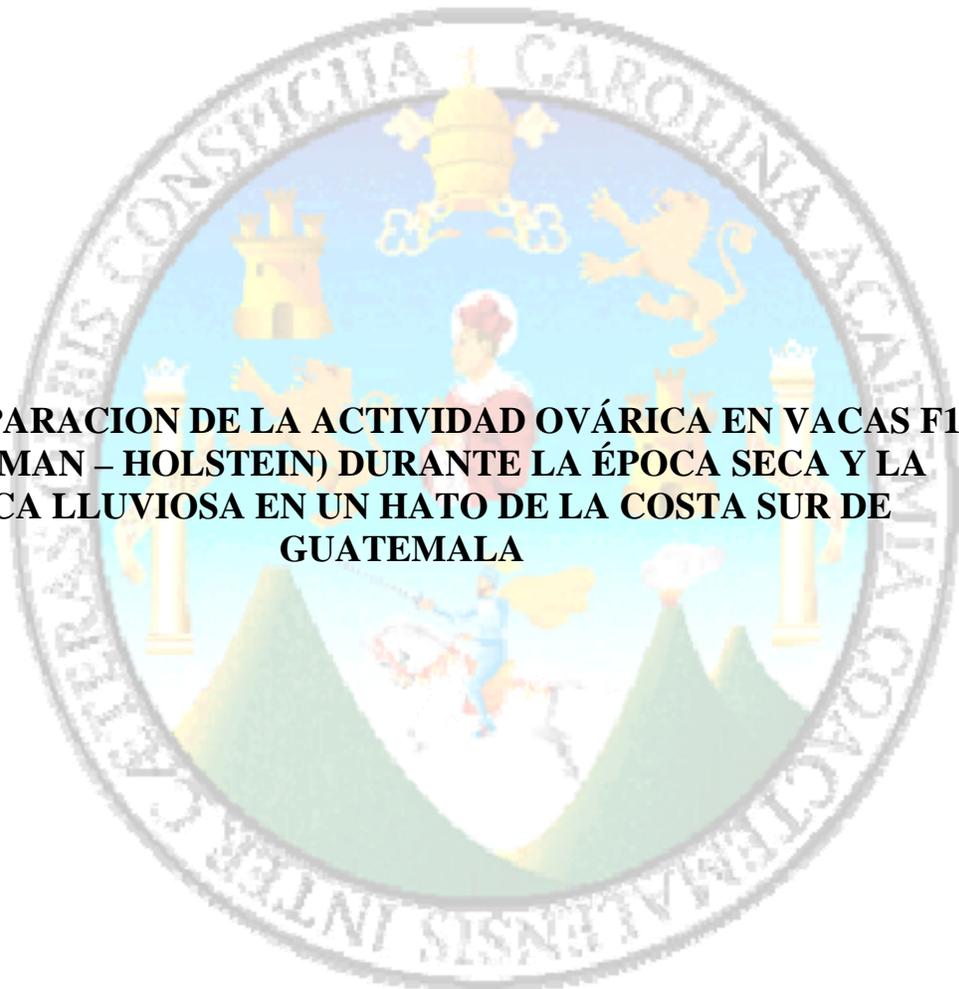


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA

**COMPARACION DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS F1
(BRAHMAN – HOLSTEIN) DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LA
ÉPOCA LLUVIOSA EN UN HATO DE LA COSTA SUR DE
GUATEMALA**



CARLOS ROBERTO MÉRIDA HERNÁNDEZ

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**COMPARACION DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS F1
(BRAHMAN – HOLSTEIN) DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LA
ÉPOCA LLUVIOSA EN UN HATO DE LA COSTA SUR DE
GUATEMALA**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y
Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala



POR

CARLOS ROBERTO MÉRIDA HERNÁNDEZ

Al conferírsele el grado académico de

Médico Veterinario

Guatemala, noviembre del 2007

JUNTA DIRECTIVA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano:	Lic. Zoot. Marco Vinicio De La Rosa M.
Secretario:	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
Vocal I:	Med. Vet. Yeri Véliz Porras
Vocal II:	Mag. Sc. M.V. Fredy Rolando González Guerrero
Vocal III:	Med. Vet. Edgar Bailey Vargas
Vocal IV:	Br. José Abraham Ramírez Chang
Vocal V:	Br. José Antonio Motta Fuentes

Asesores:

Mag. Sc. M. V. Juan José Prem González

Med. Vet. Carlos Enrique Camey Rodas

Med. Vet. Leonidas Ávila Palma

Honorable Tribunal Examinador

En cumplimiento con lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a consideración de ustedes el trabajo de tesis titulado:

**COMPARACION DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS F1
(BRAHMAN – HOLSTEIN) DURANTE LA ÉPOCA SECA Y LA
ÉPOCA LLUVIOSA EN UN HATO DE LA COSTA SUR DE
GUATEMALA**

**Que Fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Medicina
Veterinaria y Zootecnia**

Como requisito previo a optar el título profesional de

Médico Veterinario

TESIS QUE DEDICO

A DIOS

A LA VIRGEN MARIA

A MI FAMILIA

A MI PATRIA GUATEMALA

A MI QUERIDA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A LA HONORABLE UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A MIS ASESORES, CATEDRATICOS Y BUENOS AMIGOS

**DR. JUAN PREM
DR. CARLOS CAMEY
DR. LEONIDAS AVILA**

A LA FINCA NUEVA SAN JERONIMO

**A TODO EL PERSONAL DEL DEPARTAMENTO DE REPRODUCCION E
INSEMINACION ARTIFICIAL.**

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Ser supremo que me dio la vida y todo lo necesario para ser inmensamente feliz, y de esa manera alcanzar el éxito.

A MI MADRE: Ana Maria Hernández Ovalle de Mérida, por su incondicional amor, apoyo y dedicación, todos los días de mi vida, por que sin ella nada de esto seria posible, espero que te sientas orgullosa de mi, y gracias por ser mi madre.

A MI PADRE: Carlos Humberto Mérida Terron, por todo su amor apoyo y ejemplo de dedicación, disciplina, responsabilidad y entusiasmo como hombre, padre y profesional en el largo camino hacia el éxito.

A MI HERMANA: Ingrid D. Mérida de Burbano, gracias por tu apoyo, cariño, lealtad y todos esos cuidados que desde pequeño me diste, gracias por ser una luz de reflexión en mi vida.

A MI HERMANO: Otto Rene Mérida Hernández, gracias por tu compañía, juventud, incoherencias, y alegría desde el momento que Dios te envió para ser mi hermanito.

A MI CUÑADO: Edgar Antonio Burbano López, por tus consejos, entusiasmo apoyo y por ser un ejemplo de esfuerzo, dedicación y trabajo.

A MI FUTURA ESPOSA: Maria Andrea Muñoz Lorenzana, por todo este amor, apoyo, dedicación y compañía durante todo este tiempo, por creer en mi incondicionalmente en los momentos difíciles, y por cuidarme, sin ti nada de esto estaría completo, sin tu amor, inteligencia, y control en mi vida, gracias por permitirme caminar y crecer a tu lado (gracias mamita).

A MIS SOBRINOS: Ana Cristina Maria y Carlos Manuel, por su cariño, alegría, admiración y orgullo, gracias por permitirme ser su tío flecht.

A AMIGA Y GEMALA DEL ALMA: Sandra Viviana Sáenz Galdámez de Fuentes, gracias por se una luz en mi camino junto a tu esposo Erick y tu hijita Daniela, por compartir la idea de ser mejor cada día, de enseñarme a aceptar y corregir mis errores, gracias por ser parte de este éxito y ser mi otra hermana.(gracias gemels).

A MI TIA LETY, HECTOR, ANDREA Y LIGIA: por su apoyo, cariño y entusiasmo, por darme animo en los momentos difíciles.

A MI TIO TENIENTE CORONEL DE INFANTERIA ALFONSO JAVIER HERNANDEZ OVALLE, por tu cariño y consejos.

A MI AMIGO: José Juan Albizu Chinchilla, gracias quaz por creer en mi, por tu entusiasmo, consejos y comprensión desde el inicio hasta el día hoy.

Al Dr. Carlos Vega Herrera, por sus consejos y ayuda en el inicio de mi carrera y sobre todo por ser un buen amigo y ejemplo como profesional.

Al Dr. Edie Carol Avila Kristancic, por su amistad, confianza, consejos y apoyo profesional, muchas gracias por creer en mi, y enseñarme a ser un buen profesional.

A MIS AMIGOS: Anacani, Lorena, Eddy, Isael, Ligia Fuentes, Ligia Hernández, Marco Antonio, Asdrúbal, Arturo Linares, Justo Garcia, Juan Fernando Masilla y familia, familia Burbano López, Manolo Martínez Lira, Juan Pablo Quinteros.

