

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



**“EFECTO DEL INDICE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH) SOBRE EL
RENDIMIENTO REPRODUCTIVO EN VACAS LECHERAS MANEJADAS EN
EL ORIENTE DE EL SALVADOR”**

POR:

CLAROS HERNÁNDEZ MARCO ISAI
MAJANO ROMERO DANIEL ALBERTO

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO

SAN MIGUEL, SEPTIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR: ING. M.Sc. RUFINO ANTONIO QUEZADA

SECRETARIA GENERAL: LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO: DRA. ANA JUDITH GUATEMALA DE CASTRO

SECRETARIO: ING. JORGE ALBERTO RUGAMAS RAMIREZ

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS

ING. AGR. M.Sc. ANA AURORA BENITEZ PARADA

DOCENTE DIRECTOR

ING. AGR. M.Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

**COORDINADOR DE LOS PROCESOS DE GRADUACION.
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

ING. AGR. M.Sc. JOSE ISMAEL GUEVARA ZELAYA

RESUMEN.

En El Salvador, la mayoría de las explotaciones lecheras presentan limitaciones para mejorar la reproducción, presentando bajos índices reproductivos, que ocasionan pérdidas económicas en los hatos ganaderos. Índices que son afectados por factores climáticos (temperatura ambiente, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento), nivel de tecnificación, económico, genético, entre otros. Conocer los factores que afectan los índices reproductivos es de mucha importancia ya que a si se pueden implementar técnicas de manejo y mejoramiento en los hatos que conlleven a mejorar la eficiencia reproductiva, productiva y por ende obtener mayores ingresos en el rubro de la ganadería.

La investigación se realizó en la hacienda lechera “Potrero Verde”, ubicada en el caserío El Cedral, Cantón Miraflores, Departamento de San Miguel, El Salvador. Durante un periodo comprendido del 25 de Enero al 07 de Junio de 2010.

Los objetivos del estudio fueron determinar los efectos del mes de servicio y los índices temperatura ambiente, humedad relativa, temperatura-humedad (ITH), radiación solar, velocidad del viento el día del servicio y sus interacciones con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de concepción en vacas lecheras. Los datos utilizados en el estudio fueron obtenidos de registros de reproducción y producción láctea que existen en la explotación, con apoyo de un sistema de cómputo (programa VAMPP). Se analizaron 307 registros reproductivos, dentro de los cuales se obtuvieron 3,606 inseminaciones artificiales de vacas lactantes de la raza Holstein con intervalo al servicio mayor a 35 días posparto. Además dentro de los registros reproductivos, solo 267 vacas contaron con información sobre producción láctea.

Una relación negativa fue observada entre la temperatura ambiente promedio del mes de servicio y la tasa de concepción ($p < 0.01$), donde por cada unidad de incremento de la temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) se redujo la tasa de concepción en 2.58% ($P < 0.01$), la tasa de concepción fue menor de mayo a septiembre (39.16%) que de octubre a abril (49.84%), correlacionadamente, los mayores porcentajes de preñez se obtuvieron en los meses en donde la temperatura ambiente presentó los menores índices y viceversa.

También una relación negativa fue observada entre la humedad relativa promedio del mes de servicio y la tasa de concepción ($p < 0.01$), donde por cada unidad de incremento de la humedad relativa (%) se redujo la tasa de concepción en 0.52% ($P < 0.01$). Los mayores porcentajes de preñez se obtuvieron en los meses en donde la humedad relativa presentó los menores índices y viceversa.

De igual forma una relación negativa fue observada entre el índice temperatura-humedad (ITH) promedio del mes de servicio y la tasa de concepción ($p < 0.01$), donde por cada unidad de incremento del ITH (%) se redujo la tasa de concepción en 1.79% ($p < 0.01$). Los mayores porcentajes de preñez se obtuvieron en los meses en donde el índice temperatura-humedad presentó los menores índices y viceversa.

De igual manera una relación negativa fue observada entre la radiación solar promedio del mes de servicio y la tasa de concepción ($p < 0.01$), donde por cada unidad de incremento de la radiación solar (cal/cm^2) se redujo la tasa de concepción en 0.13% ($p < 0.01$). Los mayores porcentajes de preñez se obtuvieron en los meses en donde la radiación solar presentó los menores índices y viceversa.

Por otra parte una relación positiva fue observada entre la velocidad del viento promedio del mes de servicio y la tasa de concepción ($p < 0.01$), donde por cada unidad de incremento de la velocidad del viento (km/h) se aumento porcentualmente la

eficiencia reproductiva en 4.57% ($p < 0.01$). Los mayores porcentajes de preñez se obtuvieron en los meses en donde la velocidad del viento presentó los mayores índices y viceversa.

Además una relación negativa fue observada entre la temperatura rectal promedio del mes de servicio y la tasa de concepción, aunque estadísticamente fueron no significativos ($r = 0.47^{ns}$), por cada unidad de incremento de la temperatura rectal ($^{\circ}\text{C}$) se redujo la tasa de concepción en 15.36%.

En cambio una relación positiva fue observada entre el índice temperatura-humedad (ITH) promedio del mes de servicio y la temperatura rectal ($p < 0.05$), donde por cada unidad de incremento del ITH (%) se aumentó porcentualmente la temperatura rectal en 0.043°C ($p < 0.05$).

Las vacas con producción mayor a 8500 lbs tuvieron menor tasa de concepción en los meses de octubre (42.2%), noviembre (38.4%), diciembre (49.9%) y enero (56.4%), ($p < 0.01$) en comparación de las vacas de menor producción. Los índice temperatura-humedad el día del servicio (ITH's) afecto la tasa de concepción en vacas de todos los estratos de producción. Sin embargo, las vacas con producción mayor de 8500lbs tuvieron una menor tasa de concepción aun en valores de ITH's confortables que no afectan la gestación de los otros dos grupos ($p < 0.01$). La reducción de la gestación en estas vacas fue evidente a ITH's mayores a 79% ($p < 0.01$); además las vacas con producción de 8500lbs o menores, la reducción de la gestación fue significativa cuando se sirvieron a ITH's de 79% o mayores ($p < 0.01$). Pero a valores de ITH de 81% o más la reducción de la gestación fue aun mayor para los diferentes grupos de producción ($p > 0.01$). La tasa de concepción no fue afectada por el mes de servicio pero si por el

ITH. Sin embargo, el efecto es mayor y más perdurable en vacas con mayor producción.

El nivel productivo afectó la tasa de concepción ($p < 0.01$), ya que a medida el nivel de producción láctea aumenta la tasa de concepción disminuye ($r = -0.92^{**}$), siendo esto por igual en las vacas de todos los estratos productivos. La tasa de concepción fue menor en vacas con producción mayor de 8500 lbs (46.9%) que en los demás grupos de producción.

El número de partos afectó la tasa de concepción ($P < 0.01$), ya que a medida el número de partos aumenta la tasa de concepción disminuye ($r = -0.73^{**}$), siendo esto por igual para los cuatro grupos en que se subclasificaron los números de partos. La tasa de concepción fue mayor en vacas de 1° parto (62.52%) que en los demás grupos. Además se observó que la diferencia significativa ($p < 0.01$) con respecto al año 2008 sobre los años 2007 y 2009, y la del 2009 sobre 2007 relacionado a la tasa de concepción. Esto se debió a que si comparamos de manera individual cada año, observaremos que en el año 2008 el número de vacas de 1° parto fue similar al número de vacas $\geq 5^\circ$ partos, en comparación a los años 2007 y 2009, e n los cuales el número de vacas de 1° parto es inferior ($p < 0.01$) al registrado por aquellas vacas $\geq 5^\circ$ partos; además si comparamos los tres años por igual observaremos que el número de vacas de 1° parto es mayor para el año 2008, seguido de 2009 y posteriormente 2007. Por otra parte el número de vacas que presentaron un número mayor o igual a 5° partos fue menor para el año 2008, seguido de 2007 y 2009 respectivamente; por lo antes mencionado se atribuye que las diferencias significativas ($p < 0.01$) existentes de tasa de concepción para los tres año de estudio se debió al factor número de partos.

El nivel productivo afectó el número de servicios por concepción ($P < 0.01$), ya que a medida el nivel de producción láctea aumenta el número de servicios por concepción aumenta ($r = 0.96^{**}$), siendo esto por igual en las vacas de todos los estratos productivos. El número de servicios por concepción fue mayor en vacas con producción mayor de 8500 lbs (2.1 servicios) que en los demás grupos de producción.

El número de partos afectó el número de servicios por concepción ($P < 0.01$), ya que a medida el número de partos aumenta el número de servicios por concepción aumenta ($r = 0.91^{**}$), siendo esto por igual para los cuatro grupos en que se subclasificaron los números de partos. El número de servicios por concepción fue menor en vacas de 1° parto (1.4 servicios) que en los demás grupos.

El nivel productivo afectó el número de días vacíos ($P < 0.01$), ya que a medida el nivel de producción Láctea aumenta el número de días vacíos aumenta ($r = 0.70^{**}$), siendo esto por igual en las vacas de todos los estratos productivos. El número de días vacíos fue mayor en vacas con producción mayor de 8500 lbs (196 días) que en los demás grupos de producción.

El número de partos correlacionado al número de días vacíos, estadísticamente fueron no significativos ($r = -0.28^{ns}$). El número de días vacíos fue mayor en vacas de 1° parto (216 días) que en los demás grupos.

Finalizado el estudio, se recomienda:

1. Para un buen manejo reproductivo de una ganadería se recomienda tener presente que la temperatura ambiente y la humedad relativa afectan negativamente sobre el comportamiento reproductivo de las vacas; por lo tanto:

2. Facilitar la infraestructura y el manejo adecuado en la vaquería que ayude a mantener la temperatura corporal óptima (38.0-38.6 °C) en las vacas.
3. Dentro de las consideraciones de manejo adecuado se pueden mencionar:
 - a) Enfriamiento de las vacas pre y post servicio (sombra, baño y ventilación).
 - b) Monitorear la temperatura rectal al momento del servicio de tal manera que en este instante no supere los 38.0-38.6 °C.
 - c) Mantener a las vacas en instalaciones de sombra, y no mandarlas a potrero por lo menos durante las primeras 72 horas posteriores a la inseminación artificial.
 - d) Regular el manejo y el efecto de la sala de estrés calórico dependiendo de la época y los meses del año.
 - e) Comenzar el estrés calórico a tempranas horas del día y procurar llevarle hasta el anochecer, permitiendo así el no incremento de la temperatura corporal en las vacas.
4. Hacer otras investigaciones en las cuales se evalúen grupos de vacas en las diferentes condiciones de manejo mencionadas anteriormente.

AGRADECIMIENTOS.

Queremos agradecer primeramente a **Dios** por habernos permitido terminar con éxito nuestra carrera, por haber iluminado nuestra mente para lograr nuestros objetivos y llegar a la meta que un día nos trazamos.

“El principio de la sabiduría es el temor de Jehová. Entonces entenderás el temor de Jehová, y hallaras el conocimiento de Dios. Porque Jehová da la sabiduría, y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.”

Al señor Agrónomo Santiago Arnoldo Perla e hijo Ing. Larry Perla por habernos permitido realizar nuestro trabajo de investigación en las instalaciones de su ganadería (“Hacienda Potrero Verde”).

A la Universidad de El Salvador, Facultad Multidisciplinaria de Oriente, en especial al personal docente del departamento de ciencias agronómicas: Ing. M.Sc. Ana Aurora Benítez Parada, Ing. Silvia Evelyn Jurado de Sosa, Ing. Marco Vinicio Calderón, Ing. Germán Emilio Chevez, Ing. Joaquín Orlando Machuca Gómez, Ing. M.Sc. José Ismael Guevara Zelaya, Ing. Marco Evelio Claros Álvarez, Ing. Juan Francisco Mármol Canjura, Ing. Jaime Santos Rodas, Ing. Neri Saúl Guevara, Dr. Mario Alfaro y en **especial al Ing. Noé Alcides Díaz Reyes, que en paz de Dios descansa**; por habernos instruido en nuestra formación profesional a si como en la creación de criterios y valores éticos.

DEDICATORIA.

A mi **DIOS**:

A Él doy gracias principalmente por la vida y con ella la oportunidad que me brindo de culminar mi carrera profesional con éxito.

A mi hija:

Esmeralda Abisai Claros Sánchez, por ser mi orgullo, por ser el motivo que me impulsa a seguir a delante. Siempre estaré agradecido con **DIOS** por haber permitido que tu llegaras a mi vida.

A mis padres:

Ing. Marco Evelio Claros Álvarez e Ing. María Asunción Hernández de Claros, por su inmenso e incondicional amor, por su sacrificio, por sus sabios consejos, por su comprensión y apoyo incondicional en mi vida. **Gracias.**

A mis hermanos:

Marvin Evelio Claros Hernández y José Daniel Claros Hernández, por su apoyo y entusiasmo para alcanzar mi meta.

A **dos** especiales y **lindas** mujeres:

Laura Rosibel Cruz Rivas, por brindarme su apoyo, comprensión, **AMOR** y amistad incondicional. **Mi más sincera gratitud por ser de bendición y por haber tomado la decisión de vivir su vida a mi lado.**

Ing. Lic. Silvia Evelyn Jurado de Sosa, Por sus sabios consejos. Mi más sincera gratitud.

Marco Isai Claros Hernández.

DEDICATORIA.

Esta tesis va dedicada:

A **Dios** todo poderoso por iluminarme el camino a seguir y que siempre está con migo en los buenos y sobre todo en los malos momentos.

A mis padres, **Daniel Alberto Majano Romero y Claribel Romero de Majano**, por todo su esfuerzo y dedicación por sacarme adelante. Por enseñame con su ejemplo a luchar y esforzarme aunque la situación no fuese la mejor. Por todo el sacrificio diario para que llegara a alcanzar mis metas.

A mi hermana, **Leydi Nohemí Majano Romero**, que desde pequeño me inculcó el amor por la agricultura y apoyarme a seguir hacia adelante.

A mis tíos **Arturo Membreño y Angelica de Membreño**. Quienes me han brindado todo el apoyo y motivación que me impulsaron para llegar hasta este lugar y por estar siempre dispuestos a ayudarme.

A mi pastor **Mercedes Sorto**. Especialmente por sus oraciones y sus sabios consejos. Gracias por confiar en mí, es obvio que sin ustedes este sueño nunca hubiera podido ser completado. Ustedes son la base de mi vida profesional y toda la vida les estaré agradecido.

A todos mis familiares y amigos que de una forma u otra me han apoyado durante este proceso.

A todos ustedes dedico este trabajo.

Daniel Alberto Majano Romero

INDICE

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	x
DEDICATORIAS.....	xi
INDICE GENERAL.....	xiii
INDICE DE CUADROS.....	xviii
INDICE DE FIGURAS.....	xxv
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades de los bovinos.....	3
2.1.1. Clasificación Zoológica de los bovinos.....	3
2.2. Situación actual reproductiva de las ganaderías en el trópico.....	3
2.3. Índices reproductivos en ganaderías lecheras.....	6
2.3.1. Tasa de concepción.....	6
2.3.2. Tasa de preñez.....	7
2.3.3. Edad al primer parto.....	7
2.3.4. Intervalo entre parto.....	8
2.3.5. Números de servicios por concepción.....	8
2.3.6. Días vacíos.....	9
2.3.7. Intervalo de aplazamiento.....	10
2.4. Factores que afectan la eficiencia reproductiva en hatos lecheros.....	10
2.4.1. Razas.....	11

2.4.2. Nutrición.....	12
2.4.3. Balance energético.....	13
2.4.4. Estrés oxidativo.....	15
2.4.5. Manejo de la inseminación artificial.....	15
2.4.6. Alteraciones hormonales.....	16
2.4.7. Genética.....	17
2.4.8. Factores ambientales.....	18
2.4.8.1. Temperatura ambiente.....	19
2.4.8.2. Humedad relativa.....	20
2.4.8.3. Velocidad del viento.....	20
2.4.8.4. Radiación solar.....	21
2.5. Efectos del estrés calórico en hatos lecheros.....	21
2.5.1. Efecto sobre los hábitos de pastoreo.....	23
2.5.2. Efecto sobre la nutrición.....	24
2.5.3. Efecto sobre el crecimiento.....	24
2.5.4. Efecto sobre la producción.....	24
2.5.5. Efecto sobre la fertilidad.....	25
2.6. Zona de confort o comodidad térmica.....	26
3. MATERIALES Y METODOS.....	28
3.1. Materiales.....	28
3.1.1. Localización geográfica.....	28
3.1.2. Condiciones climáticas.....	28
3.1.3. Duración del estudio.....	29

3.2. Manejo de las vacas.....	29
3.2.1. Ordeño.....	29
3.2.2. Alimentación.....	30
3.2.3. Tratamiento de estrés calórico.....	30
3.2.4. Reproducción.....	30
3.2.4.1. Programa de sincronización de celos.....	31
3.2.5. Sanidad.....	31
3.2.6. Instalaciones.....	31
3.2.6.1. Galeras.....	31
3.2.6.2. Comederos.....	32
3.2.6.3. Bebederos.....	32
3.2.6.4. Sala de ordeño.....	32
3.2.7. Equipo.....	32
3.2.7.1. Ordeñadora mecánica.....	32
3.2.7.2. Tanque refrigerador.....	32
3.2.7.3. Balanza.....	32
3.3. Métodos.....	33
3.3.1. Origen de los datos.....	33
3.3.2. Modificación de producción láctea a 305 días.....	34
3.3.3. Registro y cálculo de variables climáticas.....	34
3.3.4. Manejo y clasificación del hato.....	35
3.3.5. Unidades experimentales.....	35
3.4. Metodología estadística.....	36
3.4.1. Factores en estudio.....	36

3.4.2. Variables para la evaluación del estudio.....	36
3.4.3. Diseños estadísticos.....	36
3.4.3.1. Diseño de bloques completamente al azar.....	36
3.4.3.1.1. Distribución estadística del análisis de varianza.....	37
3.4.3.2. Diseño completamente al azar.....	37
3.4.3.2.1. Distribución estadística del análisis de varianza.....	37
3.4.4. Pruebas estadísticas.....	38
3.4.4.1. Prueba de Duncan para igual número de observaciones.....	38
3.4.4.2. Prueba de Correlación (r).....	38
3.4.4.3. Prueba de Regresión (b).....	39
3.4.4.4. Prueba de Coeficiente de Determinación (r^2).....	40
3.4.4.5. Ecuación de Regresión lineal.....	41
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1. Efecto de la temperatura ambiente sobre la tasa de concepción.....	42
4.2. Efecto de la humedad relativa sobre la tasa de concepción.....	46
4.3. Efecto del índice temperatura-humedad (ITH) sobre la tasa de concepción...51	
4.4. Efecto de la radiación solar sobre la tasa de concepción.....	57
4.5. Efecto de la velocidad del viento sobre la tasa de concepción.....	61
4.6. Efecto de la temperatura rectal sobre la tasa de concepción.....	66
4.7. Efecto del índice temperatura-humedad (ITH) sobre la temperatura rectal....68	
4.8. Efecto del índice temperatura-humedad (ITH) con el efecto de la producción láctea sobre la tasa de concepción.....	70
4.9. Efecto del número de partos sobre la tasa de concepción.....	76
4.10. Efecto del nivel productivo sobre el número de servicios por concepción....80	

4.11. Efecto del número de partos sobre el número de servicios por concepción...	82
4.12. Efecto del nivel productivo sobre el número de días vacíos vacíos.....	84
4.13. Efecto del número de partos sobre el número de días vacíos.....	87
5. CONCLUSIONES.....	90
6. RECOMENDACIONES.....	94
7. BIBLIOGRAFIA.....	95
8. ANEXOS.....	106

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Resumen de información mensual promedio de temperatura ambiente (°C) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.....	42
2. Resumen de información mensual promedio de humedad relativa (%) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.....	47
3. Resumen de información mensual promedio del índice temperatura-humedad (%) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.....	52
4. Resumen de información mensual promedio de radiación solar (cal/cm ²) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.....	58
5. Resumen de información mensual promedio de velocidad del viento (km/h) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.....	62
6. Resumen de información promedio de tasa de concepción (%) de acuerdo al nivel productivo para los tres años de estudio.....	71
7. Resumen de información promedio de tasa de concepción (%) de acuerdo al número de partos para los tres años de estudio.....	77
8. Resumen de partos promedio de los tres años de estudio, de acuerdo al número de partos en que se subclasifico el hato.....	78
9. Resumen de información promedio de número de servicios por concepción según el nivel productivo para los tres años de estudio.....	80
10. Resumen de información promedio de número de servicios por concepción según el número de partos para los tres años de estudio.....	83

11. Resumen de información promedio de días vacíos según el nivel productivo para los tres años de estudio.....	85
12. Resumen de información promedio de días vacíos según el número de partos para los tres años de estudio.....	88
A-1. Resumen de promedio mensual de tasa de concepción (%) de los años 2007, 2008 y 2009.....	107
A-2. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de tasa de concepción.....	107
A-3. Prueba de rango múltiple de Duncan, para bloques de tasa de concepción.....	108
A-4. Resumen de promedio mensual de temperatura ambiente (°C) de los años 2007, 2008 y 2009.....	109
A-5. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de temperatura ambiente.....	109
A-6. Resumen promedio mensual de temperatura ambiente (°C) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.....	110
A-7. Análisis de varianza de regresión temperatura ambiente sobre tasa de concepción.....	110
A-8. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de temperatura ambiente.....	111
A-9. Resumen de promedio mensual de humedad relativa (%) de los años 2007, 2008 y 2009.....	112
A-10. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de humedad relativa.....	112

A-11. Resumen promedio mensual de humedad relativa (%) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.....	113
A-12. Análisis de varianza de regresión humedad relativa sobre tasa de concepción.....	113
A-13. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de humedad relativa.....	114
A-14. Resumen de promedio mensual de índice temperatura-humedad (%) de los años 2007, 2008 y 2009.....	115
A-15. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual del índice temperatura-humedad.....	115
A-16. Resumen promedio mensual del índice temperatura-humedad (%) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.....	116
A-17. Análisis de varianza de regresión índice temperatura-humedad sobre tasa de concepción.....	116
A-18. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de índice temperatura-humedad.....	117
A-19. Resumen de promedio mensual de radiación solar (cal/cm^2) de los años 2007, 2008 y 2009.....	118
A-20. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de radiación solar.....	118
A-21. Resumen promedio mensual de radiación solar (cal/cm^2) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.....	119
A-22. Análisis de varianza de regresión radiación solar sobre tasa de concepción.....	119
A-23. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de radiación solar.....	120

A-24. Resumen de promedio mensual de velocidad del viento (km/h) de los años 2007, 2008 y 2009.....	121
A-25. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de velocidad del viento.....	121
A-26. Resumen promedio mensual de velocidad del viento (km/h) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.....	122
A-27. Análisis de varianza de regresión velocidad del viento sobre tasa de concepción.....	122
A-28. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de velocidad del viento.....	123
A-29. Resumen de promedio mensual de temperatura rectal (°C) de los años 2007, 2008 y 2009.....	124
A-30. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de temperatura rectal.....	124
A-31. Resumen promedio mensual de temperatura rectal (°C) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.....	125
A-32. Análisis de varianza de regresión temperatura rectal sobre tasa de concepción.....	125
A-33. Prueba de rango múltiple de Duncan, para bloques de temperatura rectal.....	126
A-34. Resumen de promedio mensual de índice temperatura-humedad (%) y temperatura rectal (°C) durante los años de estudio	127
A-35. Análisis de varianza de regresión índice temperatura-humedad sobre temperatura rectal.....	127

A-36. Tasa de concepción (%) promedio anual para los diferentes niveles productivos durante los tres años de estudio.....	128
A-37. Análisis de varianza del comportamiento anual tasa de concepción de acuerdo al nivel productivo.....	128
A-38. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de tasa de concepción de acuerdo al nivel productivo.....	129
A-39. Resumen promedio de producción láctea (Lbs) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.....	130
A-40. Análisis de varianza de regresión producción láctea sobre tasa de concepción.....	130
A-41. Tasa de concepción (%) promedio anual de acuerdo al número de partos durante los tres años de estudio.....	131
A-42. Análisis de varianza del comportamiento anual tasa de concepción de acuerdo al número de partos.....	131
A-43. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de tasa de concepción de acuerdo al número de partos.....	132
A-44. Resumen promedio de número de partos y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.....	133
A-45. Análisis de varianza de regresión número de partos sobre tasa de concepción.....	133
A-46. Análisis de varianza del comportamiento anual de acuerdo al número de partos para el año 2007.....	134
A-47. Prueba de rango múltiple de Duncan, de tratamientos para número de partos de 2007.....	134

A-48. Análisis de varianza del comportamiento anual de acuerdo al número de partos para el año 2008.....	135
A-49. Prueba de rango múltiple de Duncan, de tratamientos para número de partos de 2008.....	135
A-50. Análisis de varianza del comportamiento anual de acuerdo al número de partos para el año 2009.....	136
A-51. Prueba de rango múltiple de Duncan, de tratamientos para número de partos de 2009.....	136
A-52. Numero de servicios por concepción promedio anual según el nivel productivo durante los tres años de estudio.....	137
A-53. Análisis de varianza del comportamiento anual del numero de servicios por concepción de acuerdo al nivel productivo.....	137
A-54. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de número de servicios por concepción de acuerdo al nivel productivo.....	138
A-55. Resumen promedio de producción láctea (Lbs) y número de servicios por concepción durante los años de estudio.....	139
A-56. Análisis de varianza de regresión producción láctea sobre número de servicios por concepción.....	139
A-57. Numero de servicios por concepción promedio anual de acuerdo al número de partos durante los tres años de estudio.....	140
A-58. Análisis de varianza del comportamiento anual del numero de servicios por concepción de acuerdo al número de partos.....	140
A-59. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de número de servicios por concepción de acuerdo al número de partos.....	141

A-60. Resumen promedio de número de partos y número de servicios por concepción durante los años de estudio.....	142
A-61. Análisis de varianza de regresión número de partos sobre número de servicios por concepción.....	142
A-62. Número de días vacíos promedio mensual de acuerdo al nivel productivo durante los tres años de estudio.....	143
A-63. Análisis de varianza del comportamiento anual de días vacíos de acuerdo al nivel productivo.....	144
A-64. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de días vacíos de acuerdo al nivel productivo.....	144
A-65. Resumen promedio de producción láctea (Lbs) y número de días vacios durante los años de estudio.....	145
A-66. Análisis de varianza de regresión producción láctea sobre número de días vacios.....	146
A-67. Número de días vacíos promedio anual de acuerdo al número de partos durante los tres años de estudio.....	146
A-68. Análisis de varianza del comportamiento anual de días vacíos de acuerdo al número de partos.....	146
A-69. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de días vacíos de acuerdo al número de partos.....	147
A-70. Resumen promedio de número de partos y número de días vacios durante los años de estudio.....	148
A-71. Análisis de varianza de regresión número de partos sobre número de días vacios.....	148

A-72. Tabla de Estrés Calórico para ganado lechero.....	149
---	-----

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Relación entre la tasa de concepción del mes de servicio y la temperatura ambiente.....	43
2. Valores porcentuales de temperatura ambiente y tasa de concepción del mes de servicio.....	44
3. Valores porcentuales de temperatura ambiente y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.....	45
4. Relación entre la tasa de concepción del mes de servicio y la humedad relativa.....	48
5. Valores porcentuales de humedad relativa y tasa de concepción del mes de servicio.....	49
6. Valores porcentuales de humedad relativa y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.....	50
7. Relación entre la tasa de concepción del mes de servicio e índice temperatura-humedad.....	53
8. Relación mensual de tasa de concepción para cada año de estudio.....	54
9. Valores porcentuales de índice temperatura-humedad y tasa de concepción del mes de servicio.....	55
10. Valores porcentuales de índice temperatura-humedad y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.....	55
11. Relación entre la tasa de concepción del mes de servicio y la radiación solar.....	59

12. Valores porcentuales de radiación solar y tasa de concepción del mes de servicio.....	60
13. Valores porcentuales de radiación solar y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.....	60
14. Relación entre la tasa de concepción del mes de servicio y la velocidad del viento.....	63
15. Valores porcentuales de velocidad del viento y tasa de concepción del mes de servicio.....	64
16. Valores porcentuales de velocidad del viento y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.....	65
17. Valores porcentuales de temperatura rectal y tasa de concepción del mes de servicio.....	67
18. Valores porcentuales de temperatura rectal y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.....	67
19. Valores porcentuales de índice temperatura-humedad y temperatura rectal del mes de servicio.....	69
20. Efecto del nivel de producción láctea estimada a 305 días y el mes de servicio sobre la tasa de concepción.....	72
21. Relación entre la tasa de concepción e índice temperatura-humedad en los diferentes niveles de producción láctea.....	73
22. Valores porcentuales de producción láctea y tasa de concepción durante los años de estudio.....	74
23. Valores porcentuales de número de partos y tasa de concepción durante los años de estudio.....	77

24. Valores porcentuales de producción láctea y número de servicios por concepción durante los años de estudio.....	81
25. Valores porcentuales de número de partos y número de servicios por concepción durante los años de estudio.....	84
26. Valores porcentuales de producción láctea y días vacíos durante los años de estudio.....	86

1. INTRODUCCION.

Durante numerosos años, la ganadería ha sido una cuestión de costumbre y arraigo. Con el transcurrir del tiempo la cría del ganado bovino se segmentó en dos grandes categorías: por un lado, las instancias de alguna escala (haciendas, ranchos, etc.) dedica a la cría del ganado para producción de carne o leche; y por otro lado, las unidades familiares en las que la tenencia del ganado cumple funciones múltiples.

En nuestro país la ganadería es un rubro que representa una de las bases de la economía nacional, ya que es una fuente que genera empleos y por ende ingresos a la población. El rubro es importante ya que uno de sus sub-productos, la leche, es base en la alimentación diaria de la población.

En la actualidad este sector pecuario se encuentra sin atención debido a la falta de intereses de las autoridades competentes y por otro lado al poco conocimiento sobre el manejo adecuado de las ganaderías pese a la gran importancia tanto económica como alimenticia que este representa a la población salvadoreña.

Entre los factores de importancia que limitan el desarrollo de la ganadería lechera tenemos: el manejo, la genética, la nutrición, salud y las condiciones medio ambientales como: la temperatura ambiente, la radiación solar, la humedad relativa, la velocidad del viento; destacando que todos son importantes en la reproducción, producción y por lo mismo tienen su protagonismo. En nuestro país no se ha dado la debida importancia a las condición climática, por tal motivo las ganaderías tienen problemas reproductivos y limitantes en la productividad de las mismas; por lo tanto uno de los retos importantes en la productividad y reproductividad será contrarrestar el efecto negativo de dichos factores ambientales para mejorar la tasa de concepción de las ganaderías

salvadoreñas, ya que se ha comprobado que las temperaturas altas combinadas con otras variables climáticas tienen influencias en disminuir la tasa de concepción, incidiendo directamente en la producción de leche que finalmente se refleja con bajos ingresos para las ganaderías.

Esta investigación pretende mejorar la capacidad de la producción y reproducción de las ganaderías debido a que existe la necesidad de que este sector pecuario sea más eficiente no solo en sentido productivo y reproductivo, sino también en la rentabilidad, contribuyendo de esta manera a difundir nuevas tecnologías a los ganaderos de las zonas.

La investigación se realizó en la hacienda lechera "Potrero Verde", ubicada en el caserío El Cedral, Cantón Miraflores, Departamento de San Miguel, El Salvador. Durante un periodo comprendido del 25 de Enero al 07 de Junio de 2010.

Los objetivos del estudio fueron determinar los efectos del mes de servicio y los índices temperatura ambiente, humedad relativa, temperatura-humedad (ITH), radiación solar, velocidad del viento el día del servicio y sus interacciones con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de concepción en vacas lecheras.

Los datos utilizados en el estudio fueron obtenidos de registros de reproducción y producción láctea de vacas de la raza Holstein que existen en la explotación, con apoyo de un sistema de cómputo (programa VAMPP). Además dentro de los registros reproductivos, se analizaron 3,606 inseminaciones artificiales, y solo 267 registros contaron con la información sobre producción láctea.

2. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Generalidades de los bovinos.

El ganado vacuno fue domesticado en Asia hace unos 10,000 años; alrededor del año 2,000 A.C. llegaron a la parte sur de Europa, posteriormente fueron traídos a América en el segundo viaje de Cristóbal Colón en el año de 1,492.

Los vacunos se han usado para producir carne, leche y como animal de trabajo durante todo el desarrollo de la especie humana. Los antepasados de todas las razas lecheras importantes son animales originarios de Europa, de las islas británicas y de las islas situadas entre estas y el continente, todas ellas pertenecientes al género Bos taurus (25)

2.1.1. Clasificación zoológica de los bovinos.

Reino:	Animal
Grupo:	Ungulados
Bloque:	Protungulados
Sub-familia:	Bovinae
Género:	Babulus
Sub-genero:	Búfalo africano (B. Africanus caffer) Búfalo analico (B. indicus) (48).

2.2. Situación actual reproductiva de las ganaderías en el trópico.

Los países tropicales en desarrollo han estado y continúan interesados en aumentar la producción doméstica de leche por varias razones: a) La producción local ha quedado rezagada con respecto a la demanda b) Las importaciones de leche y sus derivados para satisfacer esta demanda, van en aumento c) La actividad lechera continúa siendo un componente importante dentro de las economías nacionales como generadora de

Ingresos, empleos y crecimiento económico.

Frecuentemente se cita que el mejoramiento genético del ganado en ecozonas tropicales es una prioridad para aumentar la productividad. Se ha promulgado que el reemplazo de las razas locales con ganado de mayor potencial genético aumentaría la productividad drásticamente.

En contraste, varios investigadores han recomendado utilizar ganado con potencial genético intermedio en un sistema de doble propósito, ya que: a) Los recursos alimenticios son de baja calidad b) Los alimentos concentrados son costosos, en casos y de calidad variable c) Por las altas temperaturas que se manejan a nivel del trópico (46,60,64,90,93).

Los productores en ecozonas tropicales se caracterizan por trabajar en medios ambientes económicos y físicos más difíciles que aquellos encontrados en ecozonas templados. El precio de la leche es menor, el interés real sobre el capital invertido y su variabilidad es mayor y el costo de insumos comprados, como el alimento concentrado, semen, etc. es también mayor (11,73).

La temperatura alta y humedad elevada de la mayoría de las ecozonas tropicales aumentan los requerimientos de energía para mantenimiento, incrementan las pérdidas de proteína del plasma sanguíneo debido a una mayor actividad de las glándulas sudoríparas, además disminuye el consumo de materia seca y proveen un ambiente favorable para la proliferación de enfermedades y parásitos (60). Por otro lado las plantas tropicales crecen más rápido y producen más volumen que las plantas de las zonas templadas. Sin embargo poseen un menor valor nutritivo debido a que, proporcionalmente tienen menos células mesofilicas no lignificadas, Por lo tanto los animales en el trópico, disponen de forraje con mayor contenido de lignina y fibra pero

con menos digestibilidad lo que limita el consumo y por consiguiente su productividad.

