

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE GANADO BOVINO LECHERO EN CLIMA TROPICAL. 3. EFECTO DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA SOBRE EL PORCENTAJE DE CONCEPCION EN VACAS HOLSTEIN Y SUIZO PARDO *

JOSÉ JUAN HERNÁNDEZ LEDEZMA ¹

HERIBERTO ROMÁN PONCE ²

EVERARDO GONZÁLEZ PADILLA ³

Resumen

Con el objeto de conocer los efectos de la temperatura y humedad relativa mensual y de dos días $D - 2$, $D - 1$) antes hasta el día octavo ($D + 1 \dots D + 8$) después del servicio (Día 0) sobre el porcentaje de concepción (PC), se analizaron los registros reproductivos de 10 años consecutivos de vacas Holstein ($n = 594$ servicios) y Suizo Pardo ($n = 540$ servicios) mantenidas en clima tropical. Todas las vacas fueron inseminadas artificialmente (IA). Con base en la temperatura media al año se dividió en época cálida (EC; abril-septiembre) y fría (EF; octubre-marzo). La EC tuvo una temperatura media de $27.2 \pm 0.8C$ y humedad relativa de $81.2 \pm 1.0\%$; en la EF fue de $23.0 \pm 0.9C$ y $79.0 \pm 1.0\%$, respectivamente. Considerando el número total de IA y concepciones durante el año hubo una frecuencia mensual mayor ($P < .01$) de ellos en EF que en EC. El PC mensual (Vacas gestantes en el mes/vacas servidas en el mes) fue mayor en los meses de febrero, marzo y abril (menos cálidos) que en los meses de agosto, septiembre, octubre (más cálidos)

mostrando una relación inversa con temperatura e ITH. De manera consistente el PC fue mayor en las vacas Suizo Pardo (SP) que en las Holstein (H). Al aumentar TMAX el PC disminuyó de manera cuadrática en las vacas SP ($R^2 = 0.84$) y en las H ($R^2 = 0.94$). A partir de los 24.5C por cada grado de incremento en la temperatura el PC disminuyó 2.7C en SP y 4.1C en H. El ITH afectó de manera negativa y linealmente el PC en ambas razas. Por cada unidad que el ITH aumentó a partir de 76 unidades, el PC disminuyó 2.7 en H y 2.0 en SP. Cuando TMAX llegó a 33C y el ITH pasó de 90 el PC fue 0% en ambas razas. Considerando los días cercanos al servicio el PC fue mejor ($P < .01$) cuando TMAX fue $< 27C$ en los días $D - 2$ al $D + 2$ y $D + 3$ al $D + 8$ que cuando TMAX fue $> 27C$ en esos mismos períodos. En ambos períodos y con TMAX $> 27C$ las vacas SP mostraron un mejor ($P < .05$) PC que las H (17.2 - 19.2% vs. 30.9 - 31.7%). Con unidades ITH < 81 el PC fue mejor ($P < .05$) que cuando el ITH estuvo por arriba de 81. El PC en las vacas SP fue más elevado ($P < .05$) que en las H cuando el ITH fue > 81 . Se encontraron efectos estacionales sobre los parámetros reproductivos evaluados, las vacas SP mostraron una mayor tolerancia al calor que las H.

Recibido para su publicación el 20 de octubre de 1983.

¹ Depto. de Reproducción Animal. INIP. SARH. Apdo. Postal N° 41-652. México, D.F., C.P. 05110. México.

² Coordinación Regional del Golfo: INIP. SARH. Apdo. Postal Núm. 1224. Veracruz, Ver. C.P. 91000. México.

³ Dirección General de Alimentación Animal. SARH. Insurgentes Sur N° 670. México, D.F.

* Este trabajo fue financiado parcialmente por CONACYT (Proyecto PCAFBNA-001407).

Introducción

Las temperaturas elevadas se han asociado con un descenso de la eficiencia reproductiva en las especies domésticas que el

hombre utiliza para su alimentación. La mayoría de los estudios de los efectos climáticos sobre la concepción en bovinos productores de leche se han hecho en lugares donde hay veranos muy calurosos pero el resto del año ofrece temperaturas confortables para el animal (Monty y Wolf, 1974; Stott y Williams, 1962; Gwazdauskas, Thatcher y Wilcox, 1973; Thatcher, 1974; Tucker, 1982; Román-Ponce *et al.*, 1977).

El ganado lechero cuando habita en regiones tropicales está sujeto a tensión térmica en forma crónica durante todo el año. Si hubiere grandes variaciones de temperatura entre el día y la noche esto permitiría a las vacas liberarse por la noche del calor que no se ha disipado durante el día.

Los componentes climáticos que más afectan el comportamiento productivo de los animales son temperatura, humedad relativa, radiación solar, movimiento del aire y precipitación pluvial (McDowell, 1972). Se ha analizado por separado el efecto de estos componentes climáticos sobre la reproducción en los bovinos (Fuquay, 1981). Sin embargo bajo condiciones reales de campo dichos componentes climáticos interactúan, lo que resulta en períodos de mayor tensión que cuando se aísla un solo factor en cámaras climáticas. Un intento de resolver este problema en forma parcial es el índice de temperatura y humedad (ITH) que combina en un solo valor la temperatura y la humedad (Kelly y Bond, 1971). Se ha demostrado que el ITH está relacionado negativamente con el porcentaje de concepción y la producción láctea (Johnson, 1965; Ingram, 1973a).