A TODOS LOS CATEDRATICOS DE CLINICAS: Dra. Andrea Portillo, Dr. Jorge Orellana, Dr. Otto Lima, Dr. Rolando Gudiel, Dr. Jorge Miranda, Dra, Griselda Arizandieta, Dr. Fredy Gonzáles, Dr. Sergio Veliz, Dr. Juan Prem, Dr. Leonidas Avila, Dr. Yeri Veliz, Dr. Dennis Guerra, Dr. Héctor Fuentes, y todo el personal del Hospital Veterinario de la FMVZ: Vilma, Harry, Panta Chico, y Jerry , gracias por su amistad, colaboración, y por formar parte de mi aprendizaje personal en una etapa inolvidable de mi vida.

Al Dr. José Victor Roma Batres, por sus enseñanzas, amistad, y cariño, por ser ese amigo que hoy es una estrella mas en el cielo, gracias por ese abrazo fraternal todas las mañanas durante el ultimo año de mi carrera, nunca lo olvidare.

A MI INSTITUTO ADOLFO V. HALL CENTRAL, por complementar mi disciplina, entusiasmo y amor a mi patria, por prepararme para dignificar y enaltecer a la tricentenaria Universidad de San Carlos de Guatemala y en especial a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	HIPÓTESIS	2
III.	OBJETIVOS	3
3.1	General	3
3.2	Específicos	3
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1	CICLO REPRODUCTIVO	4
4.1.1	Ciclo estral	4
4.1.2	Regulación de los ciclos estrales	4
4.1.3	Eje Hipotalamo - Hipófisis - Ovario	5
4.1.4	Foliculogénesis	6
4.1.5	Crecimiento folicular y formación de cuerpo luteo	6
4.1.6	Ovulación	8
4.1.6.1	Mecanismos de la ovulación	8
4.1.6.2	Efectos del estrógeno y progesterona en el crecimiento folicular	9
4.2	ESTRO	9
4.2.1	Bases endócrinas del estro	10
4.2.2	Endocrinología del crecimiento folicular y ovulación	11
4.2.3	Crecimiento folicular durante las fases folicular y cuerpo luteo	11
4.2.4	Líquido folicular	13
4.2.5	Reclutamiento y selección de folículos ovaricos	13
4.2.6	Esteroidogénesis	13
4.2.7	Factores que afectan a la duración del estro	13
4.2.8	Mecanismos que implican la dominancia folicular	14
4.2.9	Atresia folicular	14
4.2.9.1	Fenómenos celulares	15
4.2.9.2	Oocito	16
4.2.9.3	Células de la granulosa	16
4.2.9.4	Células de la teca	16
4.2.9.5	Cambios en el ápice	17
4.2.10	Regulación Endócrina	17
4.3	PUERPERIO	18
4.3.1	Primera fase uterina	19
4.3.2	Puerperio propiamente dicho	19
4.3.3	Puerperio temprano	19
4.3.4	Puerperio clínico	19
4.3.5	Puerperio total	19
4.3.6	Modificaciones que suceden durante el puerperio	19
4.3.7	Reinicio de la ciclicidad	20

4.3.8	Pautas para el control puerperal	20
4.3.9	Funcionamiento ovárico en el puerperio	21
4.4	ESTRÉS CALÓRICO	21
4.4.1	Altas temperaturas y ambiente	21
4.4.2	Estrés calórico	22
4.4.3	Efectos sobre el animal	22
4.4.4	Respuestas fisiológicas de los animales al estrés por calor	23
4.5	RESPUESTAS HORMONALES DE LOS BOVINOS AL ESTRÉS POR CALOR	24
4.5.1	Hormona antidiurética	24
4.5.2	Hormona prolactina	25
4.5.3	Hormona aldosterona	25
4.5.4	Glucocorticoides	25
4.5.5	Catecolaminas	25
4.5.6	Prostaglandinas	26
4.6	EFFECTOS SOBRE LOS REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES	26
4.6.1	Efectos sobre el consumo de alimentos	26
4.6.2	Efectos sobre la digestión	28
4.6.3	Efectos sobre la absorción de nutrientes	28
4.7	ALTERACIÓN DEL METABOLISMO DE NUTRIENTES ESPECÍFICOS	28
4.7.1	Metabolismo energético	28
4.7.2	Balance hídrico	29
4.7.3	Minerales	30
4.7.4	Alteración del equilibrio ácido - base	30
4.7.5	Metabolismo proteico	31
4.8	TENSIÓN AMBIENTAL Y REPRODUCCIÓN	31
4.9	ALTERACIÓN EN LA ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN Y EN LA FUNCIONALIDAD OVÁRICA	32
4.10	ANESTRO	33
4.10.1	Anestro estacional	34
4.10.2	Anestro durante la lactación	34
4.10.3	Anestro por envejecimiento	35
4.10.4	Anestro posparto	35
4.11	ULTRASONOGRAFÍA	36
4.11.1	Ondas y ecos	37
4.11.2	Uso clínico	37
4.11.3	Cambios detectables en el estro por ultrasonido	38
4.12	GLÁNDULAS LUTEALES	38
4.12.1	Detección del sitio de ovulación y cuerpo lúteo	39
4.12.2	Localización de los cursores en la pared folicular	

para medir el diámetro	39
4.12.3 Búsqueda	40
4.12.3.1 Túbulo genital	40
4.13 NUTRICIÓN	41
4.13.1 Deficiencias nutricionales	41
V. MATERIALES Y MÉTODOS	43
5.1 MATERIALES	43
5.1.1 Recursos humanos	43
5.1.2 Recursos de campo	43
5.1.3 Recursos Biológicos	43
5.1.4 Centros de referencia	43
5.2 Metodología a seguir	44
5.2.1 Diseño del estudio	44
5.2.2 Método Estadístico	45
5.2.2.1 Análisis de resultados	45
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	46
VII. CONCLUSIONES	51
VIII. RECOMENDACIONES	52
IX. RESUMEN	53
X. BIBLIOGRAFÍA	54
XI. ANEXOS	56
ANEXO No. 1. CUADROS Y TABLAS	57
ANEXO No. 2. GRÁFICAS	68

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país tradicionalmente agrícola y ganadero, y durante los últimos años la producción lechera ha tenido mayor auge, lo cual, se ha reflejado en una mejora sustancial en los programas de manejo y alimentación. Actualmente existen estudios realizados en diferentes países en los cuales se determina el potencial productivo y reproductivo de los animales bajo condiciones de clima tropical sabiendo de antemano que las razas índicas son mucho más resistentes que las europeas. En la actualidad se realiza la importación de animales de razas especializadas de regiones con clima templado o bien el cruzamiento con razas de toros propios de la región.

El exceso de temperatura ambiental que pueden soportar los animales se conoce como tolerancia al calor y éste puede verificarse por: temperatura corporal, tasa respiratoria, ritmo de rumia y hábito de pastoreo. Cuando la tolerancia al calor es sobrepasada y no puede ser compensada por los mecanismos de disipación del animal, se produce el estrés calórico.

Debido a que el reinicio de la actividad ovárica es un factor que incide sobre los días abiertos en las vacas, es importante conocer si el estrés calórico prolonga este período, y por lo tanto, si afecta la eficiencia reproductiva en vacas F1 (Brahman-Holstein).

El presente estudio tiene como objetivo demostrar si la temperatura y la humedad ambiental, influyen en el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas F1 (Brahman-Holstein) tanto durante la época seca como la época lluviosa en un hato de la costa sur y de ésta manera contribuir al estudio de la biología reproductiva de la vaca en Guatemala.

II. HIPÒTESIS

Existe diferencia en la actividad ovàrica de vacas F 1 (Brahman – Holstein) durante la época seca y la época lluviosa en un hato de la costa sur de Guatemala.

III. OBJETIVOS

3.1 GENERAL

- Contribuir al estudio de la biología reproductiva de la vaca en Guatemala, por medio de la evaluación de la actividad ovárica durante la época lluviosa en un hato de vacas F1 (Brahman – Holstein) y su diferencia en comparación con la época seca.

3.2 ESPECÍFICOS

- Evaluar el reinicio de la actividad ovárica posparto, en un hato de vacas F1 (Brahman – Holstein) durante la época lluviosa en Guatemala.
- Comparar la actividad ovárica entre la época de lluvia y la época de verano en un hato de vacas F1 (Brahman – Holstein) en la costa sur de Guatemala.
- Determinar si la temperatura y la humedad son factores que afectan, el reinicio de la actividad ovárica posparto en vacas F1 (Brahman – Holstein) durante la época lluviosa en Guatemala.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. CICLO REPRODUCTIVO

El ciclo reproductivo se relaciona con diversos fenómenos: pubertad y maduración sexual, temporada reproductiva, ciclo estral, actividad sexual posparto y envejecimiento. Estos componentes son regulados por factores ambientales, genéticos, fisiológicos, hormonales, conductuales y psicosociales. El grado de fecundidad adquirido al momento de la pubertad se mantiene por unos pocos años antes de comenzar a declinar gradualmente debido al envejecimiento. Sin embargo los animales de granja suelen ser sacrificados bastante antes de que ocurra esta declinación (5).

4.1.1. Ciclo estral

El apareamiento se limita al tiempo del estro, en el que coincide con la ovulación. En el ser humano y otros primates, no se restringe al momento alguno del ciclo menstrual y la ovulación ocurre a la mitad de éste (5).