Bajo estas condiciones, el proceso de selección natural ha favorecido la existencia de razas pequeñas que producen poca leche y que producen y crecen lentamente. Junto con otras características adaptivas que ponen a estos animales en equilibrios con el medio ambiente en el cual viven y producen. Como señala Vaccaro, el genotipo más productivo dependen principalmente del medio ambiente (econozona y nivel de manejo) donde se encuentran los animales, donde el germoplasma nativo independientemente del nivel del manejo que tenga o de la ecozona donde se encuentre es generalmente de baja productividad. Sin embargo bajo niveles de manejo alto (confinamientos), la producción de leche aumenta a medida que la proporción de germoplasma exótico aumenta, independientemente de la econozona donde se encuentren los animales. Es decir, dada la oportunidad de manejo (alimentación) los grupos genéticos expresan su potencial y por lo tanto las razas especializadas en leche producen más (88). Así mismo existen también la tendencia a producir a un mas leche en econozona de alturas comparadas con econozonas de bajuras, debido a que los factores ambientales (calor, humedad, etc) son menos drásticas reduciéndose así las posibilidades de estrés y enfermedad así como también a la mejor calidad del forraje posible.

En niveles de manejo intermedio (animales en pastoreo con pasturas mejoradas y fertilizadas) los animales con el 50% y el 75% de germoplasmas exótico tienden a producir más leche que los exóticos puros. Ya que al parecer, con los niveles de manejo simiconfinados y animales en pastoreo se crean un desbalance entre el ambiente y el potencial de los animales con alta proporción de germoplasma exótico, el cual induce animales puro de rasas exóticas a producir la misma cantidad de leche o en

algunos caso menor que aquellos con una proporción de germoplasmas exóticos de 50% a 75% (77).

2.3. Índices reproductivos en ganaderías lecheras.

Los índices reproductivos son indicadores del desempeño reproductivo de hato (días vacíos, intervalos entre partos, tasa de preñez, tasa de concepción, etc.).

Los indicadores se pueden calcular cuando los eventos reproductivos del hato han sido registrados en forma adecuados. Ya que ellos nos permiten identificar aéreas de mejoramiento, establecer metas reproductivas realistas, monitorear los progresos e identificar los problemas en estadillos tempranos (77).

Además los indicadores reproductivos pueden ser utilizados para investigar la historia de los problemas (infertilidad, etc.), ya que la mayoría de los índices para un hato son calculados por medio del desempeño individual de las vacas por tanto en pequeños hatos la evaluación del desempeño reproductivo puede pasar del promedio del hato al desempeño individual de la vaca. Los índices reproductivos que caracterizan el ganado bovino en el trópico en general son deficientes, con porcentajes de preñes de 45% a 55%, intervalos entre partos de 18 meses y edad a primer parto superior a los 3 años (48).

2.3.1. Tasa de concepción.

La fertilidad de la vaca lechera comúnmente es medida calculando el porcentaje de vacas que conciben luego de una única inseminación artificial (IA), también conocida como tasa de concepción. Las revisiones de la literatura científica vinculada con la fertilidad de las vacas lecheras revelan una tendencia a una disminución en la tasa de concepción en los hatos del trópico americano, y de otras partes del mundo. La tasa de concepción en vacas lecheras ha disminuido del 66% en 1951, al 50% en 1975, al 40%

en 1997. Mientras tanto, la fertilidad (preñez/IA) en vaquillonas ha permanecido en un 70% en el mismo período. Por lo tanto, la diferencia en las tasas de concepción entre vaquillonas y vacas en lactancia no puede ser atribuida a la genética o a la calidad seminal. Los cuatro factores que determinan la tasa de concepción en un rodeo lechero son: 1) la fertilidad de la vaca, 2) la fertilidad del toro, 3) la exactitud en la detección de los celos, y 4) la eficiencia en la Inseminación artificial (16). La fertilidad de la vaca se refiere a todos aquellos factores que influyen en la preñez e incluyen elementos tales como nutrición inadecuada y estrés ambiental. La fertilidad del toro se refiere a la calidad de semen utilizado en la Inseminación artificial. La exactitud en la detección de los celos está relacionada con el momento de IA con respecto al celo. La eficiencia de la IA se refiere a todos los factores que afectan la tasa de preñez debido a la técnica de IA propiamente dicha. Las tasas de concepción en vacas en lactancia son bajas aun en establecimientos bien manejados. Análisis de datos de Minnesota en 1998 (DHIA) arrojan tasas de concepción en vacas lecheras que varían desde el 15 al 60%, con un promedio del 35%. La consecuencia de estas pobres tasas de concepción es que algunas vacas deben recibir numerosos servicios antes de concebir (20).

2.3.2. Tasa de preñez.

La tasa a la cual las vacas quedan preñadas en un hato lechero, comúnmente denominada tasa de preñez, es definida como el porcentaje de hembras cargadas dentro del total de vientres en servicios del hato, la cual debe de andar dentro del 40-64% de los vientres en servicios (16,37). Las revisiones de la literatura científica vinculada con la fertilidad de las vacas lecheras revelan una tendencia a una disminución en la tasa de preñez en los hatos del trópico americano, y de otras partes

del mundo. La tasa de preñez en hatos lecheros ha disminuido del 70% en 1971, al 50% en 1985, al 40% en 1999, provocando una disminución en la rentabilidad de los hatos lecheros, debido a la baja eficiencia en la reproducción y como consecuencia baja producciones lácteas (16).

2.3.3. Edad al primer parto.

Uno de los factores que afectan adversamente la economía de la ganadería tropical, es la avanzada edad al primer parto que presentan los bovinos. Las edades al primer parto reportadas para ganado de leche en condiciones del trópico americano fluctúan entre 24 a 28 meses; y para el ganado de doble propósito es de 30.8 a 50.7 meses (37). La consecuencia principal de un retraso en la edad al primer parto, es la avanzada edad de la novilla al primer celo (37,42, 67).

2.3.4. Intervalo entre parto.

Intervalo entre parto es el periodo de tiempo que transcurre entre los partos más recientes de cada vaca del hato (59, 61, 75). Se puede dividir en dos: período de servicio o período entre el parto y la concepción, y el periodo de gestación o tiempo transcurrido desde el servicio útil hasta la fecha de parto (12,16). La frecuencia del parto en la vida de una vaca, puede afectar considerablemente su vida productiva. Un retraso en la concepción significa un intervalo mayor entre partos, reduciendo el número de crías producidas por cada animal. Se considera óptimo un intervalo entre partos de 12 a 13 meses (15, 20, 35). Este parámetro se regula principalmente por la rapidez con que la vaca vuelve a ser cubierta tras un parto determinado; ésta precocidad depende primordialmente del pronto restablecimiento de la actividad reproductiva después del parto, cuyo control es determinado por el hipotálamo, hipófisis, ovarios y las correlaciones existentes entre sus hormonas (67, 72).

2.3.5. Números de servicios por concepción

Es el promedio del número de servicios que necesitan las vacas para preñarse en un hato (16,20). Este parámetro influye en una forma directa en el período abierto y por consiguiente en el intervalo entre partos (81).

Lograr una eficiencia reproductiva notable equivale a obtener un aprovechamiento máximo de la fase estral de celo. El ideal sería obtener una preñez como consecuencia de una cubrición, o sea una concepción del 100%. Para calificar de aceptable la eficiencia reproductiva del hato, la mayor parte de las hembras deben al primer servicio. El servicio dado a la vaca a un corto intervalo después del parto se traduce en baja fertilidad y se refleja en el número de servicios requeridos para la gestación (16).

2.3.6. Días vacíos

Se refiere al tiempo transcurrido entre el nacimiento de un ternero y el momento en que vuelve a preñarse la vaca (16,37). Este parámetro no debe exceder los 100 días, por lo que se maneja el primer servicio a los 60 días post parto (puerperio), un segundo servicio si no hay concepción a los 81 días y en un extremo, cubrición a los 102 días post parto, siendo el promedio de 81 días (15,65).

Dando como ventaja la maximización de la producción láctea diaria durante el intervalo entre nacimientos y la prolongación del período total de producción (15,65).

Para incrementar la eficiencia reproductiva es necesario esperar que se establezcan tempranamente la funcionabilidad de los ovarios y útero para que la vaca no se vuelva un problema. El retardo del inicio de la actividad ovárica puede considerarse como una estrategia postparto de la vaca para evitar, la concepción durante los períodos de estrés (42,81).

En la vaca suele presentarse el estro de los 40 a los 50 días después del parto, un

cuidadoso examen de los ovarios revela que ocurre la primera ovulación aproximadamente a los 25 o 30 días luego del parto, lo que significa que el primer crecimiento folicular y la primera ovulación se acompaña de estro silencioso es por esto que la fertilidad baja (61,81). La ausencia prolongada de celo después del parto se ve afectado por clima, alimentación, duración de la lactación, nivel de producción, tipo de ordeño, periodo de amamantamiento, edad y estado patológico de los genitales después del parto. (15, 16, 18).

2.3.7. Intervalo de aplazamiento.

Es el período de los primeros 60 días post parto, tiempo durante el cual el servicio no es conveniente aunque la vaca presente celo (18).

El período post parto constituye una etapa de gran importancia en el ciclo reproductivo. Como se mencionó con anterioridad, el servicio dado a la vaca a un corto intervalo después del parto se traduce en baja fertilidad y se refleja con el número de servicios que se requieren para obtener gestación (18, 61, 72, 81). Para que se restaure la eficiencia reproductiva se necesitan que se complete la involución uterina y se reasuma la actividad hormonal (19, 59).

2.4. Factores que afectan la eficiencia reproductiva en hatos lecheros.

Se ha observado que cerca de 90% de los ovocitos son fertilizados después de la monta o inseminación; sin embargo, una alta proporción de estas gestaciones se pierden (8). La muerte de los embriones antes del reconocimiento materno de la gestación (días 16 a 19) se considera como muerte embrionaria temprana; la que ocurre entre el reconocimiento materno de la gestación y el momento en que se ha completado la organogénesis (alrededor del día 42), se denomina muerte embrionaria tardía, y la pérdida de la gestación posterior al día 42 se llama muerte fetal (16).

La muerte embrionaria temprana contribuye con la mayor proporción de pérdidas de gestaciones (40-60%), la muerte embrionaria tardía lo hace con 10-15% y la muerte fetal con 5 a 15%. Las causas de las pérdidas de gestaciones son de naturaleza diversa y están asociadas con la alta producción de leche, el intervalo del parto a la primera ovulación, la profundidad del balance energético negativo, problemas del puerperio, momento de la inseminación, técnica de inseminación, características de la dieta, estrés calórico, infecciones uterinas y por factores genéticos (41).

2.4.1. Razas

Se conoce que las razas europeas y cebuinas (*Bos indicus*) difieren en sus requerimientos nutritivos y, más importante, en su respuesta o reacción a los efectos directos e indirectos del clima tropical. Los animales de razas cebuinas y los criollos, así como sus cruces, se adaptan mejor a las altas temperaturas y otras condiciones climáticas y son más eficientes para utilizar forrajes toscos de baja calidad, requiriendo menor cantidad de proteína en sus dietas. Asimismo, son altamente resistentes a la infestación de parásitos externos, principalmente garrapatas (41, 57).

Esta extraordinaria adaptación, lograda a lo largo de muchos años, se ha conseguido a costa de la productividad. Las razas lecheras especializadas europeas, en cambio, altamente sensibles a los rigores climáticos antes anotados, difícilmente pueden adaptarse a las condiciones naturales del trópico y, con mayor razón, producir tanta leche como su capacidad genética lo determina. Por esta razón, la introducción de razas puras de ganado lechero europeo de alta producción, sin el mejoramiento de la alimentación, de las condiciones sanitarias y del manejo en general y sin la modificación de la temperatura ambiental y radiación solar, tanta leche como su capacidad genética

lo determina. Por esta razón, la introducción de razas puras de ganado lechero europeo de alta producción, sin el mejoramiento de la alimentación, de las condiciones sanitarias y del manejo en general y sin la modificación de la temperatura ambiental y radiación solar, principalmente, jamás podrá convertirse en una alternativa viable para las zonas tropicales. Por otra parte, si se emprende en estos cambios necesarios, se corre el riesgo de que la operación no resulte rentable, debido a las altas inversiones que pueden demandar (24).

2.4.2. Nutrición.

Independientemente del efecto de los cambios metabólicos provocados por el BEN (bance energético negativo), las dietas ofrecidas a las vacas altas productoras también pueden afectar su fertilidad. Este efecto se puede ver cuando se administran dietas con alto contenido de proteína con relación al consumo de energía (58). Las dietas con contenidos de proteína cruda de 17 a 19% llegan a ocasionar una disminución de la fertilidad; se ha demostrado que las vacas alimentadas de esta forma tienen altas concentraciones de urea y amoníaco en sangre y en los fluidos uterinos, lo cual afecta la viabilidad de los espermatozoides, óvulo y embrión (19). En condiciones de campo es frecuente la medición de las concentraciones de urea en sangre o en leche, lo que permite evaluar las dietas. Las concentraciones sanguíneas de urea mayores de 20 mg/dl se asocian con baja fertilidad. En condiciones invitro se ha observado que concentraciones equivalentes a las que tendrían las vacas consumiendo dietas altas en proteína, afectan el desarrollo embrionario, lo cual se refleja en una reducción de la proporción de embriones que llegan al estado de blastocito (42). Proveer todos los nutrimentos a las vacas altas productoras obliga a ofrecer dietas altas en energía basadas en altas proporciones de granos. Es frecuente que se presenten alteraciones subclínicas en el pH ruminal, lo cual se ha asociado con la baja fertilidad.

Un factor de riesgo en la pérdida de gestaciones tempranas es la acidosis ruminal. Una hipótesis propuesta del mecanismo de este fenómeno consiste en que la dieta alta de granos ocasiona acidosis y una elevación de endotoxinas libres, las cuales provocan liberación de prostaglandina F_{2α} y regresión del cuerpo lúteo (71, 63). La semilla de algodón se utiliza extensivamente en las dietas de las vacas bajo sistemas intensivos de producción. Esta semilla, además de ser una excelente fuente de energía, proteína y fibra, contiene altas concentraciones de gossipol. Esta sustancia es altamente tóxica en especies monogástricas, sin embargo, el rumiante es relativamente resistente debido a que este pigmento es inactivado en el rumen. No obstante, en machos, las dietas con contenidos altos de gossipol ocasionan infertilidad. Las dietas comunes ofrecidas a las vacas lecheras (10% de la MS) provocan concentraciones de gossipol en plasma que caen dentro del margen de seguridad (<5 µg/ml de gossipol). Sin embargo, el uso de mayores cantidades de semilla de algodón y/o la utilización de variedades con mayor contenido de este pigmento (Pima) generan concentraciones plasmáticas de gossipol mayores (>5 µg/ml), las cuales si pueden afectar la fertilidad., en vacas lecheras con dietas que contenían semilla de algodón con mayor contenido de gossipol, mostraron una disminución significativa de la fertilidad. Además, estudios in vitro demuestran un efecto negativo del gossipol en el desarrollo embrionario (45, 68).

2.4.3. Balance energético.

Después del parto el consumo de materia seca (MS) se necesita incrementar para cubrir la demanda de nutrientes para la producción de leche. Sin embargo, la vaca es incapaz de consumir la materia seca necesaria para cubrir sus necesidades, por lo cual recurren a sus reservas de grasa y proteína. Las vacas lecheras después del parto

caen en un balance energético negativo (BEN), lo cual significa que la suma de la energía necesaria para su propio mantenimiento y la que requieren para la producción de leche es mayor que la energía consumida, por lo que se ven obligadas a utilizar sus reservas corporales. Estas vacas llegan a su punto más bajo de balance energético negativo entre los días 10 y 20 posparto, y siguen en balance energético aproximadamente hasta el día 70 a 80 y en algunos casos (vacas de primer parto) hasta el día 100 posparto (74,91). Todas las vacas caen en balance energético negativo durante el periodo posparto y tienen la capacidad de adaptarse a esos cambios. Sin embargo, algunos animales llegan a fallar en este proceso, lo cual puede ser secundario a un bajo consumo de nutrimentos provocado por problemas de salud, periodos secos prolongados que provoquen obesidad o por complicaciones durante el parto. El balance energético negativo afecta algunos procesos reproductivos, de esta forma se ha asociado con un retraso en la primera ovulación posparto y con una disminución de las concentraciones séricas de progesterona en el segundo y tercer ciclo posparto, lo que potencialmente puede afectar la supervivencia embrionaria. Por otra parte, el balance energético negativo también afecta el desarrollo folicular y el potencial de los ovocitos para desarrollar embriones viables (89,91).

La primera ovulación posparto es uno de los parámetros que se ha correlacionado con la fertilidad. Se conoce que el periodo del parto a la primera ovulación ha aumentado en las vacas modernas. El número de ciclos previos a la primera inseminación están correlacionados positivamente con la fertilidad (87), lo cual contribuye, en parte, con la baja fertilidad del primer servicio. Por otra parte, se han observado cambios en las características de las fases lúteas de la primera ovulación en vacas altas productoras. En estudios realizados describen que es evidente que la

incidencia de fases lúteas anormales es mayor en las vacas modernas que en vacas de hace 20 años (56, 70, 79).

2.4.4. Estrés oxidativo.

Las vacas lecheras altas productoras tienen un metabolismo intenso; bajo estas condiciones, aproximadamente 1-2% del oxígeno metabolizado se convierte en especies reactivas de oxígeno. Las especies reactivas de oxígeno, como los radicales libres superóxido, radicales piróxilo e hidroxilo y los oxidantes no radicales, tienen efectos dañinos al causar lipoperoxidación y en consecuencia daño al DNA y destrucción de las proteínas (69). Las especies reactivas de oxígeno son removidas por sistemas bioquímicos presentes en las células y en los fluidos extracelulares, estos mecanismos se conocen como sistemas antioxidantes. Estos sistemas incluyen moléculas como el β -caroteno y la vitamina E, las cuales actúan a nivel de la membrana celular hidrolizando peróxidos para mantener la integridad de los fosfolípidos. En este mecanismo también participan enzimas como la glutatión peroxidasa, la cual es dependiente del selenio (3,84). Esta enzima, Incremento la generación de radicales libres que puedan superar a los mecanismos antioxidantes y comprometer la función celular; este problema es más drástico cuando existe una deficiencia en el consumo de sustancias antioxidantes. La producción excesiva de radicales libres puede afectar la fertilidad debido a que los tejidos esteroideogénicos del ovario, los espermatozoides y los embriones en etapas tempranas de desarrollo, son muy sensibles al daño causado por ellos. La suplementación con antioxidantes es una forma de enfrentar el problema de la baja fertilidad y en varios estudios, en los cuales se han administrado β -caroteno o vitamina E, y selenio, se ha mejorado la fertilidad (3).

2.4.5. Manejo de la inseminación artificial

La baja eficiencia de la detección de estros limita la fertilidad global del hato. Este problema lo padecen todos los hatos de ganado lechero en todo el mundo. En trópico se detecta, en el mejor de los casos, el 60% de las vacas en estro y casos extremos en los cuales escasamente observan el 30% (44). Desde hace más de 50 años se ha aplicado el esquema de inseminación AM-PM y PM-AM, lo que significa que las vacas que presentan el estro en la mañana son inseminadas en la tarde y las de la tarde se inseminan en la mañana siguiente (88). Este esquema proporciona buenos resultados en fertilidad, siempre y cuando se cuente con una eficiente y precisa detección de estros. En condiciones deficientes en la observación de estros, no se sabe si la vaca observada en estro se encuentra en las primeras o en las últimas horas del periodo de aceptación. Si se programa la inseminación 12 h después, es probable que se realice demasiado tarde, cuando ya haya ocurrido la ovulación (93). Esta situación aumenta la probabilidad de encontrar óvulos viejos, ya que la viabilidad de estos es de 10 horas. Así, el óvulo se fertiliza pero da origen a un embrión que muere en los siguientes días (47). Este error es el más frecuente en los hatos y contribuye con la baja fertilidad, ya que mejorar la fertilidad del hato, a través de un incremento del porcentaje de concepción, es una tarea muy difícil. Una posibilidad de mejorar la fertilidad es mediante el aumento de la tasa de preñez. Es decir, con el mismo porcentaje de concepción se puede aumentar el número de vacas gestantes por ciclo, sólo aumentando el número de vacas inseminadas. El único recurso para aumentar el número de vacas inseminadas es el incremento de la eficiencia en la detección de estros. Algunos de los factores que afectan la eficiencia en la detección de estros son

el poco tiempo dedicado a esta actividad, la pobre capacitación del personal, la falta de motivación y las instalaciones con pisos de cemento mal diseñado (47).

2.4.6. Alteraciones hormonales.

La función lútea se ha asociado con la baja fertilidad, algunos estudios muestran que las vacas sub-fértiles tienen afectada la función del cuerpo lúteo. Se ha observado en las vacas altas productoras, menores concentraciones séricas de progesterona, lo cual se asocia con la baja fertilidad (62). Estudios recientes, demuestran que las vacas en lactación tienen un flujo sanguíneo hepático mayor que las vacas no lactantes, lo cual se asocia directamente con mayor capacidad hepática para metabolizar las hormonas esteroides (86). Así, altas tasas de flujo hepático determinadas por alto consumo de nutrimentos (20 a 25 Kg de materia seca al día), puede causar bajos niveles de progesterona, lo cual afecta el establecimiento y mantenimiento de la gestación. Si bien existe evidencia de un metabolismo de la progesterona más rápido en vacas en lactación, la relación de los niveles séricos de esta hormona con la fertilidad no es muy clara. En diversos estudios no se ha encontrado evidencia que la baja fertilidad este asociada con bajas concentraciones circulantes de progesterona (66). Además, los resultados de tratamientos en los cuales se ha administrado progesterona o se ha tratado de estimular la función lútea con GnRh o hCG, son contradictorios (43). Por otra parte, también se ha observado que las vacas altas productoras tienen menores concentraciones séricas de estradiol, lo que se ha asociado con una disminución en la intensidad de la conducta estral (58).

2.4.7. Genética.

Datos de Estados Unidos muestran que en este país se ha incrementado la consanguinidad en forma dramática desde 1980, lo cual también se ha asociado con

una disminución de la fertilidad (39). Si bien en México no se cuenta con información acerca de la consanguinidad del ganado lechero, se debe recordar que la genética del ganado lechero mexicano tiene su origen principalmente en Estados Unidos. En el pasado, las características reproductivas habían sido consideradas como no heredables debido a que se asumía, en forma absoluta, que estas obedecían más a factores ambientales y menos a la expresión de los genes. En evaluaciones recientes se ha confirmado su baja heredabilidad, sin embargo, es evidente una amplia variación genética, lo que permite proponer que es posible su mejoramiento relativo a través de selección (85). Se conoce que algunos parámetros reproductivos no tradicionales como el intervalo del parto a la formación del primer cuerpo lúteo (periodo del parto a primera ovulación) tienen una heredabilidad de $h^2=0.13$ a 0.28 , considerada como moderada (23). La condición corporal tiene una heredabilidad también moderada ($h^2=0.2-0.3$) (52), y esta variable está asociada con el balance energético posparto y con el periodo de parto a primera ovulación. Se debe recordar que cuando las vacas caen en severos balances energéticos negativos pierden más condición corporal y tardan más en ovular (19). Además, el inicio de la actividad ovárica posparto está correlacionado positivamente con un incremento de la fertilidad y que por cada día de retraso a la primera ovulación se ha observado un aumento de 0.24 y 0.41 días abiertos (23). Bajo estas circunstancias, ya se están incluyendo parámetros reproductivos en los criterios de selección, ya que es probable que se hayan seleccionado vacas para producciones altas descuidando su fertilidad.

2.4.8 Factores ambientales

Los factores físico-ambientales que afectan al ganado fueron definidos por Johnson et al, y corresponden a una compleja interacción de la temperatura del ambiente, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento, precipitación, presión

atmosférica, luz ultravioleta y polvo. Para una mejor comprensión del efecto que ellos provocan sobre el ganado se presenta una breve descripción de los cuatro factores más importantes (53).

2.4.8.1. Temperatura ambiente.

Es probablemente la variable más investigada y al mismo tiempo la más utilizada como indicador de estrés. El concepto de zona termoneutral es el resultado de investigaciones realizadas a comienzos de la década de los 70's. Esta refleja el rango de temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado y para la cual no existe a la fecha una metodología clara que permita su estimación (55). Definió la temperatura ambiente efectiva de confort para el ganado como el estado constante de temperatura corporal, la cual puede ser mantenida sin necesidad de ajustes fisiológicos o de comportamiento. Por esta razón el promedio de la temperatura ambiente es generalmente considerado como la principal medida térmica utilizada para estimar confort animal. Así mismo, el efecto de la temperatura sobre las variables productivas también ha sido ampliamente estudiado (53). Johnson, informo de los umbrales térmicos a los cuales vacas Holstein disminuyen su producción diaria de leche (-5 °C y 21 °C). Estos valores representan límites a los cuales los animales activan mecanismos fisiológicos que les aseguran su supervivencia en desmedro de la productividad.

Un resumen de los principales efectos del frío y del calor fue presentado por Khalifa, quien expuso que si bien la temperatura ambiental es importante, por si sola no es una adecuada expresión de la respuesta animal al estrés, ya que si bien la temperatura ambiental ha sido reconocida como uno de los factores más importantes en la productividad del ganado también se ha reconocido que esta es alterada por la acción

del viento, humedad relativa, precipitación y radiación solar entre otros factores (54).

2.4.8.2. Humedad relativa.

La humedad relativa (HR), es considerada un factor de potencial estrés en el ganado, ya que acentúa las condiciones adversas de las altas temperaturas (24). Los principales efectos de la HR están asociados con una reducción de la efectividad en la disipación de calor por sudoración y respiración (10, 76). La tasa de evaporación depende de la gradiente de presión de vapor que existe entre el animal y el medioambiente circundante, así como de la resistencia al movimiento en contra de la gradiente (83). Richards, reporto que a temperaturas superiores a los 30 °C, la HR comienza a asumir un importante rol en los procesos evaporativos. En estas condiciones, la simple gradiente de presión de vapor no es suficiente para asegurar una adecuada evaporación. Así entonces, altas HR reducen el potencial de disipación de calor tanto de la piel como del aparato respiratorio, afectando a los animales especialmente en medioambientes en los que la disipación del calor por vías evaporativas es crucial para mantener la condición homeotermica (24, 77).

2.4.8.3. Velocidad del viento.

El rol de viento en el bienestar y desempeño productivo de los animales ha sido largamente reconocido por los investigadores. El viento ayuda a reducir los efectos del estrés por calor durante el verano mejorando los procesos de disipación de calor por vías evaporativas, Cabe señalar que esta respuesta depende del estado en que se encuentra la piel del animal, es decir, seca o húmeda, ya que la transferencia de calor es mas eficiente cuando la piel esta húmeda que cuando esta seca. La importancia de la velocidad del viento fue realizada por, quienes la incluyeron como uno de los factores de ajuste del ITH (Índice temperatura-humedad relativa). Por otra parte, durante el

periodo invernal el viento tiene un efecto negativo, ya que incrementa la pérdida de calor. Fox y Tylutki (1988), señalaron que los requerimientos de mantención del ganado en invierno se ven negativamente afectados por el viento (32). Similares respuestas fueron encontradas por Karen y col, quienes evaluaron el balance térmico del ganado en pastoreo durante el invierno, observando modificaciones en los requerimientos de energía metabólica del ganado producto de la radiación de onda corta, temperatura ambiente, velocidad del viento, orientación del cuerpo y dirección del viento. La velocidad del viento tiene además un efecto negativo en la escala de jadeo que es una herramienta visual desarrollada para evaluar el estrés por calor en los animales (53).

2.4.8.4. Radiación solar.

La radiación solar (directa e indirecta), es considerada como uno de los factores más importantes que afectan el balance térmico en el ganado (NRC 1981, Finch 1986, Silanikove 2000). La radiación de onda corta y onda larga tienen un fuerte impacto en la carga total de calor y en el estrés por calor en los animales (67). También se ha demostrado que la radiación solar tiene un impacto directo en la temperatura rectal y la tasa de respiración. Existen además antecedentes que indican que la radiación solar tendría un efecto en algunas concentraciones enzimáticas y minerales en el plasma. Sin embargo, la cantidad de calor radiante absorbida por un animal depende no solo de la temperatura del animal, sino también de su color y textura. Superficies oscuras irradian y absorben más calor que superficies claras a una misma condición ambiental (53).

2.5. Efectos del estrés calórico en hatos lecheros.

El estrés provocado por las altas temperaturas (estrés calórico) afecta la eficiencia reproductiva del ganado bovino en general. Sin embargo, algunas razas son mas

susceptibles que otras, lo cual depende básicamente de los mecanismos que tiene cada raza para regular su temperatura corporal en condiciones de estrés calórico (31).

Algunas razas de bovinos (*Bos indicus*), evolucionaron en climas cálidos, lo que les confirió tolerancia a las altas temperaturas, mientras que las que lo hicieron en climas fríos y templados (*Bos taurus*) son más sensibles al efecto negativo del estrés calórico. El ganado lechero es una raza altamente susceptible a las altas temperaturas, prueba de ello está en la reducción en fertilidad cuando este ganado es encuentra en climas cálidos o durante la época del año con mayor temperatura. Así, el porcentaje de concepción llega a caer de 40%, obtenido en los meses templados o fríos del año, hasta 15% durante el verano (4). Los efectos del estrés calórico en la reproducción del ganado lechero se han incrementado en los últimos años, lo que ha coincidido con el incremento en la producción de leche (92). Se ha observado que el aumento en la producción de leche se refleja en un incremento de la generación de calor metabólico. Esta generación de calor se ha asociado con el incremento del peso vivo de las vacas lecheras. De esta forma, vacas más grandes tienen un mayor aparato digestivo, lo que les permite consumir y digerir más alimento. Durante el metabolismo de los nutrientes se genera calor, el cual contribuye con el mantenimiento de la temperatura corporal, condición favorable en climas fríos. Sin embargo, en climas cálidos el calor se debe eliminar para mantener la temperatura corporal dentro de los rangos normales. La capacidad de termorregulación de la vaca lechera es insuficiente, lo cual ocasiona un incremento de la temperatura corporal. En vacas en estrés calórico es común que la temperatura alcance valores entre 39.5 a 41°C, lo cual afecta, en primer lugar, la función celular (40). En condiciones invitro, el estrés calórico durante los días 1 al 7 después del estro afecta el desarrollo embrionario en vacas súper ovuladas. En condiciones in vitro, la

exposición de los embriones a temperaturas equivalentes a la temperatura rectal de las vacas bajo estrés calórico (41 °C), disminuye la proporción de embriones que llegan a la etapa de blastocito (40). La susceptibilidad de los embriones al estrés calórico disminuye conforme los embriones avanzan en su desarrollo (28). Así, los embriones de dos células son más susceptibles que los embriones en la etapa de mórula. Independientemente de la etapa del desarrollo en que los embriones son susceptibles al estrés térmico, el resultado final es un aumento de la muerte embrionaria. Por otro lado, el estrés calórico puede afectar el mecanismo de reconocimiento materno de la gestación. Las altas temperaturas comprometen la habilidad de los embriones para producir cantidades suficientes de interferón- τ (IFN- τ) u otros productos celulares, necesarios para el reconocimiento materno de la gestación (73).

2.5.1. Efecto sobre los hábitos de pastoreo.

En medios térmicos elevados los bovinos tienden a reducir su producción de calor mediante anorexia voluntaria. Esta reducción del consumo de alimento como mecanismo para reducir la carga térmica se refleja consecuentemente en su conducta de pastoreo, ya que, al pastar menos, reducen tanto el consumo de alimentos (la fermentación a nivel ruminal y la digestión generan calor) así como la actividad muscular desplegada en la búsqueda de los mismos. Estos animales cambian sus hábitos de pastoreo, realizando éste en horas de la noche donde las temperaturas son más frescas. Este efecto de la radiación solar en la conducta del pastoreo sobre los bovinos es importante pues indica la necesidad de suministrar buen pasto nocturno a los animales que tienen que soportar temperaturas diurnas de 27°C o más, o suministrarles potreros con sombras (Preferiblemente naturales de árboles) en el caso que la variación de temperatura entre el día y la noche sea inferior a 11°C (59).

2.5.2. Efecto sobre la nutrición.

Aparte de disminuir la nutrición si disminuye el pastoreo como se explico en el punto anterior, la vaca con estrés calórico tiende a perder más saliva y minerales como sodio y potasio, además de la posible acidosis ruminal por el efecto de pérdida de saliva (38).

2.5.3. Efecto sobre el crecimiento.

Como ya se menciona las altas temperaturas ambientales disminuyen el apetito, reducen la ingestión de alimentos y horas de pastoreo por lo cual el animal se ve afectado indirectamente en cuanto a crecimiento por no cubrir sus requerimientos nutricionales. Además aunque no se ha demostrado, parece que hay una relación directa entre la temperatura rectal y la respiración con el peso del animal y la rata de crecimiento. Los becerros de los animales de origen tropical son más pequeños y con una rata de crecimiento menor que los becerros de los animales de origen templado. Pero, si estos últimos nacen en clima tropical su tamaño es más pequeño que el de sus homólogos en condiciones tropicales y su rata de crecimiento menor. Además, aparte de la disminución en la rata de crecimiento medido a través del peso vivo, también se ha encontrado una disminución en la talla (60).

2.5.4. Efecto sobre la producción láctea.

Como resultado del descenso del consumo de alimento, se afecta la producción y composición de la leche. Los rendimientos lácteos disminuyen de un 50 a un 75% a temperaturas superiores a 26,5°C con vacas Holstein y superiores a 29,5°C con vacas Jersey y Pardo Suizo. No se notan efectos negativos en vacas Brahman a temperaturas del orden de los 32°C. La temperatura crítica para el descenso en la producción láctea radica entre 21 y 26,5°C para las vacas Holstein y Jersey y entre 29.5 y 32°C para las vacas Pardo Suizo. Estos resultados fijan la temperatura óptima para el rendimiento

lácteo de las razas templadas de bovinos entre 10 y 15.5°C (33). Temperaturas tan bajas como 0°C apenas tienen efectos sobre la producción láctea en tanto que temperaturas superiores a 15.5°C afectan adversamente el rendimiento lácteo (58). Además, de la disminución en la producción de leche también varía la composición de la misma. Disminuye el rendimiento en grasa y disminuye la proporción de los ácidos grasos de cadena corta, sin embargo el Palmítico y Esteárico aumentan. Los sólidos no grasos también disminuyen (53).