El embrión en los bovinos es más susceptible a ser afectado negativamente por la tensión térmica durante los primeros diez días después de la concepción (Wiersma y Stott, 1969). Ingram (1973a) encontró que el valor del ITH dos días antes del servicio fue el que más estuvo correlacionado negativamente con la fertilidad. Por su parte Gwazdauskas *et al.*, (1973) y Thatcher (1974) informaron que la temperatura máxima (TMAX) durante las primeras 48 horas después de la inseminación es el elemento climático asociado más

de cerca con la disminución del porcentaje de concepción.

Se ha observado que las vacas lactantes son más sensitivas reproductivamente hablando a la tensión térmica que aquellas no lactantes (Wolff y Monty 1974). Asimismo el comportamiento reproductivo en general de las vacas suizo pardo es mejor que el de las vacas Holstein en clima tropical (Román, Hernández y Castillo, 1983; Castillo, 1972).

El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de la TMAX y del ITH de los días cercanos a la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción (PC) y determinar la variación del PC a través del año en vacas Holstein (H) y Suizo Pardo (SP) en condiciones de clima tropical.

Material y métodos

El presente estudio se realizó en el Centro Experimental Pecuario "La Posta", de Paso del Toro, Ver. El clima de la región es caliente subhúmedo Aw con lluvias en verano (García, 1964). La temperatura (C), humedad relativa (HR; %) y la precipitación (mm) promedio anual es: 25, 78 y 1,208, respectivamente.

Se utilizó información contenida en registros reproductivos de vacas H (n = 594) y SP (n = 540) de diez años consecutivos. Durante ese período se utilizaron 65 toros diferentes para IA y distintos técnicos inseminadores en los años de estudio por lo que no se consideró el efecto del año sobre el porcentaje de concepción al haber efectos confundidos entre sí. La información que se analizó fue: raza de la vaca, mes de servicio, resultado de servicio, TMAX y HR de dos días antes del servicio (D - 2 y D - 1), día del servicio (D - 0) y de los días 1 (D + 1), 2 (D + 2) etc., hasta el día 8 (D + 8) después del servicio. El ITH fue calculado de la TMAX de bulbo seco (transformada a la escala F) y de la HR (%/100) con la fórmula siguiente (Kelly y Bond, 1971):
$$ITH = TMAX - (0.55 - 0.55 HR) (TMAX - 58).$$

Las condiciones de manejo y alimentación del ganado en estudio fueron ampliamente descritas por Ornelas y Román (1982). Las vacas fueron inseminadas artificialmente (IA) de manera convencional. La detección de calores se hizo por la mañana y por la tarde durante una hora cada vez. El diagnóstico de gestación se practicó por vía rectal entre los 40 y los 45 días posteriores a la IA.

Utilizando 27C de TMAX como punto crítico donde empieza a declinar el PC (Gráfica 2) se formaron 4 categorías para analizar su efecto sobre el mencionado PC. La categoría 1 (C - 1) cuando TMAX fue < 27C en los días D - 2 al D + 2 (día de servicio es igual a cero); cuando TMAX fue > 27C en los días D - 2 al D + 2 se denominó categoría 2 (C - 2); las categorías 3 (C - 3) y 4 (C - 4) fueron cuando TMAX en los días D + 3 al D + 8 fue menor (C - 3) o mayor (C - 4) de 27C. Con el ITH se hizo una división semejante a la anterior. Donde el ITH crítico máximo fue de 81 unidades; las categorías 1 (C - 1) y 2 (C - 2) fueron cuando ITH en los días D - 2 al D + 2 fue menor (C - 1) o mayor C - 2 de 81 unidades; las categorías 3 (C - 3) y 4 (C - 4) fueron cuando ITH en los días D + 3 al D + 8 fue menor (C - 3) o mayor (C - 4) de 81 unidades. Considerando el número total de IA (DIA) y concepciones (DC) se calculó su distribución durante el año en forma de porcentaje mensual o por estaciones. El efecto de TMAX e ITH de cada uno de los días cercanos al servicio sobre el porcentaje de concepción (PC) fue evaluado por medio de análisis de regresión por etapas. Se consideró a la TMAX y al ITH como variables continuas independientes para estimar su efecto sobre el PC. Con la información obtenida de los análisis anteriores se estimó la TMAX que las vacas H y SP soportaron sin detrimento del PC para calcular mediante el análisis de varianza los resultados por abajo y arriba del mencionado límite. Se utilizó el mismo análisis anterior para comparar el PC (vacas gestantes en el mes/vacas inseminadas en el mes), así

como la DIA y DC mensual y estacional. Tomando como base la temperatura media mensual de 24C, el año fue dividido en estación fría (EF; octubre a marzo) y estación cálida (EC; abril a septiembre).

Resultados y discusión

La temperatura y humedad relativa promedio en la EF fue $23.2 \pm 0.8C$ y $79.2 \pm 0.7\%$, en la EC fue 27.2 ± 0.8 y $81.0 \pm 0.8\%$ con diferencias significativas ($P < .01$ entre épocas).