La duración del ciclo estral es de 16 a 24 días: de 20 a 21 en la vaca. La duración del estro depende de la especie y varía ligeramente de una hembra a

otra de la misma especie. Esto también se aplica para el momento de la ovulación, la cual ocurre en 24 a 30 horas después del inicio del estro en la mayor parte de las vacas (5).

La duración del estro y el momento de la ovulación también varían de acuerdo con los factores internos y externos. (5)

4.1.2. Regulación de los ciclos estruales.

El ciclo estral es regulado, por mecanismos endócrinos y neuroendócrinos; a saber, hormonas hipotalámicas, gonadotropinas y esteroides secretados por testículos y ovarios (5).

La regulación de la secreción de gonadotropinas durante el ciclo estral requiere un delicado equilibrio entre complejas interacciones hormonales. Un componente que se sabe influye de manera importante es la hormona liberadora luteinizante. (LHRH). Los cambios en estas velocidades de síntesis y liberación de LHRH, así como la rapidez de degradación de dicha hormona, son factores adicionales que modifican su efecto en la liberación de gonadotropinas (5).

A nivel del ovario, el período estral se caracteriza por elevada secreción de estrógenos a partir de los folículos de De Graaf preovulatorios. Los estrógenos estimulan el crecimiento uterino por un mecanismo en el que participan la interacción de la hormona con receptores y el incremento en procesos sintéticos dentro de las células. Los estrógenos también estimulan la producción de prostaglandinas por el útero. Por otro lado, la indometacina ejerce un efecto inhibitor sobre la producción de prostaglandinas por el útero y otros tejidos. Impide la formación de productos enzimáticos, lo cual influye en diversos procesos reproductivos (5).

4.1.3. Eje hipotálamo-hipófisis-ovario.

Se ha demostrado que el péptido regulador de la reproducción en la vaca es la GnRH decapeptido sintetizado y secretado de forma pulsátil por las

células neurosecretoras hipotalámicas, que estimulan la síntesis y secreción de LH y FSH por células específicas (gonadotropas) localizadas en la hipófisis anterior. La GnRH se une a receptores gonadotrópicos de alta especificidad, para estimular la liberación y biosíntesis de LH y FSH que, a su vez, provoca la síntesis de esteroides gonadales y la gametogénesis (13).

De esta forma, la GnRH juega un papel crucial en regular la actividad ovárica durante el ciclo estral normal de la vaca, así como el de iniciar la actividad gonadal antes de la aparición de la pubertad y después de los periodos de anestro. El clonaje molecular del receptor de la GnRH, primero en el ratón y después en otros mamíferos, incluyendo la vaca, es indudable que contribuirá a conocer su papel regulador (13).

4.1.4. Foliculogénesis

El ovario realiza dos funciones principales:

a) producción cíclica de óvulos fecundables y b) producción de una proporción balanceada de hormonas esteroides que mantienen el desarrollo del aparato reproductor, facilitan la migración del embrión incipiente y aseguran su implantación y desarrollo exitosos en el útero. El folículo es el compartimiento ovárico que permite al ovario cumplir su doble función de gametogénesis y esteroidogénesis (5).

De la reserva de folículos primordiales, formados durante la vida fetal o poco después del nacimiento, algunos comienzan a crecer para no dejar de hacerlo durante toda la vida o cuando menos hasta que dicha reserva se agota. Este crecimiento es consecuencia de cambios en la forma de las células foliculares de planas a cuboidales. Cuando algún folículo sale de esta reserva, sigue creciendo hasta la ovulación o hasta que degenera como ocurre en la mayor parte de los folículos (5).

El folículo de mayor tamaño se encarga de casi toda la secreción de estrógeno por el ovario durante el estro; dicha secreción disminuye con rapidez hacia el momento del pico de hormona luteinizante. La vaca ovula de un solo folículo, el cual puede identificarse por sus dimensiones unos tres días antes del inicio del estro, cuando hay uno o dos folículos grandes en los ovarios (5).

4.1.5. Crecimiento folicular, ovulación y formación de cuerpo lúteo.

Se sabe que el crecimiento folicular depende de las hormonas FSH y LH, cuya presencia es necesaria para el desarrollo de los folículos y para su funcionamiento (secreción de estrógenos). Podemos distinguir dos tipos de desarrollo folicular durante el ciclo (3).

Tanto si se trata de animales uníparos como multíparas, es un hecho bien establecido que el número de folículos que inician su desarrollo y crecen hasta poco antes de la ovulación es mayor que la de los folículos que ovulan. Los folículos que no alcanzan el tamaño adecuado para ovular degeneran durante la fase folicular. Parece ser que ésta necesita menos cantidad de hormona para iniciar el desarrollo folicular que parece mantener folículos de gran tamaño y para provocar su

ovulación. Una prueba de ello es que cuando se inyecta hormona gonadotrófica estando el animal en fase folicular, el número de folículos que madura y ovulan es proporcional a la dosis administrada. Similarmente cuando se extirpa un ovario, el otro produce tantos folículos maduros como hubieran producido los dos ovarios juntos. Este efecto compensatorio se debe probablemente a que, después de la ovariectomía unilateral, el ovario remanente dispone de una cantidad doble de hormona gonadotrófica. Estas observaciones apoyan la idea, de que la secreción de FSH es probablemente constante a lo largo del ciclo (3).

Una observación no confirmada sugiere que el gran número de folículos que inician el desarrollo proporcionan el estrógeno necesario para que unos pocos lleguen a la fase de ovulación (3).

Así se desprende de un experimento en el que fueron destruidos todos los folículos menos uno o dos, durante la fase folicular, y se vio que ninguno de ellos alcanzó el tamaño ovulatorio ni llegó a ovular; pero si se inyecta un estrógeno a un animal en estas condiciones, los folículos respetados crecen y ovulan (3).

La hipófisis, de las membranas prepuberales contiene más hormona gonadotrófica que la de las hembras sexualmente maduras. Los ovarios de las hembras inmaduras responden a la gonadotrofina mostrando un cierto crecimiento folicular; pero el escaso desarrollo del sistema conductor pone de manifiesto que la secreción de estrógenos es muy pequeña o nula (3).

Es probable que durante este período la hipófisis segregue principalmente FSH, que estimularía algo el desarrollo folicular. A lo largo de la vida prepuberal se sucederían períodos de desarrollo inicial de folículos que se harían atrésicos sin alcanzar el tamaño ovulatorio (3).

El desarrollo folicular llegaría cada vez a un grado más avanzado hasta que, en el momento de la madurez sexual, las condiciones endócrinas serían las más propicias para que tuviera lugar la primera ovulación. Con frecuencia las primeras ovulaciones no se acompañan de los signos característicos del celo. Cuando el equilibrio entre la FSH y la LH es apropiado, los ciclos se normalizan, y hay celo y ovulación (3).

4.1.6. Ovulación

4.1.6.1. Mecanismo de la ovulación.

Aunque es un hecho perfectamente establecido que la ovulación está provocada por una hormona, generalmente identificada como la LH, no se sabe como esta hormona lleva a cabo la dehiscencia del folículo (3).

A pesar de que muchas veces se ha podido incluso filmar el proceso ovulatorio de diversas especies animales, su mecanismo sigue siendo desconocido. Pero podemos al menos denunciar como falsas, varias teorías antiguas sobre el particular (3).

El folículo no se rompe por que haya alcanzado un tamaño crítico, ni como consecuencia de la presión interior que ejerce el líquido folicular. La ovulación no es un fenómeno explosivo, sino gradual. En ciertas condiciones experimentales el folículo sigue creciendo bastante tiempo después de transcurrido el período normal de ovulación (3)

Los quistes ováricos pueden ser mucho mayores que los folículos de tamaño ovulatorio, y la presión interna en estas formaciones es incomparablemente mayor a pesar de todo, no sufren dehiscencia (3).

Los folículos preovulatorios experimentan tres cambios principales durante el proceso ovulatorio: a) maduración citoplásmica y nuclear del oocito, b) pérdida de la cohesividad de las células del montículo ovárico entre las células de la capa granulosa y c) adelgazamiento y rotura de la pared folicular externa (5).

Después de la oleada ovulatoria de gonadotropinas, el flujo hemático aumenta hacía todas las clases de folículos. Sin embargo, el folículo destinado a ovular no solo recibe el mayor volumen de sangre en términos absolutos (ml/min), sino también tiene capilares más permeables que los de otros folículos (5).

El acontecimiento culminante del ciclo estral es la ruptura del folículo y la descarga del óvulo. Todos los fenómenos del ciclo estral están orientados a la ovulación y a la posibilidad de que el huevo sea fecundado y se inicie la gestación (3).

Durante el celo, la hembra permite o provoca el acto de la copulación frecuentemente, con lo que aumenta la posibilidad de que haya espermatozoides

viabiles en el tracto genital femenino cuando el huevo sea descargado en él. En la mayoría de hembras que ovulan espontáneamente, la ovulación ocurre inmediatamente antes o inmediatamente después del final del período de celo. En aquellas que presentan ovulación inducida, la descarga del óvulo, tiene lugar unas pocas horas después de la copulación (3).

