Pardo. *Téc. Pecu. Méx.*, 45: 21-30 (1983).
31. Rothsuh, V.J., Zarco, Q.L. y Sagardia, R.J.: Estudio sobre los factores que afectan los resultados de la inseminación en vaquillas Holstein. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México, México, D.F., 1987. 357-358. *Universidad Nacional Autónoma de México-Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos*. México, D.F. (1987).
32. Saner, R. and Kneubuhler, J.: Recording times, weekdays and fertility. *Anim. Breed Abstr.*, 59: 636 (1991).
33. Segura-Correa, V.M., Rodríguez-Rivera, O.L. y Segura-Correa, J.C.: Factores que modifican la fertilidad en hembras Cebú y encastadas con Europeo, bajo un programa de inseminación en el trópico. *Téc. Pecu. Méx.*, 27: 129-136 (1989).
34. Senger, P.L., Becker, W.C., Davidge, S.T., Hillers, J.K. and Reeves, J.J.: Influence of cornual insemination on conception in dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 66: 3010-3016 (1988).
35. Stevenson, J.S., Schmidt, M.K. and Call, E.P.: Estrous intensity and conception rates in Holsteins. *J. Dairy Sci.*, 66: 275-280 (1983).
36. Subramaniam, A., Devarajan, K.P. and Chinnasamy, P.: Effect of cervical, uterine and cornual insemination on fertility in cross-bred cows under field conditions. *Ind. J. Anim. Sci.*, 61: 295-296 (1991).
37. Sullo, X. and Trajani, A.: Preliminary studies on the effect of site of deposition in the female genitalia on fertility in cows. *Anim. Breed. Abstr.*, 59: 128 (1991).
38. Weaver, L.D., Daley, C.A. and Borelli, C.L.: Effect on pregnancy rate of non-estrus insemination in previously inseminated dairy cows. *Theriogenology*, 32: 603-606 (1989).
39. Zarco-Quintero, L.A.: Factores que afectan los resultados de la inseminación artificial en el bovino lechero. *Vet. Méx.*, 21: 235-240 (1990).
40. Zavos, P.M., Johns, J.T., Heersche Jr., G. and Miksch, D.E.: Site of semen deposition and subsequent conception in synchronized and artificially inseminated (AI) beef heifers. *J. Anim. Sci.*, 66 (Suppl.): 37 (1985).