El aspecto fundamental para lograr una adecuada comercialización de la leche durante el año es mantener una producción estable de la misma. Lo anterior se logra básicamente teniendo una distribución de partos homogénea durante el año, la meta es mantener un 8% de vacas del total del hato pariendo mensualmente. Del total de observaciones en este estudio se encontró que hay una distribución estacional de la DIA y DC (Cuadro 1) siendo mayor ($P < .01$) en la EF que en la EC. Dentro de la EF el porcentaje mayor de DIA (14.2) y DC (14.0) se obtuvo en los meses de febrero y marzo. Por otro lado, al analizar el PC (Gráfica 1), también se observa una distribución estacional y asociada negativamente con la temperatura mensual ($r = -0.79$) y con el ITH mensual ($r = -0.88$). El PC más elevado se obtuvo en los meses de febrero, marzo y abril para descender paulatinamente a los valores más bajos en septiembre y octubre. A partir del mes de noviembre empezó a ascender nuevamente, lo cual coincide con el inicio de vientos periódicos que hacen descender la temperatura 4 - 5C y se incrementa la disipación de calor de las vacas por convección al aumentar la velocidad del aire (Wiersma y Stott, 1969). En la Gráfica 1 se observa además que el PC en las vacas H se mantuvo consistentemente por debajo de las SP. Lo anterior confirma las observaciones de otros autores quienes encuentran que en los trópicos las vacas SP tienen un mejor comportamiento reproductivo que las H, considerando el número de días abiertos, servicios por concepción y fertilidad global

CUADRO 1

Distribución mensual del porcentaje de servicios y concepciones entre épocas

R a z a	Epoca ^c	Distribución mensual ^a *	
		Inseminaciones**	Concepciones**
HOLSTEIN	FRIA	11.4 ± 1.1 ^a	11.3 ± 0.9 ^a
SUIZO PARDO	FRIA	11.6 ± 0.5 ^a	10.0 ± 0.7 ^a
HOLSTEIN	CALIDA	5.6 ± 0.3 ^b	6.6 ± 0.8 ^b
SUIZO PARDO	CALIDA	5.0 ± 0.7 ^b	4.8 ± 1.1 ^b

* Los valores se dividieron entre el número de meses de cada época.

** Los valores se indican en promedio ± error estándar.

^{a, b} Distintas literales entre épocas indican diferencias (P < 0.1).

^c Época fría = octubre-marzo; época cálida = abril-septiembre.

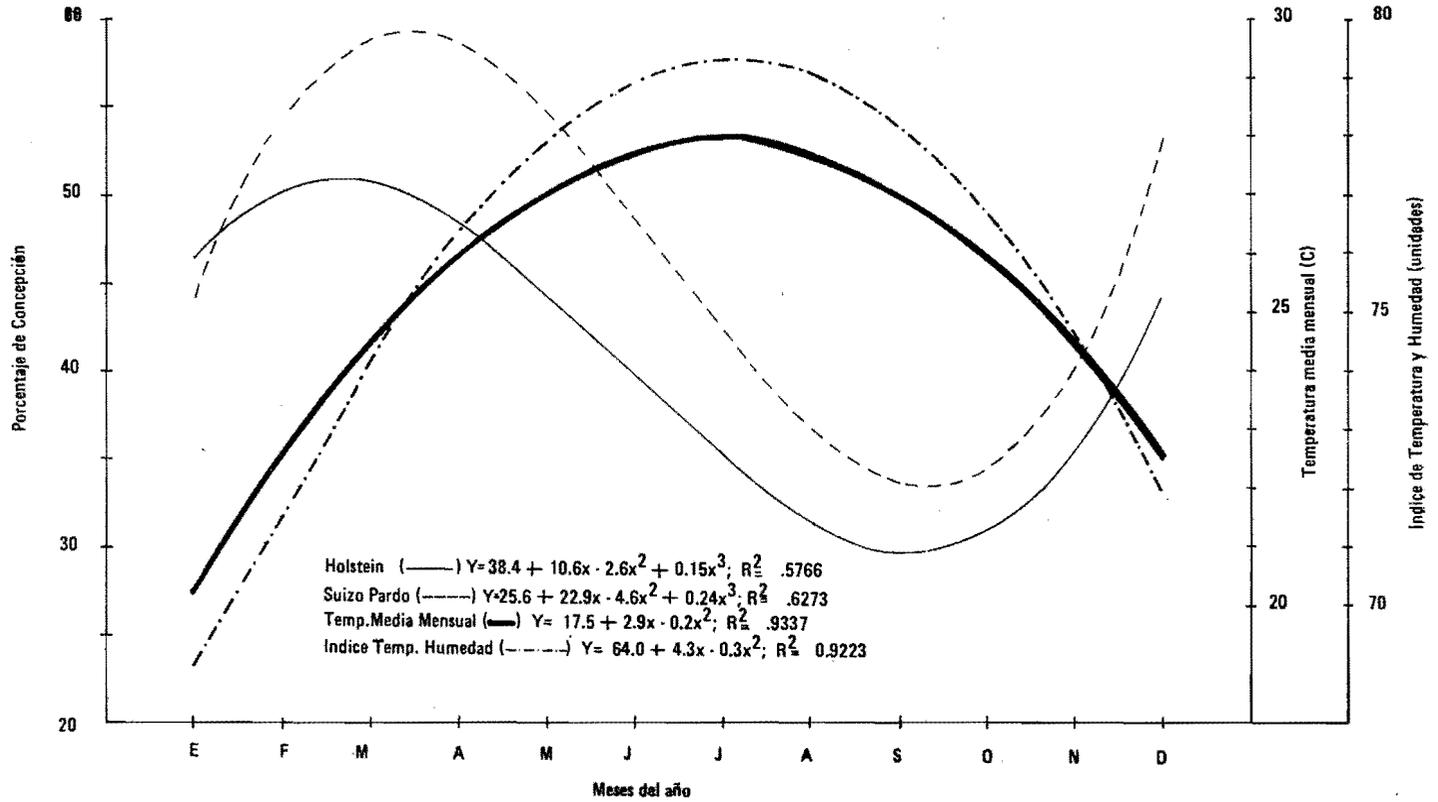
(Román, Hernández y Castillo, 1983; Bo-disco, Fuentemayor y Cevallos, 1969; Pearson, 1973; Velazco, 1971). El PC anual fue de 34.5% para la raza SP y 28.0% para la raza H. En general, se encontró que bajo estas condiciones el incremento gradual de la temperatura y del ITH (Gráfica 1) propició un descenso paulatino del PC en ambas razas en los meses más cálidos. En este sentido, no sólo es importante la duración de los animales bajo la tensión térmica máxima, sino es de interés qué tanto y por cuánto tiempo disminuye la temperatura y humedad por la noche (Monty y Wolff, 1974). Ya que si la temperatura permanece elevada y sin grandes variaciones que permitan al animal disipar el calor almacenado durante el día, la recuperación fisiológica de los agentes térmicos que causan tensión es más lenta (Johnson, 1980) y si a ello agregamos los efectos diarios acumulativos, lejos de mejorar la productividad del animal, empeora (Johnson *et al.*, 1962). Desde otro punto de vista, se han acumulado evidencias en años recientes de que existe cierta estacionalidad reproductiva desligada totalmente del factor nutricional en el ganado bovino (Crister *et al.*, 1983; Rhodes, Randel y Long, 1982). En la península de Yucatán y Centro del Estado de Veracruz se ha encontrado que el ganado bovino nativo presenta un patrón de comportamiento reproductivo similar al de la gráfica 1 (Ro-