4.1.6.2. Efectos del estrógeno y de la progesterona sobre el crecimiento folicular.

Se ha mencionado el hecho de que los estrógenos en grandes dosis pueden inhibir completamente el desarrollo folicular en animales normales, por suprimir la secreción de gonadotrofinas por parte de la hipófisis; mientras que en pequeñas dosis, los estrógenos estimulan el desarrollo folicular durante el ciclo estral, tal vez por aumentar vascularización de los folículos en crecimiento. A parte de estas observaciones, se sabe poco en relación al papel de los estrógenos en el desarrollo folicular normal (3).

4.2. ESTRO

El estro es el periodo de receptividad sexual, en la vaca, y se caracteriza por el deseo de ser montada por sus compañeros/as de rebaño. Es importante que la vaca tenga la oportunidad de interactuar con el resto del ható si se quiere detectar con facilidad el estro. Por ejemplo, las vacas estabuladas, sujetas a los montantes, tienen poca oportunidad de interesarse con las compañeras de ambos lados, mientras que las estabuladas con collarines tienen suficiente libertad para tocar o lamer a las vacas contiguas (13).

Estos factores pueden afectar al tipo de comportamiento que muestran durante el estro. Por otro lado, se ha demostrado que la duración del estro, y otras manifestaciones temperamentales, pueden ser profundamente afectadas

por la superficie sobre la que asientan los animales. También pueden tener influencias sobre la actividad estral los factores ambientales (13).

Algunos estudios realizados en la India, hablan de una correlación entre las fases de la luna y la aparición del estro, basados en la información que muestra una

correlación positiva entre la luna nueva y la luna llena con el número de vacas que podían recibir la Inseminación Artificial (IA). Como se mencionó al principio, la detección segura del estro, con el fin de obtener un intervalo óptimo en el posparto para la recría, permanece aún como un problema importante en granjas lecheras (13).

De todos los animales de abasto, la vaca es muy peculiar en cuanto a la corta duración del estro. Esto no deja de ser un contratiempo para los granjeros, tanto en los animales lecheros como en los de carne (13).

4.2.1. Bases endócrinas del estro.

El estradiol ovárico, que actúa sobre las células receptoras del hipotálamo, es el responsable de los fenómenos estrales. El efecto del estradiol parece ser del todo o nada; cantidades de estradiol por encima del umbral no modifican la duración, ni la intensidad, del estro. No es precisa una exposición previa a la progesterona para que el estradiol ejerza sus acciones, excepto en el periodo inmediatamente después del parto, en la vaca (13).

En tales circunstancias posparto puede ocurrir un estro silencioso, (ovulación no acompañada de estro), los altos niveles de estradiol, durante la última fase de la gestación, aparentemente, inducen un período refractario, de tal forma que el cerebro no pueda responder a la acción inductora del estro, por parte del estradiol, en la primera ovulación después del parto. En tales circunstancias, la progesterona puede sensibilizar el cerebro de la vaca de tal forma que pueda ser capaz de responder a la subsiguiente producción de

estradiol. En la vaca posparto, el cuerpo lúteo formado después de la primera ovulación será la fuente normal de esa progesterona (13).

La síntesis de estradiol requiere las actividades coordinadas de dos tipos de células ováricas y dos gonadotropinas, FSH y LH. Se ha demostrado que las células de la granulosa son capaces de producir estradiol, solamente cuando se dispone de un sustrato aromatizable; las células, tecaes son el lugar de la síntesis de andrógenos en los folículos y la secreción de andrógenos aumenta por la acción de la LH, pero no por la FSH (13).

En resumen, existe un modelo de control de la esteroidogénesis formado por dos tipos de células y dos gonadotropinas. Los andrógenos producidos en las células de la teca, bajo la influencia de la LH, se aromatizan a estradiol (13).

4.2.2. Endocrinología del crecimiento folicular y la ovulación:

El crecimiento, maduración, ovulación y luteinización del folículo de De Graaf dependen de patrones apropiados de secreción, concentraciones suficientes y proporciones adecuadas de FSH y LH en el suero. Entre las hormonas participantes se incluyen esteroides, prostaglandinas y glucoproteínas, todos secretados por las células B del lóbulo anterior de la hipófisis (5).

La FSH tiene una participación importante en el inicio de la formación del antro. Esta gonadotropina estimula la mitosis de las células de la granulosa y la formación del líquido folicular (5).

El estradiol favorece el efecto mitótico de la FSH, la cual estimula las células de la granulosa a través de receptores de membrana cuyo número por célula permanece constante durante el crecimiento folicular. Además, la hormona folículo estimulante induce la sensibilidad de las células de la granulosa hacia la hormona luteinizante al incrementar el número de receptores para ésta (5).

4.2.3. Crecimiento folicular durante las fases folicular y de cuerpo lúteo.

El crecimiento folicular en el ganado vacuno, está bajo control endócrino y parácrino, y los factores locales son esteroides, factores de crecimiento, citoquinas y otras moléculas reguladoras. Utilizando técnicas de ultrasonidos, para estudiar los ovarios de los vacunos lecheros se demostró que la dieta y el equilibrio energético pueden inducir a cambios específicos en la secreción de los factores de crecimiento similares a la insulina (IGFs) y sus proteínas portadoras, lo que conduce a la función alterada del folículo dominante (13).

El crecimiento y la maduración del folículo preovulatorio bovino comprende distintas fases: reclutamiento, selección, y dominancia (13).

Todavía no está bien comprendido el mecanismo por el cual un simple folículo dominante puede desarrollarse, cuando existe en el mismo lugar entre tres y seis

folículos, aparentemente idénticos y expuestos a las mismas condiciones endócrinas, que por el contrario, regresan (13).

Un estudio realizado sobre los factores endócrinos que se relacionan con el folículo dominante de la primera onda folicular del ciclo indica que la progesterona, administrada al comienzo del ciclo estral bovino, mimetiza los niveles de esta hormona durante la mitad de la fase lútea, altera la dinámica folicular e induce su regresión prematura, por lo tanto, los niveles de progesterona, de la mitad de la fase lútea, son la causa de la falta de actividad del primer folículo dominante (13).

Durante la parte del ciclo estral llamada fase de cuerpo amarillo, están presentes cuerpos amarillos activos. En los ovarios al parecer la fase folicular es corta de cuatro a cinco días en las vacas. Sin embargo, la presencia de folículos antrales durante toda la fase de cuerpo amarillo sugiere que la duración real de la fase folicular es mayor de dos a cinco días, ya que fase folicular se entiende

como el período que va desde la formación del folículo antral hasta que se da la ovulación (5).

Por lo tanto la fase de cuerpo amarillo se superpone parcialmente a la fase folicular verdadera, oscureciendo la relación entre las concentraciones plasmáticas basales de FSH y LH y el crecimiento folicular (5).

En tiempos recientes las observaciones ultrasónicas han confirmado, de forma rotunda, que el desarrollo folicular ovárico, durante el ciclo estral bovino, ocurre en forma similar a las ondas foliculares, normalmente tres, algunas veces dos y raramente cuatro ondas de crecimiento y regresión folicular. Ondas foliculares similares se observan también en animales prepuberales, gestantes y anéstrésicos (13).

Aún en terneras jóvenes, de 2 semanas de edad, se han observado ondas foliculares, similares a las de las adultas. El cuerpo lúteo ejerce un efecto intraovárico positivo. En el ovario donde se encuentra el cuerpo lúteo existe una presencia de mayor número, de pequeños folículos vesiculares que en el ovario contralateral, durante el ciclo estral y comienzo de la gestación (13).

4.2.4. Líquido folicular.

Se origina directamente en el plasma periférico por trasudación a través de la lámina basal folicular y se acumula en el antro formado por la coalescencia de pequeños sacos con líquido. Es de utilidad en los aspectos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos de la maduración nuclear y citoplásmica del ovocito, en la liberación del óvulo a partir del folículo roto y en la hiperactivación de espermatozoides (5).

4.2.5. Reclutamiento y selección de folículos ováricos.

En el crecimiento y desarrollo del folículo destinado a la ovulación en la vaca, parecen intervenir dos procesos. El primero es el reclutamiento folicular, que da por resultado el desarrollo de una cohorte de folículos a partir de donde emerge el folículo dominante. El segundo proceso es precisamente la selección del folículo, que luego se hace dominante y continúa hacia la ovulación, mientras los otros regresan (13).

El tiempo de la selección del folículo no parece coincidir con una significativa disminución de la concentración de FSH. Los diámetros de los primeros y segundos folículos más grandes muestran diferencia de, al menos, 5 días antes de la ovulación, posteriormente divergen; esta divergencia parece representar al folículo dominante. Los otros grados folículos comienzan a sufrir atresia al tiempo en el que el folículo destinado a ovular se hace dominante (13).

4.2.6. Esteroidogénesis.

La actividad esteroidógena del folículo también dependen de la acción de FSH y LH sobre las células de la granulosa y de la teca respectivamente. El principal esteroide secretado suele ser el 17- β -estradiol. A sí mismo, también se producen hormonas como la progestina y andrógenos (5).