2.5.5. Efecto sobre la fertilidad.

La temperatura afecta la reproducción en vacas notablemente, pudiendo bajar de 75% a 10% en la eficiencia reproductiva del rebaño. La causa de mayor merma en la reproducción se debe a fallas en la implantación del embrión, ya que la vaca con stress calórico presenta vasodilatación periférica (para disipar calor) por lo cual el aporte sanguíneo a los órganos como el útero disminuye (43). Además cualquier tipo de stress determina liberación de Prostaglandinas y entre ellas la $PgF2\alpha$ la cual tiene efecto luteolítico y agrava más el cuadro de infertilidad. Abonado a esto, la hipertermia crónica puede disminuir el peso al nacer de los becerros, puede también prolongar el curso del parto natural lo cual puede resultar en becerros de viabilidad sub-óptima, reduce en forma notoria la tasa de concepción, disminuye la cantidad y calidad del eyaculado e incrementa la mortalidad embrionaria. Los machos también son afectados en su eficiencia reproductiva por el efecto de stress calórico. Aunque bovinos, caprinos, ovinos y bufalinos tienen mecanismos de disipar calor en el escroto, a medida que aumenta la temperatura ambiental se ve disminuida la espermatogénesis, y aumenta el Porcentaje de atipias y de espermatozoides muertos (42).

En algunas zonas el efecto de la temperatura produce un efecto estacional puesto que hay una disminución de la capacidad reproductiva del rebaño en cierta época del año (44).

2.6. Zona de confort o comodidad térmica

El rango de temperatura ambiental entre los 6 °C y los 21°C denominado zona de confort o comodidad térmica, entendida ésta como la zona en la cual la vaca obtiene por los mecanismos termorreguladores normales, el ajuste de la temperatura interna sin gasto alguno de energía adicional (4). De hecho se podría afirmar que los bovinos Paradójicamente, tienen mayor capacidad para soportar las temperaturas bajas que las altas. Por la presencia de estaciones se ha estudiado la tolerancia en vacas lecheras a temperaturas menores de 5°C. Una vaca adulta en su pico de lactancia es muy tolerante a temperaturas muy bajas de hasta -17°C o menos, porque genera mucho calor con el nivel de metabolismo normal y con la fermentación ruminal (16).

En cambio, cuando la temperatura excede los 27°C, aún con niveles bajos de humedad, la vaca se encuentra por fuera de la zona de confort y empieza a presentar dificultades para mantener la temperatura corporal viéndose obligada a invertir energía adicional para iniciar los mecanismos de termorregulación, sacrificando su utilización en actividades productivas y reproductivas en las regiones más cálidas del planeta, comprendidas entre los 30°C de latitud al norte y al sur de la línea ecuatorial, entre los trópicos de Cáncer y Capricornio, prevalecen temperaturas, humedad y radiación solar por encima del rango de confort para la eficiente producción en el ganado bovino (20).

El ganado Cebú y sus cruces muestran mayor tolerancia al calor que el ganado europeo. Esta tolerancia no parece depender de la capacidad de sudoración sino de una menor generación de calor que es posible que se deba a su menor nivel de

producción láctea, menor consumo de alimento (mayor eficiencia de conversión) y más bajo nivel de metabolismo basal (9).

La tolerancia al calor es un requisito vital para la producción ganadera bovina en el trópico. Se define como la capacidad del individuo para utilizar eficientemente la energía sin generar calor excesivo, manteniendo su productividad en niveles elevados. Se mide a través del índice de tolerancia y cuando un animal tiene 100 se considera bien adaptado a la temperatura y humedad ambiental (20).

Además, relacionado con este asunto, desde los años 60 se dispone de un Índice de Temperatura Humedad, (ITH). El aumento de cada punto en el ITH por encima de los 18 °C significa en ganado de leche: Disminución de 0.26 kilos de leche por día, Disminución del consumo de 0.23 kilos de forraje por día, Incremento de 0.12 °C en la temperatura corporal de la vaca. A diferencia de las características de producción y del producto que dependen de la genética Aditiva, la adaptación de un animal al medio ambiente depende de la acción poligénica (41).

3. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Materiales.

3.1.1. Localización geográfica.

El estudio se realizó en la hacienda “Potrero verde,” ubicada en el caserío El Cedral, Cantón Miraflores, Departamento de San Miguel, El Salvador. Las coordenadas geográficas del lugar son 13° 22” latitud norte y 88° 03” longitud oeste. El propietario es el señor agrónomo Santiago Arnoldo Perla.

La explotación está localizada a 19 kilómetros al sur oriente de la ciudad de San miguel, la vía de acceso es una carretera descubierta, transitable todo el año, con una altitud aproximada de 150 msnm. El Área total de la hacienda dedicada a la explotación lechera es de 134.78 Hectáreas.

3.1.2. Condiciones climáticas.

La zona donde se realizó la investigación presenta dos estaciones bien marcadas, una seca (noviembre-abril) y una lluviosa (mayo-octubre).

Las características climáticas más importantes de cada época se describen a continuación.

Concepto (Promedios)	Época seca (Nov.-Abril)	Época lluviosa (Mayo-Oct.)
Precipitación (mm)	75	1,700
Temperatura (°C)	28.6 °C	32.1 °C
Humedad Relativa (%)	62 %	75 %

Fuente: (SNET), (26)

3.1.3.. Duración del estudio.

El análisis de datos se realizó en un periodo de 20 semanas comprendidas del 25 de Enero al 07 de Junio de 2010 (140 días). Durante el periodo de investigación se realizaron las siguientes actividades:

- ✓ Identificación de las unidades experimentales (vacas) que cumplieron los siguientes requisitos:
 - Que hubiesen sido servidas dentro del periodo comprendido del 1 de enero de 2007 al 31 de diciembre de 2009.
 - Que las vacas incluidas no presentaran problemas reproductivos.
 - Estar clasificadas dentro de grupos de acuerdo al número de partos (hasta un máximo de 7 partos).
 - Estar clasificadas en grupos de acuerdo al nivel productivo.
 - Que las vacas en sus registros presentaran informes reproductivos.
 - Que las vacas en sus registros presentaran informes sobre producción láctea (≥ 1000 lbs/lactancia)

3. 2. Manejo de las vacas.

El hato se maneja en una forma semi-estabulada donde los grupos de alta y baja producción se sacan a un periodo de pastoreo libre de 5 a 8 am y de 5 p.m a 12 a.m, el resto del día permanece de forma estabulada; mientras que el grupo horro permanece en potreros (pastoreo libre) todo el día.

3.2.1. Ordeño.

Los ordeños son realizados de forma mecánica. Las vacas están condicionadas a dos ordeños, los cuales se realizan en las horas siguientes:

- Primer ordeño: 2 a.m.

➤ Segundo ordeño: 2 p.m

3.2.2. Alimentación.

La ración de alimento suministrada a las vacas es a base de ensilaje, concentrados, zacate y sales minerales. Dieta que varía de acuerdo al estado reproductivo, a los días lactantes, a la producción láctea y a la conformación física de la vaca.

Grupo	Ración
Altas productoras	16 lbs. de concentrado, 50 lbs. de ensilaje.
Bajas productoras	8 lbs. de concentrado, 50 lbs. de ensilaje.
Horro	6 lbs. de concentrado (maíz, Afrecho, Rastrojo), zacate.
Recuperación	3 lbs. de concentrado, 2 lbs. de maíz molido, 2 gr de estimulante para la digestión, ½ lb de grasa vegetal (adicional a la ración).

3.2.3. Tratamiento de estrés calórico.

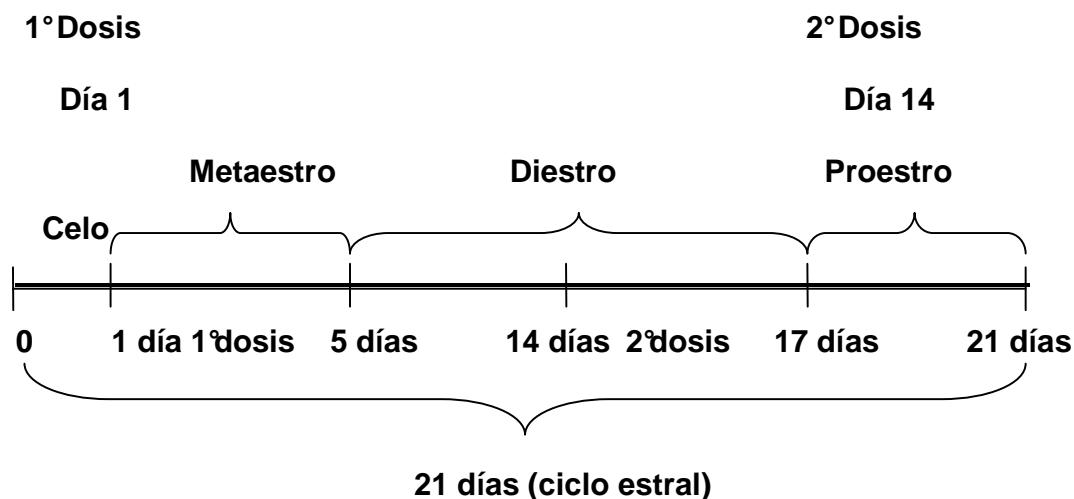
Al grupo de altas productoras se les proporciona de 9 a 11 a.m, y de 12 a 1 pm (a libertad del animal). Mientras que al grupo de baja producción se les brinda de 9 a 10 am y de 12 a 1 pm., posteriormente pasan al ordeño (los 2 grupos), luego regresan nuevamente a los establos, para luego ir a pastoreo y los baños de estrés calórico se les proporciona en igual horario al día siguiente.

3.2.4. Reproducción.

Para ésta se utiliza principalmente la inseminación artificial con semen proveniente de toros estadounidenses y europeos puros. Existen algunas ocasiones en las cuales se hace uso de la monta natural con toros encastados de razas europeas. Las inseminaciones son realizadas por tres inseminadores y repartidas de acuerdo a la

disponibilidad de tiempo de cada uno. Las revisiones veterinarias se programan cada mes.

3.2.4.1. programa de sincronización de celos.



Las vacas que por ejemplo vinieron en celo 3 o 4 días después de la primera dosis es porque ya estaban dentro del periodo diestro, por lo tanto no necesitaron segunda dosis de aplicación; pero las que no vinieron en celo, sí fue necesaria la aplicación en ellas.

3.2.5. Sanidad.

Dentro de la explotación se cuenta con un programa de sanidad el cual comprende: desparasitaciones, vitaminas, vacunaciones, pruebas de mastitis cada 15 días, pruebas de tuberculosis; esto con el propósito de prevenir cualquier tipo de patología que puedan afectar el rendimiento productivo y reproductivo del hato. Además se cuenta con productos de uso diario como: antibióticos, antiinflamatorios, sueros, entre otros.

3.2.6. Instalaciones.

3.2.6.1. Galeras.

La ganadería cuenta con 9 galeras, de las cuales 2 son utilizadas como salas de estrés calórico con un diseño de cañón, del resto, 2 galeras son con un diseño de un solo alero, 2 con un diseño de dos aleros y 3 galeras unidas con diseño de cañón.

3.2.6.2. Comederos.

Se cuentan con dos tipos de comederos, uno de ellos ubicado en la sala de ordeño del tipo americano con capacidad para alojar 24 vacas, el otro es un comedero libre el cual se encuentra ubicado a la orilla de cada galera que aloja los grupos de producción.

3.2.6.3. Bebederos.

Se cuenta con pilas ubicadas a la orilla de cada galera que aloja a los grupos de producción.

3.2.6.4. Sala de ordeño.

Está ubicada en medio de la instalación que aloja al hato completo, la sala posee un modelo tipo doble tramo, con capacidad para 24 vacas.

3.2.7. Equipo.

3.2.7.1. Ordeñadora mecánica.

Se cuenta con una maquina ordeñadora de 12 puntos de tipo línea directa, con pulsaciones eléctricas y con una bomba de vacío.

3.2.7.2. Tanque refrigerador.

Se cuenta con 2 tanques con capacidad para 5,000 y 3,500 botellas, los cuales cumplen la función de almacenar y refrigerar la leche a 2°C.

3.2.7.3. Balanza.

Se cuenta con un pesador de leche automático, el cual está conectado directamente a la ordeñadora, registrando datos una vez ordeñada la vaca.

3. 3. Métodos.

3.3.1. Origen de los datos.

Los datos utilizados en el estudio fueron obtenidos de registros de reproducción y producción láctea que existen en la explotación, con apoyo de un sistema de cómputo (programa VAMPP). Se analizaron 307 registros reproductivos, dentro de los cuales se obtuvieron 3,606 inseminaciones artificiales de vacas lactantes de la raza Holstein con intervalo al servicio mayor a 35 días posparto. Además dentro de los registros reproductivos, solo 267 contaron con información sobre producción láctea. Cada registro reproductivo contenía la siguiente información:

- ✓ número de identificación de la vaca.
- ✓ fecha de inseminación.
- ✓ hora de inseminación.
- ✓ temperatura ambiente al momento de la inseminación.
- ✓ temperatura rectal al momento de la inseminación.
- ✓ nombre del toro (si fuere monta natural).
- ✓ nombre del inseminador.
- ✓ fecha de palpación y diagnóstico médico.
- ✓ fecha de nacimiento.
- ✓ numero del parto.
- ✓ fecha del parto inmediato anterior.
- ✓ días de lactancia.
- ✓ producción acumulada (kg).
- ✓ intervalo entre parto, días vacios, e información general del hato.

3.3.2. Modificación de producción láctea a 305 días.

La información sobre producción láctea es ingresada cada 7 días en el sistema de cómputo (programa VAMPP), el cual registra la producción de forma acumulada (kg) durante los días en que dura la lactancia; Por lo cual fue necesario hacer modificaciones:

- Las producciones lácteas acumuladas (kg) fueron transformadas a lbs.
- Las producciones acumuladas (lbs) fueron ajustadas a 305 días (tiempo promedio que dura una lactancia).

Ejemplo de modificación:

vaca	F. nacimient	F. parto	Edad (meses)	Días lact.	Factor (tabla)	Producción Acumul.(kg)	Ajuste 305 días (lbs.)	X ajuste 305 días (lbs.)
X	15-05-04	30-12-07	44	290	1.03	4,766	10,799	11,518
		1-08-09	62	150	1.64	3,392	12,238	

$$✓ \quad 4766 \text{ kg} \times 2.2 \text{ lbs} = 10,485 \text{ lbs} \times 1.03 = 10,799 \text{ lbs}$$

$$✓ \quad 3,392 \text{ kg} \times 2.2 \text{ lbs} = 7,462 \text{ lbs} \times 1.64 = 12,238 \text{ lbs}$$

$$10,799 \text{ lbs} + 12,238 \text{ lbs} \div 2 = 11,518 \text{ lbs.}$$

3.3.3. Registro y cálculo de variables climáticas.

Durante el periodo de estudio de 2007 a 2009, se obtuvieron los registros diarios de Temperatura ambiente (°C), humedad relativa (%), radiación solar (cal/cm²), y velocidad del viento (km/h) de la Dirección general de servicios nacionales de estudios territoriales (SNET), ubicada en la Facultad Multidisciplinaria Oriental, Universidad de El Salvador, en el km. 144 1/2 carretera el litoral, San Miguel, a menos de 6 kilómetros del hato

lechero en estudio. Se calculó el índice temperatura-humedad (ITH) de acuerdo a lo establecido por Ingraham et al (49), mediante la siguiente ecuación:

$$\text{ITH} = ((1.8 T^{\circ}) + 32) - (0.55 - (0.55 \text{ HR}/100)) ((1.8 T^{\circ}) - 26)$$

Siendo:

T° = temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$).

HR = humedad relativa (%).

La temperatura rectal en cada animal fue determinada mediante termómetros clínicos, al instante preciso de la inseminación artificial. Los demás datos (número de partos, producción de leche acumulada (kg), y registros reproductivos en general) fueron tomados de los registros del sistema de cómputo mencionados anteriormente, existentes en la hacienda. La preñez fue determinada entre 35 y 45 días post-inseminación, mediante palpación rectal.

3.3.4. Manejo y clasificación del hato.

Con el objeto de conocer el comportamiento de los animales según su nivel de producción de leche estimada a los 305 días (PL) sobre la tasa de concepción, las vacas se agruparon en tres niveles de PL: PL 1, <7000 lbs (N=97); PL 2, 7000-8500 lbs (N=71); PL 3, >8500 lbs (N=99). Para evaluar el número de partos las vacas se subclasificaron en: 1 vacas de primer parto (N=52); 2 vacas con dos partos (N=49); 3 vacas de tres a cuatro partos (N=86); 4 vacas mayores o iguales a cinco partos (N=80)

3.3.5. Unidades experimentales.

Para la realización del estudio se identificaron 307 vacas, de las cuales 267 contaban con los requisitos correspondientes mencionados en la sección (3.1.3). Según la información recopilada en sus registros, las vacas se distribuyeron de acuerdo al nivel

productivo y al número de parto. Los datos del resto de vacas (N=40), no fueron considerados en el estudio debido a las restricciones.

3.4. Metodología estadística.

3.4.1. Factores en estudio.

- Temperatura ambiente (°C).
- Humedad relativa (%).
- Índice temperatura-humedad (%).
- Radiación solar (cal/cm²).
- Velocidad del viento (km/h).
- Temperatura rectal (°C).
- Producción láctea (lbs.).
- Número de partos.

3.4.2. Variables para la evaluación del estudio.

Durante el estudio se evaluarán las siguientes variables:

- Tasa de concepción (%).
- Temperatura rectal (°C)
- Número de servicios por concepción.
- Días vacíos.

3.4.3. Diseños estadísticos.

3.4.3.1. Diseño de bloques completamente al azar.

Este diseño se utilizó para las variables: Tasa de concepción, Número de servicios por concepción, días vacíos, donde el total de tratamientos fueron doce (por variable), con tres observaciones por tratamiento respectivamente.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = observaciones individuales al i-esimo tratamiento.

μ = media experimental.

T_i = Efecto del i-esimo tratamiento.

B_j = efecto del j-esimo bloque.

E_{ij} = error experimental.

3.4.3.1.1. Distribución estadística del análisis de varianza.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	(a -1)
Bloques	(b -1)
Error experimental	(a -1) (b -1)
Total	(N -1)

Donde:

a = número de tratamientos.

b = número de bloques.

N = número total de observaciones de los tratamientos.

3.4.3.2. Diseño completamente al azar.

Este diseño se utilizó para la variable tasa de concepción, donde el total de tratamientos fueron doce, con tres observaciones por tratamiento respectivamente.

3.4.3.2.1. Distribución estadística del análisis de varianza.

Donde:

t = número de tratamientos.

n = número total de observaciones de los tratamientos

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos	(t - 1)
Error experimental	(n - t)
Total	(n - 1)

3.4.4. Pruebas estadísticas.

3.4.4.1. Prueba de Duncan para igual número de observaciones.

Esta prueba se efectuó en todas las variables y factores del estudio, para los tratamientos y bloques correspondientes. Su fórmula matemática es la siguiente:

$$ETD = t \sqrt{\frac{2S^2}{r}}$$

En donde:

ETD = Error típico de la diferencia.

t = Valor de "t" tabla al 0.05 y al 0.01.

2 = Constante.

S² = Varianza.

r = Numero de observaciones.

3.4.4.2. Prueba de Correlación (r).

Esta prueba fue necesaria para medir el grado de asocio entre dos variables (una dependiente Y, y otra independiente X), pudiendo obtenerse un resultado positivo, negativo, o en todo caso no haber asocio, las cuales son explicadas en un cuadro cartesiano. Su formula matemática es la siguiente: $r = \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n}$

$$r = \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n} \div \frac{\sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n}} \sqrt{\frac{\sum y^2 - (\sum y)^2}{n}}}{n}$$

Prueba estadística que se efectuó en los factores de estudio siguientes:

- Efecto de la Temperatura ambiente (X) sobre la tasa de concepción (Y).

- Efecto de la Humedad relativa (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del Índice temperatura-humedad (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Radiación solar (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Velocidad del viento (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Temperatura rectal (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del índice temperatura-humedad (X) sobre la temperatura rectal (Y).
- Efecto de la Producción láctea (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Producción láctea (X) sobre el N° de servicios por concepción (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre el N° de servicios por concepción (Y).
- Efecto de la producción láctea (X) sobre el Número de días vacíos (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre el Número de días vacíos (Y).

3.4.4.3. Prueba de Regresión (b).

Esta prueba estadística se utilizó para representar el cambio ocurrido en la variable dependiente Y (cuanto aumenta o disminuye), por cada unidad de cambio que experimente la variable independiente X. Su fórmula matemática es la siguiente:

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{n} \div \frac{\sum x^2 - (\sum x)^2}{n}$$

Prueba estadística que se efectuó en los factores de estudio siguientes:

- Efecto de la Temperatura ambiente (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Humedad relativa (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del Índice temperatura-humedad (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Radiación solar (X) sobre la tasa de concepción (Y).

- Efecto de la Velocidad del viento (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Temperatura rectal (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del índice temperatura-humedad (X) sobre la temperatura rectal (Y).
- Efecto de la Producción láctea (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Producción láctea (X) sobre el N° de servicios por concepción (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre el N° de servicios por concepción (Y).
- Efecto de la producción láctea (X) sobre el Número de días vacíos (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre el Número de días vacíos (Y).

3.4.4.4. Prueba de Coeficiente de Determinación (r^2).

Esta prueba se desarrolló debido a que ella determina la proporción de la variación en la variable dependiente Y, que es atribuible a las variaciones que ocurren en la variable independiente X. Su fórmula matemática es la siguiente: r^2

Prueba estadística que se efectuó en los factores de estudio siguientes:

- Efecto de la Temperatura ambiente (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Humedad relativa (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del Índice temperatura-humedad (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Radiación solar (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Velocidad del viento (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Temperatura rectal (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del índice temperatura-humedad (X) sobre la temperatura rectal (Y).
- Efecto de la Producción láctea (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Producción láctea (X) sobre el N° de servicios por concepción (Y).

- Efecto del Número de partos (X) sobre el N° de servicios por concepción (Y).
- Efecto de la producción láctea (X) sobre el Número de días vacíos (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre el Número de días vacíos (Y).

3.4.4.5 Ecuación de regresión lineal.

Esta ecuación se desarrolló debido a que ella predice un valor cualquiera de la variable independiente Y, cuando conozco el valor de la variable dependiente X. Su fórmula matemática es la siguiente: $\hat{y} = a + b(x)$, donde (a) es el intercepto en el eje

Y. $a = \bar{X} - b \bar{Y}$. Ecuaciones que se efectuaron en los factores de estudio siguientes:

- Efecto de la Temperatura ambiente (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Humedad relativa (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del Índice temperatura-humedad (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Radiación solar (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Velocidad del viento (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Temperatura rectal (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del índice temperatura-humedad (X) sobre la temperatura rectal (Y).
- Efecto de la Producción láctea (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre la tasa de concepción (Y).
- Efecto de la Producción láctea (X) sobre el N° de servicios por concepción (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre el N° de servicios por concepción (Y).
- Efecto de la producción láctea (X) sobre el Número de días vacíos (Y).
- Efecto del Número de partos (X) sobre el Número de días vacíos (Y).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Efecto de la temperatura ambiente sobre la tasa de concepción.

El detalle de la información de tasa de concepción y temperatura ambiente para cada mes durante los años que comprendió el periodo de estudio se presentan en los anexos A-1 y A-4 respectivamente. Tomando como base esta información se describe en el cuadro 1 los comportamientos mensuales promedios para dichas variables.

Cuadro 1. Resumen de información mensual promedio de temperatura ambiente (°C) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.

MESES	T° A (°C)	TC (%)
ENERO	28.1 ^e	56.2 ^a
FEBRERO	28.6 ^{de}	45.5 ^{abc}
MARZO	29.7 ^{cd}	51.7 ^{ab}
ABRIL	30.1 ^c	50.0 ^{ab}
MAYO	31.9 ^{ab}	42.2 ^{bc}
JUNIO	32.1 ^{ab}	36.2 ^c
JULIO	33.0 ^a	37.5 ^c
AGOSTO	32.4 ^{ab}	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	30.9 ^{bc}	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	28.6 ^{de}	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	27.8 ^e	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	27.7 ^e	51.6 ^{ab}

*T° A = Temperatura ambiente promedio diaria (°C)

**TC= Tasa de concepción (%).

Con respecto a la temperatura ambiente, estos resultados demuestran que durante los meses de estudio se registraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$),

registrándose el promedio más alto de temperatura en el mes de julio (33.0 °C), seguido de los meses de agosto, junio y mayo (32.4, 32.1 y 31.9 °C respectivamente); además se observaron los promedios más bajos de temperatura ambiente durante los meses de noviembre, diciembre y enero (27.8, 27.7 y 28.1 °C; respectivamente) (cuadro 1). Correlacionadamente, los mayores porcentajes de preñez se obtuvieron en los meses en donde la temperatura ambiente presentó los menores índices y viceversa, (figura 1).

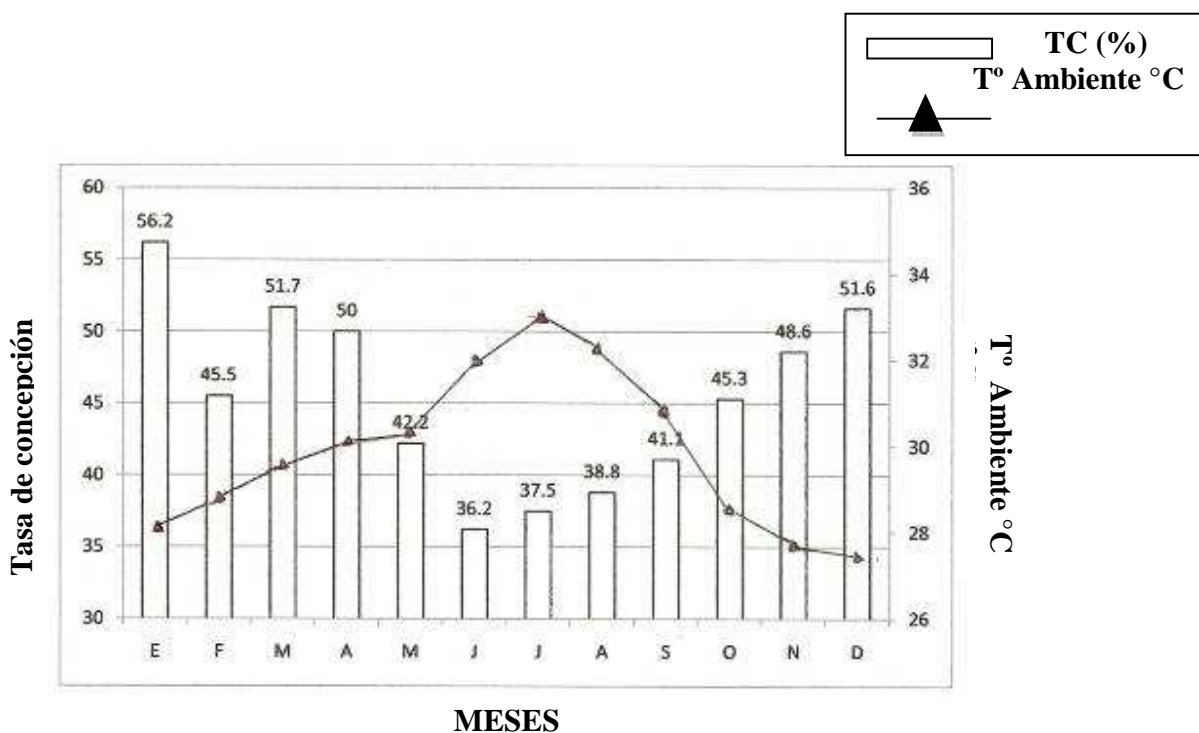


Figura 1. Relación entre la tasa de concepción con el mes de servicio y la temperatura ambiente.

Analizando el comportamiento de las curvas de tasa de concepción con respecto a la temperatura ambiente (figura 1), se puede observar que a partir del mes de septiembre cuando la temperatura ambiente comienza a descender, la tasa de concepción va en sentido contrario hasta llegar a su máximo valor en el mes de enero (56.2%). En el mes de mayo la curva de temperatura ambiente inicia su ascenso

alcanzado su máximo valor en el mes de julio (33 °C); apreciándose que entre los meses de octubre a abril los valores de tasa de concepción se encuentran todos sobre la tasa de concepción promedio que es de 45.3% en el estudio. Entre los meses de mayo a septiembre se registran las menores tasas de concepción (42.2, 36.2, 37.5, 38.8 y 41.1%; respectivamente), ubicándose estas por debajo de la concepción promedio antes mencionada. Considerándose estos meses, en base a los promedios de temperatura ambiente registrados, como la época más crítica para el comportamiento reproductivo.

Después de haber analizado la correspondencia entre alta temperatura ambiente con baja tasa de concepción y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 2 se muestran valores promedios de temperatura ambiente del mes de servicio y valores medios mensuales de tasas de concepción registrado a los largo del estudio.

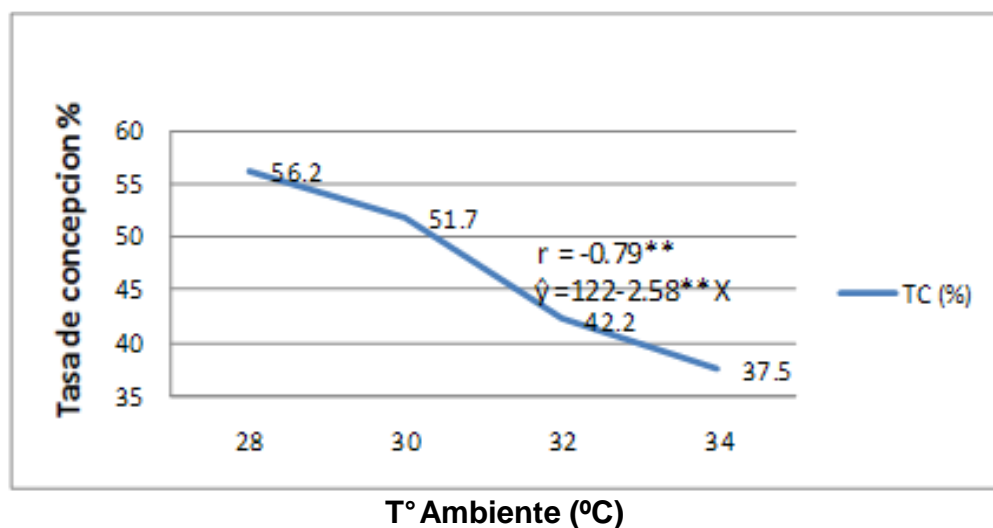


Figura 2. Valores porcentuales de temperatura ambiente y tasa de concepción del mes de servicio.

Se observó una relación lineal negativa entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio (figura 3).

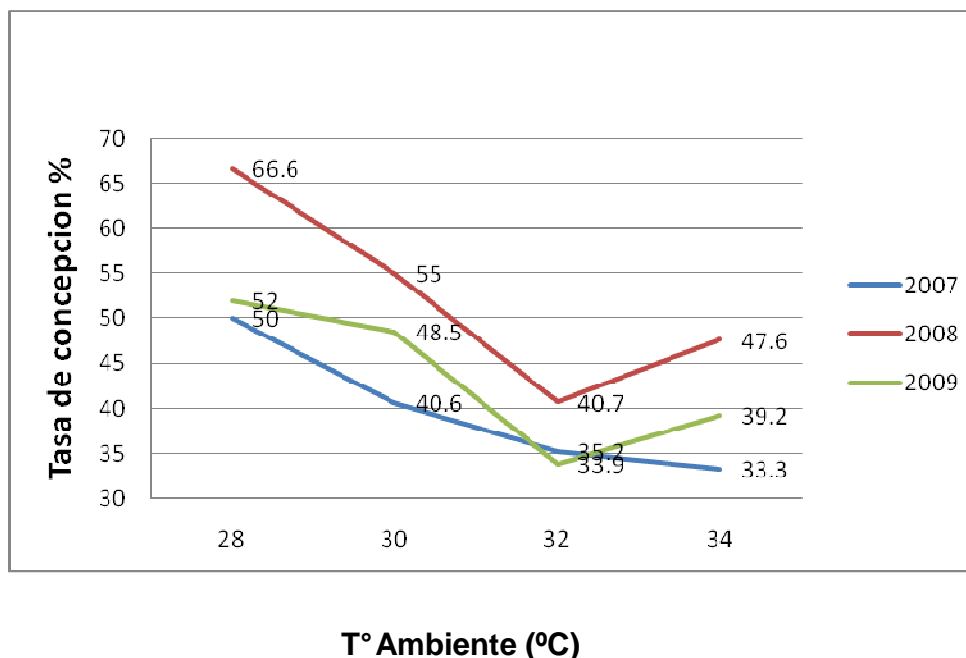


Figura 3. Valores porcentuales de temperatura ambiente y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.

Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = -0.79^{**}$ y $b = -2.58^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que la temperatura ambiente afecta considerablemente la tasa de concepción ($\hat{y} = 122 - 2.58^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente la temperatura ambiente (1°C) la gestación se modifica en -2.58% (A-7). Por otra parte no se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de temperatura ambiente atribuibles a los años, los que indica que este factor afectó el comportamiento reproductivo de igual manera para los tres años de estudio (A-5).

Román Ponce (81), encontró en Veracruz, México, similares resultados sobre temperatura ambiente y tasa de concepción. El concluyó que cuando la temperatura

ambiente máxima un día después de la inseminación artificial aumenta de 21 a 35 °C el porcentaje de concepción disminuye de 40 a 31%. Coincidiendo con lo informado por Rivera y col. (78) en Maracaibo, Venezuela. Ellos reportaron que la temperatura ambiente afecta el porcentaje de fertilidad, la cual disminuye de 58 a 30% cuando la temperatura ambiental media se incrementó de 29 a 36°C. Escobar y col. (29) en Colombia, reportó que el porcentaje de preñez (34%) en ganado Hosltein, fue influida ($p < 0.01$) por la temperatura ambiente media (31.05°C) estimada 14 horas después de la inseminación artificial. Similar fue la respuesta encontrada por Amundson y col. (2) en Nebraska, observando una reducción de la preñez asociadas a temperaturas ambiente mínimas promedio de 23.7°C. Estos estudios han demostrado que la exposición de hembras bovinas a altas temperaturas ambientales durante la maduración del óvulo y ovulación o durante los días posteriores a la inseminación artificial disminuye la viabilidad y desarrollo del embrión, ya que la temperatura uterina al momento de la inseminación artificial está relacionada especialmente con el porcentaje de concepción, observándose efectos directos adversos sobre los óvulos fertilizados, los embriones durante sus primeras fases de desarrollo, y los espermatozoides depositados en el tracto reproductivo, debido a que son sensibles a temperaturas elevadas.