mero *et al.*, 1983; Castillo *et al.*, 1983) encontrándose una asociación positiva entre porcentaje de concepción con horas-luz y precipitación (Romero *et al.*, 1983). En Cuba se observa que la distribución de partos en vacas Holstein y Holstein × Cebú es mayor en el tercero y cuarto trimestre del año, lo cual indica que la frecuencia de concepciones es mayor en los meses de febrero y abril (Iglesias *et al.*, 1975). De manera similar Peña y Plasse (1972) y Wilson (1946) indican que la mayoría de las concepciones ocurren en la época previa a la estación lluviosa, lo cual coincide con lo observado en este estudio, donde el mayor PC ocurrió en los meses de febrero a abril que anteceden a la estación de lluvias. Aunque el mayor número de concepciones e inseminaciones mensuales y porcentajes de concepción (Gráfica 1) en los meses de febrero, marzo y abril coincidió en parte con las temperaturas más bajas, sin embargo se esperaba una mejoría de estos parámetros desde el mes de noviembre cuando la temperatura ya era inferior a los 22°C. Posiblemente haya otros factores (horas-luz) involucrados en este fenómeno (Crister *et al.*, 1983; Romero *et al.*, 1983), que favorecen a una mayor actividad sexual en los meses de febrero a abril.

Al considerar TMAX como una variable continua (Gráfica 2) se observó que en ambas razas tuvo un efecto cuadrático ne-

GRAFICA 1

PORCENTAJE MENSUAL DE CONCEPCION EN VACAS HOLSTEIN Y SUIZO PARDO Y PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA MEDIA Y DEL INDICE DE TEMPERATURA/HUMEDAD



gativo sobre el PC. Las vacas H lograron un 40% de concepciones a los 26C mientras que las SP lograron mantener un valor similar hasta los 28C aproximadamente. Los PC más elevados en H ocurrieron cuando la TMAX fluctuó entre los 24 y 25C mientras que en las vacas SP ocurrió entre los 26 y 27C. Cualquier inseminación con una TMAX mayor de 33C en H y 34C para SP resultó en un PC de cero. Se determinó que por cada grado que TMAX aumentó por encima de 25.4C el PC disminuyó 4.1% y 2.7%, en las vacas H y SP, respectivamente. Cuando se consideró el ITH como variable continua (Gráfica 3) el PC tendió a disminuir linealmente en ambas razas a medida que el ITH aumentaba ($P < .05$). Cuando el valor de ITH fue bajo, el PC para ambas razas fue semejante pero al aumentar ITH el PC declina más pronunciadamente en las vacas H que en las SP. Por cada unidad de incremento del ITH de 79 a 90 unidades el PC disminuyó 2.7 y 2.0% en las vacas H y SP.