4.2.7. Factores que afectan a la duración del estro.

La duración del estro varía según la raza, el manejo y una amplia variedad de factores ambientales: el periodo de estro suele durar de 12 a 16 horas, con un margen muy amplio, entre tres y 28. La ovulación suele ocurrir 10 a 12 horas después del final del período de calores. Esto coincidiría con las variaciones de tiempo de ocurrencia de los picos de LH, que aparecen en las primeras horas del período de celo, con ovulación, después de unas 24 horas (13).

4.2.8. Mecanismos que implican la dominancia folicular.

No se conocen bien los factores que conducen a la dominancia de un simple folículo en la vaca, y en el mecanismo que suprime el crecimiento de los

folículos subordinados. Existen pruebas de que la disminución de la concentración de FSH puede ser un componente del proceso de selección. La evidencia indica que el folículo es funcionalmente (pero no morfológicamente) dominante puesto que inhibe el desarrollo de otros folículos competidores, en los ovarios de la vaca. Por otro lado, se sabe que el folículo dominante produce una cantidad de factores que controlan la ovulación para asegurar que solo uno progresará hasta la ovulación (13).

Puede ser que el aumento de la actividad por parte del folículo dominante en el momento de establecer su dominancia, juegue un papel importante en la supresión de los folículos subordinados (13).

Durante la fase lútea del ciclo de la vaca, y como consecuencia del ambiente endocrino, no se puede soportar el crecimiento y desarrollo folicular final dominante, con lo que se inicia su regresión, perdiéndose la primera dominancia funcional y, consecuentemente, también la morfológica, tal pérdida de dominancia funcional se piensa que permite el reclutamiento de una nueva onda folicular. Es evidente que la emergencia del folículo dominante de la primera onda folicular, durante el ciclo estral, ocurre no solo por el apropiado soporte de la FSH si no también por la ausencia de cualquier influencia inhibitoria, como resultado de la ovulación del folículo dominante precedente (13).

4.2.9. Atresia folicular.

Los oocitos de los ovarios del ganado bovino adquieren sus cuotas de expectativas de vida antes del nacimiento. Los oocitos, presentes en los ovarios, están en forma de folículos primario, secundarios y terciarios (3).

De aproximadamente 150,000 folículos primordiales a la hora del nacimiento de la hembra, solamente unos pocos más de 100 lograrán madurar durante la vida activa de la vaca. Los restantes degenerarán mediante un proceso conocido con el nombre de atresia (3).

La atresia folicular se ha descrito para la mayoría de especies de mamíferos, incluyéndose la vaca. La atresia folicular lleva implícitos una serie de cambios bioquímicos y morfológicos, que representan un proceso, o serie de procesos, por lo que la mayoría de oocitos no consiguen la maduración (3).

Los estadíos iniciales de la atresia son difíciles de diagnosticar, particularmente en los folículos primordiales y todavía no se ha conseguido conocer el papel fisiológico de ese proceso degenerativo. Desde el punto de vista práctico, el proceso atrésico es más notable en el ovario fetal (3).

Según hallazgos el número de células germinales, en los ovarios fetales de la ternera aumentan hasta un valor máximo de 2.739,000 en el día 110 de la vida prenatal, para luego descender a 150,000 en el momento de nacer (3).

Después del nacimiento, el número de folículos primordiales permanece estable hasta el cuarto o quinto año, luego desciende hasta cerca de cero cuando el animal alcanza los 20 años (3).

4.2.9.1. Fenómenos celulares.

Varías capas de tejido separan al oocito del exterior del folículo: epitelio superficial, túnica albugínea, (rica en colágena), teca externa, membrana basal (membrana delgada que separa la red capilar de la membrana granulosa) y membrana granulosa en sí. Antes de la ovulación, todas las capas tisulares se desintegran. Además el incremento necesario en la elasticidad folicular durante el crecimiento preovulatorio se asocia a cambios en las relaciones entre las células de la granulosa y de la teca. Tales cambios también son un prerrequisito para la mayor organización del cuerpo amarillo (5).

Cuando el folículo en crecimiento comienza a hacer protrusión en la superficie ovárica, su vascularidad superficial aumenta excepto en el centro, que

parece privado de vasos sanguíneos. Esta zona avascular es el futuro punto de rotura (5).

4.2.9.2. Oocito.

Las células monticulares de los folículos de De Graaf en crecimiento son citológicamente indistinguibles de las células de la granulosa. La disociación de las células monticulares libera el oocito de la capa granulosa, y la meiosis se reanuda unas tres horas después de la oleada de gonadotropinas. Este proceso denominado *maduración nuclear* termina una hora antes de la ovulación, cuando se ha expulsado el primer cuerpo polar (5).

Las células del montículo ovárico secretan activamente glucoproteínas, las cuales, forman una masa viscosa que encierra al oocito y su corona. Después de la rotura folicular la masa viscosa se dispersa en la superficie ovárica para facilitar la recepción de los oocitos por las fimbrias. Se utiliza ampliamente la ultrasonografía para recuperar óvulos preovulatorios del folículo ovárico y emplearlos en la fecundación *in Vitro* (5).

4.2.9.3. Células de la granulosa.

La capa granulosa se disocia por completo sólo en el ápice (o vértice) folicular y por último desaparece. Este proceso se inicia seis horas después del coito y termina antes de la ovulación, cuatro horas más tarde. Unas dos horas antes de la ovulación, las prolongaciones en crecimiento de las células de la granulosa han penetrado a través de la lámina basal, preparando la invasión post-ovulatoria de la granulosa por las células de la teca y vasos sanguíneos en el cuerpo amarillo en desarrollo (5).

4.2.9.4. Células de la teca.

El volumen folicular aumenta rápidamente en las pocas horas previas a la ovulación, sin incremento alguno en la presión del líquido folicular, debido a la mayor elasticidad del folículo. Esto es consecuencia de una cohesión más laxa de las células de la teca externa a causa de edema invasivo de esta capa y de la disociación de las fibras de colágena, que comienza cuatro horas después del coito. Tal disociación también es resultado de la actividad de enzimas proteolíticas sobre la matriz proteínica de las fibras. La actividad plasmica aumenta después de la

oleada de gonadotropina, y esta enzima proteolítica causa un incremento en la elasticidad de la pared folicular (5).

4.2.9.5. Cambios en el ápice.

La rotura del folículo fuera del ovario implica la interacción entre el epitelio ovárico y la pared folicular subyacente. La pared del ápice folicular se hace extremadamente delgada en una zona circunscrita que recibe el nombre de **estigma**, la cual hace protrusión en la superficie del ovario y se torna por completo avascular (5).

Durante la ovulación, el estigma saliente se rompe en el ápice y libera parte del líquido folicular y la masa viscosa de glucoproteína que rodea el oocito (5).

4.2.10. Regulación Endocrina.

La regulación de la secreción de gonadotropina durante el ciclo estral requiere un equilibrio entre interacciones hormonales complejas. Un componente que se sabe influye de manera importante es la hormona liberadora de hormona luteinizante (LHRH). Los cambios en estas velocidades de síntesis y liberación de LHRH, así como la rapidez de degradación de dicha hormona,

son factores adicionales que modifican su efecto en la liberación de gonadotropinas (5).

A nivel del ovario, el período estral se caracteriza por secreción elevada de estrógenos a partir de folículos de De Graaf preovulatorios. Los estrógenos estimulan el crecimiento uterino por un mecanismo en el que participan la interacción de la hormona con receptores y el incremento en procesos sintéticos dentro de las células. Los estrógenos también estimulan la producción de prostaglandinas por el útero (5).

Al final del estro ocurre la ovulación seguida de la formación del cuerpo amarillo, lo cual da inicio a la secreción de progesterona. El cuerpo amarillo está constituido por dos tipos distintos de células esteroidógenas, que contribuyen significativamente a la secreción total de progesterona durante la fase de cuerpo amarillo del ciclo estral. Las células luteínicas pequeñas secretan poca progesterona a menos que sean estimuladas por LH, mientras que las grandes la secretan espontáneamente en grandes cantidades (2).

El cuerpo amarillo de la preñez es resistente al efecto luteolítico de la prostaglandina $F2\alpha$ ($PGF2\alpha$). La $PGF2\alpha$ es la hormona luteolítica uterina en varias especies de mamíferos. La $PGF2\alpha$ uterina controla la duración del cuerpo amarillo, que a su vez, regula la duración del ciclo. Si la hembra es preñada debe anularse la influencia luteolítica del útero, ya que, la progesterona secretada por el cuerpo lúteo es necesaria para el mantenimiento de la preñez (5).

El período de actividad del cuerpo amarillo se llama **fase de cuerpo amarillo** que dura de 16 a 17 días en las vacas. La **fase folicular** que va de la regresión del cuerpo lúteo a la ovulación es de 3 a 6 días. Esta fase folicular no refleja la duración real del crecimiento de los folículos de De Graaf. Así la duración del ciclo estral se relaciona estrechamente con la duración de la fase de cuerpo amarillo. La regresión del cuerpo lúteo no es causada por un decremento

en la secreción de hormonas luteotrópicas hipofisarias (LH y prolactina), sino por la acción de un factor luteolítico, prostaglandina F2A (5).