4.2. Efecto de la humedad relativa sobre la tasa de concepción.

Otro factor considerado dentro de la investigación fue la humedad relativa; la información recopilada de HR entre el periodo de estudio se detalla en el anexo A-9. Considerando la información antes descrita en el anexo A-1 y A-9, en el cuadro 2 se describen los promedios mensuales de tasa de concepción y humedad relativa del estudio. Los resultados obtenidos sobre las medias mensuales de humedad relativa

Cuadro 2. Resumen de información mensual promedio de humedad relativa (%) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.

MESES	HR (%)	TC (%)
ENERO	57.2 ^d	56.2 ^a
FEBRERO	61.4 ^{cd}	45.5 ^{abc}
MARZO	58.2 ^{cd}	51.7 ^{ab}
ABRIL	64.5 ^{cd}	50.0 ^{ab}
MAYO	75.1 ^{ab}	42.2 ^{bc}
JUNIO	78.8 ^{ab}	36.2 ^c
JULIO	77.1 ^a	37.5 ^c
AGOSTO	70.1 ^{bc}	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	83.5 ^a	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	82.9 ^a	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	66.9 ^{bcd}	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	65.1 ^{cd}	51.6 ^{ab}

*HR = Humedad relativa promedio diaria (%)

**TC= Tasa de concepción (%).

demuestran que entre los meses de estudio si hubo significancia estadística ($p < 0.01$), registrándose el promedio más alto de humedad relativa en el mes de septiembre (83.5%), seguido de los meses de octubre, junio y julio con (82.9, 78.8 y 77.1%; respectivamente); por otra parte, se observaron los promedios más bajos de humedad relativa durante los meses de enero y marzo con (57.2 y 58.2%; respectivamente), (cuadro 2). Correlacionadamente, los mayores porcentajes de preñez se observaron en los meses en donde la humedad relativa presentó los menores índices y viceversa, (figura 4).

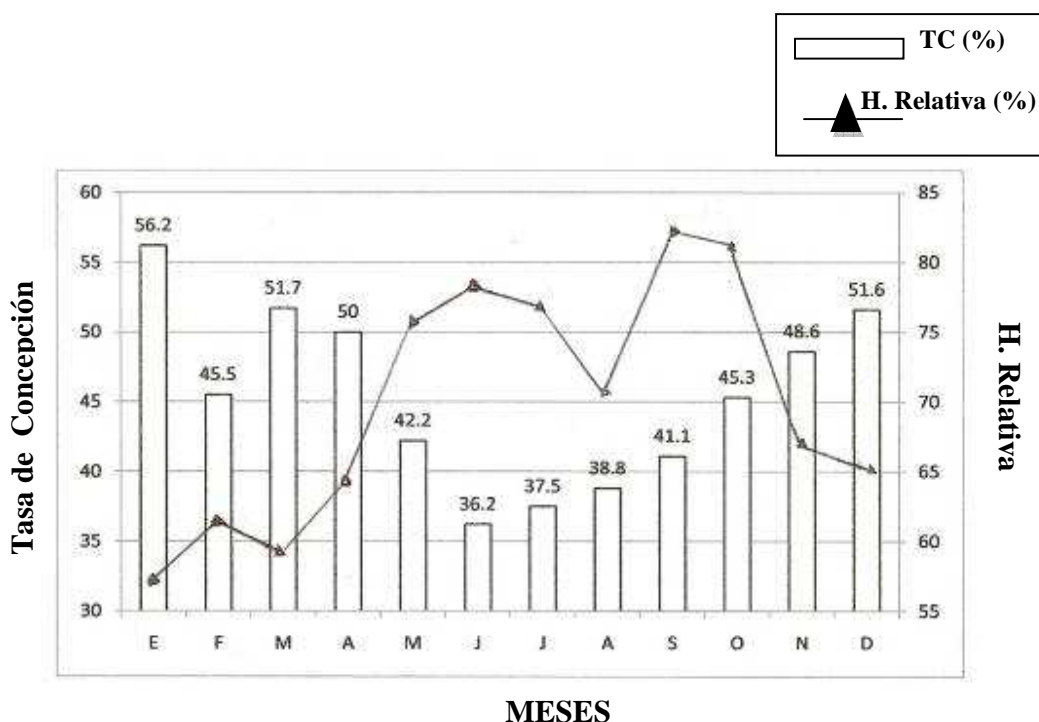


Figura 4. Relación entre la tasa de concepción del mes de servicio y la humedad relativa.

Analizando el comportamiento de las curvas de tasa de concepción y humedad relativa respectivamente (figura 4), se puede observar que a partir del mes de octubre cuando la humedad relativa empieza a descender la tasa de concepción va en sentido inverso hasta llegar a su máximo valor en el mes de enero (56.2%). Por otra parte, en el mes de mayo la curva de humedad relativa comienza a crecer, presentando un leve descenso entre los meses de julio y agosto (77.1 y 70.1%; respectivamente), donde posteriormente continúa su ascenso alcanzando su máximo valor en el mes de septiembre (83.5%). observándose que entre los meses de octubre a abril los valores de tasa de concepción, de igual manera, se encuentran sobre el valor promedio de concepción de 45.3%. Por otro lado, entre los meses de mayo a agosto (42.2, 36.2, 37.5 y 38.8%; respectivamente), se registran las menores tasas de concepción

ubicándose estas por debajo de la concepción promedio antes mencionada. Considerándose estos últimos, como los meses menos efectivos en el aspecto reproductivo.

Después de haber analizado la correspondencia entre alta humedad relativa con baja tasa de concepción y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 5 se muestran los valores medios de humedad relativa del mes de servicio y valores promedios de tasa mensual de gestación.

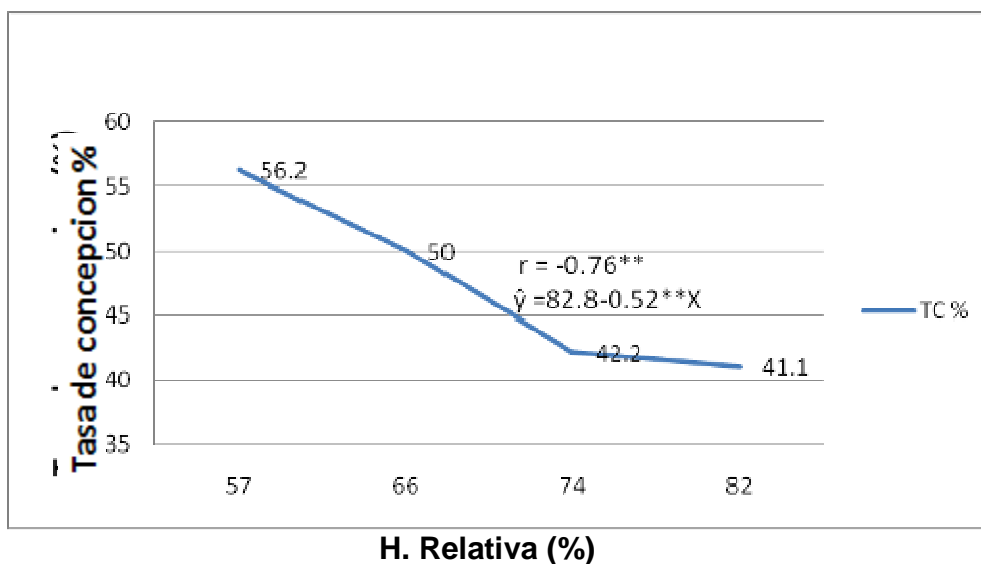
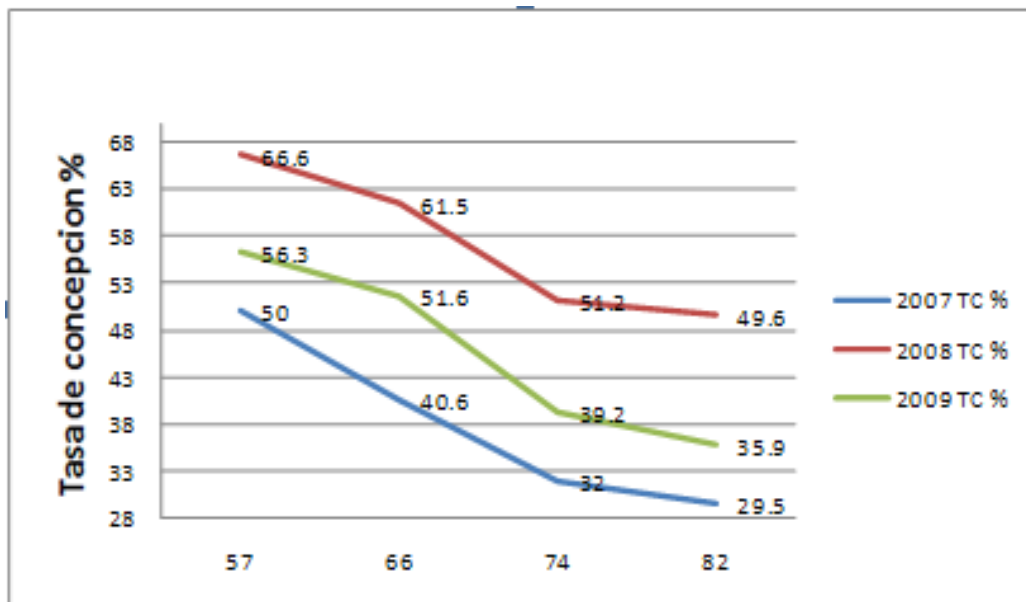


Figura 5. Valores porcentuales de humedad relativa y tasa de concepción del mes de servicio.

Se observó una relación lineal negativa entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio (figura 6).

Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = -0.76^{**}$ ($p < 0.01$) y $b = -0.52^{**}$ ($p < 0.01$) resultando ser estadísticamente significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que la humedad relativa afecta considerablemente



H. Relativa (%)

Figura 6. Valores porcentuales de humedad relativa y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.

la tasa de concepción ($\hat{y} = 82.8 - 0.52^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente la humedad relativa (1%) la gestación se modifica en -0.52% (A-12). Por otra parte no se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de humedad relativa atribuibles a los años, los que indica que este factor afecto el comportamiento reproductivo de igual manera para los tres años de estudio (A-10).

Rivera y col. (78) encontraron en Maracaibo, Venezuela, similares resultados sobre humedad relativa y tasa de concepción. Ellos reportaron que la humedad relativa afectó el porcentaje de fertilidad, la cual se redujo de 43 a 28% cuando se midió una variación de 70 a 81%, pero está asociada a una temperatura ambiente superior a 30°C, acumulando un exceso de calor en el cuerpo e incrementando la temperatura corporal.

Mansilla (62) en Chile, concluyó que cuando la humedad relativa superó el 60% y la temperatura ambiente los 30°C el día de la inseminación artificial, hubo una notoria depresión en la tasa de gestación. Coincidiendo con lo informado por Arias y col. (5) en Tamuco, Chile, ellos reportaron que a temperatura ambiente superior a los 30°C, la humedad relativa comienza a asumir un importante rol en los procesos evaporativos, incrementándose la temperatura corporal e incidiendo negativamente en la actividad reproductiva. De igual manera Avedaño (7) en Baja California, reportó que humedades relativas altas asociadas a temperaturas ambientales que excedan los 27°C reducen el potencial de disipación de calor corporal, obligando a invertir energía adicional para iniciar los mecanismos de termorregulación, sacrificando su utilización de actividades productivas y reproductivas.

4.3. Efecto del índice temperatura–humedad (ITH) sobre la tasa de concepción.

En el cuadro a A-14 se detalla la información mensual correspondiente para cada año de los promedios del índice temperatura–humedad (ITH). Tomando ésta información (A-14) y con base en los resultados antes presentados en el anexo (A-1) se describe en el cuadro 3 los promedios mensuales correspondiente para las variables índice temperatura-humedad y tasa de concepción. Estos resultados demuestran que en los meses de fecundación enero, marzo y diciembre se obtuvieron las mejores tasas de concepción (56.2, 51.7 y, 51.6%; respectivamente), observándose los promedios (cuadro 3) de concepción más bajos en los meses de junio y julio con (36.2 y 37.5%; respectivamente), meses de estudio que aunque estadísticamente no fueron significativos (A-2), pero si diferentes aritméticamente. Además estos resultados

Cuadro 3. Resumen de información mensual promedio del índice temperatura-humedad (%) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.

MES	ITH (%)	TC (%)
ENERO	77.5 ^a	56.2 ^a
FEBRERO	77.8 ^{ab}	45.5 ^{abc}
MARZO	79.1 ^{bc}	51.7 ^{ab}
ABRIL	81.7 ^{bcd}	50.0 ^{ab}
MAYO	85.0 ^{cd}	42.2 ^{bc}
JUNIO	86.0 ^d	36.2 ^c
JULIO	85.1 ^d	37.5 ^c
AGOSTO	84.2 ^{cd}	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	82.7 ^{bcd}	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	81.2 ^{bc}	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	79.9 ^{bc}	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	77.9 ^{bc}	51.6 ^{ab}
X	81.5	45.39

*ITH= Índice Temperatura-humedad promedio diaria (%)

**TC= Tasa de concepción (%).

muestran un comportamiento mensual significativo de ITH ($p < 0.01$), ya que durante los meses de mayo a julio se presentaron los valores más elevados de ITH (85.0, 86.0, 85.1% respectivamente), y los promedios más bajos se registraron en los meses de enero, febrero y diciembre (77.5, 77.8 y 77.9%). En relación a la tasa de concepción, los mayores porcentajes de gestación se observaron en los meses donde el ITH presentó los menores índices y viceversa, (figura 7).

Analizando el comportamiento de las curvas de frecuencia tasa de concepción con respecto al ITH (figura 7), se puede observar que a partir del mes de octubre cuando el

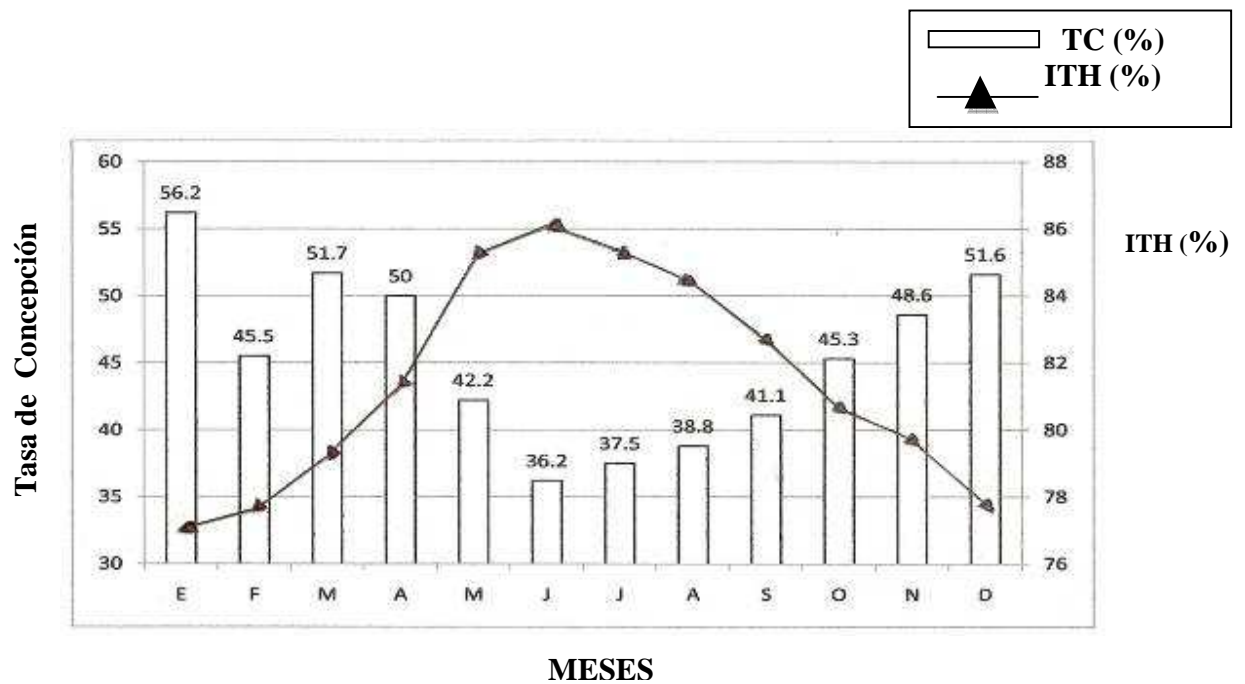


Figura 7. Relación entre la tasa de concepción del mes de servicio e índice temperatura-humedad.

ITH comienza a descender la tasa de concepción va en sentido contrario hasta llegar a su máximo valor en el mes de enero (56.2%). En el mes de mayo la curva del ITH inicia su ascenso alcanzando sus máximos valores entre los meses de junio y julio (86.0 y 85.1%; respectivamente), correlacionadamente, en estos meses se observa más afectada la tasa de gestación (36.2 y 37.5%), aunque esta se vea reducida entre los meses de mayo a septiembre; por lo que se consideran estos meses como la época más crítica para el comportamiento reproductivo de dicha región; tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio (figura 8). Por otra parte se observa que entre los meses de de octubre a abril los valores de tasa de concepción se encuentran por encima de la tasa de concepción promedio de 45.3%.

Después de haber analizado la correspondencia entre alto índice temperatura-

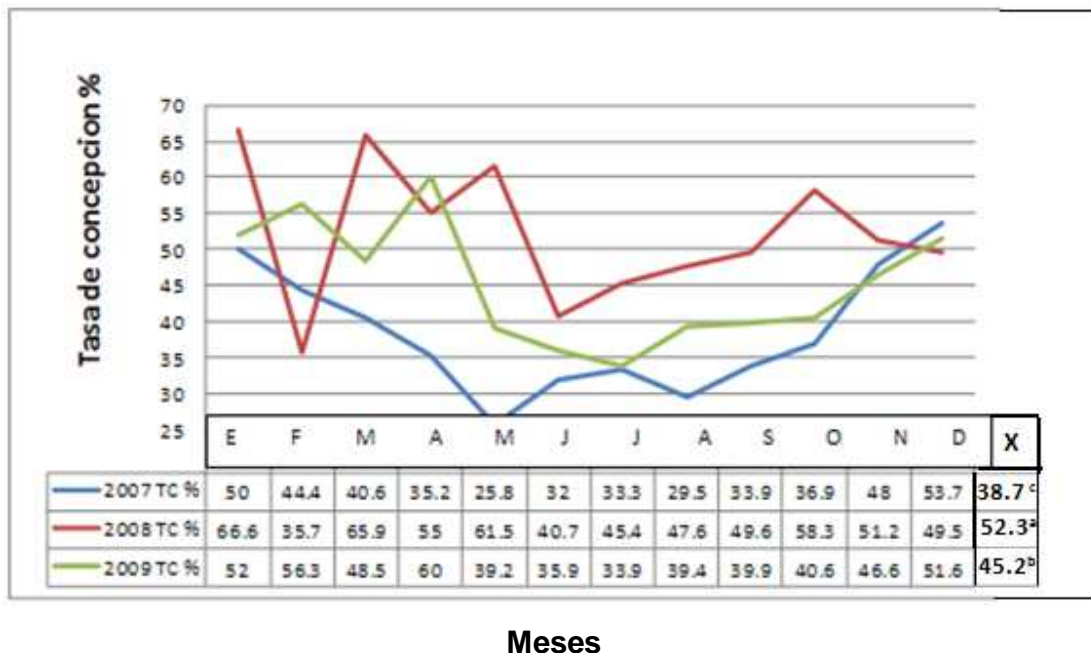


Figura 8. Relación mensual de tasa de concepción para cada año de estudio.

humedad con baja tasa de concepción y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 9 se muestran valores promedios de ITH del mes de servicio y valores medios mensuales de tasas de concepción registrado a los largo del estudio. Se observó una relación lineal negativa entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio (figura 10). Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = -0.87^{**}$ y $b = -1.79^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos ($P < 0.01$) y ($P < 0.01$); respectivamente. El coeficiente de determinación fue $r^2 = 0.75$. Tomando en consideración estos estadísticos, se puede concluir que el índice temperatura-humedad afecta considerablemente la tasa de concepción ($\hat{y} = 191.5 - 1.79^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente el índice temperatura-humedad (1%) la gestación se

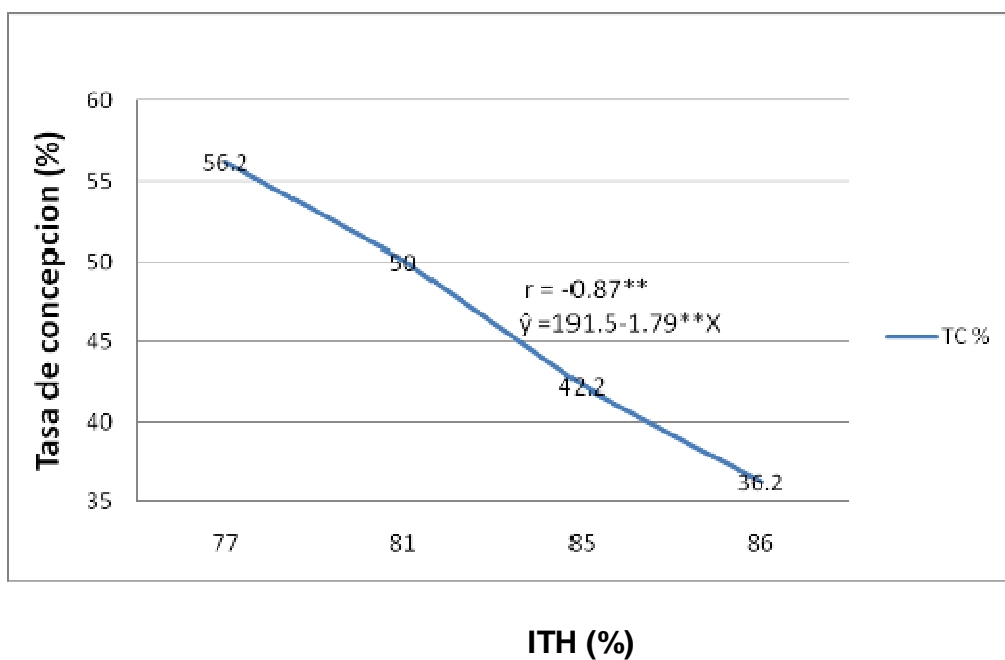


Figura 9. Valores porcentuales del índice temperatura–humedad y tasa de concepción del mes de servicio.

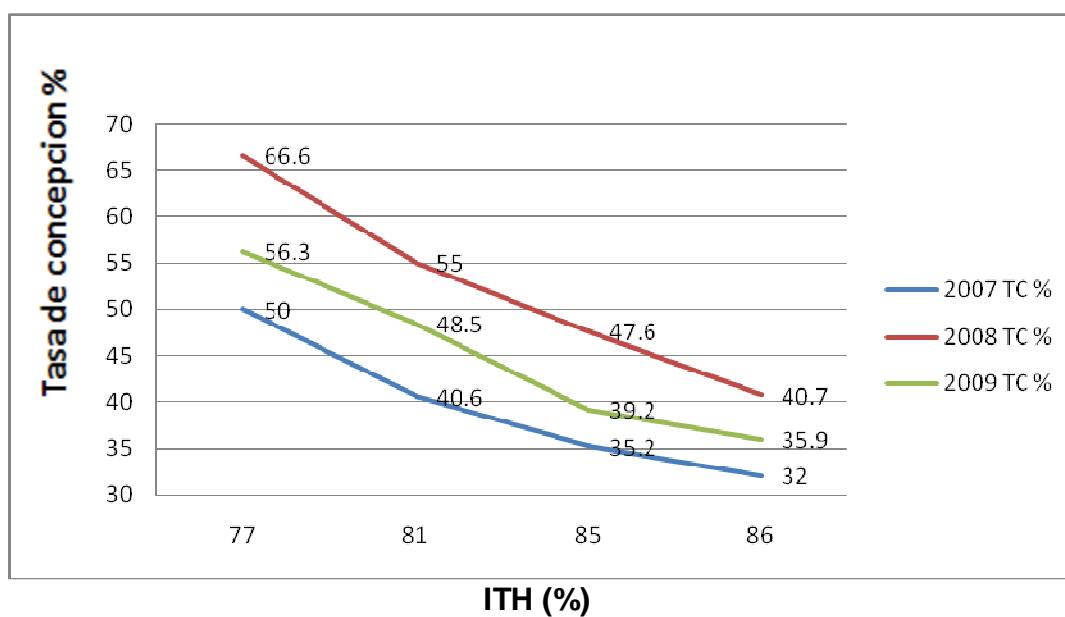


Figura 10. Valores porcentuales de índice temperatura-humedad y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.

modifica en -1.79% (A-17). Por otra parte no se encontraron diferencias significativas en los promedios de ITH atribuibles a los años, pero si en la interacción de los promedios mensuales, los que indica que este factor afecto el comportamiento reproductivo de igual manera para los tres años de estudio (A-15). De acuerdo a los resultados observados en la (figura 9) las vacas expuestas a 82% de ITH mostraron una menor gestación ($p<0.01$), depresión que se incremento cuando el ITH fue superior a 85% ($p<0.01$).

Domínguez y col. (27) encontraron en Aguas calientes, México, similares resultados sobre ITH y tasa de concepción. Ellos concluyeron que se observó una relación negativa entre el ITH del mes de servicio y la tasa de concepción ($p<0.01$), donde por cada unidad de incremento del ITH se redujo la gestación en 1.03% ($p<0.01$). En dicha región la gestación se redujo de mayo a septiembre, obteniéndose las gestaciones más bajas en los meses de junio y julio (30.2 y 31.0%), cuyos valores fueron inferiores a los observados en octubre ($P<0.05$) y de noviembre a abril ($p<0.01$). Además se comprobó que las vacas expuestas a ITH mayores de 74% tuvieron una menor gestación ($p<0.01$) y la reducción de la gestación se volvió constante cuando el ITH fue superior a 76% ($p<0.01$). Estos resultados coinciden con los observados por Rivera y col. (76) en Maracaibo, Venezuela. Ellos encontraron que el mes de fecundación resultó altamente significativo ($p<0.01$) con relación al ITH, observando que de abril a julio se registraron las menores tasa de concepción (5.8, 2.9 y 3.9%; respectivamente), y de diciembre a febrero las tasas de concepción más altas (12.3, 13.8 y 12.1%), porcentajes de preñez que coinciden con los meses donde el ITH presentó los menores registros y viceversa. Coincidiendo con Rodríguez y col. (78), en Venezuela. Ellos encontraron que el mes de

fecundación resultó altamente significativo ($p < 0.01$) con relación al ITH, observándose los mayores porcentajes de preñez en los meses de abril, mayo, noviembre y enero, y los menores para los meses de junio, agosto y octubre. Similar fue la respuesta encontrada por Amundson y col. (2) en Nebraska, ellos observaron una reducción de la preñez asociada a ITH's iguales o superiores a 72.9%. Estos estudios han demostrado que cuando las condiciones de confortabilidad de los animales para tener una fertilidad adecuada no se cubren y se exponen a temperatura y humedad ambiental elevadas días antes del servicio, y al momento del servicio, se afecta la tasa de fertilización y el desarrollo embrionario. Al respecto se ha descrito que el estrés ocasionado por estas condiciones afectan el desarrollo final del folículo ovulatorio, la maduración y la competencia del ovocito para ser fertilizado, lo que repercute negativamente en la tasa de concepción y en la sobrevivencia embrionaria temprana y tardía.

4.4. Efecto de la radiación solar sobre la tasa de concepción.

Los valores correspondientes a los meses y años del estudio, se recopilaron en el anexo A-19. Información de donde se obtuvieron promedios mensuales que se comparan con los promedios de tasa de concepción (A-1), expresados en el cuadro 4. Estos resultados muestran un comportamiento mensual significativo de radiación solar ($p < 0.01$), observándose entre los meses de junio, julio y agosto los valores promedios más elevados (460, 480, 460 cal/cm^2), obteniéndose además los menores promedios registrados en los meses de enero y diciembre (360 y 360 cal/cm^2 ; respectivamente), (cuadro 4). Correlacionadamente, los mejores porcentajes de preñez se observaron en los meses en donde los promedios de radiación solar fueron menores y viceversa, (figura 11).

Cuadro 4. Resumen de información mensual promedio de radiación solar (cal/cm^2) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.

MESES	Rs (cal/cm^2)	TC (%)
ENERO	360 ^g	56.2 ^a
FEBRERO	380 ^f	45.5 ^{abc}
MARZO	400 ^e	51.7 ^{ab}
ABRIL	420 ^d	50.0 ^{ab}
MAYO	440 ^c	42.2 ^{bc}
JUNIO	460 ^b	36.2 ^c
JULIO	480 ^a	37.5 ^c
AGOSTO	460 ^b	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	440 ^c	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	420 ^d	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	380 ^f	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	360 ^g	51.6 ^{ab}

*Rs= Radiación solar promedio diaria (cal/cm^2)

**TC= Tasa de concepción (%)

Analizando el comportamiento de las curvas de tasa de concepción con respecto a la radiación solar (figura 11), se puede observar que a partir del mes de septiembre cuando la radiación solar comienza a descender, la tasa de concepción va en sentido contrario hasta llegar a su máximo valor en el mes de enero (56.2%). En el mes de mayo la curva de radiación solar inicia su ascenso alcanzado su máximo valor en el mes de julio (480 cal/cm^2); apreciándose que entre los meses de octubre a abril los valores de tasa de concepción se encuentran sobre la tasa de concepción promedio que es de 45.3%. Entre los meses de mayo a septiembre se registran las menores tasas de concepción (42.2, 36.2, 37.5, 38.8 y 41.1%; respectivamente), ubicándose

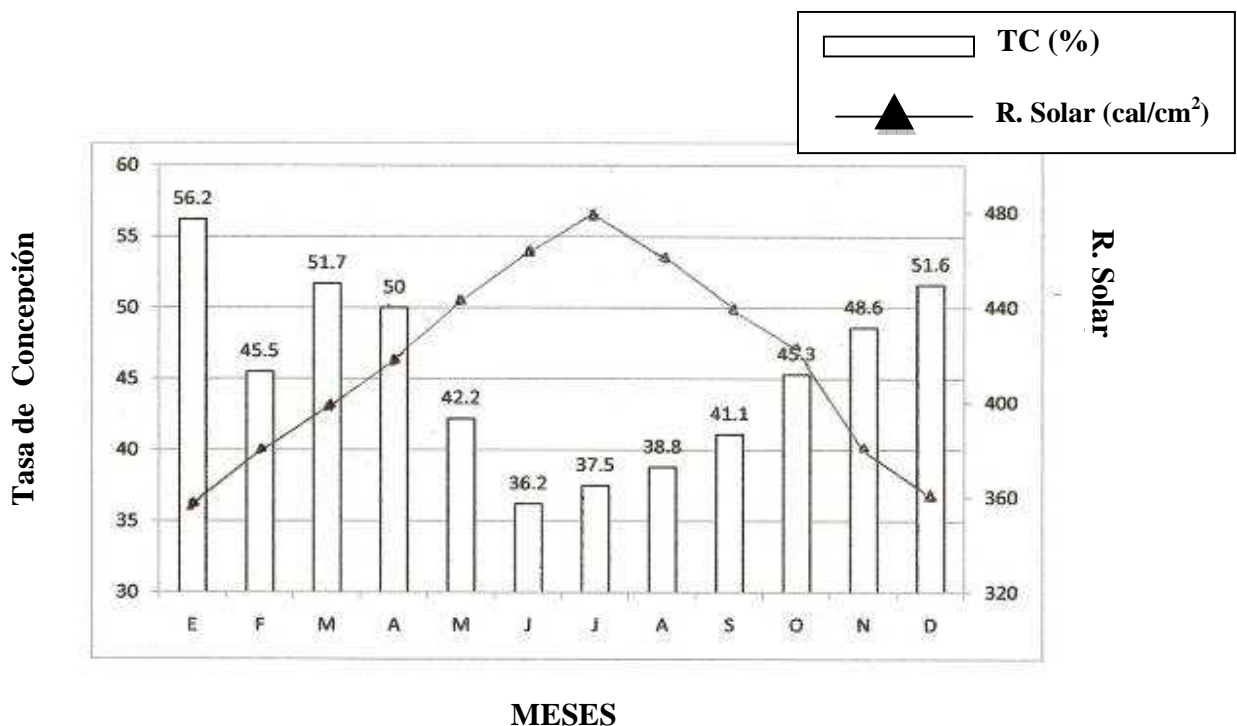


Figura 11. Relación entre tasa de concepción del mes de servicio y radiación solar.

estas por debajo de la concepción promedio antes mencionada. Considerándose estos meses, en base a los promedios de radiación solar registrados, como la época más crítica para el comportamiento reproductivo.

Después de haber analizado la correspondencia entre alta radiación solar con baja tasa de concepción y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 12 se muestran valores promedios de radiación solar del mes de servicio y valores medios mensuales de tasas de concepción registrado a los largo del estudio. Se observó una relación lineal negativa entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio (figura 13). Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = -0.88^{**}$ y $b = -0.138^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que la radiación solar

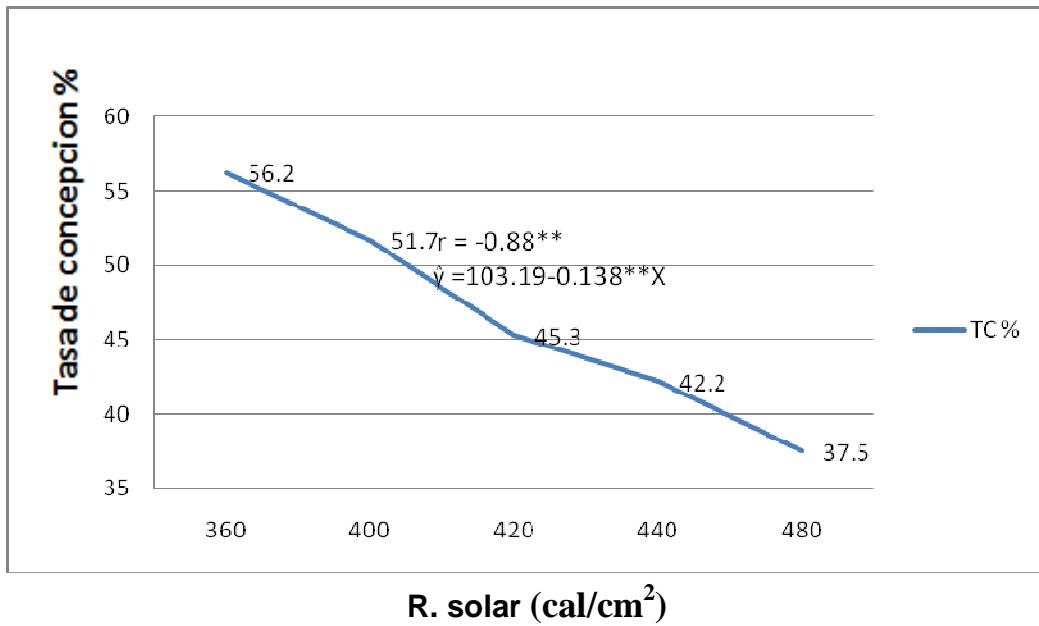


Figura 12. Valores porcentuales de radiación solar y tasa de concepción del mes de servicio.