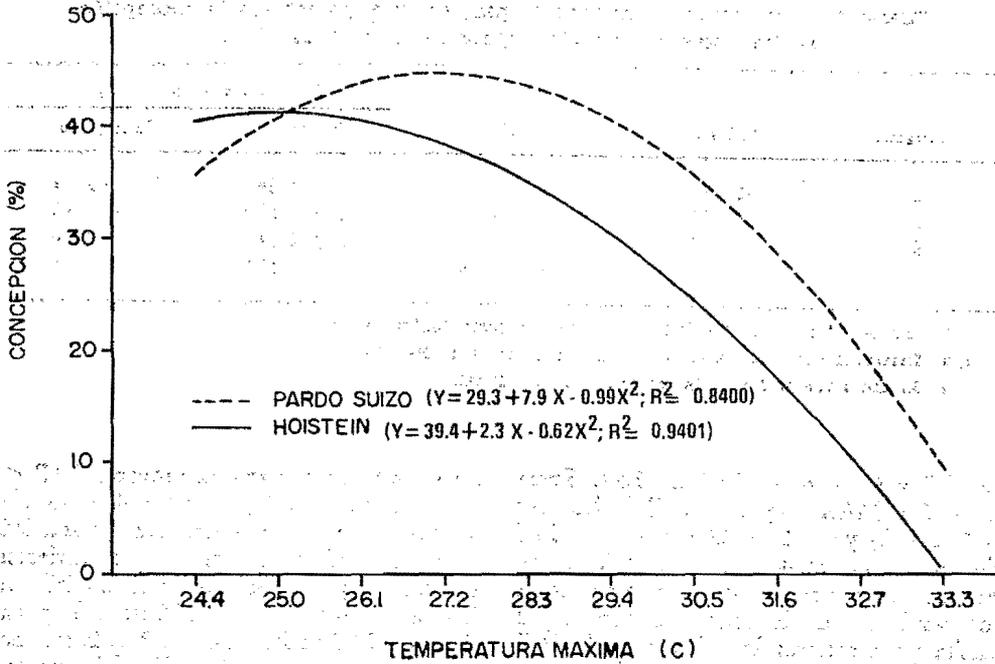
Se confirmó que al aumentar la temperatura máxima y el ITH, el PC disminuyó significativamente en ambas razas. En el caso de TMAX se observó un efecto cuadrático sobre PC (Gráfica 2), lo cual está de acuerdo con lo informado por otros autores (Gwazdauskas, Lineweaver y Vinson, 1981). Al analizar los efectos del ITH sobre PC, éste disminuyó de manera lineal (Gráfica 3). Ingram (1973b) trabajando con vacas Holstein en la costa oeste de México (Culiacán, Sin.) encontró que el PC respondió al ITH de manera negativa y linealmente. La diferente respuesta (PC) a los efectos de TM (cuadrática) y de ITH (lineal) se debe a que en esta última se agrupan los efectos de dos factores (temperatura y humedad) los cuales crean condiciones más desfavorables para el ganado lechero (Johnson, 1965). Bajo condiciones de cámaras climáticas donde se crean condiciones térmicas específicas y se aíslan algunos factores (radiaciones, velocidad del aire, etc...) se ha observado que la producción láctea y el consumo de alimento declinan linealmente a medida que se incrementa el ITH (Johnson et al., 1962). La temperatura máxima óptima para lo-

gar buenos porcentajes de concepción (Gráfica 2) es aquella no mayor de 26C para las vacas H y 28 para las SP. Estos valores límite son mayores a lo que otros investigadores publican (Gwazdauskas, Lineweaver y Vinson, 1981; Román-Ponce, 1981; Román-Ponce et al., 1977). La diferente susceptibilidad a la tensión térmica demostrada por las vacas H y SP en este estudio quizá sea debida a factores genéticos asociados con diferentes niveles de producción láctea. Las vacas más altamente productoras de leche muestran mayor susceptibilidad a la tensión térmica (Johnson, 1980). Las vacas en lactación tienen temperaturas corporales significativamente mayores que aquellas no lactantes (Wolff y Monty, 1974) lo cual afecta negativamente el PC (Gwazdauskas, Thatcher y Wilcox, 1973; Ulberg 1958) mediante efectos directos sobre el espermatozoide, óvulo y el embrión (Ulberg y Burfenning, 1967) o indirectamente al tracto reproductor mediante cambios bioquímicos (Thorne et al., 1980) que probablemente fueron inducidos por desequilibrios hormonales (Thatcher, 1974).

La regresión por etapas realizada para evaluar los efectos de TMAX e ITH en los días cercanos ($D - 2$ al $D + 8$) a la IA sobre el PC indicaron que el efecto fue similar independientemente de que la tensión térmica se hubiese elevado en cualquiera de los días evaluados $D - 2 \dots D + 8$. Cuando se sacaron promedios (TMAX e ITH) de grupos de días antes, después o del día de servicio tampoco se detectaron diferencias en el PC entre razas ni entre grupos. Con base en los resultados anteriores, considerando 27C y 81 unidades como punto crítico de TMAX y de ITH, respectivamente, se establecieron 4 categorías de acuerdo a lo descrito en material y métodos. Cuando TMAX (Cuadro 2) fue menor a 27C el PC fue similar en las vacas H ($C - 1 = 41.6 \pm 4.3$; $C - 3 = 40.3 \pm 4.0$) y SP ($C - 1 = 42.3 \pm 2.1$; $C - 3 = 40.7 \pm 2.0$), sin embargo estos valores fueron superiores ($P < .05$) a aquellos encontrados cuando TMAX fue mayor a 27C ($H:C - 2 = 19.2 \pm 1.8$ y $C - 4 = 17.2 \pm 1.8$; $SP:C - 2 = 31.7$