4.3. PUERPERIO.

El puerperio o periodo posparto se define ampliamente como el lapso que va desde el parto hasta el momento en que el organismo materno ha recuperado su estado normal de no preñez. Dado que en yeguas y en vacas es práctica común el rápido reapareamiento, una definición más adecuada sería el intervalo entre el parto y la aparición del primer estro (periodo abierto) en que puede ocurrir la concepción (5).

Se considera la finalización del puerperio, al primer estro posparto en el que se puede restablecer la gestación. Para ello la involución anatómica e histológica uterina debe haberse completado y el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal debe funcionar normalmente para permitir el estro, la ovulación, concepción, implantación, formación y persistencia del cuerpo lúteo de gestación y preñez a término. Este concepto tan amplio hay que tenerlo presente cuando se pretende diagnosticar, tratar o determinar la eficacia de tratamientos en el útero (5).

En el desarrollo del puerperio fisiológico se identifican dos grandes fases:

4.3.1. Primera fase uterina.

Esta primera fase uterina posparto de secundinación (alumbramientos o deciduación), se puede considerar desde el punto de vista embriológico una vez que ha concluido, como la finalización verdadera del parto (5).

4.3.2. Puerperio propiamente dicho (segunda fase de involución uterina pospartal).

Se caracteriza por el regreso del útero a su condición normal pregestacional y su aptitud para una nueva preñez, esto ocurre por eliminación, disolución y reabsorción decidual que determina evidentemente la disminución del volumen del órgano (4).

4.3.3. Puerperio temprano.

A partir de la eliminación de las secundinas hasta el día noveno, la regresión uterina está concluida, las barreras defensivas se han completado (4).

4.3.4. Puerperio clínico.

Llega hasta el día 21 posparto, el útero involuciona hasta aproximadamente el tamaño del órgano no grávido (4).

4.3.5. Puerperio total.

Ocurre a las seis semanas posparto, donde las modificaciones del endometrio causadas por la gestación ya no existen, se ha concluido la regeneración histológica completa (4).

4.3.6. Modificaciones que suceden durante el puerperio.

-Restablecimiento de la forma del cérvix.

-Disminuyen la luz y el volumen uterino.

-Involución caruncular y reparación endometrial.

-Ciclo de eliminación de los loquios.

-Flora bacteriana, infección uterina y mecanismos de defensa (4).

4.3.7. Reinicio de la ciclicidad.

Después del parto, el eje hipotálamo-hipofisario reanuda la secreción normal de FSH. Una a dos semanas después del parto, las concentraciones de FSH aumentan durante dos a tres días. Esto inicia la aparición de la primera onda folicular posparto y la selección del primer folículo dominante, el cual puede:

- Ovular y desarrollar un cuerpo lúteo.
- Atresarse, seguida de una segunda onda folicular dos a tres días más tarde.
- Transformarse en quístico, lo que retrasa la ovulación y suprime la aparición de la segunda onda durante un período variable.

La primera ovulación raras veces va acompañada de la expresión concomitante de celo, y la duración del primer ciclo suele ser corta (8 a 12 días). La regresión precoz del cuerpo lúteo puede deberse a la liberación prematura de PGF2 α , que a su vez es el resultado de la falta anterior de progesterona entre el parto y la primera ovulación.

El intervalo desde el parto hasta la primera ovulación es afectado por la condición corporal (CC) antes y después del parto (4).

4.3.8. Pautas para el control puerperal.

Los parámetros anatómicos a tomar en cuenta para el control puerperal en vaca son:

- Cérvix:** forma, tamaño y ubicación,

- Cuernos uterinos:** disminución del volumen, consistencia, tono, contractibilidad, fluctuación, estrías longitudinales,

-**Ovarios:** tamaño y estructuras cíclicas o no cíclicas, y

-**Vulva:** forma, edematización, lesiones, descargas.

Esta evaluación es siempre secundaria a determinar el estado corporal de la vaca. La evaluación se hace por palpación rectal. Es muy importante en la evaluación de los ovarios la utilización de ecografía para definir correctamente el tamaño de los ovarios y las estructuras presentes (4).

4.3.9. Funcionamiento ovárico en el puerperio.

El intervalo desde el parto hasta la primera ovulación presenta considerable variabilidad. Las vacas multíparas ovulan antes que las primíparas. La lactación y el nivel nutricional demoran la primera ovulación posparto en vacas de engorde. La incidencia de la primera ovulación posparto sin comportamiento estral es relativamente elevada. De este modo, es posible que el primer estro no refleje el reinicio de los ciclos ováricos. En vacas lecheras, por lo general el primer estro posparto se observa hacia los 35 días posteriores al parto. La tasa de concepción es menor en dicho estro que en períodos estrales subsecuentes. Las vacas lecheras reciben servicio a los 50 días posparto y deben concebir hacia los 80 días para mantener un intervalo de 12 meses entre partos (4).

4.4. ESTRÉS CALÓRICO

4.4.1. Altas Temperaturas ambiente.

Está bien comprobado que factores como las temperaturas y humedades altas están relacionadas con una marcada disminución estacional de la eficacia reproductiva del ganado vacuno. Por datos bibliográficos se sabe que las condiciones térmicas pueden ser una restricción a la condición óptima de todos los animales (10).

4.4.2. Estrés calórico.

El estrés calórico puede definirse como una respuesta corporal no específica a una demanda, y tiene dos componentes:

- el agente estresante es decir el ambiente.
- Los cambios fisiológicos del animal para adaptarse.

Referido al calor, un animal que es incapaz de liberar su calor corporal sufre de un proceso de hipertermia que a diferencia de la fiebre la cual es producida por agentes infecciosos (6).

El estrés calórico y la nutrición interactúan por lo menos en dos formas:

- Produciendo o agravando las deficiencias nutricionales.
- Las deficiencias mencionadas reducen la habilidad de los animales para responder al estrés (6).

4.4.3. Efectos sobre el animal.

Los efectos sobre el animal pueden ser de dos tipos:

- Directos: son las alteraciones del metabolismo para acomodarse al incremento de calor, con repercusión a nivel hormonal afectando directamente el inicio de la actividad ovárica.
- Indirectos: cuando ocurre alteración de la calidad y cantidad del alimento así como en la población de microorganismos causantes de enfermedad (6).

Entre los factores que influyen el grado de afección por estrés calórico se pueden mencionar:

- Raza.
- Estado fisiológico.
- Nivel de producción láctea.
- Edad.
- Color de la piel.
- Exposición al ambiente.
- Variación propia de los animales.

Es ampliamente conocido que los animales *Bos indicus* son más resistentes que los *Bos taurus* al estrés calórico, esto es debido a las características de adaptación al

clima y a la escasez de alimento aprovechando las ventajas de la termorregulación para ambas situaciones, pero en su lugar han sacrificado las características productivas y reproductivas (6).

4.4.4. Respuestas fisiológicas de los bovinos al estrés por calor.

La termorregulación es el proceso por medio del cual un animal mantiene su temperatura corporal, a través de la ganancia o pérdida de calor de su propio metabolismo o su ambiente (6).

El calor metabólico incluye el producido para mantenimiento más los incrementos por ejercicio, crecimiento, gestación y digestión. Las altas tasas de estas actividades darán como resultado una ganancia en la producción de calor. En adición a ésta se puede ganar calor ambiental directa o indirectamente por los procesos de conducción o convección, estos dos últimos se llevan a cabo si la temperatura ambiente es más alta que la temperatura de la piel o si el animal está en contacto con una superficie más caliente (6).

La humedad relativa alta en el ambiente, ya sea en la intemperie o bajo alojamiento en los animales criados en el trópico húmedo puede ser la causa de estrés por calor (6).

Esto es un problema debido a que la termorregulación se limita porque el animal no puede eliminar el calor a través de la eliminación de sudor ya que el ambiente no puede tomar esa humedad (6).

La temperatura corporal usualmente es mantenida por el sistema termorregulador con variaciones de un grado centígrado bajo condiciones normales. Si la temperatura ambiente se incrementa, la temperatura corporal también se eleva y por consiguiente se inicia el proceso de estrés calórico. Un

indicador práctico de evaluación, es la temperatura rectal, el incremento de esta indica que el animal ya está perdiendo la capacidad termorreguladora (6).

En resumen el efecto del estrés calórico es incrementar la pérdida de calor por evaporación y descenso en la producción metabólica de calor lo cual altera los procedimientos metabólicos y reproductivos normales (6).

4.5. RESPUESTAS HORMONALES DE LOS BOVINOS AL ESTRÉS POR CALOR.

El estrés térmico altera el metabolismo de los bovinos lo que requiere cambios en el sistema endócrino para regularlo.

Los mecanismos endócrinos asociados con la adaptación al estrés por calor son:

- Hormona antidiurética (ADH).
- Catecolaminas.
- Glucocorticoides.
- Aldosterona.