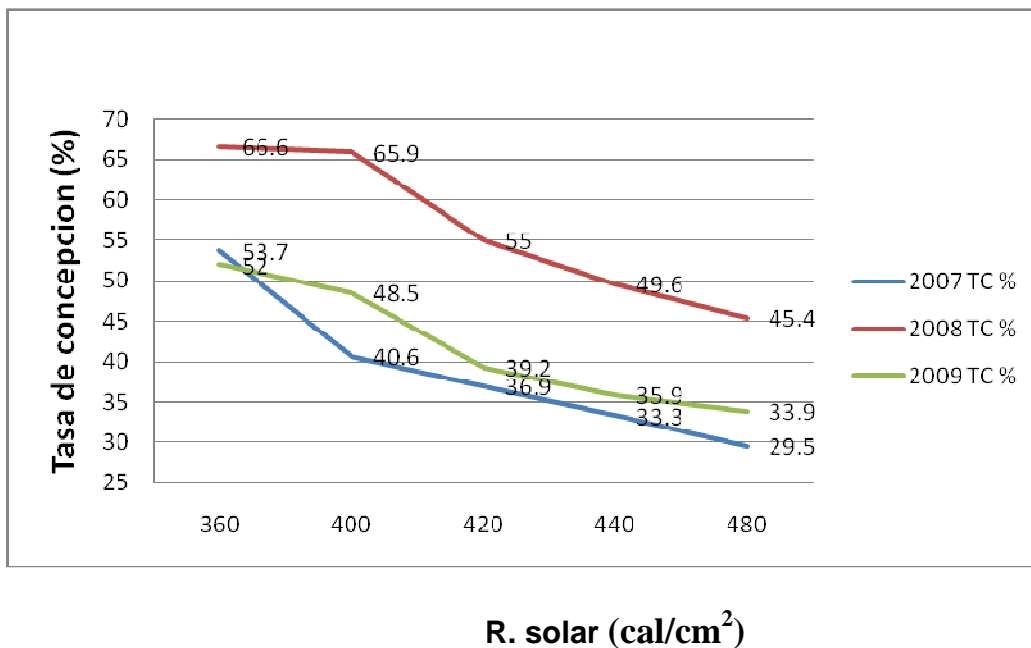


Figura 13. Valores porcentuales de radiación solar y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.

afecta considerablemente la tasa de concepción ($\hat{y} = 103.19 - 0.138^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente la radiación solar (cal/cm^2) la gestación se modifica en -0.138% (A-22). Por otra parte no se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de temperatura ambiente atribuibles a los años, lo que indica que este factor afectó el comportamiento reproductivo de igual manera para los tres años de estudio (A-20).

Román Ponce (81) encontró en Veracruz, México, similares resultados sobre radiación solar y tasa de concepción. Él concluyó que cuando la radiación solar un día después de la inseminación artificial aumenta de 300 a 800 cal/cm^2 el porcentaje de concepción disminuye de 40 a 30%. Investigadores en Arizona (90), observaron una mejora en la eficiencia reproductiva de vacas lecheras que fueron confinadas bajo condiciones de enfriamiento horas después de la inseminación artificial, con un porcentaje de concepción de 58%, en comparación con un 35% obtenido en aquellas vacas que no fueron confinadas durante el verano, siendo expuestas en promedio a 400 cal/cm^2 de radiación solar. Existen además antecedentes que la radiación solar tiene un fuerte impacto en la carga total de calor, en el estrés por calor en los animales, en la temperatura rectal y tasa de respiración (14). Sin embargo, la cantidad de calor radiante absorbida por un animal depende no solo de la temperatura del animal, sino también de su color y textura, ya que superficies oscuras irradian y absorben más calor que superficies claras a una misma condición ambiental (22).

4.5. Efecto de la velocidad del viento sobre la tasa de concepción.

Otro factor a evaluar fue la velocidad del viento cuya información se describe en el A-24, información comparada con la antes descrita en el (A-1), se muestran en el

cuadro 5. Con respecto a la velocidad del viento, estos resultados demuestran que

Cuadro 5. Resumen de información mensual promedio de velocidad del viento (km/h) y tasa de concepción (%) durante los tres años de estudio.

MESES	Vv (km/h)	TC (%)
ENERO	12 ^a	56.2 ^a
FEBRERO	10 ^b	45.5 ^{abc}
MARZO	10 ^b	51.7 ^{ab}
ABRIL	10 ^b	50.0 ^{ab}
MAYO	8 ^c	42.2 ^{bc}
JUNIO	8 ^c	36.2 ^c
JULIO	8 ^c	37.5 ^c
AGOSTO	8 ^c	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	8 ^c	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	9 ^{bc}	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	9 ^{bc}	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	10 ^b	51.6 ^{ab}

*Vv= velocidad del viento promedio diaria (km/h)

**TC= Tasa de concepción (%)

durante los meses de estudio se registraron diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$), registrándose el promedio más alto de velocidad del viento en el mes de enero (12 km/h), seguido de los meses de diciembre, febrero y marzo (10, 10 y, 10 km/h respectivamente); además se observaron los promedios más bajos de velocidad del viento durante los meses de mayo a septiembre (8, 8, 8, 8 y, 8 km/h; respectivamente) (cuadro 5). Correlacionadamente, los mayores porcentajes de preñez se obtuvieron en los meses en donde la velocidad del viento presentó los mayores índices y viceversa, (figura 14).

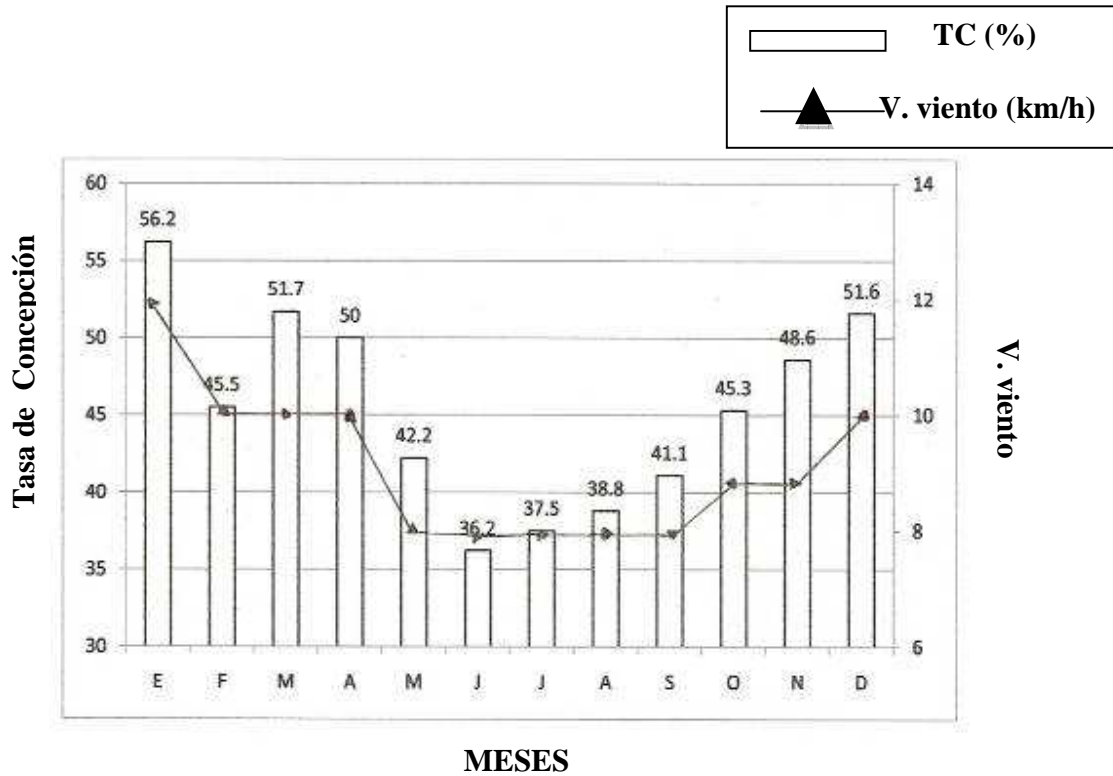


Figura 14. Relación entre tasa de concepción del mes de servicio y de velocidad del viento.

Analizando el comportamiento de las curvas de tasa de concepción con respecto a la velocidad del viento (figura 14), se puede observar que a partir del mes de octubre cuando la velocidad del viento comienza a ascender, la tasa de concepción paralelamente va aumentando, alcanzando ambas variables sus máximos valores en el mes de enero (56.2% y 12 km/h; respectivamente). Confirmando que existe una dependencia por las condiciones climáticas a través del año, particularmente relacionados con la velocidad del viento. En el mes de abril la curva de velocidad del viento inicia su descenso alcanzado su menor valor entre los meses de mayo a septiembre (8, 8, 8, 8 y, 8 km/h); apreciándose que entre los meses de octubre a abril los valores de tasa de concepción se encuentran sobre la tasa de concepción promedio

que es de 45.3%. Entre los meses de mayo a septiembre se registran las menores tasas de concepción (42.2, 36.2, 37.5, 38.8 y 41.1%; respectivamente), ubicándose estas por debajo de la concepción promedio antes mencionada. Considerándose estos meses, en base a los promedios de velocidad del viento registrados, como la época más crítica para el comportamiento reproductivo

Después de haber analizado la correspondencia entre alta velocidad del viento con alta tasa de concepción y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 15 se muestran valores promedios de velocidad del viento del mes de servicio y valores medios mensuales de tasas de concepción registrado a los largo del estudio.

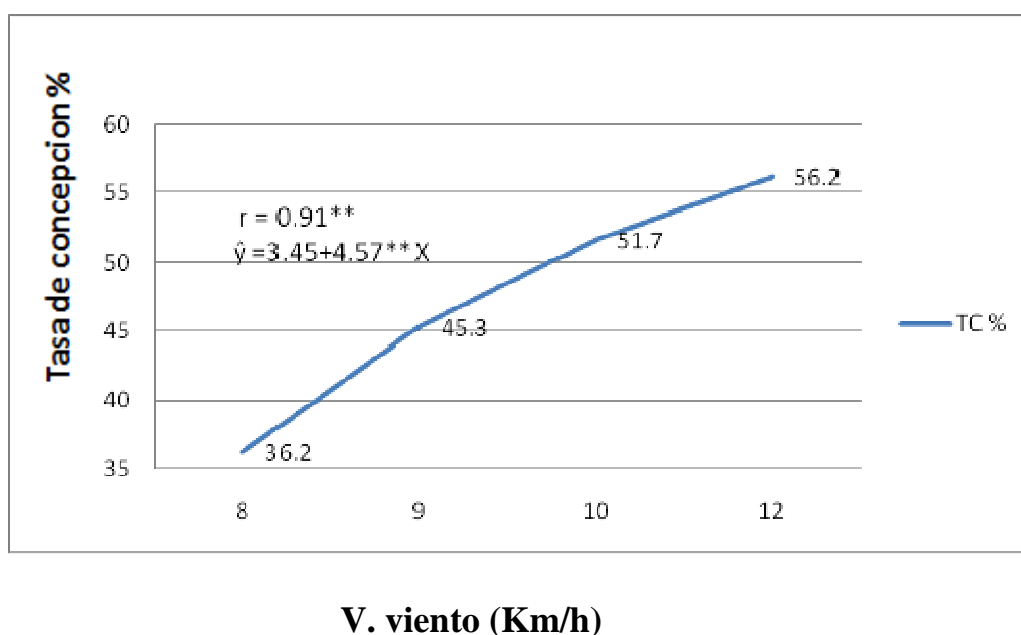


Figura 15. Valores porcentuales de velocidad del viento y tasa de concepción de mes de servicio.

Se observó una relación lineal positiva entre estas dos variables, tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio (figura 16).

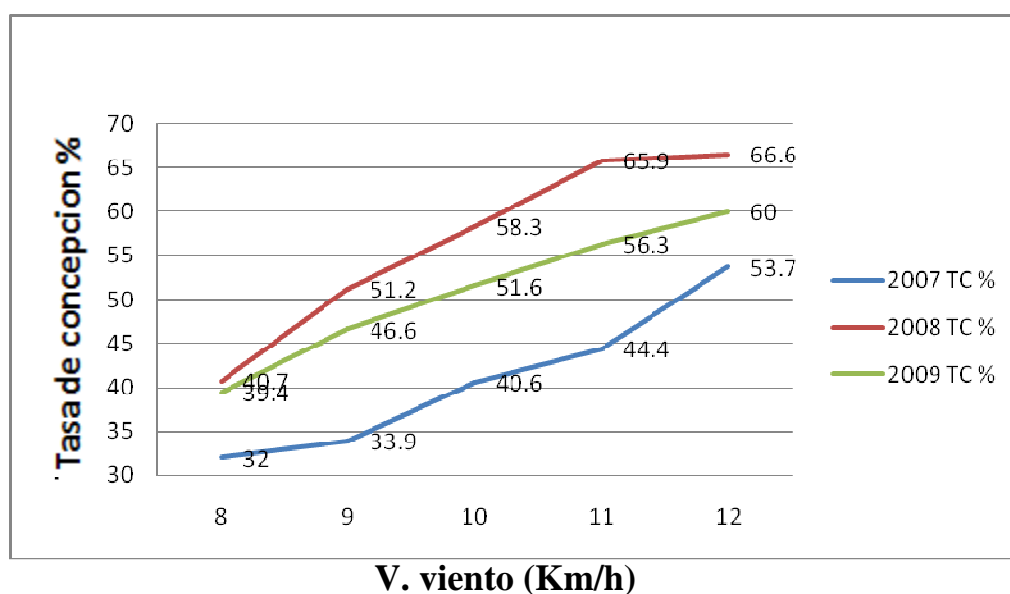


Figura 16. Valores porcentuales de velocidad del viento y tasa de concepción del mes de servicio para cada año de estudio.

Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = 0.91^{**}$ y $b = 4.57^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos ($P < 0.01$). Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que la velocidad del viento afecta considerablemente la tasa de concepción ($\hat{y} = 3.45 + 4.57^{**} X$), aumentando porcentualmente la eficiencia reproductiva, a tal grado que por unidad de cambio que experimente la velocidad del viento (1Km/h) la gestación se modifica en 4.57% (A-27). Por otra parte no se encontraron diferencias significativas en las frecuencias de velocidad del viento atribuibles a los años, los que indica que este factor afecto el comportamiento reproductivo de igual manera para los tres años de estudio (A-25).

Amundson y col. (2) en Nebraska, Obtuvieron similares resultados, observando que la velocidad del viento tuvo un efecto positivo sobre la preñez aumentándola de 47 a 52%. Investigadores reportaron que el viento ayuda a reducir los efectos del estrés por

calor mejorando en desempeño productivo y reproductivo mediante los procesos de disipación de calor por vías evaporativas durante el verano, cabe señalar que esta respuesta depende del estado en que se encuentre la piel del animal, es decir seca o húmeda (67). Según Arkin y col. (6) la transferencia de calor es más eficiente cuando la piel esta humada que cuando está seca. Por otra parte, durante el periodo invernal los requerimientos de mantenimientos, la energía metabólica, la tasa de respiración y el consumo de agua diario del ganado se ven negativamente afectados por el viento (33).

4.6. Efecto de la temperatura rectal sobre la tasa de concepción.

Los resultados obtenidos en el estudio sobre el efecto que ejerce la temperatura rectal sobre la tasa de concepción se encuentran en el anexo A-29.

Para analizar la correspondencia entre alta temperatura rectal con baja tasa de concepción y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En el cuadro A-31 y figura 17 se muestran valores promedios de temperatura rectal del mes de servicio y valores medios mensuales de tasas de concepción registrado a los largo del estudio. Se observó una relación lineal negativa entre estas dos variables, tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio (figura 18). Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = -0.47^{ns}$ y $b = -15.36^{ns}$ resultando ser estadísticamente no significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que la temperatura rectal no afecta considerablemente la tasa de concepción ($\hat{y} = 648.2 - 15.36^{ns} X$), aunque por unidad de cambio que experimente la temperatura rectal ($1^{\circ}C$) la tasa de gestación se modifica en -15.36 % (A-32). Sin embargo, aparentemente esta relación se esperaría fuese significativa por su magnitud y, además, por lo teóricamente esperado. Por otra

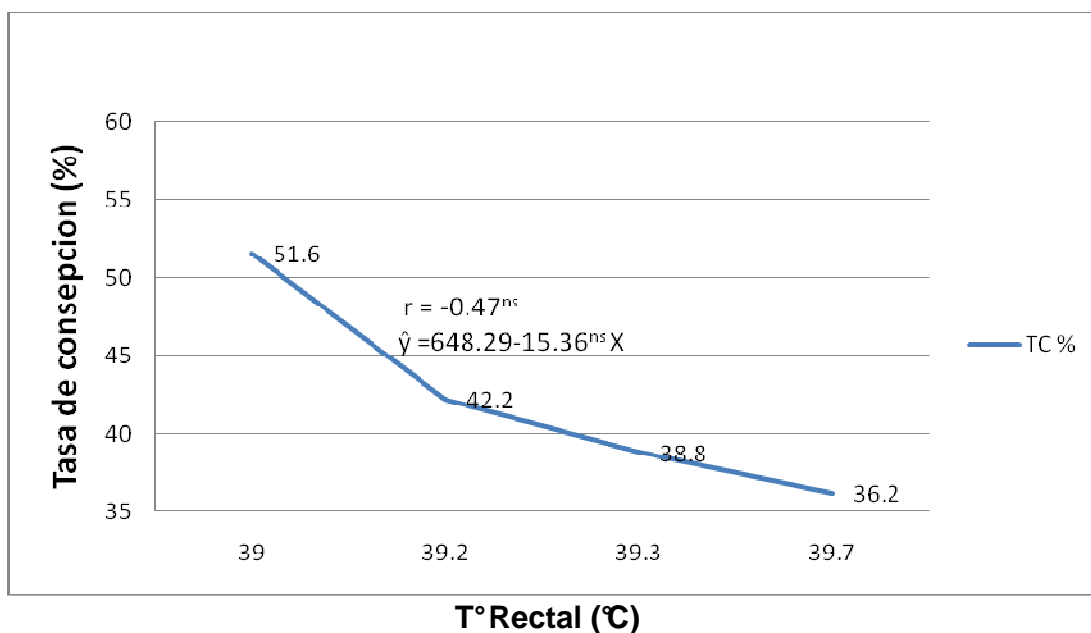


Figura 17. Valores porcentuales de temperatura rectal y tasa de concepción del mes de servicio.

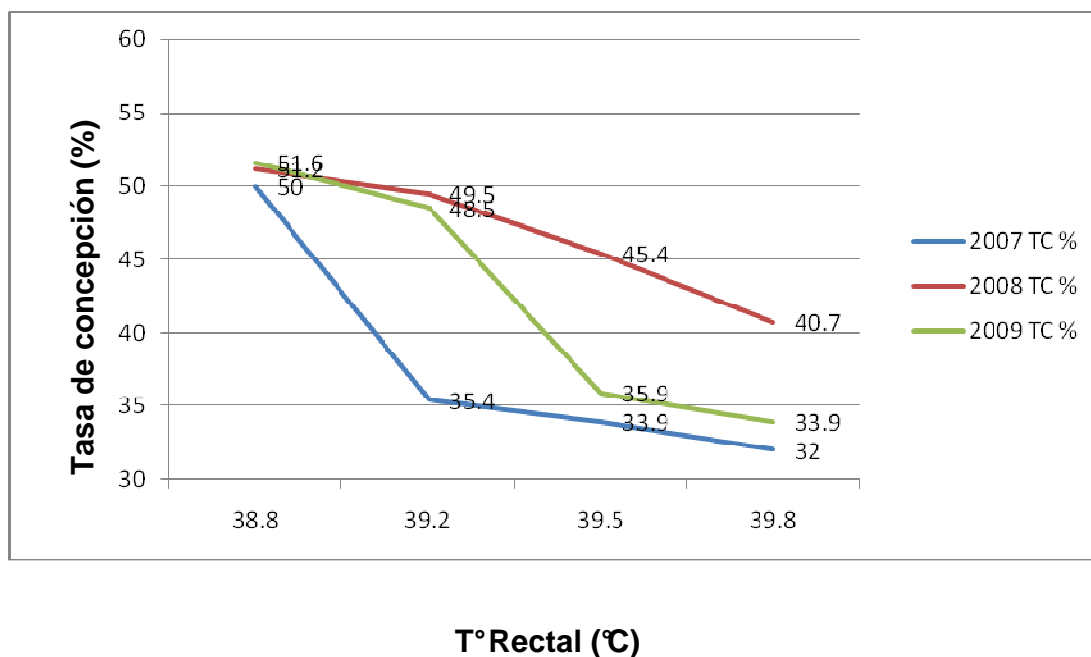


Figura 18. Valores porcentuales de temperatura rectal y tasa de concepción del mes de servicio de cada año de estudio.

parte, se obtuvieron diferencias significativas en los promedios de temperatura rectal

atribuibles a los años, aunque no en los promedios atribuibles a los meses, lo que indica que este factor afectó el comportamiento reproductivo de igual manera para los mismos meses durante los años de estudio (A-30).

Esto coincide con Román Ponce (81), en Veracruz, México, observó que una temperatura rectal alta en ganado al momento de la inseminación artificial está asociada con una menor fertilidad, ya que vacas expuestas a sombra tuvieron una menor temperatura rectal y mayor tasa de concepción (38.9°C y 44.4%; respectivamente), comparadas con vacas expuestas al sol (39.4°C y 25.3%; respectivamente) al momento de la inseminación artificial. Ulbert y col. (87) observaron similares resultados sobre temperatura rectal y tasa de concepción, ellos concluyeron que la fertilidad declina de 61 a 41%, cuando la temperatura rectal aumenta 1°C. Coincidiendo con lo informado por Rodríguez y col. (80) en Maracay, Venezuela. Ellos reportaron que la temperatura rectal afecta significativamente ($p < 0.05$) a la gestación, reduciéndose la preñez en -7.22%, cuando la temperatura rectal se incrementa 1°C.

Estos investigadores, concluyeron que a medida el calor ambiental sobrepasa a la temperatura corporal, se crean temperaturas uterinas arriba de los 40°C, ya que temperaturas de esta magnitud son suficientes para inhibir la supervivencia de los espermatozoides depositados en el tracto reproductivo y el desarrollo embrionario, como consecuencia de las altas temperaturas.

En el presente estudio los resultados estadísticos no fueron como esperados. Esta situación se atribuye a la posible falla en el manejo y toma de datos reales de la temperatura rectal en el momento oportuno de la inseminación artificial.

4.7. Efecto del índice temperatura-humedad (ITH) sobre la temperatura rectal.

Para estudiar el rendimiento reproductivo, se evaluó la relación existente entre el índice temperatura–humedad y el efecto que este pueda ejercer sobre la temperatura rectal para los meses y años de estudio; información que aparece plasmada en el anexo A-34. Para analizar la correspondencia entre alto ITH con una alta temperatura rectal y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 19 se muestran valores promedios de ITH del mes de servicio y valores medios mensuales de temperatura rectal registrado a lo largo del estudio.

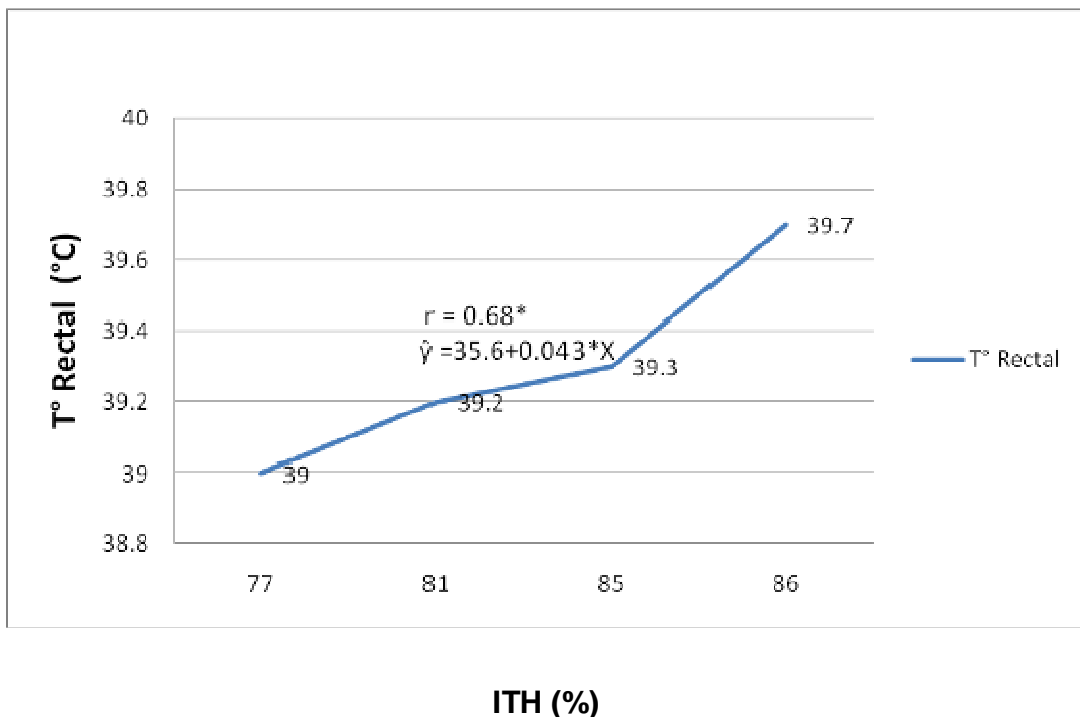


Figura 19. Valores porcentuales de Índice temperatura-Humedad y temperatura rectal del mes de servicio.

Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = 0.68^*$ y $b = 0.043^*$ resultando ser estadísticamente significativos ($P < 0.05$). Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que el ITH afecta considerablemente la temperatura

rectal ($\hat{y} = 35.6 + 0.043 \cdot X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente el ITH (1%) la temperatura rectal se modifica en 0.043% (A-35). Incremento que repercute negativamente en una baja tasa de concepción, como se demostró cuando se desarrolló anteriormente la variable temperatura rectal sobre tasa de concepción.

Rodríguez y col. (80) en Maracay, Venezuela, encontraron similares resultados sobre ITH y temperatura rectal. Ellos reportaron que el ITH afecta significativamente ($p < 0.01$), a la temperatura rectal, aumentando esta en 0.087°C , por unidad de cambio que experimente el índice temperatura-humedad. Jahn y col. (21) en Chile, encontraron similares resultados, observando que la interacción de temperaturas ambientales asociadas a humedades relativas altas durante los meses de verano, afectaron la temperatura rectal de las vacas en 2.1°C . Estos estudios han demostrado que a medida el calor ambiental, asociada con otros factores, se aproxima a la temperatura corporal ($37.5\text{-}39.5^{\circ}\text{C}$), aumenta la frecuencia respiratoria, y los mecanismos de disipación de calor no evaporativos (radiación, conducción y convección) pierden su efectividad y todo se reduce a la evaporación como única y principal forma de disipar el calor generado por el ganado, incidiendo negativamente en la actividad reproductiva debido a la alta cantidad de muertes embrionarias.

4.8. Efecto del índice temperatura-humedad (ITH) con el efecto de la producción láctea sobre la tasa de Concepción.

Con el objeto de conocer el comportamiento del ganado según la producción de leche estimada a los 305 días sobre la tasa de concepción, las vacas se agruparon en tres niveles de producción láctea: PL.1= $< 7000\text{lbs}$ (N=97), PL.2= $7000\text{-}8500\text{lbs}$ (N=71),

PL.3= >8500lbs (N=99). En el anexo A-36 se presenta la tasa de concepción promedio anual para los diferentes niveles productivos registrados en el período de estudio. Con la información disponible en el (A-36), se describe en el cuadro 6 el comportamiento promedio para la variable tasa de concepción de acuerdo al nivel productivo registrado en la investigación.

Cuadro 6. Resumen de información promedio de tasa de concepción (%) de acuerdo al nivel productivo para los tres años de estudio.

N. Productivo (Lbs)	N°	TC (%) Promedio
<7000	97	64.7 ^a
7000 -8500	81	54.5 ^b
>8500	99	44.6 ^c

En este cuadro se muestra de forma detallada que las vacas con producción >8500lbs mostraron una menor tasa de concepción en comparación de aquellas vacas con promedios de producción láctea menor ($p < 0.01$); pero a la vez las vacas con producción de 7000–8500lbs mostraron una menor tasa de concepción que aquellas vacas que presentaron promedios lácteos aun menores ($p < 0.01$), diferencias estadísticas que se muestran en el anexo (A-37). Resultados similares fueron los encontrados por Domínguez y col. (27) en Aguas Calientes, México, observando una reducción de la gestación hasta un 35% en vacas de alta producción (>8500lbs). En la figura 20 se muestra la tasa mensual promedio de gestación a lo largo de los tres años, observadas en los diferentes niveles de producción. La cual muestra una reducción de la gestación desde el mes de mayo hasta el mes de septiembre, que afecto por igual a

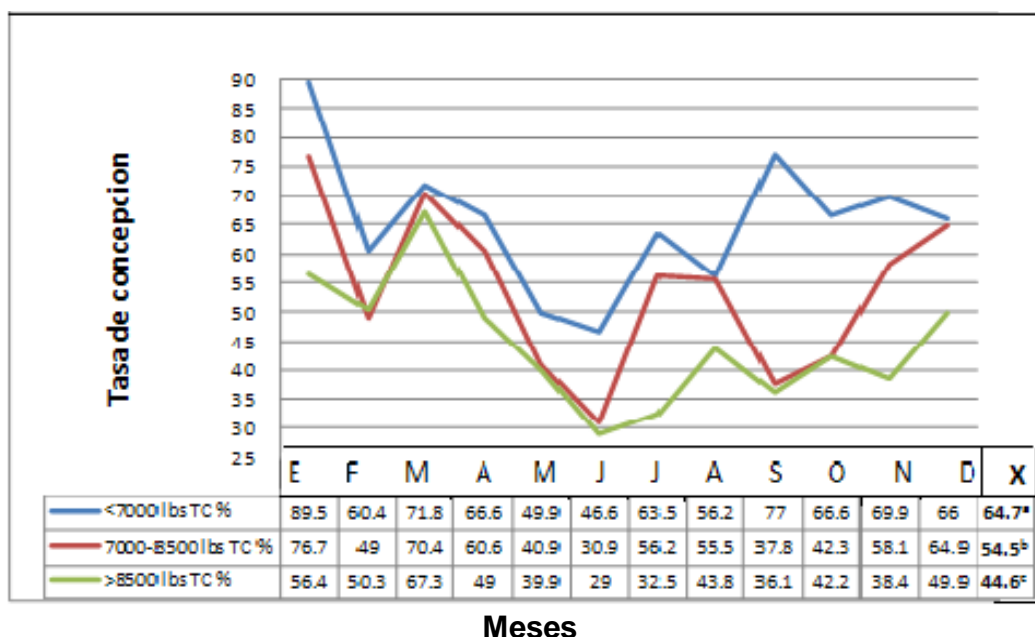
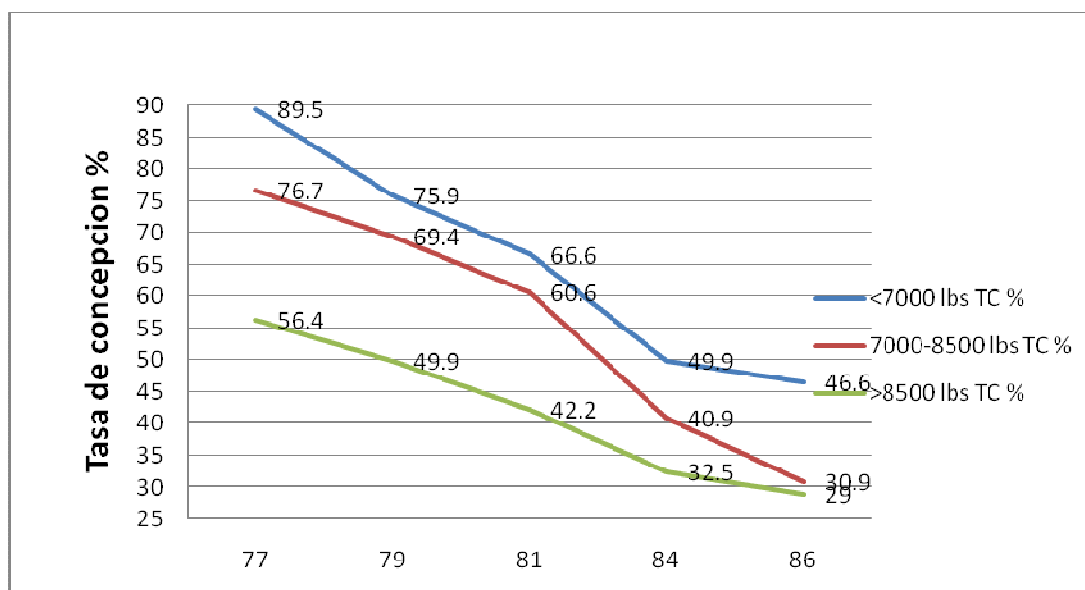


Figura 20. Efecto del nivel de producción láctea estimada a 305 días y el mes de servicio sobre la tasa de concepción.

las vacas de todos los niveles productivos; sin embargo las vacas con producción superior a 8500lbs de leche presentaron una menor gestación durante los meses de enero, octubre, noviembre y diciembre, esto con respecto a lo observado en las vacas con producción menor a 7000lbs de leche. Además en el mes de diciembre la gestación de las vacas con mayor nivel de producción (>8500lbs/lactancia) también fue inferior a lo observado en vacas con producción entre 7000–8500lbs de leche. Por lo antes descrito, se confirma lo manifestado por Domínguez y col. (27) en Aguas Calientes, México, quienes observaron una reducción de la gestación en los meses de mayo a septiembre, la cual afectó a los tres niveles de producción por igual; de igual manera vacas con producción superior 8500lbs tuvieron una menor gestación entre los meses de octubre a enero, esto respecto a aquellas vacas que presentaron un menor nivel de producción. La interacción entre el ITH y el nivel de producción sobre la tasa de

concepción se muestran en la figura 21.