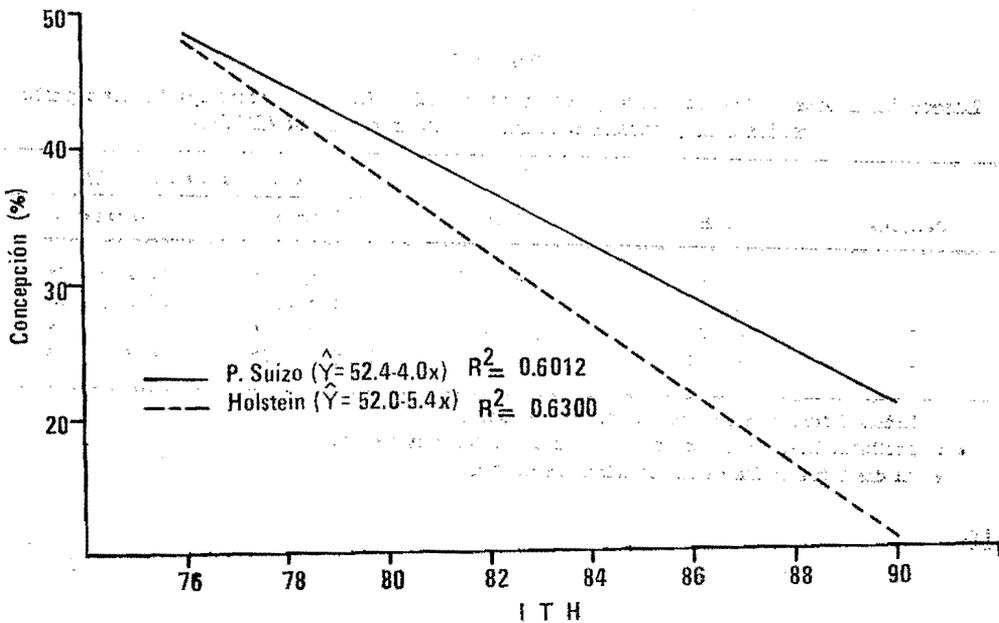
GRAFICA 2

EFFECTO DE LA TEMPERATURA MAXIMA SOBRE EL PORCENTAJE DE CONCEPCION



GRAFICA 3

EFFECTO DEL INDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD SOBRE EL PORCENTAJE DE CONCEPCION



CUADRO 2

Efecto de la temperatura máxima (Tmax) sobre el porcentaje de concepción en los días cercanos a la inseminación artificial (DCIA)

Categoría	TMax (C)	DCIA ^c	Concepción (%)	
			Holstein	Suizo pardo
1	< 27	-2 a + 2	41.6 ± 4.3 ^a	42.3 ± 2.1 ^a
2	> 27	-2 a + 2	19.2 ± 1.8 ^{b*}	31.7 ± 1.9 ^b
3	< 27	+3 a + 8	40.3 ± 4.0 ^a	40.7 ± 2.0 ^a
4	> 27	+3 a + 8	17.2 ± 1.8 ^{b*}	30.9 ± 1.9 ^b

- * Indica diferencias (P<.05) dentro de categoría (entre razas).
- a, b Distintas literales dentro de raza son diferentes (P<.05).
- c El día 0 fue el día de la inseminación artificial.

± 1.9 y C - 4 = 30.9 ± 1.9). Entre C - 2 (TMAX mayor de 27C de los días -2 al + 2) y C-4 (TMAX mayor de 27C de los días +3 al +8) no hubo diferencias estadísticas dentro de raza, lo que confirma los resultados de la regresión por etapas hecha para conocer los efectos de TMAX de los días -2 al +8 sobre el PC. Sin embargo dentro de C - 2 y C - 4 las vacas SP tuvieron mejores PC (P < .05) de las H (Cuadro 2). Con el ITH (Cuadro 3) se hizo una división por categorías semejante a la de TMAX donde el ITH crítico máximo fue de 81 unidades. En ambas razas en las categorías 1 y 3 con valores de ITH

menor a 81 se observó un mayor PC (P < .05) que en las categorías 2 y 4 en donde las condiciones de temperatura y humedad fueron más elevadas. Las vacas H tuvieron PC más bajos (P < .05) que las SP en C - 2 (17.4 ± 2.3 vs. 27.5 ± 1.6) y en C - 4 (21.0 ± 2.2 vs. 26.8 ± 2.2). Se observa en ambos cuadros (2 y 3) una interacción de categoría por raza, resultando en el PC más bajo la raza H que la SP en las categorías 2 y 4. La máxima susceptibilidad a la tensión térmica por parte del embrión en bovinos es durante los primeros diez días de vida (Wiersma y Stott, 1966); Wiersma y Stott, 1969). Se han presentado

CUADRO 3

Efecto del índice de temperatura y humedad (ITH) sobre el porcentaje de concepción en los días cercanos a la inseminación artificial (DCIA)