El estrés calórico da como resultado un descenso de la tasa metabólica, reflejándose ésta en una baja de las concentraciones plasmáticas de STH, tiroxina y glucocorticoides, pero no de insulina (6).

4.5.1. Hormona Antidiurética.

Las concentraciones de esta hormona están íntimamente relacionadas con las necesidades de conservar agua y la ingestión de agua para compensar las pérdidas respiratorias y cutáneas. El incremento en la excreción de agua requiere un incremento asociado en el balance electrolítico de sodio y potasio para movilizar el agua a través de los fluidos corporales a las superficies de evaporación. Esta hormona es más importante en los bovinos que en los

monogástricos debido a que en los bovinos difiere en cuanto a la localización de sodio y potasio durante esta alteración (6).

Los bovinos producen sudor que es alto en potasio y bajo en sodio, esto está relacionado con el hecho de que las dietas de los rumiantes contienen más potasio y acorde a lo que impone el estrés calórico los rumiantes necesitan conservar el potasio (6).

El incremento en la sudoración y pérdida de agua por evaporación en la respiración se refleja en un incremento de la concentración de ADH plasmática ya que durante el período de intensa sudoración la pérdida excesiva de potasio a nivel cutáneo requiere un aumento compensatorio en la excreción de sodio por el riñón. Esto provoca un descenso de aldosterona sanguínea y se incrementa la movilización de sodio y potasio. El mayor cambio de estos perfiles hormonales se observa durante

la fase aguda de esta alteración y es razonable si se considera que el agua perdida por evaporación es la ruta principal de intercambio calórico con el ambiente cuando la temperatura ambiental se aproxima a la corporal (6).

4.5.2. Hormona Prolactina.

Las concentraciones de esta hormona se elevan durante el estrés calórico se sabe del papel como hormona metabólica en la regulación de fluidos y electrolitos. El aumento dietético de potasio y la administración de STH reducen marcadamente las concentraciones plasmáticas de prolactina en animales con esta alteración (6).

4.5.3. Hormona Aldosterona .

Esta hormona esteroide producida por la corteza adrenal provoca resorción renal de sodio y de manera concomitante aumento del flujo sanguíneo a este órgano. Durante el estrés agudo se incrementa su concentración y desciende si

el proceso se cronifica, todo esto como reflejo en la necesidad de incrementar la eliminación de sodio (6).

4.5.4. Glucocorticoides.

Las concentraciones de estos esteroides se encuentran elevadas durante el estrés agudo pero no durante el crónico. La razón de esto pueden deberse a la alteración del metabolismo de estas glándulas y se propone que en este último caso se encuentra bloqueada la transformación de progesterona a cortisol, ya que las concentraciones de la primera se encuentran incrementadas (6).

4.5.5. Catecolaminas.

Las concentraciones de adrenalina y noradrenalina se encuentran elevadas tanto en la fase aguda como la crónica durante el estrés calórico, este incremento puede estar relacionado con la actividad exacerbada de las glándulas sudoríparas, pues en los bovinos no están inervadas directamente pero están bajo estímulo adrenérgico (6).

4.5.8. Prostaglandinas.

Se ha visto que están involucradas en el mecanismo de neurotransmisión a nivel central en el centro de termorregulación, colectivamente estas modificaciones indican que el descenso del metabolismo energético es la principal adaptación al estrés calórico crónico. Así mismo el incremento en el metabolismo hídrico y electrolítico están asociados a las adaptaciones para el enfriamiento por evaporación requerido por la alta temperatura ambiental (6).

4.6. EFECTOS SOBRE LOS REQUERIMIENTOS DE NUTRIENTES.

La disponibilidad de fuentes de agua y alimento en ambientes cálidos ejercen influencia sobre la temperatura corporal a través de las interacciones del metabolismo energético e hídrico (6).

El mayor efecto del estrés calórico en rumiantes se relaciona con las estrategias de compensación que ayudan al mantenimiento de la temperatura corporal. Desgraciadamente, estas respuestas fisiológicas, generalmente no optimizan las funciones productivas y alteran los requerimientos nutricionales de los animales. El conocimiento de estos fenómenos debe servir de base para mejorar las prácticas de manejo.

Las áreas principales a considerar son:

- Consumo de alimento
- Digestión
- Absorción de nutrientes
- Alteración del metabolismo de nutrientes específicos (6).

4.6.1. Efectos sobre el consumo de alimentos.

La ingestión de alimento por el animal está relacionada directamente con todos los aspectos del metabolismo energético que se relacionan con la liberación del calor para las actividades de mantenimiento y producción. Los cambios en la cantidad y calidad de la comida alteran la intensidad de la producción del calor (6).

Es ampliamente aceptado que la reducción de la ingestión voluntaria de alimento en los períodos en que la temperatura ambiente se aproxima o supera el nivel más

alto de tolerancia por los animales, es el que ejerce mayor influencia negativa en la productividad (6).

Sin embargo, no hay que olvidar que otros factores climáticos tales como la velocidad del viento, humedad relativa y radiación solar también afectan

directamente la homeotermia bajo condiciones naturales y probablemente están interrelacionados con la temperatura ambiente para afectar el consumo. La temperatura ambiente a la cual el consumo de alimento empieza a declinar está influenciado también por la composición de la dieta. La reducción en la ingestión de alimento es principalmente debido a la reducción en el consumo de materia seca (6).

El consumo de alimento de buena calidad favorece la tasa metabólica e incrementa los requerimientos de agua para el metabolismo intermediario y termorregulación, y por otro lado, la ingestión de forraje fibroso reduce el consumo y la tasa metabólica energética e hídrica, pero el incremento de calor producido por su digestión, incrementa la temperatura corporal y al reducir la ingestión de materia seca, se intenta reducir el calor generado por la digestión ruminal, y de esta manera, ayudar al metabolismo corporal a mantener el balance calórico. Adicionalmente la tasa elevada de respiración y la ingestión de agua resultante de la elevada temperatura ambiental, conduce a una concomitante reducción de la motilidad intestinal y rumia, debido al efecto físico de la repleción intestinal. Las concentraciones ruminales disminuyen cuando la temperatura ambiente se incrementa (6).

La reducción en la ingestión de alimentos puede producir deficiencias de elementos esenciales y energía neta, esta consecuencia es nociva particularmente en rumiantes de pastoreo a menos que se den suplementos que provean los requerimientos de éstos. Por esta razón se sospecha que éstos son más afectados que los explotados en forma intensiva. Se ha encontrado que al administrar STH en animales con estrés calórico la ingestión de materia seca no varía, pero la condición corporal se ve afectada. Otro efecto negativo directo puede ser debido a que la excesiva temperatura afecta el centro del apetito en el hipotálamo y disminuya el consumo al reducir el pasaje de la ingesta a través del rumen, debido a que estas actividades pueden ser alteradas por los efectos de la hipófisis sobre el metabolismo basal por mecanismos endocrinos vía STH y tiroxina (6).

4.6.2. Efectos sobre la digestión.

La digestión es la segunda función de adquisición de alimento y el estrés térmico afecta la dinámica de la actividad digestiva y los factores endocrinos que la influyen. El clima cálido tiene efectos sobre la calidad de las plantas, consumo y también la digestibilidad del alimento ingerido (6).

Hay una variedad de factores que afectan la digestibilidad como por ejemplo: Consumo voluntario, calidad de alimento, composición nutricional, tasa de pasaje y volumen de los compartimientos estomacales (6).

Todos a su vez son influenciados por la temperatura. Por lo tanto, el consumo reducido y la pobre calidad del alimento reducen la digestibilidad (6).

Se ha reportado que el estrés calórico puede alterar la digestibilidad, ya sea por el tránsito lento o por la disminución en la tasa de pasaje (6).

En general las tasas de pasaje de la ingesta son lentas y el tiempo promedio de retención ruminal es mayor, ayudado por el gran volumen ruminal, esto permite mayor tiempo de permanencia lo que potencializa la digestión del alimento, dando como resultado una menor disponibilidad de nutrientes (6).

4.6.3. Efectos sobre la absorción de nutrientes.

Este es el siguiente paso crítico en el tránsito de nutrientes por el tracto digestivo, el ingreso de los elementos nutritivos al torrente sanguíneo para su aprovechamiento. Una de las adaptaciones importantes durante el estrés calórico, es la vasodilatación e incremento del flujo sanguíneo como acomodamiento a la evaporación y convección; la pérdida de calor con la consiguiente reducción de la irrigación sanguínea a los órganos internos, tales como, el aparato reproductivo y compartimientos estomacales (6).

4.7. ALTERACIÓN DEL METABOLISMO DE NUTRIENTES ESPECÍFICOS.

4.7.1. Metabolismo energético.

En bovinos de pastoreo la mayor parte de la disponibilidad de energía metabolizable está en los ácidos grasos volátiles productos de la fermentación

ruminal. El estrés calórico reduce la producción de éstos debido a la poca ingestión de alimentos. Aunque la digestibilidad tanto de la energía dietética como de la fibra se favorece en un ambiente cálido, la eficiencia en la utilización de la energía se reduce; esto es debido al metabolismo corporal incrementado, a la actividad para contrarrestar el efecto de la retención de calor y a la reducción en la ingestión de alimento (6).