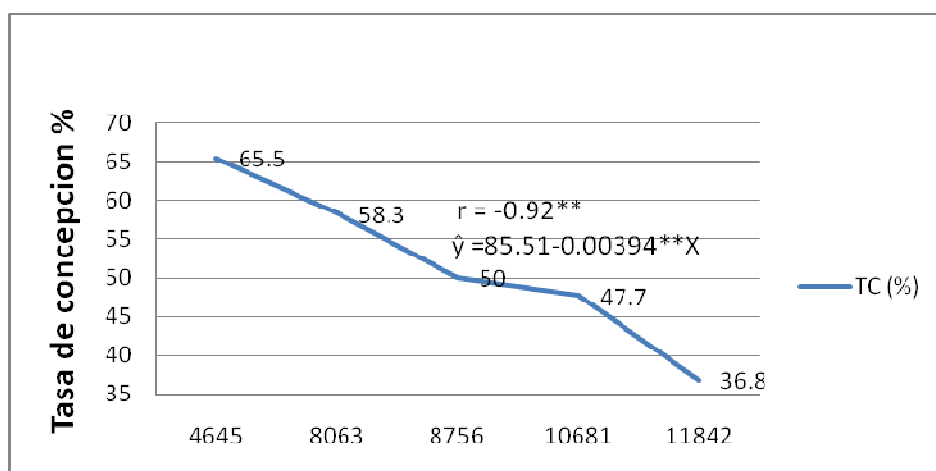
ITH (%)

Figura 21. Relación entre la tasa de concepción e índice temperatura-humedad en los diferentes niveles de producción láctea.

Obsérvese que la vacas con producción >8500lbs/lactancia tuvieron una menor tasa de concepción aun en valores de ITH que no afectan la gestación de los otros dos grupos ($p < 0.01$), la reducción de la gestación en estas vacas fue evidente a ITH's mayores a 79% ($p < 0.01$); además, en las vacas con producción menores de 8500lbs, la reducción de la gestación fue significativa cuando se sirvieron a ITH's de 79% o mayores ($p > 0.01$). Pero a valores de ITH de 81% o más la reducción de la gestación fue aun mayor para todos los diferentes grupos de producción ($p > 0.01$).

Después de haber analizado la correspondencia entre alto ITH con el efecto de la producción láctea con baja tasa de concepción y viceversa, se procedió a analizar esta

relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 22 se muestran valores promedios de producción láctea y valores promedios de tasa de concepción registrado a los largo del estudio.



Producción Láctea (Lbs)

Se observó una relación lineal negativa entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio. Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = -0.92^{**}$ y $b = -0.00394^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que el nivel de producción láctea afecta considerablemente la tasa de concepción ($\hat{y} = 85.51 - 0.00394^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente la producción láctea (1lb) la gestación se modifica en -0.00394% (A-40).

Gonzales (36), en California, concluyó que por cada cambio en el ITH por encima de

los 18°C significa en ganado lechero una disminución de 0.26 kg de leche por día, además, que las vacas de mayor producción son más susceptibles a los efectos del calor, a diferencia de las vacas con bajos niveles. Arias y col. (5) en Tamuco, Chile, determinaron que la reducción en la producción de leche comienza a ITH'S de 74%. Fox y Tylutki (32), concluyeron que temperaturas sobre 30°C asociadas a humedades relativas de 80% y ausencia de noches frescas disminuyeron la producción de leche en 11.9 kg/día. Johnson (52), informó que los umbrales térmicos a los cuales las vacas Holsteins disminuyen su producción diaria de leche (-5°C y 21°C), valores que representan límites a los cuales los animales activan mecanismos fisiológicos que les aseguran su supervivencia en desmedro de la productividad. Alkatanami y col. (1), observaron en estudios realizados en vacas Holstein, que las magnitudes de la depresión de la tasa de no retorno al estro a 45 y 90 días del primer servicio. En los meses calurosos del año, fue más acentuada en las vacas con mayor producción láctea. Por lo antes descrito se permite inferir que el estrés fisiológico vinculado al nivel de producción es un factor de gran importancia, y que hace más sensible a las vacas de mayor producción al estrés calórico, cuyo efecto se acarrea por varios meses, lo que impide la recuperación de los niveles de gestación aun en invierno y época fría temprana. Además, concluyeron que la lenta recuperación de la gestación en vacas con altos niveles productivos puede estar relacionada con un efecto del calor en el verano sobre el desarrollo y la calidad folicular y del ovocito, la función lútea, el desarrollo del embrión y el ambiente uterino, que juega un papel en la fertilidad de las vacas lecheras. Ya que se ha observado en vacas Holsteins lactantes y no lactantes expuestas a estrés calórico durante el verano o en un ciclo folicular, un incremento de folículos no saludables, una menor calidad morfológica del cúmulo ovigero y una reducción en el

desarrollo embrionario hasta el estadio de blastocito. No se sabe el mecanismo exacto por el cual el estrés calórico puede afectar a los folículos y a los ovocitos, pero se ha descrito que se produce un daño en la comunicación intercelular entre las células de las granulosas del cúmulo y del ovocito, se afecta la competencia del ovocito para ser fertilizado, se altera el contenido proteínico y la viabilidad de las células de la granulosa y de las de la teca interna, y se producen cambios en la esteroidogénesis. Por lo tanto, algunos folículos pudieran ser afectados aún antes de su reclutamiento, lo que se traduce en la prolongación del efecto del estrés térmico aún a los meses con condiciones más confortables.

4.9. Efecto del número de partos sobre la tasa de concepción.

Para evaluar este índice se subclasificaron las vacas en el siguiente orden: 1= vacas de un parto (N=52); 2= vacas de dos partos (N=49); 3= vacas de tres a cuatro partos (N=80); 4= vacas mayores o iguales a cinco partos (N=86). En el anexo A-41 se presenta la tasa de concepción media, para las diferentes subclasificaciones de número de partos registrados en el período de estudio. Con la información disponible en el anexo A-41, se describe en el cuadro 7 el comportamiento promedio para la variable tasa de concepción de acuerdo al número de partos registrado en la investigación. En este cuadro se muestra de forma detallada que las vacas de 1° parto mostraron una mayor tasa de concepción en comparación de aquellas vacas con un número mayor de parto ($p < 0.05$); pero a la vez las vacas de 1° parto mostraron una tasa de concepción similar a las de 2° y 3-4°, además aquellas vacas de 3-4° partos mostraron una tasa de concepción similar a las vacas mayores o iguales a 5° partos, diferencias estadísticas que se muestran en el anexo (A-42).

Cuadro 7. Resumen de información promedio de tasa de concepción (%) de acuerdo al número de partos para los tres años de estudio.

Nº parto	Nº	TC (%) Promedio
1	52	62.5 ^a
2	49	61.5 ^a
3-4	80	55.8 ^{ab}
≥ 5	86	47.9 ^b

Después de haber analizado la correspondencia entre mayor número de partos con baja tasa de concepción y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 23 se muestran números de partos promedios y valores promedios de tasa de concepción registrado a los largo del estudio.

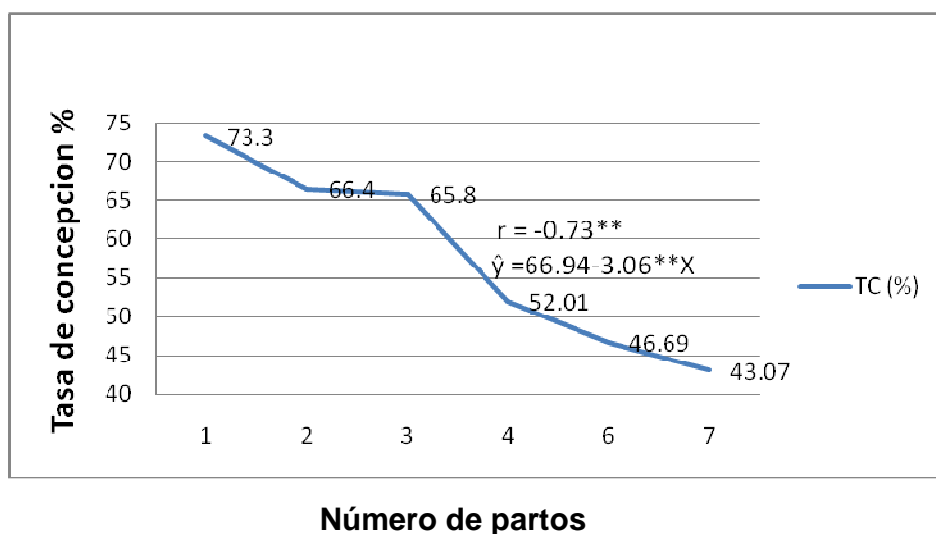


Figura 23. Valores porcentuales de número de partos y tasa de concepción durante los años de estudio.

Se observó una relación lineal negativa entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio. Los coeficientes de

correlación y regresión fueron $r = -0.73^{**}$ y $b = -3.06^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que el número de partos afecta considerablemente la tasa de concepción ($\hat{y} = 66.94 - 3.06^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente el número de partos la gestación se modifica en -3.06% (A-45). Además, basados en los promedios anuales tasa de concepción (2007= 38.7^c; 2008= 52.3^a; 2009= 45.2^b) descritos previamente en el anexo A-1, para dar respuesta en cuanto a la diferencia estadística ($p < 0.01$) atribuible a los años de estudio, en el cuadro 8 se presenta el número de partos registrados durante el estudio.

Cuadro 8. Resumen de Partos promedio de los tres años de estudio, de acuerdo al número de partos en que se subclasifico el hato.

N° Partos	promedio 2007	promedio 2008	promedio 2009	X. acumu.
1	33 ^b	77 ^a	52 ^b	54 ^b
2	28 ^b	33 ^b	49 ^b	37 ^c
3-4	68 ^a	50 ^{ab}	80 ^a	66 ^{ab}
≥5	79 ^a	72 ^a	86 ^a	79 ^a

Se observó que la diferencia significativa ($p < 0.01$) con respecto al año 2008 sobre los años 2007 y 2009, y la del 2009 sobre 2007 relacionado a la tasa de concepción, se debió a que si comparamos de manera individual cada año (cuadro 8) observaremos que en el año 2008 el número de vacas de 1° parto fue similar al número de vacas ≥ 5 partos, en comparación a los años 2007 y 2009, en los cuales el número de vacas de 1° parto es inferior ($p < 0.01$) al registrado por aquellas vacas ≥ 5 partos; además si comparamos los tres años por igual observaremos que el número de vacas de 1° parto

es mayor para el año 2008, seguido de 2009 y posteriormente 2007. Por otra parte el número de vacas que presentaron un número mayor o igual a 5 partos fue menor para el año 2008, seguido de 2007 y 2009 respectivamente; por lo antes mencionado se atribuye que las diferencias significativas ($p < 0.01$) existentes de tasa de concepción para los tres años de estudio se debió al factor número de partos (A-46), (A-48), (A-50).

Similar, fue lo encontrado por Rodríguez y col. (80) en Maracay, Venezuela, ellos observaron que los mejores valores de preñez se encontraban entre las vacas primíparas (63.35%) en relación a 43.75% en vacas de tres partos y las menores tasas de concepción en vacas de 5 partos (41.5%), siendo significativo ($p < 0.05$) el número de partos sobre la preñez. Otros estudios han reportado resultados similares; González (34) en Venezuela, observó que el número de partos fue significativo ($p < 0.05$) sobre la fertilidad del ganado vacuno, siendo mayor la preñez (67.7%) en vacas primíparas, ya que en vacas multíparas la gestación fue menor (63.2%). Contrariamente, Iturbe y Estrada (50), en un trabajo realizado en Guatemala, en vacas de raza santa Gertrudis, indicaron que la fertilidad incrementa del primero al sexto parto, afirmando que las variaciones de la preñez obtenidas pueden estar influidas por diversos factores, entre estos: la condición corporal del animal antes y después de la cubrición pudiera explicar el menor valor de preñez en vacas de primer parto, ya que estos son animales jóvenes que no han alcanzado su completo desarrollo y que luego de parir son sometidos al estrés de lactancia, la raza, la edad, y el manejo en general, etc. En el presente estudio el motivo por el cual las vacas de mayor número de partos cuesta preñar, se atribuye a

la posible susceptibilidad de las mismas a problemas de mastitis, patojeras, etc.

4.10. Efecto del nivel productivo sobre el número de servicios por concepción.

Los resultados de los servicios por concepción (N^s/c) correspondientes para los años de estudio con respecto al nivel productivo se pueden observar en el anexo A-52, y en el cuadro 9 se detalla a continuación el promedio de números de servicios por concepción de acuerdo al nivel de producción; donde las vacas se agruparon en tres niveles de producción láctea: PL.1= <7000lbs (N=97), PL.2= 7000–8500lbs (N=71), PL.3= >8500lbs (N=99).

Cuadro 9. Resumen de información promedio de número de servicios por concepción según el nivel productivo para los tres años de estudio.

N. Productivo (Lbs.)	N°	Promedio N° s/c
<7000	97	1.4 ^a
7000-8500	71	1.6 ^a
>8500	99	2.1 ^b

Observándose que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los niveles productivos <7000lbs y 7000-8500lbs., aunque si se obtuvieron diferencias aritméticas entre ellos. Caso contrario es el obtenido entre los niveles de producción <7000lbs y 7000-8500lbs ya que ellos fueron superiores ($p < 0.05$) con respecto al nivel productivo >8500lbs (A-53).

Después de haber analizado la correspondencia entre alta producción láctea con alto número de servicios por concepción y viceversa, se procedió a analizar esta

relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 24 se muestran valores promedio de producción láctea y valores promedio de número de servicios por concepción registrado a los largo del estudio.

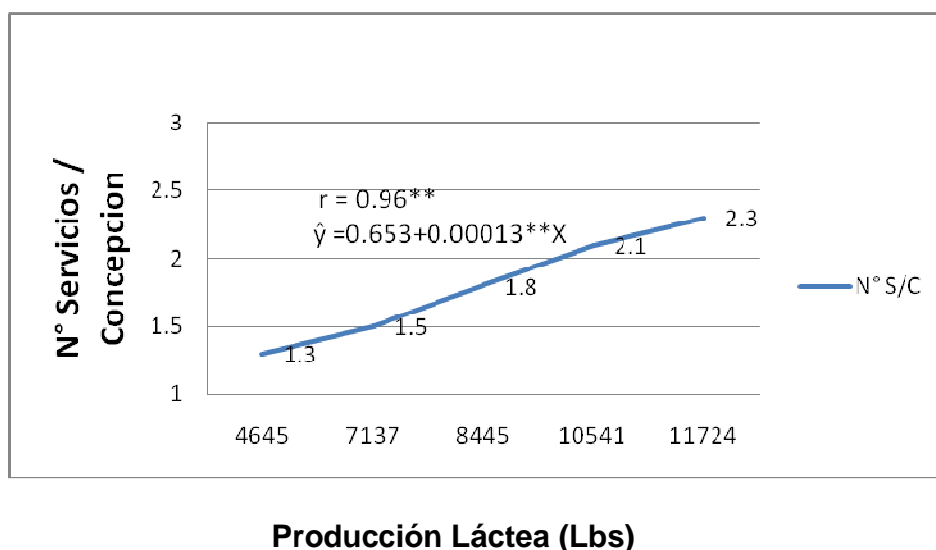


Figura 24. Valores porcentuales de producción láctea y número de servicios por concepción durante los años de estudio.

Se observó una relación lineal positiva entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio. Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = 0.96^{**}$ y $b = 0.00013^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que el nivel de producción láctea afecta considerablemente al número de servicios por concepción ($\hat{y} = 0.653 + 0.00013^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente la producción láctea (1lb) el número de servicios por concepción se modifica en 0.00013% (A-56).

Estos resultados son similares a los presentados por Buthy y Coll (17), quienes argumentaron que en hatos manejados de manera intensiva el número de servicios por concepción deberá ser aproximadamente de 1.6 y para los hatos en general deberá de ser de 2.0. Estudios realizados por Euguen y Reaves (30), evaluando el número de servicios por concepción, consideran que la meta ideal en hatos lecheros es de 1.0 servicio por concepción, una meta práctica de 1.5 servicios y un grave problema si excede el 1.75 servicios.

4.11. Efecto del número de partos sobre el número de servicios por concepción.

Para analizar esta variable, las unidades experimentales se agruparon en el siguiente orden: 1= vacas de un parto (N=52); 2= vacas de dos partos (N=49); 3= vacas de tres a cuatro partos (N=80); 4= vacas mayores o iguales a cinco partos (N=86).

En el anexo A-57, se presenta el número de servicios por concepción (N^s/c) promedio para los diferentes subclasificaciones de número de partos registrados en el período de estudio. Con esta información, se describe en el cuadro 10 el comportamiento promedio para la variable número de servicios por concepción de acuerdo al número de partos registrado en la investigación. Esta información sirvió para realizar el análisis de varianza (A-58), determinando de esta manera que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.01$) entre las unidades agrupadas en 1 parto con relación a las agrupadas en 2 partos, 3-4 partos, y ≥ 5 partos, por otro lado también el promedio de servicios por concepción obtenido por las unidades de 2 partos fue estadísticamente similar a los obtenidos por las unidades agrupadas en 3-4 partos, pero superior al obtenido en ≥ 5 cinco partos, además estas dos últimas subclasificaciones

Cuadro 10. Resumen de información promedio de número de servicios por concepción según el número de partos para los tres años de estudio.

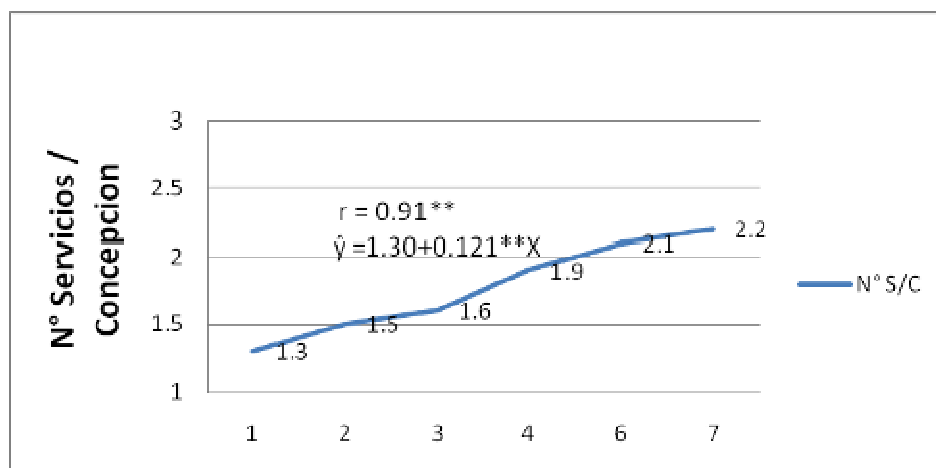
Nº Parto	Nº	Promedio N° s/c
1	52	1.4 ^a
2	49	1.6 ^b
3-4	80	1.8 ^{bc}
≥ 5	86	2.0 ^c

fueron estadísticamente similares, aunque si es de notar que si existen diferencias aritméticas entre estos tres grupos.

Después de haber analizado la correspondencia entre mayor número de partos con alto número de servicios por concepción y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 25 se muestran números de partos promedios y valores promedios de numero de servicios por concepción registrado a los largo del estudio. Se observó una relación lineal positiva entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio. Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = 0.91^{**}$ y $b = 0.121^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que el número de partos afecta considerablemente al número de servicios por concepción ($\hat{y} = 1.30 + 0.121^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente el número de partos el numero de servicios por concepción se modifica en 0.121% (A-61).

Resultados obtenidos por Rovira y col. (82), demuestran que los servicios por

Figura 25. Valores porcentuales de número de partos y número de servicios por concepción durante los años de estudio.



Número de partos

concepción disminuyen a medida que aumenta el intervalo parto-primer celo, ya que observó en un estudio, que por cada día transcurrido del parto al primer servicio después de los 60 días y antes de los 90 días post-parto se necesitan 0.10 servicios menos para lograr la concepción, pero que al llegar a intervalos mayores de 90 días, los servicios por concepción aumentan. Bodisco y col. (13), en Maracay, Venezuela, evaluaron el número de servicios por concepción en 77 vacas Holstein y 96 Pardo Suizo, el número de servicios que presentaron las vacas Holstein fue de 2.9 servicios y las Pardo Suizo, 3.16 servicios. No encontrando diferencias estadísticas significativas, atribuyendo estos resultados a las adversas condiciones ambientales en ambos grupos por las razas poco adaptables a ese ambiente.

4.12. Efecto del nivel productivo sobre el número de días vacíos.

Los resultados de los días vacíos (D.V) correspondientes para los años de estudio

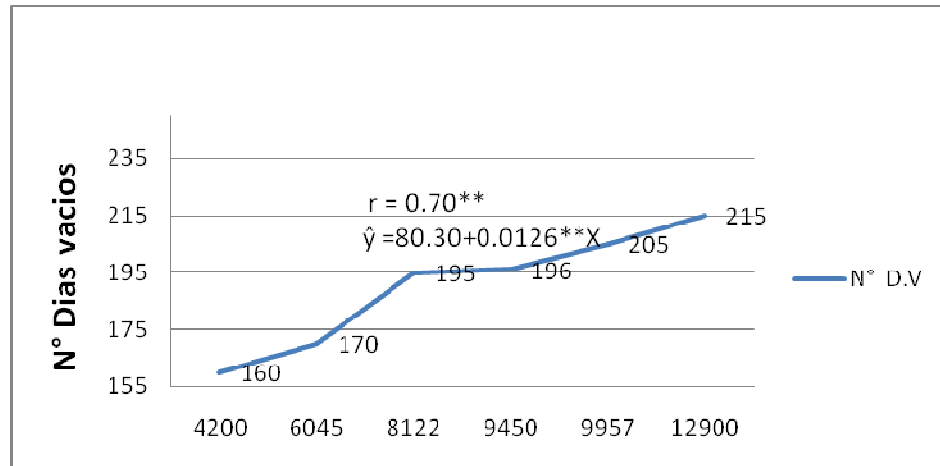
con respecto al nivel productivo se pueden observar en el anexo A-62, y en el cuadro 11 se detalla a continuación el promedio de números de días vacios de acuerdo al nivel de producción; donde las vacas se agruparon en tres niveles de producción láctea: PL.1= <7000lbs (N=97), PL.2= 7000–8500lbs (N=71), PL.3= >8500lbs (N=99).

Cuadro 11. Resumen de información promedio de días vacios según el nivel productivo para los tres años de estudio.

N. Productivo (Lbs.)	N°	Promedio D.V
<7000	97	160 ^a
7000-8500	71	175 ^b
>8500	99	196 ^b

Esta información sirvió para realizar el análisis de varianza (A-63), observando de esta manera que existen diferencias estadísticas significativas entre los tres Niveles productivos ($P < 0.01$), siendo las vacas con producción láctea <7000 libras/lactancia las que obtuvieron el menor promedio de días vacios (160 días), en comparación de los grupos productivos 7000-8500lbs/lactancia y >8500lbs/lactancia con 175 y 196 días vacios; respectivamente, siendo además estos dos últimos estadísticamente similares.

Después de haber analizado la correspondencia entre alta producción láctea con alto número de días vacios y viceversa, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b). En la figura 26 se muestran valores promedios de producción láctea y valores promedios de número de días vacios registrado a los largo del estudio.



Producción Láctea (Lbs)

Figura 26. Valores porcentuales de producción láctea y días vacíos durante los años de estudio.

Se observó una relación lineal positiva entre estas dos variables ($p < 0.01$), tendencia que se mantuvo de manera similar durante los años de estudio. Los coeficientes de correlación y regresión fueron $r = 0.70^{**}$ y $b = 0.0126^{**}$ resultando ser estadísticamente significativos. Tomando en consideración estos estadísticos se puede concluir que el nivel de producción láctea afecta considerablemente al número de días vacíos ($\hat{y} = 80.30 + 0.0126^{**} X$), a tal grado que por unidad de cambio que experimente la producción láctea (1lb) el número de días vacíos se modifica en 0.0126% (A-66).

Resultados obtenidos por Avedaño (7), en Baja California, México, donde evaluó el refrescamiento de vacas Holstein en diferentes niveles productivos, demuestran que el número de días vacíos fue mayor en los grupos altos productores aun con enfriamiento, en comparación de los otros grupos (177, 152 y 129 días vacíos; respectivamente). En estudios realizados para investigar el nivel de producción durante los primeros 160 días de lactancia sobre los días vacíos en vacas Jersey, determinaron que las vacas con producción < 601 kg de leche presentaron un promedio de 97 días vacíos siendo

superior ($p < 0.05$) sobre las vacas con producción de >730 kg de leche que presentaron 126 días vacios en promedio, sin embargo estas últimas se comportaron de manera similar con las de producción de 600-730 kg de leche con 146 días vacios y estas fueron similares a la vez con las vacas que produjeron <730 kg de leche (67), atribuyendo esta diferencia a la falta de asistencia técnica a tiempo completo, al estrés causado por la producción láctea y a la deficiente disponibilidad de minerales en la alimentación afectando la actividad cíclica ovárica. Por otra parte Rivera y col. (78) en Maracaibo, Venezuela, encontraron 103 días vacios con diferencias estadísticas ($P < 0.05$), atribuibles a los diferentes niveles de producción debido a los distintos grupos raciales que predominan en la ganadería

4.13. Efecto del número de partos sobre el número de días vacios.

Para analizar esta variable, las unidades experimentales se agruparon en el siguiente orden: 1= vacas de un parto ($N=52$); 2= vacas de dos partos ($N=49$); 3= vacas de tres a cuatro partos ($N=80$); 4= vacas mayores o iguales a cinco partos ($N=86$).

En el anexo A-67, se presenta el número de días vacios (D.V) promedio para los diferentes subclasificaciones de número de partos registrados en el período de estudio. Con esta información, se describe en el cuadro 12 el comportamiento promedio para la variable número de días vacios de acuerdo al número de partos registrado en la investigación. Esta información sirvió para realizar el análisis de varianza (A-68), determinando de esta manera que existen diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las unidades agrupadas, presentando las vacas de 1° parto el mayor promedio de días vacios (216 días), siendo similar estadísticamente a las de ≥ 5 partos,

Cuadro 12. Resumen de información promedio de días vacios según el número de partos para los tres años de estudio.

Nº Parto	Nº	Promedio D.V
1	52	216 ^b
2	49	155 ^a
3-4	80	156 ^a
≥ 5	86	181 ^{ab}

pero siendo superiores que las de 2 y 3-4 partos; siendo además estos últimos grupos similares a las vacas ≥ 5 partos con 155, 156 y 181 días vacíos, respectivamente.

Después de haber analizado la correspondencia entre número de partos con número de días vacios, se procedió a analizar esta relación utilizando los coeficientes de correlación (r) y regresión (b), que fueron $r = -0.28^{ns}$ y $b = -4.04^{ns}$ resultando ser estadísticamente no significativos ($\hat{y} = 188.89 - 4.04^{ns} X$), (A-71).

Gonzales (34), en Venezuela, evaluó el número de días vacios en vacas Holstein según el número de partos transcurridos, siendo las vacas de 1 parto similares estadísticamente a las de 2-3 partos con 295 y 207 días vacios; respectivamente, pero siendo estos superiores ($P < 0.01$) que las vacas con un número mayor o igual a 4 partos (147 días), atribuyendo estos resultados a las adversas condiciones ambientales, a la deficiente calidad y cantidad de concentrados, y a la deficiencia en cuanto al manejo del personal asignado a la reproducción. De igual manera Avedaño (7), en Baja California, evaluó el número de días vacios en vacas Holstein de acuerdo al número de partos transcurridos, siendo las vacas de 1 parto superiores ($P < 0.01$) a las de 2-3 partos con

243 y 217 días vacios; respectivamente, pero siendo estas ultimas similares que las vacas con un número mayor o igual a 5 partos (167 días), atribuyendo estos resultados a los distintos grupos raciales que predominan en la ganadería y a la deficiencia en cuanto al manejo del personal asignado a la reproducción. Resultados similares son los presentados por Bustamante (16), quien determino que en hatos del trópico Guatemalteco manejados intensivamente los días transcurridos del parto próximo anterior a la nueva gestación deberá ser aproximadamente de 70 días y para los hatos en general deberá de ser de 90-120 días, dependiendo estos de factores como son: la raza, el manejo reproductivo en general y la alimentación, ya que esta puede causar una severa disminución en las reservas corporales de energía y marcada pérdida de peso, afectando la condición corporal lo que imposibilita la reanudación de la actividad cíclica ovárica.

5. CONCLUSIONES.

Finalizada la investigación y en base a los resultados obtenidos se presentan las conclusiones siguientes:

1. La temperatura ambiente promedio del mes de servicio afecta negativamente a la tasa de concepción ($p < 0.01$); por cada unidad de incremento de la temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) se redujo la tasa de concepción en 2.58% ($P < 0.01$).
2. La humedad relativa promedio del mes de servicio afecta negativamente a la tasa de concepción ($p < 0.01$); por cada unidad de incremento de la humedad relativa (%) se redujo la tasa de concepción en 0.52% ($P < 0.01$).
3. El índice temperatura-humedad (ITH) promedio del mes de servicio afecta negativamente a la tasa de concepción ($p < 0.01$); por cada unidad de incremento del ITH (%) se redujo la tasa de concepción en 1.79% ($P < 0.01$).
4. La tasa de concepción fue menor en la época lluviosa, de mayo a septiembre (39.16%), que en la época seca, de octubre a abril (49.84%). Coincidiendo este resultado con la magnitud promedio del ITH (ITH= 84.6% en época lluviosa; ITH= 79.3% en época seca).
5. La radiación solar promedio del mes de servicio afecta negativamente a la tasa de concepción ($p < 0.01$); por cada unidad de incremento de la radiación solar (cal/cm^2) se redujo la tasa de concepción en 0.13% ($P < 0.01$).
6. La velocidad del viento promedio del mes de servicio afecta positivamente a la tasa de concepción ($p > 0.01$), por cada unidad de incremento de la velocidad del viento (km/h) se aumentó porcentualmente la tasa de concepción en 4.57% ($p < 0.01$).

7. La temperatura rectal promedio del mes de servicio correlacionada con la tasa de concepción, estadísticamente, fueron no significativos ($r = -0.47^{ns}$), aunque por cada unidad de incremento de la temperatura rectal ($^{\circ}C$) se redujo la tasa de concepción en 15.36%.
8. El índice temperatura-humedad (ITH) promedio del mes de servicio correlacionadamente, afecta positivamente a la temperatura rectal ($p < 0.05$), por cada unidad de incremento del ITH (%) se aumentó porcentualmente la temperatura rectal en $0.043^{\circ}C$ ($P < 0.05$).
9. El nivel productivo afectó la tasa de concepción ($p < 0.01$), ya que a medida el nivel de producción láctea aumenta la tasa de concepción disminuye ($r = -0.92^{**}$), siendo esto por igual en las vacas de todos los estratos productivos. La tasa de concepción fue menor en vacas con producción mayor de 8500 lbs (44.6%) que en las de producción entre 7000 y 8500 lbs (54.5%), y estas últimas menor concepción que las que producen menos de 7000 lbs por lactancia (64.7%).
10. El nivel productivo afectó el número de servicios por concepción ($P < 0.01$), ya que a medida el nivel de producción láctea aumenta el número de servicios por concepción aumenta ($r = 0.96^{**}$), siendo esto por igual en las vacas de todos los estratos productivos. El número de servicios por concepción fue mayor en vacas con producción mayor de 8500 lbs (2.1 servicios) que en las de producción entre 7000 y 8500 lbs (1.6 servicios), y estas últimas mayor número de servicios por concepción que las que producen menos de 7000 lbs por lactancia (1.4 servicios).

11. El nivel productivo afectó el número de días vacíos ($P < 0.01$), ya que a medida el nivel de producción láctea aumenta el número de días vacíos aumenta ($r = 0.70^{**}$), siendo esto por igual en las vacas de todos los estratos productivos. El número de días vacíos fue mayor en vacas con producción mayor de 8500 lbs (196 días) que en las de producción entre 7000 y 8500 lbs (175 días), y estas últimas mayor días vacíos que las que producen menos de 7000 lbs por lactancia (160 días).
12. El número de parto afectó la tasa de concepción ($P < 0.01$), ya que a medida el número de partos aumenta la tasa de concepción disminuye ($r = -0.73^{**}$), siendo esto por igual para los cuatro grupos en que se subclasificaron los números de partos. La tasa de concepción fue mayor en vacas de 1 parto (62.5%) que en las de 2 partos (61.5%) y 3-4 partos (55.8%), y estas últimas mayor concepción que las vacas agrupadas en mayores o iguales a 5 partos (47.9%).
13. La diferencia significativa ($p < 0.01$) con respecto al año 2008 (52.3%) sobre los años 2007 (38.7%) y 2009 (45.2%), y la del 2009 sobre 2007 relacionado a la tasa de concepción, se debió al factor número de partos.
14. El número de partos afectó el número de servicios por concepción ($P < 0.01$), ya que a medida el número de partos aumenta el número de servicios por concepción aumenta ($r = 0.91^{**}$), siendo esto por igual para los cuatro grupos en que se subclasificaron los números de partos. El número de servicios por concepción fue menor en vacas de 1° parto (1.3 servicios) que en las de 2° partos (1.6 servicios) y 3-4 partos (1.8 servicios), y estas últimas menor servicios

por concepción que las vacas agrupadas en mayores o iguales a 5 partos (2.0 servicios).

15. El número de partos correlacionado al número de días vacíos, estadísticamente fueron no significativos ($r = -0.28^{ns}$), aunque aritméticamente a medida el número de partos aumenta el número de días vacíos disminuye hasta el 4° parto; a partir del 5° parto el promedio de días vacíos aumenta nuevamente. El número de días vacíos fue mayor en vacas de 1° parto (216 días) que en las de 2° partos (155 días) y 3-4 partos (156 días), y estas últimas dos subagrupaciones menor días vacíos que las vacas agrupadas en mayores o iguales a 5 partos (181 días).

6. RECOMENDACIONES.

Finalizada la investigación y en base a los resultados obtenidos se presentan las recomendaciones siguientes:

1. Para un buen manejo reproductivo de una ganadería se recomienda tener presente que la temperatura ambiente y la humedad relativa afectan negativamente sobre el comportamiento reproductivo de las vacas; por lo tanto:
2. Facilitar la infraestructura y el manejo adecuado en la vaquería que ayude a mantener la temperatura corporal óptima (38. –38.6 °C) en las vacas.
3. Dentro de las consideraciones de manejo adecuado se pueden mencionar:
 - a) Enfriamiento de las vacas pre y post servicio (sombra, baño y ventilación).
 - b) Monitorear la temperatura rectal al momento del servicio de tal manera que en este instante no supere los 38.0-38.6 °C.
 - c) Mantener a las vacas en instalaciones de sombra, y no mandárlas a potrero por lo menos durante las primeras 72 horas posteriores a la inseminación artificial.
 - d) Regular el manejo y el efecto de la sala de estrés calórico dependiendo de la época y los meses del año.
 - e) Comenzar el estrés calórico a tempranas horas del día y procurar llevarle hasta el anochecer, permitiendo así el no incremento de la temperatura corporal en las vacas.
4. Hacer otras investigaciones en las cuales se evalúen grupos de vacas en las diferentes condiciones de manejo mencionadas anteriormente.