Categoría	ITH	DCIA ^c	Concepción (%)	
			Holstein	Suizo pardo
1	< 81	-2 a + 2	40.6 ± 3.3 ^a	41.2 ± 3.3 ^a
2	> 81	-2 a + 2	17.4 ± 2.3 ^{b*}	27.5 ± 1.6 ^b
3	< 81	+3 a + 8	41.6 ± 3.8 ^a	41.4 ± 3.0 ^a
4	> 81	+3 a + 8	21.0 ± 2.2 ^{b*}	26.8 ± 2.2 ^b

- * Indica diferencias (P<.05) dentro de categoría.
- a, b Distintas literales dentro de columna son diferentes (P<.05).
- c El día 0 fue el día de la inseminación artificial.

evidencias de que la tensión térmica de dos días antes del servicio o dentro de las primeras 48 horas después del servicio son factores asociados negativamente con el PC (Ingram, 1973; Gwazdauskas *et al.*, 1973; Thatcher, 1974; Gwazdauskas, Lineweaver y Vinson, 1981). En este estudio se detectó que no solamente la TMAX o el ITH de los días cercanos al servicio afectan de igual forma el PC sino que la tensión térmica hasta ocho días después del servicio aún tuvo una influencia negativa sobre PC. Lo anterior corrobora los resultados presentados por Wiersma y Stott (1966; 1969) pero no invalida lo expuesto por Ingram (1973); Gwazdauskas *et al.*, (1973) y Thatcher (1974). El hecho de no haber detectado algo similar a lo de estos últimos autores quizá se deba a las diferentes condiciones climáticas, genéticas, fisiológicas y de manejo en general donde se llevó a cabo el estudio.

Se confirmó la mayor tolerancia a la tensión térmica de las vacas SP sobre las H. La variación mensual del PC y porcentaje de vacas que se inseminaron o concibieron por mes mostraron la misma tendencia en ambas razas, ocurriendo los valores más bajos en la estación más cálida y húmeda del año. El hecho de que los valores más elevados de los parámetros mencionados se hayan obtenido en la segunda mitad de la EF y que coincide con otros estudios (Romero *et al.*, 1983; Castillo *et al.*, 1983) sugiere que existen otros factores que regulan tales eventos y no identificados aún, que requieren mayor investigación. La TMAX y el ITH de los días D - 2 al D + 8 afectaron de igual forma el PC. El PC en las vacas H y SP empezó a declinar cuando TMAX estuvo por encima de los 26C y 28C, respectivamente.

Literatura citada

- CASTILLO, R.H. F.J. PADILLA R., J.A. RIVERA M., J. FAJARDO G. y J.M. PÉREZ S., 1983. Ciclo anual de las fecundaciones en *Bos indicus* y *Bos taurus* x *Bos indicus* mantenido en clima tropical. *Reunión de Investigación Pec. Méx.* 1983. 86.
- CASTILLO, R.H., 1972, Observaciones sobre la efi-

Summary

Conception rates (CR) of Holstein (H; n = 594 AI breedings) and Brown Swiss (BS; n = 540 AI breedings) cows of a dairy herd belonging to "La Posta" Experimental Station in Paso del Toro, Veracruz were evaluated with respect to maximum temperature (MT) and temperature-humidity index (THI) 2 days prior to breeding, the day of breeding and 8 days after breeding. Months of the year were grouped in cold season (CS; october-march) and warm season (WS; april-september) and the frequency of monthly breeding (FB) and conceptions (FC) (considered as a % of the total) and CR was analyzed. Average temperature and relative humidity in WS were higher ($P < .01$) than in CS $27.2 \pm 0.8C$ vs. $23.0 \pm 0.8C$; $81.2 \pm 1.0\%$ vs. $79.0 \pm 1.0\%$). CR, FB and FC were higher ($P < .01$) in the CS than in WS. TMAX showed a negative quadratic effect over CR. When TMAX increased one degree starting from 24.5C, CR was depressed 2.7% in BS and 4.1% in H cows. When THI increased one unit starting from 76 units CR was depressed 2.0% in BS and 2.7% in H cows. THI showed a negative linear effect over CR. TMAX and THI of the days around breeding (2 days before breeding to 8 days after breeding) were equally related to CR. When TMAX and THI were below 27C and 81 units CR in both breeds was higher ($P < .05$) than CR with TMAX and THI above 27C and 81 units respectively. If TMAX and THI were above 27C and 81 units BS cows had higher ($P < .05$) CR than H cows. BS cows showed better reproductive performance than H cows. Both breeds showed seasonal reproductive patterns.

- ciencia reproductiva de ganado lechero de las razas Holstein Friesian y Suizo Pardo de Estados Unidos y Canadá al trópico mexicano, *Téc. Pec. Méx.*, 22:32.
- CRISTER, J.K., K.F. MILLER, F.C. GUNSETT, and O.J. GINTHER, 1983, Seasonal LH profile in ovariectomized cattle. *Therio.* 19:181.