7. BIBLIOGRAFIA.

1. Alkatanami, W; Hansep, P; Zaviedo, D. 2004. Mecanismos del estrés y el efecto sobre la producción láctea. Mexico, D.F. Interamericana. P. 312-347.
2. Amundson, J; Meyer, T; Marder, R; Rasby, R. 2006. Environmental effects on pregnancy rate in beet cattle. *J. Anim Sci* 84, 3415-3420.
3. Aréchiga, F.C.F; Vázquez-Flores S; Ortiz O; Hernández-Cerón, J; Porras, A; Mcdowell, L.R; Hansen, P.J. Effect of injection of B-carotene or vitamin E and selenium on fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology* 1998;50:65-76.
4. Aréchiga, F.C.F. Efectos adversos del estrés calórico en la reproducción del ganado bovino. En Hernández Cerón J Editor. *Mejoramiento Animal: Reproducción*. México (DF). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, 2000:135-150.
5. Arias, R; Meyer, L; Sánchez, C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño reproductivo del ganado bovino de carne y leche. Tesis, Universidad Católica, Tamuco, Chile.
6. Arkin, H; Davis, B. A; Kimmel, E. 2001. Heat transfer properties of dry and wet furs of dairy cows. *Trans am Soc Agric Eng.* 34, 2550-2558.
7. Avedaño, L. 2009. Enfriamiento artificial y tasa de concepción de vaquillas Holstein con estrés térmico. Baja California, México. P. 219-231.
8. Ayalon, N. A review of embryonic mortality in cattle. *J Reprod Fertil* 1978; 54:483-493.

9. Bauman, D.E. Bovine somatotropina: Review of an emerging animal technology. *J Dairy Sci* 1992;75:3432-3451.
10. Blackshaw, J; Blackshaw, A.W. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Aust J Exp Agric* 34, 285-295.
11. Blake, R.W; Holman, F.J; Gutierrez, J; Cevallos, G.F. 1988. Comparative profitability of united states artificial insemination sires in Mexico. *journal of dairy science* 71: 1378.
12. Blood, D.C; Henderson, J.A; Radostits,O.M. 1987. *Medicina Veterinaria*. Trad. F. Colchero Arrubarrena. 6 ed. MX. Interamericana. p. 1116,1117,1139,1140,1149.
13. Bodisco, V; Rodriguez-Voigt, A; Alfaro, E; Mendoza, S. Primera lactancia de vacas Holstein y pardo suizo en Maracay Venezuela,(en línea). Consultado el 25 de abril de 2010. Disponible en www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v276.html.
14. Brosh, A; Col, B. A; Wright, D. 1998. Effects of solar radiation dietary energy, and time of feeding on thermo-regulatory responses and energy balance in cattle. *J. Anim Sci* 76, 2671-2677.
15. Brutt, J.P. 1986. Magazine cows for higher fertility. *The bovine Practitioner (US)* no. 21:135-137.
16. Bustamante, A.J.R. 1989. Comportamiento reproductivo y productivo del ganado bovino lechero en manejo tecnificado y no tecnificado de áreas homogéneas del departamento del Quiché. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 4-9.
17. Buthy, M.; Coll, S. 1998. Ganado lechero, principios practices, problemas y beneficios. Trad. Por Agustin Contin Sanz. 2ª ed. Mexico, D.F, Interamericana. P. 3. 278-279, 293-295.

18. Butler, W.R; Smith, R.D. 1989. Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle. *Journal of Dairy Science (US)* 72 (3): 767-783
19. Butler, W.R. Review: effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1998;81:2533-2539.
20. Campos, JC; Ferreira, J. 1993. Eficiencia reproductiva de los bovinos. Bello Horizonte, BR, Universidad federal de Minas de Gerais, Escuela de Veterinaria. v.2, 87-109.
21. Col, B.A; Jahn, E; Bonilla, W. 2004. Efecto de la temperatura y la suplementación energética sobre la producción de leche en vacas lecheras a pastoreo. *Agric Tec* 62, 245-254.
22. Col, B.A; Kadzere, C.T; Murphy, M.R. 2002. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Productions Science*. 77: 59-91.
23. Darwash, A.O; Lamming, G.E; Woolliams, J.A. Estimation of genetic variation in the interval from calving to postpartum ovulation of dairy cows. *J Dairy Sci* 1997a;80:1227-1234.
24. Da Silva, R.G. Weather and climate and animal production. In: Update of the guide to agricultural meteorological practices. WMO-No.134 published in 1982.
25. Davis, F. 1995. La vaca lechera, su cuidado y explotación. Ed. Rev. México, D.F. Heifer, *Journal Animal science (EEUU)* 68. 296-303.
26. Dirección general de servicios nacionales de estudios territoriales (SNET). El Salvador. Resumen. 2009.

27. Domínguez, R; Vásquez, C; Padilla, E. 2007. Efecto del estrés calórico y su interacción con otras variables de manejo y productivas sobre la tasa de gestación en vacas lecheras en Aguas Calientes, México. P. 225-259.
28. Edwards, J.L; Hansen, P.J. 1997. Differential responses of bovine oocytes and preimplantation embryos to heat shock. *Mol. Reprod. Dev.* 46: 138-145.
29. Escobar, J; Huertas, F. 2005. Influencias climáticas sobre la reproducción en Ganado Holstein. Medellín, Colombia. V Reunion ALPA, G-70.
30. Euguen, W; Reaves, P. 1985. Ganado lechero, alimentación y administración. México, D.F; Limusa, P.227, 231.
31. Finch, V.A. 1986. Body temperature in beef cattle: its control and relevance to production in the tropics. *J Anim Sci* 62, 531-542.
32. Fox, D.G; Tylutki, T.P. 1998. Accounting for the effects of environment on the nutrient requirements of dairy cattle. *J Dairy Sci* 81, 3085-3095.
33. Gaughan, J. 2005. Effectiveness of evaporative cooling of beef cattle housed in confinement. Louisiana, USA. P.105-114.
34. Gonzales, C. Factores que afectan la fertilidad al primer servicio en vacas mestizas. Venezuela. F-21.P. 34-45. 2001. (Resumen).
35. González Guerrero, F.R. 1989. Anestro postparto en vacas lecheras, efectos de tres tratamientos. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p.5-15.
36. Gonzales, L. Modificaciones ambientales para reducir el estrés calórico en Ganado lechero. Universidad Autónoma de California. 2003.

37. Hafez, E.S.E. 1985. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. FdeM Berenguer I. México, Interamericana. p. 321,328.
38. Hall, M. 2000. Meet the challenges of heat stress feeding. Howard`s Dairyman. May. 2000. pp 344.
39. Hansen, L.B. Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. J Dairy Sci 2000;83:1145-1150.
40. Hansen, P.J; Drost, M; Rivera, R.M; Paula-Lopes, F.F; Al-Katanani, Y.M; Krininger, C.E., and Chase, C.C. Jr. 2001. Adverse impact of the heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. Theriogenology. 55: 91-103.
41. Hernández, G. Estrategia genética para el ganado tropical de doble propósito. P. 1-10. CORPOICA. 1998.
42. Hernández, A.E. 1993. Determinación de la actividad ovárica y de preñez en vacas de doble propósito recibiendo suplementación nutricional, post-parto mediante la determinación de progesterona en leche descremada. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 32-37.
43. Hernández, C.J; Morales, R.J. Falla en la concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. Vet Méx 2001;32:279-287.
44. Hernández, CJ; Porras, A.A; Benítez, S. Eficiencia de la detección de estros y niveles de progesterona al momento de la inseminación de vacas Holstein. Av en Inv Agropecuaria 1994; 3:12-17.

45. Hernández-Cerón J; Jousan, F.D; Soto, P; Hansen, P.J. Timing of Inhibitory Actions of Gossypol on Cultured Bovine Embryos. *J Dairy Sci* 2005;88:922-928.
46. Holmann, F. 1989. Economic evaluation of dairy and dual purpose cattle production systems in Venezuela. Ph.D. Thesis, Ithaca, New York, Cornell University. 256`p.
47. Hunter, R.H.F. Fertility in cattle: basic reasons why late insemination must be avoided. *Anim Breed Abstr* 1985;53:83-87.
48. Inchausti, R. 1999. El estrés en el Ganado. *Revista Acovez*, p.18-26.
49. Ingraham, R.R; Gillette, D; and Wagner, W. Relationship of temperature and humidity conception rate of Holstein cows in subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 56: 476, 1977.
50. Iturbe, A; Estrada, E. 2002. Características reproductivas en un hato Santa Gertrudis en Guatemala. *Memorias. V Reunión ALPA*, 6:80-82.
51. Jones, H.E; White, I.M.S; Brothstone, S. Genetic evaluation of Holstein Friesian sires for daughter condition score changes using a random regression model. *Anim Sci* 1999;68: 467-475.
52. Johnson, H.D. 1986. The effects of temperature and thermal balance on milk production. In: Moberg GP (ed). *Limiting the effects of stress on cattle*. Western Regional Research Publication #009 and Utah Agricultural Experimental Station Research Bulletin 512, Pp 33-45.
53. Keren, E.N, Olson,B.E . 2006. Thermal balance of cattle grazing winter range: Model application. *J Anim Sci* 84, 1238-1247.

54. Khalifa, H.H. 2003. Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In: *Interactions between climate and animal production. Proc Symp*, EAAP Technical series N°7, Pp 15-29.
55. Lamming, G.E; Darwash, A.O. The use of milk progesterone profiles to characterize components of subfertility in milked dairy cows. *Anim Reprod Sci* 1998; 52:175-190.
56. Lara, V; Hernández, C.J; Cruz, O; Ortiz, O; Gutiérrez, C.G. Inicio de la actividad ovárica posparto y características de la función lútea de vacas Holstein. Memorias del XXVI Congreso Nacional de Buiatría 2002. Acapulco, Gro. México. Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos.
57. Lopez, H; Satter, L.D; Wiltbank, M.C. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 2004; 81:209-223.
58. Lobo, C.A; Lesaca, M.G; Kleemann, G. 1992. La asistencia técnica integral pecuaria: Un nuevo reto del ejercicio profesional en Colombia, CICADEP/Proyecto Colombo-Alemania ICA-GTZ. Separata #005. 27p.
59. McDowell, R.E; Moody, E.G; van Soest, P.S; Lohmann, P; Ford, G. 1983. Effect of heat stress on energy and water utilization in lactating cows. *Journal of dairy science* 52: 188.
60. Mahadewan, P. 1956. Variation in performance in european dairy cattle in Ceylon. *J. Agrc. Sci.* 48: 164-170 p.

61. Mann, G.E; Lamming, G.E. The influence of progesterone during early pregnancy in cattle. *Reprod Dom Anim* 1999; 34:269-274.71: 13.
62. Mansilla, V. 2006. Estudio preliminar de algunas variables climáticas sobre la eficiencia reproductiva en vacas Holstein Friesian en la provincia de nuble. Tesis, Universidad de Concepción, Chile.
63. Martines, M.L; Lee, A.J; Lin, C.Y. 1988. Age and Zebu-Holstein additive and heterotic effects on lactation performance and reproduction in Brasil. *Journal of dairy Science* 71:800.
64. Mendez, M; Wiltbank, K.J. 1985. Condición física al parto y retiro temporal de la cría en la eficiencia reproductiva en bovinos. *Técnica pecuaria Mexicana*. (MX) no. 49: 69-77.
65. Morales, R.S; Hernández, C.J; Rodríguez, T.G; Peña, F.R. Comparación del porcentaje de concepción y la función lútea en vacas de primer servicio, vacas repetidoras y vaquillas Holstein. *Vet Méx* 2000; 31:179-184.
66. Moreira Pereira, E.R. 1992. Evaluación de la tasa de natalidad e intervalo entre partos en hatos bovinos de Doble propósito bajo diferentes planes de alimentación en Nueva Concepción, Escuintla. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 63 p.
67. NRC, National Research Council. 1999. Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals. National Academy Press.
68. Nockelsch, F. Antioxidants improve cattle immunity following. *Anim Feed Tech* 1996; 62:59-68.

69. Opsomer, G; Coryn, M; Deluyker, H; de Kruif, A. An analysis of ovarian dysfunction in high yielding dairy cows after calving based on progesterone profiles. *Reprod. Domest Anim* 1998; 33:193-204.
70. Ortiz, O. Análisis de sobrevivencia y serología prospectiva en el estudio de abortos. *Memorias del Séptimo Curso Internacional de Reproducción Bovina*. 1997 mayo 19–22; México (DF): Academia de Investigación en Biología de la Reproducción AC, 1997:29-42.
71. Pinto Minera, O. 1990. Efecto del amamantamiento restringido sobre el porcentaje de fertilidad y comportamiento del Ternero en un hato de ganado de carne. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 3-7.
72. Preston, T.R; Leng, R.R. 1989. Ajustando los sistemas de producción a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del Nuevo enfoque sobre la nutrición de ruminantes en el trópico. Cali, Colombia. 321p.
73. Putney, D. J; Drost, M; and Thatcher, W. 1988. Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology* 30: 195-209.
74. Quiñónes Alecio, J.P. 1990. Evaluación del destete temporal del ternero por 48-72 horas, Sobre el porcentaje de Preñez en vacas de carne durante el período de monta en Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 58 p.
75. Reaves, W. A. Effects of environment on bovine R S. USA. 1997.
76. Renaudeau, D. 2005. Effects of short-term exposure to high ambient

- temperature and relative humidity on thermoregulatory responses of European (Large White). *Anim Res* 54, 81-93.
77. Richards, S.A. 1973. Temperature regulation. Wykeham Publications, London, Great Britain, Pp 212.
78. Rivera, F; Gonzales, T; Escobar, S. 2006. Efecto del índice humedad-temperatura sobre la tasa de fertilidad en vacas mestizas. Maracaibo, Venezuela. P.36-44.
79. Robles Robles, D.F. 1991. Acortamiento del período a través de la medicación antibacterial y hormonal en el período puerperal temprano. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 9-28 p.
80. Rodríguez, T; Espinoza, J; Verde, O. 2007. Efecto del momento de inseminación artificial, masaje clitorico, temperatura rectal y otros factores sobre la preñez en bovinos. Maracay, Venezuela. P.132-156.
81. Roman Ponce, H. 2008. Efecto del estrés térmico sobre la fertilidad del Ganado bovino. Veracruz, México. P.265-288.
82. Rovira, J. 1974. Reproduccion y manejo de los rodeos de cria. Mexico, ed. emisferiuo sur. P. 68-123.
83. Royal M; Mann G.E; Flint, A.P.F. Strategies for reversing the trend towards subfertility in dairy cattle. *Vet J* 2000; 160:53-60.
84. Sangsritavog, S; Combs, D.K; Sartori, R; Armentano, L.E; Wiltbank, M.C. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 a in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 2002;85:2831-2842.

85. Thatcher, W.W; Wilcox, C.J. Postpartum oestrus as an indicator of reproductive status in the dairy cow. *J Dairy Sci* 1973; 56:608-610.
86. Trimberger, G.W. Breeding efficiency in dairy cattle from artificial insemination at various intervals before and after ovulation. *Nebraska Agric. Exp. Stn. Bull*, 153:3.
87. Ulberg, L.D; and Burfening, P.J. 1967. Embryo death resulting from adverse environment on spermatozoa or ova. *J. Anim. Sci.*, 26: 571-577.
88. Vaccaro, L. 1987. Aspectos de mejoramiento genético de bovinos de leche y doble propósito: Universidad Central de Venezuela, Boletín técnico Animal N°1.
89. Villa-Godoy, A; Hughes, T.L; Emery, R.S; Chapin, L.T; Fogwell, R.L. Association between energy balance and luteal function in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1988; 71:1063-1072.
90. Wiersma, F; Stott, G. New concepts in the physiology of heat stress in dairy cattle of interest of engineers. 12:130, 2001.
91. Wilkins, J.V; Pereyra, G; Ali, A; Ayola, S. 1979. Milk producción in the tropical lowlands of Bolivia. *World Animal Review* 32:25.
92. Wolfenson, D; Roth, Z; and Meidan, R. 2000. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61: 535-547.
93. Zarco, Q.L; Hernández, C.J. Momento de ovulación y efecto del intervalo entre el inicio del estro y la inseminación artificial sobre el porcentaje de concepción de vaquillas Holstein. *Vet. México*. 1996; 27:279-283.

8
A
D
E
K
E
S

Cuadro A-1. Resumen de promedio mensual de tasa de concepción (%) de los años
2007, 2008 y 2009

MES	2007	2008	2009	X (%)	ΣX
ENERO	50.0	66.6	52.0	56.2 ^a	168.6
FEBRERO	44.4	35.7	56.3	45.5 ^{abc}	136.5
MARZO	40.6	65.9	48.5	51.7 ^{ab}	155.1
ABRIL	35.2	55.0	60.0	50.0 ^{ab}	150.0
MAYO	25.8	61.5	39.2	42.2 ^{bc}	126.6
JUNIO	32.0	40.7	35.9	36.2 ^c	108.6
JULIO	33.3	45.4	33.9	37.5 ^c	112.5
AGOSTO	29.5	47.6	39.4	38.8 ^{bc}	116.4
SEPTIEMBRE	33.9	49.6	39.9	41.1 ^{bc}	123.3
OCTUBRE	38.5	58.3	39.1	45.3 ^{abc}	135.9
NOVIEMBRE	48.0	51.2	46.6	48.6 ^{abc}	145.8
DICIEMBRE	53.7	49.5	51.6	51.6 ^{ab}	154.8
X (%)	38.7 ^c	52.3 ^a	45.2 ^b		
ΣX	464.4	627.6	542.4		

Cuadro A-2. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de tasa de concepción.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	11	13386.5875	121.50	2.08 ^{ns}	2.26	3.18
Bloques (Años)	2	1110.48	555.24	9.51 ^{**}	3.44	5.72
Error	22	1284.459	58.38			
Total	35	3731.527				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**
n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-3. Prueba de rango múltiple de Duncan, para bloques de tasa de concepción.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.074 \sqrt{2 \times 59.696}}{\sqrt{12}} = 6.5419$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.819 \sqrt{2 \times 59.696}}{\sqrt{12}} = 8.8918$$

P	2	3
5%	1.00	1.05
1%	1.00	1.05

$$\begin{aligned} \text{DMS } 5\% &= 6.5419 \times 1.00 = 6.5419 \\ &\quad \times 1.05 = 6.8689 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DMS } 1\% &= 8.8918 \times 1.00 = 8.8918 \\ &\quad \times 1.05 = 9.3364 \end{aligned}$$

	BI	BII	BIII
	52.3 (2008)	52.3 (2009)	38.5 (2007)
52.3 (2008) BI	_____	7.1*	13.8 **
52.3 (2009) BII	_____	_____	6.7*
38.5 (2007) BIII	_____	_____	_____

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

***= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).**

(2007) BI = c
(2008) BII = a
(2009) BIII = b

Cuadro A-4. Resumen de promedio mensual de temperatura ambiente (°C) de los años 2007, 2008 y 2009.

MES	2007	2008	2009	X (°C)	ΣX
ENERO	28.4	28.0	28.0	28.1 ^e	84.3
FEBRERO	28.8	28.4	28.5	28.6 ^{de}	85.5
MARZO	30.4	29.8	29.0	29.7 ^{cd}	89.1
ABRIL	31.63	30.8	30.3	30.9 ^c	92.7
MAYO	30.92	31.8	33.2	31.9 ^{ab}	95.7
JUNIO	32.9	31.6	31.9	32.1 ^{ab}	96.3
JULIO	34.9	32.3	31.7	33.0 ^a	99.0
AGOSTO	31.8	34.2	31.2	32.4 ^{ab}	97.2
SEPTIEMBRE	30.9	29.8	32.1	30.9 ^{bc}	92.7
OCTUBRE	28.0	28.6	29.2	28.6 ^{de}	85.8
NOVIEMBRE	27.3	27.8	28.5	27.8 ^e	83.4
DICIEMBRE	27.4	27.7	27.9	27.7 ^e	83.1
X (°C)	30.3 ^a	30.0 ^a	30.1 ^a		
ΣX	363.6	360.0	361.2		

Cuadro A-5. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de temperatura ambiente.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	11	126.61	11.52	13.10 ^{**}	2.26	3.18
Bloques (Años)	2	0.56	0.28	0.31 ^{NS}	3.44	5.72
Error	22	19.33	0.88			
Total	35	146.50				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

n.s.= Diferencias estadísticas no significativas

Cuadro A-6. Resumen de promedio mensual de temperatura ambiente (°C) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.

MES	T°A (°C)	TC (%)
ENERO	28.1 ^e	56.2 ^a
FEBRERO	28.6 ^{de}	45.5 ^{abc}
MARZO	29.7 ^{cd}	51.7 ^{ab}
ABRIL	30.9 ^c	50.0 ^{ab}
MAYO	31.9 ^{ab}	42.2 ^{bc}
JUNIO	32.1 ^{ab}	36.2 ^c
JULIO	33.0 ^a	37.5 ^c
AGOSTO	32.4 ^{ab}	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	30.9 ^{bc}	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	28.6 ^{de}	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	27.8 ^e	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	27.7 ^e	51.6 ^{ab}

Cuadro A-7. Análisis de varianza de regresión temperatura ambiente sobre tasa de concepción.

$r = -0.79^{**}$
 $r5\% = 0.5760$

$r^2 = 0.62$
 $r1\% = 0.7079$

$b = -2.58$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	273.9	273.9	16.94 ^{**}	4.96	10.04
Error	10	161.61	16.16			
Total	11	435.52				

**** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

Cuadro A-8. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de temperatura ambiente.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.074 \sqrt{2 \times 0.88}}{\sqrt{3}} = 1.58$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.819 \sqrt{2 \times 0.88}}{\sqrt{3}} = 2.15$$

P	2	3
5%	1.00	1.05
1%	1.00	1.05

$$\text{DMS } 5\% = 1.58 \times 1.00 = 1.58$$

$$\qquad \qquad \qquad \times 1.05 = 1.66$$

$$\text{DMS } 1\% = 2.15 \times 1.00 = 2.15$$

$$\qquad \qquad \qquad \times 1.05 = 2.26$$

- Enero = e
- Febrero = de
- Marzo =cd
- abril = c
- mayo =ab
- Junio =ab
- Julio = a
- Agosto =ab
- Septiembre = bc
- Octubre =de
- Noviembre =e
- Diciembre = e

	Julio	Agosto	Junio	Mayo	Septi	Abril	Marzo	Febrero	Octubr	Enero	Noviem	Diciem
Julio 33.0	_____	0.6 ^{ns}	0.9 ^{ns}	1.1 ^{ns}	2.1*	2.9**	3.3**	4.4**	4.4**	4.9**	5.2**	5.3**
Agosto 32.4	_____	_____	0.3 ^{ns}	0.5 ^{ns}	1.5 ^{ns}	2.3**	2.7**	5.38**	3.8**	4.3**	4.6**	4.7**
Junio 32.1	_____	_____	_____	0.2 ^{ns}	1.2 ^{ns}	2.0*	2.4**	3.5**	3.5**	4.0**	4.3**	4.4**
Mayo 31.9	_____	_____	_____	_____	1.0 ^{ns}	1.8*	2.2*	3.3**	3.3**	3.8**	4.1**	4.2**
Septi 30.9	_____	_____	_____	_____	_____	0.8 ^{ns}	1.2 ^{ns}	2.3**	2.3**	2.8**	3.1**	3.2**
Abril 30.1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.4 ^{ns}	1.5 ^{ns}	1.5 ^{ns}	2.0*	2.3**	2.4**
Marzo 29.7	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.1 ^{ns}	1.1 ^{ns}	1.6*	1.9*	2.0*
Febrero 28.6	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	0.5 ^{ns}	0.8 ^{ns}	0.9 ^{ns}
Octubr 28.6	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.5 ^{ns}	0.8 ^{ns}	0.9 ^{ns}
Enero 28.1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.3 ^{ns}	0.4 ^{ns}
Noviem 27.8	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.1 ^{ns}
Diciem 27.7	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

* = Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

n.s= Diferencias estadísticas no significativa

Cuadro A-9. Resumen de promedio mensual de humedad relativa (%) de los años 2007, 2008 y 2009.

MES	2007	2008	2009	X (%)	ΣX
ENERO	63.2	48.1	60.5	57.2 ⁱ	171.6
FEBRERO	64.9	62.8	55.6	61.4 ^h	184.2
MARZO	61.5	57.8	55.2	58.2 ⁱ	174.6
ABRIL	64.7	68.1	60.7	64.5 ^g	193.5
MAYO	70.3	78.0	76.9	75.1 ^d	225.3
JUNIO	76.6	76.8	82.9	78.8 ^b	236.4
JULIO	73.2	78.3	79.8	77.1 ^c	231.3
AGOSTO	80.4	79.2	77.8	70.1 ^e	210.3
SEPTIEMBRE	84.9	83.3	82.1	83.5 ^a	250.5
OCTUBRE	83.6	85.9	79.1	82.9 ^a	248.7
NOVIEMBRE	70.0	61.4	69.5	66.9 ^f	200.7
DICIEMBRE	64.5	66.7	64.2	65.1 ^g	195.3
X (%)	71.5 ^a	70.5 ^a	70.4 ^a		
ΣX	858.0	846.0	844.8		

Cuadro A-10. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de humedad relativa.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	11	2830.16	257.28	9.28 ^{**}	2.26	3.18
Bloques (Años)	2	8.88	4.44	0.16 ^{ns}	3.44	5.72
Error	22	609.62	27.71			
Total	35	3448.66				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

n.s= Diferencias estadísticas no significativas

Cuadro A-11. Resumen de promedio mensual de humedad relativa (%) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.

MES	HR (°C)	TC (%)
ENERO	57.2 ⁱ	56.2 ^a
FEBRERO	61.4 ^h	45.5 ^{abc}
MARZO	58.2 ⁱ	51.7 ^{ab}
ABRIL	64.5 ^g	50.0 ^{ab}
MAYO	75.1 ^d	42.2 ^{bc}
JUNIO	78.8 ^b	36.2 ^c
JULIO	77.1 ^c	37.5 ^c
AGOSTO	70.1 ^e	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	83.5 ^a	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	82.9 ^a	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	66.9 ^f	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	65.1 ^g	51.6 ^{ab}

Cuadro A-12. Análisis de varianza de regresión humedad relativa sobre tasa de concepción.

$r = -0.77^{**}$
 $r_{5\%} = 0.5760$

$r^2 = 0.605$
 $r_{1\%} = 0.7079$

$b = -0.535$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	257.00	257.00	13.63 ^{**}	4.96	10.04
Error	10	188.52	18.85			
Total	11	445.52				

**** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

Cuadro A-13. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de Humedad relativa.

$$ETD\ 5\% = \frac{2.074 \cdot \sqrt{2 \times 27.71}}{3} = 8.91$$

$$ETD\ 1\% = \frac{2.819 \cdot \sqrt{2 \times 27.71}}{3} = 12.11$$

P	2	3
5%	1.00	1.05
1%	1.00	1.05

$$DMS\ 5\% = 8.91 \times 1.00 = 8.91$$

$$x\ 1.05 = 9.35$$

$$DMS\ 1\% = 12.11 \times 1.00 = 12.11$$

$$x\ 1.05 = 12.72$$

Enero = d
 Febrero =cd
 Marzo =cd
 abril =cd
 mayo =ab
 Junio =ab
 Julio = a
 Agosto =bc
 Septiembre = a
 Octubre =a
 Noviembre =bcd
 Diciembre = cd

	Septi	Octubr	Junio	Julio	Mayo	Agost	Noviem	Diciem	Abril	Febrer	Marzo	Enero
Septi 83.5	83.5	82.9	78.8	77.1	75.1	70.1	66.9	65.1	64.5	61.4	58.2	57.2
	_____	0.6 ^{ns}	4.7 ^{ns}	6.4 ^{ns}	8.4 ^{ns}	13.4 ^{**}	16.6 ^{**}	18.4 ^{**}	19.0 ^{**}	22.1 ^{**}	25.3 ^{**}	26.3 ^{**}
Octubr 82.9	_____	_____	4.1 ^{ns}	5.8 ^{ns}	7.8 ^{ns}	12.8 ^{**}	16.0 ^{**}	17.8 ^{**}	18.4 ^{**}	21.5 ^{**}	24.7 ^{**}	25.7 ^{**}
Junio 78.8	_____	_____	_____	1.7 ^{ns}	3.7 ^{ns}	8.7 ^{ns}	11.9 [*]	13.7 ^{**}	14.3 ^{**}	17.4 ^{**}	20.6 ^{**}	21.6 ^{**}
Julio 77.1	_____	_____	_____	_____	2.0 ^{ns}	7.0 ^{ns}	10.2 [*]	12.0 [*]	12.6 [*]	15.7 ^{**}	18.9 ^{**}	19.9 ^{**}
Mayo 75.1	_____	_____	_____	_____	_____	5.0 ^{ns}	8.2 ^{ns}	10.0 [*]	10.6 [*]	13.7 ^{**}	16.9 ^{**}	17.9 ^{**}
Agost 70.1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	3.2 ^{ns}	5.0 ^{ns}	5.6 ^{ns}	8.7 ^{ns}	11.9 [*]	12.9 ^{**}
Noviem 66.9	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.8 ^{ns}	2.4 ^{ns}	5.5 ^{ns}	8.7 ^{ns}	9.7 [*]
Diciem 65.1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.6 ^{ns}	3.7 ^{ns}	6.9 ^{ns}	7.9 ^{ns}
Abril 64.5	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	3.1 ^{ns}	6.3 ^{ns}	7.3 ^{ns}
Febrer 61.4	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	3.2 ^{ns}	4.2 ^{ns}
Marzo 58.2	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.0 ^{ns}
Enero 57.2	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

**** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

*** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).**

n.s= Diferencias estadísticas no significativas

Cuadro A-14. Resumen de promedio mensual de índice temperatura–humedad (%) de los años 2007, 2008 y 2009.

MES	2007	2008	2009	X (%)	ΣX
ENERO	78.2	77.1	77.2	77.5 ^a	232.5
FEBRERO	78.4	78.0	77.0	77.8 ^{ab}	233.4
MARZO	80.2	79.3	77.7	79.1 ^{bc}	237.3
ABRIL	83.0	81.6	80.4	81.7 ^{bcd}	245.1
MAYO	83.0	82.6	89.2	85.0 ^{cd}	255.0
JUNIO	88.2	84.6	85	86.0 ^d	258.0
JULIO	85.1	84.4	85.6	85.1 ^d	255.3
AGOSTO	83.7	85.5	83.4	84.2 ^{cd}	252.6
SEPTIEMBRE	83.0	81.6	83.5	82.7 ^{bcd}	248.1
OCTUBRE	80.5	81.1	81.9	81.2 ^{bc}	243.6
NOVIEMBRE	79.4	79.7	80.5	79.9 ^{bc}	239.7
DICIEMBRE	77.5	77.3	78.7	77.9 ^{bc}	233.7
X (%)	81.7 ^a	81.1 ^a	81.6 ^a		
ΣX	980.4	973.2	979.2		

Cuadro A-15. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual del índice temperatura-humedad.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	11	315.86	28.71	12.95 ^{**}	2.26	3.18
Bloques (Años)	2	2.48	1.24	0.56 ^{ns}	3.44	5.72
Error	22	46.76	2.20			
Total	35	365.10				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

n.s.= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-16. Resumen de promedio mensual del índice temperatura-humedad (%) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.

MES	ITH (%)	TC (%)
ENERO	77.5 ^a	56.2 ^a
FEBRERO	77.8 ^{ab}	45.5 ^{abc}
MARZO	79.1 ^{bc}	51.7 ^{ab}
ABRIL	81.7 ^{bcd}	50.0 ^{ab}
MAYO	85.0 ^{cd}	42.2 ^{bc}
JUNIO	86.0 ^d	36.2 ^c
JULIO	85.1 ^d	37.5 ^c
AGOSTO	84.2 ^{cd}	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	82.7 ^{bcd}	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	81.2 ^{bc}	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	79.9 ^{bc}	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	77.9 ^{bc}	51.6 ^{ab}

Cuadro A-17. Análisis de varianza de regresión índice temperatura-humedad sobre tasa de concepción.

$r = -0.87^{**}$

$r^2 = 0.758$

$b = -1.79$

$r_{5\%} = 0.5760$

$r_{1\%} = 0.7079$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	343.89	343.89	33.36 ^{**}	4.96	10.04
Error	10	103.06	10.306			
Total	11	446.96				

**** = Diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$).**

Cuadro A-18. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de índice temperatura-humed

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.074 \sqrt{2 \times 2.20}}{\sqrt{3}} = 2.51$$

P	2	3
5%	1.00	1.05

1%	1.00	1.05
----	------	------

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.819 \sqrt{2 \times 2.20}}{\sqrt{3}} = 3.41$$

$$\text{DMS } 5\% = 2.51 \times 1.00 = 2.51$$

$$\phantom{\text{DMS } 5\%} \times 1.05 = 2.63$$

$$\text{DMS } 1\% = 3.41 \times 1.00 = 3.41$$

$$\phantom{\text{DMS } 1\%} \times 1.05 = 3.58$$

Enero = a
 Febrero = ab
 Marzo =bc
 abril =bcd
 mayo =cd
 Junio =d
 Julio =d
 Agosto =cd
 Septiembre =bcd
 Octubre =bc
 Noviembre =bc
 Diciembre =bc

	Junio 86.0	Julio 85.1	Mayo 85.0	Agosto 84.2	Septi 82.7	Abril 81.7	Octubre 81.2	Noviem 79.9	Marzo 79.1	Diciem 77.9	Febrero 77.8	Enero 77.5
Junio 86.0	_____	0.9 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.8 ^{ns}	3.3 ^{ns}	4.3 ^{**}	4.8 ^{**}	6.1 ^{**}	6.9 ^{**}	8.1 ^{**}	8.2 ^{**}	8.5 ^{**}
Julio 85.1	_____	_____	0.1 ^{ns}	0.9 ^{ns}	2.4 ^{ns}	3.4 [*]	3.9 ^{**}	5.2 ^{**}	6.0 ^{**}	7.2 ^{**}	7.3 ^{**}	7.6 ^{**}
Mayo 85.0	_____	_____	_____	0.8 ^{ns}	2.3 ^{ns}	3.3 [*]	3.8 ^{**}	5.1 ^{**}	5.9 ^{**}	7.1 ^{**}	7.2 ^{**}	7.5 ^{**}
Agosto 84.2	_____	_____	_____	_____	1.5 ^{ns}	2.5 ^{ns}	3.0 [*]	4.3 ^{**}	5.1 ^{**}	6.3 ^{**}	6.4 ^{**}	6.7 ^{**}
Septi 82.7	_____	_____	_____	_____	_____	1.0 ^{ns}	1.5 ^{ns}	2.8 [*]	3.6 ^{**}	4.8 ^{**}	4.9 ^{**}	5.2 ^{**}
Abril 81.7	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.5 ^{ns}	1.8 ^{ns}	2.6 [*]	3.8 ^{**}	3.9 ^{**}	4.2 ^{**}
Octubre 81.2	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.3 ^{ns}	2.1 ^{ns}	3.3 [*]	3.4 [*]	3.7 ^{**}
Noviem 79.9	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.8 ^{ns}	2.0 ^{ns}	2.1 ^{ns}	2.4 ^{ns}
Marzo 79.1	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.2 ^{ns}	1.3 ^{ns}	1.6 ^{ns}
Diciem 77.9	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.1 ^{ns}	0.4 ^{ns}
Febrero 77.8	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.3 ^{ns}
Enero 77.5	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

**** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

*** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).**

n.s = Diferencias estadísticas no significativas

Cuadro A-19. Resumen de promedio mensual de radiación solar (cal/cm²) de los años 2007, 2008 y 2009.

MES	2007	2008	2009	X (cal/cm ²)	ΣX
ENERO	365.0	355.0	360.0	360.0 ^g	1080.0
FEBRERO	385.0	375.0	380.0	380.0 ^f	1140.0
MARZO	400.0	395.0	405.0	400.0 ^e	1200.0
ABRIL	420.0	420.0	420.0	420.0 ^d	1260.0
MAYO	440.0	440.0	440.0	440.0 ^c	1320.0
JUNIO	465.0	455.0	460.0	460.0 ^b	1380.0
JULIO	475.0	480.0	485.0	480.0 ^a	1440.0
AGOSTO	460.0	460.0	460.0	460.0 ^b	1380.0
SEPTIEMBRE	445.0	435.0	440.0	440.0 ^c	1320.0
OCTUBRE	420.0	420.0	420.0	420.0 ^d	1260.0
NOVIEMBRE	375.0	380.0	385.0	380.0 ^f	1140.0
DICIEMBRE	360.0	370.0	350.0	360.0 ^g	1080.0
X (cal/cm ²)	417.1 ^a	416.0 ^a	417.0 ^a		
ΣX	5005.2	4992.0	5004.0		

Cuadro A-20. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de radiación solar.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	11	54800.00	4981.81	202.59 ^{**}	2.26	3.18
Bloques (Años)	2	8.88	4.44	0.18 ^{ns}	3.44	5.72
Error	22	541.12	24.59			
Total	35	55350.00				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

n.s.= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-21. Resumen de promedio mensual de radiación solar (cal/cm^2) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.

MES	Rs (cal/cm^2)	TC (%)
ENERO	360.0 ^g	56.2 ^a
FEBRERO	380.0 ^f	45.5 ^{abc}
MARZO	400.0 ^e	51.7 ^{ab}
ABRIL	420.0 ^d	50.0 ^{ab}
MAYO	440.0 ^c	42.2 ^{bc}
JUNIO	460.0 ^b	36.2 ^c
JULIO	480.0 ^a	37.5 ^c
AGOSTO	460.0 ^b	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	440.0 ^c	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	420.0 ^d	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	380.0 ^f	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	360.0 ^g	51.6 ^{ab}

Cuadro A-22. Análisis de varianza de regresión radiación solar sobre tasa de concepción.

$$r = -0.88^{**}$$

$$r^2 = 0.78$$

$$b = -0.138$$

$$r_{5\%} = 0.5760$$

$$r_{1\%} = 0.7079$$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	325.53	325.53	34.60 ^{**}	4.96	10.04
Error	10	94.08	9.408			
Total	11	446.62				

****= Diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$).**

Cuadro A-23. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de Radiación solar.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.074 \sqrt{2 \times 24.59}}{3} = 8.39$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.819 \sqrt{2 \times 24.59}}{3} = 11.41$$

P	2	3
5%	1.00	1.05

$$\text{DMS } 5\% = 8.39 \times 1.00 = 8.39$$

$$\phantom{\text{DMS } 5\%} \times 1.05 = 8.81$$

1%	1.00	1.05
----	------	------

$$\text{DMS } 1\% = 11.41 \times 1.00 = 11.41$$

$$\phantom{\text{DMS } 1\%} \times 1.05 = 11.98$$

- Enero = g
- Febrero = f
- Marzo = e
- abril = d
- mayo = c
- Junio = b
- Julio = a
- Agosto = b
- Septiembre = c
- Octubre = d
- Noviembre = f
- Diciembre = g

	Julio 480	Junio 460	Agosto 460	Mayo 440	Septi 440	Abril 420	Octubre 420	marzo 400	Febrer 380	Novie 380	Enero 360	Diciem 360
Julio 480	_____	20**	20**	40**	40**	60**	60**	80**	100**	100**	120**	120**
Junio 460	_____	_____	0.0 ^{ns}	20**	20**	40**	40**	60**	80**	80**	100**	100**
Agosto 460	_____	_____	_____	20**	20**	40**	40**	60**	80**	80**	100**	100**
Mayo 440	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	20**	20**	40**	60**	60**	80**	80**
Septi 440	_____	_____	_____	_____	_____	20**	20**	40**	60**	60**	80**	80**
Abril 420	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	20**	40**	40**	60**	60**
Octubre 420	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	20**	40**	40**	60**	60**
marzo 400	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	20**	20**	40**	40**
Febrer380	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	20**	20**
Novie 380	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	20**	20**
Enero 360	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}
Diciem 360	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

**= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-24. Resumen de promedio mensual de velocidad del viento (km/h) de los años 2007, 2008 y 2009.

MES	2007	2008	2009	X (km/h)	ΣX
ENERO	12.0	12.0	12.0	12.0 ^a	36.0
FEBRERO	8.0	12.0	10.0	10.0 ^b	30.0
MARZO	10.0	10.0	10.0	10.0 ^b	30.0
ABRIL	8.0	12.0	10.0	10.0 ^b	30.0
MAYO	8.0	8.0	8.0	8.0 ^c	24.0
JUNIO	8.0	8.0	8.0	8.0 ^c	24.0
JULIO	8.0	8.0	8.0	8.0 ^c	24.0
AGOSTO	8.0	8.0	8.0	8.0 ^c	24.0
SEPTIEMBRE	8.0	8.0	8.0	8.0 ^c	24.0
OCTUBRE	9.0	9.0	9.0	9.0 ^{bc}	27.0
NOVIEMBRE	9.0	9.0	9.0	9.0 ^{bc}	27.0
DICIEMBRE	10.0	10.0	10.0	10.0 ^b	30.0
X (km/h)	8.8 ^a	9.5 ^a	9.2 ^a		
ΣX	105.6	114	110.4		

Cuadro A-25. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de velocidad del viento.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	11	53.00	4.81	8.15 ^{**}	2.26	3.18
Bloques (Años)	2	2.96	1.48	2.50 ^{ns}	3.44	5.72
Error	22	13.04	0.59			
Total	36	69.00				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-26. Resumen de promedio mensual de velocidad del viento (km/h) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.

MES	Vv (km/h)	TC (%)
ENERO	12.0 ^a	56.2 ^a
FEBRERO	10.0 ^b	45.5 ^{abc}
MARZO	10.0 ^b	51.7 ^{ab}
ABRIL	10.0 ^b	50.0 ^{ab}
MAYO	8.0 ^c	42.2 ^{bc}
JUNIO	8.0 ^c	36.2 ^c
JULIO	8.0 ^c	37.5 ^c
AGOSTO	8.0 ^c	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	8.0 ^c	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	9.0 ^{bc}	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	9.0 ^{bc}	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	10.0 ^b	51.6 ^{ab}

Cuadro A-27. Análisis de varianza de regresión velocidad del viento sobre tasa de concepción.

$$r = 0.91^{**}$$

$$r^2 = 0.82$$

$$b = 4.57$$

$$r_{5\%} = 0.5760$$

$$r_{1\%} = 0.7079$$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	369.69	369.69	48.77 ^{**}	4.96	10.04
Error	10	75.82	7.58			
Total	11	445.52				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01)**

Cuadro A-28. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de Velocidad del viento.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.074 \sqrt{2 \times 0.59}}{3} = 1.30$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.819 \sqrt{2 \times 0.59}}{3} = 1.76$$

P	2	3
5%	1.00	1.05
1%	1.00	1.05

$$\begin{aligned} \text{DMS } 5\% &= 1.30 \times 1.00 = 1.30 \\ &\quad \times 1.05 = 1.36 \\ \text{DMS } 1\% &= 1.76 \times 1.00 = 1.76 \\ &\quad \times 1.05 = 1.85 \end{aligned}$$

Enero = a
 Febrero = b
 Marzo = b
 abril = b
 mayo = c
 Junio = c
 Julio = c
 Agosto = c
 Septiembre = c
 Octubre = bc
 Noviembre = bc
 Diciembre = b

	Enero 12.0	Febrer 10.0	Marzo 10.0	Abril 10.0	Diciem 10.0	Octubr 9.0	Noviem 9.0	Mayo 8.0	Junio 8.0	Julio 8.0	Agosto 8.0	Septiem 8.0
Enero 12.0	_____	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**	3.0**	3.0**	4.0**	4.0**	4.0**	4.0**	4.0**
Febrer 10.0	_____	_____	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**
Marzo 10.0	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**
Abril 10.0	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**
Diciem 10.0	_____	_____	_____	_____	_____	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**	2.0**
Octubr 9.0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}
Noviem 9.0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}
Mayo 8.0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}
Junio 8.0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}
Julio 8.0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}	0.0 ^{ns}
Agosto 8.0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	0.0 ^{ns}
Septiem 8.0	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-29. Resumen de promedio mensual de temperatura rectal (°C) de los años 2007, 2008 y 2009.

MES	2007	2008	2009	X (°C)	ΣX
ENERO	38.9	39.3	39.3	39.2 ^a	117.6
FEBRERO	38.6	38.7	39.3	38.9 ^a	116.7
MARZO	38.9	39.4	39.5	39.3 ^a	117.9
ABRIL	39.3	39.2	39.3	39.3 ^a	117.9
MAYO	38.9	39.2	39.4	39.2 ^a	117.6
JUNIO	39.7	39.6	39.6	39.7 ^a	119.1
JULIO	39.1	39.2	39.7	39.3 ^a	117.9
AGOSTO	39.1	39	39.8	39.3 ^a	117.9
SEPTIEMBRE	39.4	38.5	39.6	39.2 ^a	117.6
OCTUBRE	39.2	39	39.8	39.3 ^a	117.9
NOVIEMBRE	39.1	38.6	39.6	39.1 ^a	117.3
DICIEMBRE	38.8	39	39.2	39.0 ^a	117.0
X (°C)	39.1 ^a	39.1 ^a	39.5 ^b		
ΣX	469.2	469.2	474.0		

Cuadro A-30. Análisis de varianza del comportamiento mensual y anual de temperatura rectal.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	11	1.21	0.11	1.57 ^{ns}	2.26	3.18
Bloques (Años)	2	1.28	0.64	9.14 ^{**}	3.44	5.72
Error	22	1.66	0.07			
Total	35	4.15				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-31. Resumen de promedio mensual de temperatura rectal (°C) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.

MES	TR (°C)	TC (%)
ENERO	39.2 ^a	56.2 ^a
FEBRERO	38.9 ^a	45.5 ^{abc}
MARZO	39.3 ^a	51.7 ^{ab}
ABRIL	39.3 ^a	50.0 ^{ab}
MAYO	39.2 ^a	42.2 ^{bc}
JUNIO	39.7 ^a	36.2 ^c
JULIO	39.3 ^a	37.5 ^c
AGOSTO	39.3 ^a	38.8 ^{bc}
SEPTIEMBRE	39.2 ^a	41.1 ^{bc}
OCTUBRE	39.3 ^a	45.3 ^{abc}
NOVIEMBRE	39.1 ^a	48.6 ^{abc}
DICIEMBRE	39.0 ^a	51.6 ^{ab}

Cuadro A-32. Análisis de varianza de regresión temperatura rectal sobre tasa de concepción.

$$r = -0.47^{ns}$$

$$r^2 = 0.22$$

$$b = -15.36$$

$$r_{5\%} = 0.5760$$

$$r_{1\%} = 0.7079$$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	98.016	98.016	2.82 ^{ns}	4.96	10.04
Error	10	347.5	34.75			
Total	11	445.52				

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-33. Prueba de rango múltiple de Duncan, para bloques de temperatura rectal.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.074 \sqrt{2 \times 0.07}}{3} = 0.22$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.819 \sqrt{2 \times 0.07}}{3} = 0.30$$

P	2	3
5%	1.00	1.02
1%	1.00	1.04

$$\text{DMS } 5\% = 0.22 \times 1.00 = 0.22$$

$$\phantom{\text{DMS } 5\%} \times 1.05 = 26$$

$$\text{DMS } 1\% = 0.30 \times 1.00 = 0.30$$

$$\phantom{\text{DMS } 1\%} \times 1.04 = 0.35$$

	BI	BII	BIII
	39.5 (2009)	39.1 (2007)	39.1 (2008)
39.5 (2009) BI	_____	0.4**	0.4 **
39.1 (2007) BII	_____	_____	0.0 ^{ns}
39.1 (2008) BIII	_____	_____	_____

**= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

(BI) 2009 = b

(BII) 2007 = a

(BIII) 2008 =a

Cuadro A-34. Resumen de promedio mensual de índice temperatura-humedad (%) y temperatura rectal (°C) durante los años de estudio.

MES	ITH (%)	Tº Rectal (°C)
ENERO	77.5 ^a	39.2 ^a
FEBRERO	77.8 ^{ab}	38.9 ^a
MARZO	79.1 ^{bc}	39.3 ^a
ABRIL	81.7 ^{bcd}	39.3 ^a
MAYO	85.0 ^{cd}	39.2 ^a
JUNIO	86.0 ^d	39.7 ^a
JULIO	85.1 ^d	39.3 ^a
AGOSTO	84.2 ^{cd}	39.3 ^a
SEPTIEMBRE	82.7 ^{bcd}	39.2 ^a
OCTUBRE	81.2 ^{bc}	39.3 ^a
NOVIEMBRE	79.9 ^{bc}	39.1 ^a
DICIEMBRE	77.9 ^{bc}	39.0 ^a

Cuadro A-35. Análisis de varianza de regresión índice temperatura-humedad sobre temperatura rectal.

$r = 0.68^*$

$r^2 = 0.474$

$b = 0.043$

$r_{5\%} = 0.5760$

$r_{1\%} = 0.7079$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	0.20	0.20	8.92*	4.96	10.04
Error	10	0.2242	0.0224			
Total	11	0.4266				

*= Diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$).

Cuadro A-36. Tasa de concepción (%) promedio anual para los diferentes niveles productivos durante los tres años de estudio.

AÑOS	2007	2008	2009	X (%)	ΣX
<7000 lbs	70.32	70.78	60.2	67.1^a	137.4
7000-8500 lbs	55.62	57.98	56.2	56.6^b	179.4
>8500 lbs	48.82	49.68	42.4	46.9^c	174.6
X (%)	58.52^a	59.48^a	52.9^a		
ΣX	175.56	178.44	158.7		

Cuadro A-37. Análisis de varianza del comportamiento anual tasa de concepción de acuerdo al nivel productivo.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (N. Producti)	2	608.40	304.20	40.03 ^{**}	6.94	18.00
Bloques (Años)	2	75.80	37.90	4.98 ^{ns}	6.94	18.00
Error	4	30.39	7.599			
Total	8	714.599				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-38. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de tasa de concepción de acuerdo al nivel productivo.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.776\sqrt{2 \times 7.599}}{3} = 6.24$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{4.604\sqrt{2 \times 7.599}}{3} = 10.36$$

P	2	3
5%	1.00	1.02

1%	1.00	1.04
----	------	------

$$\begin{aligned} \text{DMS } 5\% &= 6.24 \times 1.00 = 6.24 \\ &\quad \times 1.02 = 6.37 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DMS } 1\% &= 10.36 \times 1.00 = 10.36 \\ &\quad \times 1.04 = 10.77 \end{aligned}$$

	67.1 (<7000 lbs)	56.6 (7000-8500 lbs)	46.9 (<8500 lbs)
67.1 (<7000 lbs)	_____	10.5*	20.2**
56.6 (7000-8500 lbs)	_____	_____	9.7*
46.9 (<8500 lbs)	_____	_____	_____

**** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

*** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).**

<7000 lbs = a
7000-8500 lbs = b
>8500 lbs = c

Cuadro A-39. Resumen de promedio de producción láctea (Lbs) y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.

P.P (Lbs)	TC (%)
3777	71.1
4645	65.5
6995	57.6
71.37	61.5
8063	58.3
8445	43.9
8756	50.0
10681	47.7
11842	36.8

Cuadro A-40. Análisis de varianza de regresión producción láctea sobre tasa de concepción.

$r = -0.92^{**}$

$r^2 = 0.86$

$b = -0.00394$

$r_{5\%} = 0.6664$

$r_{1\%} = 0.7977$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	826.760	826.760	43.00 ^{**}	5.59	12.25
Error	7	134.588	19.226			
Total	8	961.348				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

Cuadro A-41. Tasa de concepción (%) promedio anual de acuerdo al número de partos durante los tres años de estudio.

Nº Parto	2007	2008	2009	X (%)	ΣX
1	81.5	71.0	60.0	62.52 ^a	187.56
2	65.6	59.3	49.8	61.57 ^a	184.72
3-4	60.1	46.0	34.9	55.80 ^{ab}	167.41
≥ 5	51.6	41.7	33.8	47.98 ^b	134.96
X (%)	58.52 ^a	59.48 ^a	52.90 ^a		
ΣX	243.1	237.94	211.61		

Cuadro A-42. Análisis de varianza del comportamiento anual de tasa de concepción de acuerdo al número de partos.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Nº partos)	3	548.12	194.70	6.20*	4.76	9.78
Bloques (Años)	2	101.15	50.59	1.61 ^{ns}	5.14	10.92
Error	6	188.23	31.37			
Total	11	873.51				

*= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-43. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de tasa de concepción de acuerdo al número de partos.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.447 \sqrt{2 \times 31.37}}{3} = 11.19$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{3.707 \sqrt{2 \times 31.37}}{3} = 16.95$$

P	2	3
5%	1.00	1.03

1%	1.00	1.05
----	------	------

$$\begin{aligned} \text{DMS } 5\% &= 11.19 \times 1.00 = 11.19 \\ &\quad \times 1.03 = 11.52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DMS } 1\% &= 16.95 \times 1.00 = 16.95 \\ &\quad \times 1.05 = 17.45 \end{aligned}$$

	62.52 (1)	51.57 (2)	55.8 (3-4)	47.98 (≥5)
62.52 (1)	_____	0.95 ^{ns}	6.72 ^{ns}	14.54*
61.57 (2)	_____	_____	5.77 ^{ns}	13.59*
55.8 (3-4)	_____	_____	_____	7.82 ^{ns}
47.98 (≥5)	_____	_____	_____	_____

*= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

(1) = a
 (2) = a
 (3-4) = ab
 (≥5) = b

Cuadro A-44. Resumen de promedio de número de partos y tasa de concepción (%) durante los años de estudio.

N° parto	TC (%)
1	61.68
1	73.35
1	52.53
2	59.93
2	58.38
2	66.41
3	65.8
4	52.01
4	49.6
6	46.69
6	54.20
7	43.07

Cuadro A-45. Análisis de varianza de regresión número de partos sobre tasa de concepción.

$$r = -0.73^{**}$$

$$r^2 = 0.54$$

$$b = -3.06$$

$$r_{5\%} = 0.5760$$

$$r_{1\%} = 0.7079$$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	471.69	471.69	11.73 ^{**}	4.96	10.04
Error	10	401.816	40.18			
Total	11	873.514				

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

Cuadro A-46. Análisis de varianza del comportamiento anual de acuerdo al número de partos para el año 2007.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	3	248.5	82.83	26.98**	2.82	4.26
Error	44	135.47	3.07			
Total	47	383.97				

**= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

Cuadro A-47. Prueba de rango múltiple de Duncan, de tratamientos para número de partos de 2007.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.021 \sqrt{2 \times 3.07}}{3} = 1.66$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.704 \sqrt{2 \times 3.07}}{3} = 2.23$$

P	2	3
5%	1.00	1.05
1%	1.00	1.04

$$\text{DMS } 5\% = 1.66 \times 1.00 = 1.66$$

$$\phantom{\text{DMS } 5\%} \times 1.05 = 1.74$$

$$\text{DMS } 1\% = 2.23 \times 1.00 = 2.23$$

$$\phantom{\text{DMS } 1\%} \times 1.04 = 2.31$$

	6.58 (≥5)	5.66 (3-4)	2.75 (1)	2.33 (2)
6.58 (≥5)		0.92 ^{ns}	3.83**	4.25**
5.66 (3-4)			2.91**	3.27**
2.75 (1)				0.42 ^{ns}
2.33 (2)				

(1) = b
 (2) = b
 (3-4) = a
 (≥5) = a

**= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-48. Análisis de varianza del comportamiento anual de acuerdo al número de partos para el año 2008.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	3	103.83	34.61	4.80**	2.82	4.26
Error	44	316.84	7.20			
Total	47	420.67				

**= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

Cuadro A-49. Prueba de rango múltiple de Duncan, de tratamientos para número de partos de 2008.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.021 \sqrt{2 \times 7.20}}{3} = 2.55$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.704 \sqrt{2 \times 7.20}}{3} = 3.42$$

P	2	3
5%	1.00	1.05
1%	1.00	1.04

$$\text{DMS } 5\% = 2.55 \times 1.00 = 2.55$$

$$\phantom{\text{DMS } 5\%} \times 1.05 = 2.67$$

$$\text{DMS } 1\% = 3.42 \times 1.00 = 3.42$$

$$\phantom{\text{DMS } 1\%} \times 1.04 = 3.55$$

	6.41 (1)	6.0 (≥5)	4.16 (3-4)	2.75 (2)
6.41 (1)		0.41 ^{ns}	2.25 ^{ns}	3.66*
6.0 (≥5)			2.16 ^{ns}	3.25*
4.16 (3-4)				1.41 ^{ns}
2.75 (2)				

(1) = a
 (2) = b
 (3-4) = ab
 (≥5) = a

*= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-50. Análisis de varianza del comportamiento anual de acuerdo al número de partos para el año 2009.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	3	89.88	29.96	5.27**	2.82	4.26
Error	44	250.03	5.68			
Total	47	339.91				

**= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

Cuadro A-51. Prueba de rango múltiple de Duncan, de tratamientos para número de partos de 2009.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.021 \sqrt{2 \times 5.68}}{3} = 2.27$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.704 \sqrt{2 \times 5.68}}{3} = 3.03$$

P	2	3
5%	1.00	1.05

1%	1.00	1.04
----	------	------

DMS 5% = 2.27 x 1.00 = 2.27
x 1.05 = 2.38

DMS 1% = 3.03 x 1.00 = 3.03
x 1.04 = 3.15

	7.16 (≥5)	6.66 (3-4)	4.33 (1)	4.08 (2)
7.16 (≥5)		0.5 ^{ns}	2.83*	3.08*
6.66 (3-4)			2.33*	2.58*
4.33 (1)				0.25 ^{ns}
4.08 (2)				

(1) = b
(2) = b
(3-4) = a
(≥5) = a

*= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-52. Número de servicios por concepción promedio anual según el nivel productivo durante los tres años de estudio.

Años	2007	2008	2009	X N°s/c	ΣX
<7000 lbs	1.3	1.3	1.5	1.4 ^b	4.2
7000-8500 lbs	1.8	1.6	1.5	1.6 ^b	4.8
>8500 lbs	2.3	1.9	2.1	2.1 ^a	6.3
X N°s/c	1.8 ^a	1.6 ^a	1.7 ^a		
ΣX	5.4	4.8	5.1		

Cuadro A-53. Análisis de varianza del comportamiento anual del número de servicios por concepción de acuerdo al nivel productivo.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Meses)	2	0.78	0.39	11.14*	6.94	18.00
Bloques (Años)	2	0.06	0.03	0.85 ^{ns}	6.94	18.00
Error	4	0.14	0.035			
Total	8	0.98				

*= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-54. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de número de servicios por concepción de acuerdo al nivel productivo.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.776 \sqrt{2 \times 0.035}}{3} = 0.42$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{4.604 \sqrt{2 \times 0.035}}{3} = 0.43$$

P	2	3
5%	1.00	1.02
1%	1.00	1.04

$$\begin{aligned} \text{DMS } 5\% &= 0.42 \times 1.00 = 0.42 \\ &\quad \times 1.02 = 0.43 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DMS } 1\% &= 0.70 \times 1.00 = 0.70 \\ &\quad \times 1.04 = 0.73 \end{aligned}$$

	2.1 (>8500 lbs)	1.6 (7000-8500 lbs)	1.3 (<7000 lbs)
2.1 (>8500 lbs)	_____	0.5*	0.8 **
1.6 (7000-8500 lbs)	_____	_____	0.3^{ns}
1.3 (<7000 lbs)	_____	_____	_____

**** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

*** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).**

n.s = Diferencias estadísticas no significativas.

<7000 lbs = b
7000-8500 lbs = b
>8500 lbs = a

Cuadro A-55. Resumen de promedio de producción láctea (Lbs) y número de servicios por concepción durante los años de estudio.

P.P (Lbs)	N°S/C
3877	1.3
4645	1.3
6995	1.5
7137	1.5
8063	1.6
8445	1.8
8856	1.9
10541	2.1
11724	2.3

Cuadro A-56. Análisis de varianza de regresión producción láctea sobre número de servicios por concepción.

$$r = 0.96^{**}$$

$$r^2 = 0.93$$

$$b = 0.00013$$

$$r_{5\%} = 0.6664$$

$$r_{1\%} = 0.7977$$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	0.9143	0.9143	97.54**	5.59	12.25
Error	7	0.0656	0.009373			
Total	8	0.98				

**= Diferencias estadísticas significativas ($P < 0.01$).

Cuadro A-57. Numero de servicios por concepción promedio anual de acuerdo al número de partos durante los tres años de estudio.

Nº Parto	2007	2008	2009	X N°s/c	$\sum X$
1	1.4	1.5	1.3	1.4 ^b	4.2
2	1.7	1.5	1.5	1.6 ^{ab}	4.7
3-4	1.9	1.6	1.9	1.8 ^a	5.4
≥ 5	2.2	1.8	2.1	2.0 ^a	6.1
X N°s/c	1.8 ^a	1.6 ^b	1.7 ^{ab}		
$\sum X$	7.2	6.4	6.8		

Cuadro A-58. Análisis de varianza del comportamiento anual del número de servicios por concepción de acuerdo al número de partos.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (N° partos)	3	0.68	0.22	11.7**	4.76	9.78
Bloques (Años)	2	0.08	0.4	21.27**	5.14	10.92
Error	6	0.11	0.0188			
Total	11	0.88				

**= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

Cuadro A-59. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de número de servicios por concepción de acuerdo al número de partos.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.447 \sqrt{2 \times 0.0083}}{\sqrt{3}} = 0.182$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{3.707 \sqrt{2 \times 0.0083}}{\sqrt{3}} = 0.275$$

P	2	3
5%	1.00	1.03
1%	1.00	1.05

$$\text{DMS } 5\% = 0.27 \times 1.00 = 0.27$$

$$\phantom{\text{DMS } 5\%} \times 1.03 = 0.28$$

$$\text{DMS } 1\% = 0.41 \times 1.00 = 0.41$$

$$\phantom{\text{DMS } 1\%} \times 1.05 = 0.43$$

	2.0 (≥5)	1.8 (3-4)	1.6 (2)	1.4 (1)
2.0 (≥5)	_____	0.3*	0.5**	0.7**
1.8 (3-4)	_____	_____	0.2^{ns}	0.4*
1.6 (2)	_____	_____	_____	0.2^{ns}
1.4 (1)	_____	_____	_____	_____

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

***= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).**

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

- (1) = c
- (2) = bc
- (3-4) = b
- (≥5) = a

Cuadro A-60. Resumen de promedio de número de partos y número de servicios por concepción durante los años de estudio.

N° parto	N° S/C
1	1.3
1	1.5
1	1.4
2	1.5
2	1.5
2	1.7
3	1.6
4	1.9
4	1.9
6	1.8
6	2.1
7	2.2

Cuadro A-61. Análisis de varianza de regresión número de partos sobre número de servicios por concepción.

$r = 0.91^{**}$
 $r_{5\%} = 0.5760$

$r^2 = 0.84$
 $r_{1\%} = 0.7079$

$b = 0.121$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	0.74	0.74	53.04 ^{**}	4.96	10.04
Error	10	0.1395	0.01395			
Total	11	0.88				

**** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

Cuadro A-62. Número de días vacíos promedio mensuales de acuerdo al nivel productivo durante los tres años de estudio.

	Ener	Febr	Marz	Abri	Mayo	Jun	Juli	Agos	Septie	Octub	Novi	Dicie	X D.V	ΣX
<7000 lbs	165	90	160	120	190	180	200	140	180	165	160	170	160	1920
7000-8500 lb	182	107	210	165	195	175	195	220	140	183	160	168	175	2100
>8500 lbs	180	169	196	201	178	215	205	188	315	170	164	171	196	2352
X D.V	176	122	189	162	188	190	200	183	212	173	161	170		
ΣX	527	366	566	486	563	570	600	548	635	518	484	509		

Cuadro A-63. Análisis de varianza del comportamiento anual de días vacíos de acuerdo al nivel productivo.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (N. Producti)	11	7848	3924	6.10**	2.26	3.18
Bloques (Meses)	2	17254.66	1568.60	2.43*	3.44	5.72
Error	22	14146.33	643.01			
Total	35	39249				

**= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).

*= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

Cuadro A-64. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de días vacíos de acuerdo al nivel productivo.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.074 \sqrt{2 \times 643.01}}{\sqrt{12}} = 21.47$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{2.819 \sqrt{2 \times 643.01}}{\sqrt{12}} = 29.18$$

P	2	3
5%	1.00	1.02
1%	1.00	1.04

$$\text{DMS } 5\% = 21.47 \times 1.00 = 21.47$$

$$\phantom{\text{DMS } 5\%} \times 1.02 = 22.54$$

$$\text{DMS } 1\% = 29.18 \times 1.00 = 29.18$$

$$\phantom{\text{DMS } 1\%} \times 1.04 = 30.64$$

	196 (>8500 lbs)	175 (7000-8500 lbs)	160 (<7000 lbs)
196 (>8500 lbs)	_____	21 ^{ns}	36 ^{**}
175 (7000-8500 lbs)	_____	_____	15 ^{ns}
160 (<7000 lbs)	_____	_____	_____

****= Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

<7000 lbs = b
7000-8500 lbs = b
>8500 lbs =a

Cuadro A-65. Resumen de promedio de producción láctea (Lbs) y número de días vacíos durante los años de estudio.

P.P (Lbs)	D. V.	P.P (Lbs)	D. V.	P.P (Lbs)	D. V.
3020	90	7432	107	9314	180
4200	160	7556	182	9450	196
4800	140	7644	168	9957	215
5010	160	7715	165	10052	201
5100	120	7931	195	12900	205
5427	165	8122	195	12210	315
5500	165	8300	183		
6045	170	8420	220		
6300	180	8490	210		
6617	180	8520	164		
6800	190	8540	169		
6955	200	8629	171		
7072	175	8710	170		
7210	140	8785	178		
7427	160	8855	188		

Cuadro A-66. Análisis de varianza de regresión producción láctea sobre días vacios.

$r = 0.70^{**}$

$r^2 = 0.49$

$b = 0.0126$

$r5\% = 0.3246$

$r1\% = 0.4182$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	23337.52	23337.52	33.66 ^{**}	4.13	7.44
Error	34	23572.476	693.308			
Total	35	46910				

**** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.01).**

Cuadro A-67. Número de días vacios promedio anual de acuerdo al número de partos durante los tres años de estudio.

Nº Parto	2007	2008	2009	X D.V	ΣX
1	213	215	220	216 ^b	648
2	250	193	122	155 ^a	465
3-4	161	158	150	156 ^a	468
≥ 5	197	162	185	181 ^{ab}	543
X D.V	180 ^a	182 ^a	169 ^a		
ΣX	720	728	676		

Cuadro A-68. Análisis de varianza del comportamiento anual de días vacios de acuerdo al número de partos.

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Tratamientos (Nº partos)	3	7386	2462	5.17 [*]	4.76	9.78
Bloques (Años)	2	392	196	0.411 ^{ns}	5.14	10.92
Error	6	2855.666	475.94			
Total	11	10633.666				

*** = Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).**

n.s = Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-69. Prueba de rango múltiple de Duncan, para tratamientos de días vacíos de acuerdo al número de partos.

$$\text{ETD } 5\% = \frac{2.447 \sqrt{2 \times 475.94}}{3} = 43.58$$

$$\text{ETD } 1\% = \frac{3.707 \sqrt{2 \times 475.94}}{3} = 66.03$$

P	2	3
5%	1.00	1.03
1%	1.00	1.05

$$\begin{aligned} \text{DMS } 5\% &= 43.58 \times 1.00 = 43.58 \\ &\quad \times 1.03 = 44.88 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DMS } 1\% &= 66.03 \times 1.00 = 66.03 \\ &\quad \times 1.05 = 69.33 \end{aligned}$$

	216 (1)	181 (≥5)	156 (3-4)	155 (2)
216 (1)	_____	35 ^{ns}	60*	61*
181 (≥5)	_____	_____	25 ^{ns}	26 ^{ns}
156 (3-4)	_____	_____	_____	1 ^{ns}
155 (2)	_____	_____	_____	_____

*= Diferencias estadísticas significativas (P<0.05).

n.s.= Diferencias estadísticas no significativas.

(1) = a
 (2) = b
 (3- 4) = b
 (≥5) = ab

Cuadro A-70. Resumen de promedio de número de partos y número días vacíos durante los años de estudio.

N° parto	D.V.
1	213
1	215
1	220
2	150
2	193
2	122
3	150
4	158
4	161
6	162
6	180
7	185

Cuadro A-71. Análisis de varianza de regresión número de partos sobre días vacíos.

$$r = -0.28^{ns}$$

$$r^2 = 0.080$$

$$b = -4.04$$

$$r_{5\%} = 0.5760$$

$$r_{1\%} = 0.7079$$

F de V	GL	SC	CM	FC	FT	
					5%	1%
Regresión	1	817.94	817.94	0.86 ^{ns}	4.96	10.04
Error	10	9406.31	940.631			
Total	11	10224.25				

n.s= Diferencias estadísticas no significativas.

Cuadro A-72. Tabla de Estrés Calórico para ganado lechero.