- BRANTON, C. 1971. The effects of climatic factors on milk production in the tropical and subtropical areas of the world. *XIX Congreso Mundial de Medicina Veterinaria y Zootecnia*. México City.
- FUQUAY, J.W. 1981. Heat stress as it affects animal production, *J. Anim. Sci.*, 52:164.
- GARCÍA, E., 1964. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen, UNAM. México, D.F. p. 27.
- GWAZDAUSKAS, F.C., W.W. THATCHER and C.J. WILCOX, 1973. Physiological, environmental and hormonal factors at insemination which may affect conception. *J. Dairy Sci.* 56:873.
- GWAZDAUSKAS, F.C., J.A. LINEWEAVER, and W.E. YINSON, 1981. Rates of conception by artificial insemination of dairy cattle, *J. Dairy Sci.*, 64: 358.
- INGRAM, R.H., 1973a. Estimation of conception rate depression of Holstein cows due to adverse temperature and humidity in tropical and subtropical climates, *Int. J. Biometeor.*, 17:131.
- INGRAM, R.H., 1973b. Conception rate, milk production and endocrine responses of lactating Holstein cows to subtropical climates in Hawaii and Mexico, *Ph. D. Thesis, Iowa State Univ.* Ames., Iowa, U.S.A.
- IGLESIAS, C., C. GONZÁLEZ, O. TRINCHET y G. MARTÍNEZ, 1975. Estudio del ciclo reproductivo de las hembras Holstein y F1 (Holstein x Cebú) en el clima subtropical de Cuba, *Rev. Cubana Reprod. Anim.* 1:32.
- JOHNSON, H.D., A.C. RAGSDALE, I.L. BERRY, and M.D. SHANKLIN, 1962. Effects of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle, *Mo. Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 791.
- JOHNSON, H.D., 1965. Response of animals to heat, *Meteor. Monog.*, 6:109.
- JOHNSON, H.D., 1980. Environmental management of cattle to minimize the stress of climatic change, *Int. J. Biometeor.*, 24:65.
- KELLY, C.F., and T.E. BOND, 1971. Bioclimatic factors and their measurement. In: A guide to Environmental Research on Animals, *Nat. Acad. Sci.*, Washington, D.C. 77.
- MCDOWELL, R.E., 1972. Improvement of livestock production in warm climates, 1st Ed, *W.H. Freeman and Co.*, San Francisco, U.S.A. 27-29.
- MONTY, D.E. and L.K. WOLFF, 1974. Summer heat stress and reduced fertility in Holstein-Friesian cows in Arizona, *Am. J. Vet. Res.* 35(12):1495.
- ORNELAS, G.T. y H. ROMÁN P., 1982. Algunos aspectos ambientales sobre el peso al nacer de becerros Holstein y Suizo Pardo en clima tropical, *Téc. Pec. Méx.* Suppl. 8:16.
- PEÑA, N. y PLASSE D., 1972. Distribución de partos a través del año en ganado Brahman y su relación con la precipitación, *A.L.P.A. Mem.* 7:33.
- RHODES, R.C. III, R.D. RANDEL and C.R. LONG, 1982. Corpus luteum function in the bovine: *In vivo* and *In vitro* evidence for both seasonal and breed type effects, *J. Anim. Sci.* 55:159.
- ROMÁN-PONCE, H., W.W. THATCHER, D.E. BUFFINGTON, C.J. WILCOX and H.H. VAN HORN, 1977. Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment, *J. Dairy Sci.*, 60:424.
- ROMÁN, P.H., J.J. HERNÁNDEZ L. y H. CASTILLO ROJAS, 1983. Comportamiento reproductivo de ganado bovino lechero en clima tropical. 1. Características reproductivas en vacas Holstein y Suizo Pardo, *Téc. Pec. Méx.* 45:25.
- ROMERO, A.A., E. HERNÁNDEZ R., E. GONZÁLEZ P. y C. VÁZQUEZ P., 1983. Estacionalidad reproductiva de bovinos ubicados al Oriente de Yucatán en el trópico subhúmedo, *Reunión Invest. Pec.* 1983. 68.
- STOTT, G.H. and R.J. WILLIAMS, 1962. Causes of low breeding efficiency in dairy cattle associated with seasonal high temperatures, *J. Dairy Sci.*, 45:1369.
- THATCHER, W.W., 1974. Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation, *J. Dairy Sci.*, 57:360.
- THORNE, J.G., C.W. FOLEY, D.A. CLARK, D.P. HUTCHESON, and L.E. McDONALD, 1980. Physicochemical properties of oviductal fluid from rabbits exposed to heat stress, *Therio.* 13(2): 127.
- TUCKER, H.A., 1982. Seasonality in cattle, *Therio.* 17:53.
- ULBERG, L.C., 1958. The influence of high temperature on reproduction, *J. Heredity.* 49:62.
- ULBERG, L.C. and P.J. BURFENING, 1967. Embryo death resulting from adverse environment on spermatozoa or ova, *J. Anim. Sci.*, 26:571.
- WIERSMA, F., and G.H. STOTT, 1966. Microclimate modification for hot weather stress relief of dairy cattle, *Trans. of A.S.A.E.* 309.
- WIERSMA, F. and G.H. STOTT, 1969. New concepts in the physiology of heat stress in dairy cattle of interest to engineers, *Trans. of the A.S.A.E.* 130.
- WILSON, S.G., 1946. The seasonal incidence of calving and of sexual activity in Zebu cattle in Nyassaland, *J. Agr. Sci.* 36:246.
- WOLFF, L.K. and D.E. MONTY, 1974. Physiological response to intense summer heat and its effect on the estrus cycle of nonlactating and lactating Holstein Friesian cows in Arizona, *Am. J. Vet. Res.* 35:187.