Se ha encontrado que el jadeo incrementa los requerimientos de energía entre siete y 28 % dependiendo de la intensidad (6).

4.7.2. Balance hídrico.

El agua es indudablemente uno de los elementos más importantes para los animales bajo estrés calórico por lo que se necesita incrementar la ingestión de agua para compensar las pérdidas por evaporación. Un indicador de que el animal ha perdido la capacidad de compensar el exceso de calor es el incremento en la temperatura rectal. Los requerimientos de este elemento para los animales son aportados por:

- El agua metabólica producto de la oxidación tisular de los sustratos orgánicos,
- El agua contenida en el alimento ingerido, y
- El agua ingerida (6).

Esta última es cuantitativamente más significativa para compensar las necesidades de los animales afectados. El incremento en consumo de agua es la principal respuesta al estrés calórico y ésta ejerce efectos en la comodidad del animal debido al enfriamiento del rumen y retículo, y sirve como vehículo primario para el transporte de calor y disipación a través de la sudoración y jadeo (6).

Se ha demostrado que la ingestión de agua puede aumentar en un 29 % y la pérdida fecal se reduce en un 33 %. La pérdida en orina, piel y respiración se incrementa entre un 15 y 59 % y en las hembras en producción es mayor (6). La privación conjunta de agua y alimento, como podría suceder durante la época seca en nuestro medio, tiene serias implicaciones sobre la actividad de la microflora

ruminal, se ha visto que bajo estas situaciones la capacidad fermentativa se reduce en un 75 % y puede tardar en recuperarse 5 días (6).

4.7.3. Minerales.

Desde que el animal reduce la ingestión voluntaria, durante el estrés calórico es lógico que la ingestión mineral sea menos que óptima, también las necesidades de los macro elementos se incrementan. Es importante puntualizar el efecto sobre las necesidades de potasio y sodio; se ha determinado que las pérdidas son mayores en el potasio, pero cuando el estrés es excesivo también hay pérdida de magnesio, calcio y cloro, pero no de fósforo (6).

Hay una correlación significativa de estas pérdidas con la transpiración y la capacidad termorreguladora de los animales se ve altamente dañada por la deficiencia de éstos (6).

Los efectos directos del estrés calórico sobre los elementos minerales en animales en pastoreo no han sido caracterizados, sin embargo muchos ingredientes de la dieta son relativamente bajos en sodio y se necesita suplementarlos para corregir las deficiencias. Además la deficiencia de estos elementos reduce la producción de leche (6).

El descenso de potasio reduce la liberación de aldosterona para no seguir perdiéndolo en la orina y se incrementa la excreción de sodio, esto es importante para aportar estos dos elementos en la dieta durante el período crítico (6).

4.7.4. Alteración del equilibrio ácido-base.

Las consecuencias de este problema producen un efecto sobre la digestión por el descenso del bicarbonato en la saliva disponible que sirve para amortiguar el pH ruminal. A nivel sanguíneo se incrementa el pH y desciende la presión parcial de dióxido de carbono y bicarbonato revelando que se induce una alcalosis metabólica. Pero en general los animales se adaptan bien a los agentes estresantes (6).

4.7.5. Metabolismo proteico.

El ganado bajo estrés frecuentemente sufre de balance nitrogenado negativo porque se ha reducido la ingestión de alimento, y como consecuencia, hay menos proteína para las funciones productivas. De manera conjunta la deficiencia de agua se complica pues los desechos nitrogenados tienen que eliminarse junto con agua, y también se altera el balance electrolítico (1).

4.8. TENSIÓN AMBIENTAL Y REPRODUCCIÓN.

La mayoría de los investigadores creen que la tensión ambiental en general ejerce su influencia a través del sistema endocrino. El mecanismo aún está en debate, pero se ha considerado importante al papel de las hormonas de la corteza suprarrenal. Se sabe que la tensión provoca la liberación de ACTH de la hipófisis anterior, la cual a su vez, estimula la liberación de cortisol y otros glucocorticoides. Los glucocorticoides inhiben la liberación de cortisol y otros

glucocorticoides. Los glucocorticoides inhiben la liberación de LH, por lo tanto, en un animal que está en tensión en un período crítico del ciclo estral (al final del proestro o en el estro) habrá una suspensión de LH inducida por los glucocorticoides, lo cual es probable que retrase o evite la ovulación y puede reducir la libido en los machos (1).

La tensión calórica provoca liberación de ACTH y de glucocorticoides. A medida que el animal se adapta a las altas temperaturas, los glucocorticoides regresan a sus niveles previos a la tensión; pero esto requiere de varios días. Por lo tanto, al iniciarse la tensión calórica, la respuesta reproductora es similar a la observada en otras formas de tensión (1).

Además de este efecto sobre la glándula suprarrenal, la tensión calórica disminuye el apetito y reduce la actividad de la tiroides con la obvia reducción del índice metabólico (1).

Hay poca adaptación a esto, pues el apetito reducido y los índices metabólicos bajos se observan durante todo el verano. La tensión calórica difiere de otras tensiones en este punto, puesto que otras tensiones tienen poco efecto o, por lo contrario, estimulan el apetito y la actividad tiroidea. Un apetito y una función tiroidea

disminuidas contribuyen a la presentación de estros más cortos y silenciosos y el nacimiento de crías más pequeñas (1).

También hay pruebas de que la tensión calórica tiene un efecto directo sobre la eficacia de la reproducción, además de su efecto a través del sistema endocrino (1).

Parece ser que el aumento de la temperatura interna de una hembra puede producir daño en:

- Los espermatozoides que están en la fase de capacitación en el aparato femenino,
- El ovocito después de la ovulación,

- El embrión durante las primeras divisiones, y
- Los dos últimos casos a la vez.

Estos efectos, combinados con los cambios endócrinos que ocurren durante la tensión calórica, son la causa de que ésta tenga efectos más pronunciados que otros tipos de tensión. Para entender la variabilidad de la respuesta reproductora a la tensión se da a entender que los animales se adaptan a tensiones específicas. Los animales que se mantienen en un ambiente frío se reproducirán en forma normal. Por otro lado, la adaptación a la tensión por frío puede hacerlos más susceptibles a otro tipo de tensiones. Si además de la tensión del frío se somete a una hembra en estro a viento y lluvia o se le transporta a un local diferente, se pueden disparar los mecanismos fisiológicos que impiden la reproducción. Muy a menudo, simples modificaciones en el manejo disminuirán las posibilidades de que haya tensión alrededor del momento del estro y de la inseminación (1).

4.9. ALTERACIÓN EN LA ENDOCRINOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN Y EN LA FUNCIONALIDAD OVÁRICA.

Se ha encontrado que la fertilidad es más sensitiva al estrés calórico durante los 12 días anteriores al estro, especialmente en el día 2 antes del estro, el día después del estro y en los primeros 7 días postinseminación artificial. Los disturbios en la fase folicular pueden perjudicar el desarrollo folicular, la ovulación y la función subsiguiente del cuerpo lúteo. Se ha observado, que durante el estrés calórico se afectan las concentraciones basales, los picos máximos de producción y las amplitudes en el pulso de secreción de FSH y LH. También se ha observado que las vacas pueden

clasificarse en dos grupos, con niveles altos o bajos de E2 y que en estas últimas son más afectados los niveles en la gonadotrofinas mencionadas (7).

En vacas con niveles bajos el folículo de la primera ola puede haberse vuelto atrésico y el de la segunda puede haber tenido un desarrollo pobre. El estrés de calor puede afectar la secreción de LH reduciendo la cantidad de factores liberadores de gonadotrofinas durante cada pulso, reduciendo consecuentemente la síntesis de gonadotrofinas y por lo tanto las reservas pituitarias de estas hormonas. Esto deberá considerarse al aplicar GnRH exógenas a vacas con concentraciones plasmáticas bajas de E2 (7).

Otros estudios han determinado que el estrés de calor afecta las olas de crecimiento folicular. En la primera ola, la curva se ve alterada mediante el crecimiento de mayor número de folículos. Esto hace que la dominancia folicular se encuentre alterada durante esta ola por lo que se permite el crecimiento de más de un folículo grande, lo cual se ve reflejado en una reducción de folículos de tamaño mediano. Como consecuencia de esta alteración, se ve alterada la segunda ola de dominancia y preovulación folicular emergiendo más temprano. Lo anterior, debido a que no fueron alterados el tiempo del estro ni de la ovulación, presume la ovulación de folículos más viejos, lo cual, puede traer como consecuencia una reducción de la fertilidad (7).

Por otro lado se determinó que se alteraron las concentraciones de E2 e inhibina, los cuales juegan un papel importante en el desarrollo folicular al actuar como retroalimentadores en la secreción de FSH necesaria para el crecimiento folicular. Sin embargo, se hace mención que los niveles de inhibina no fueron estadísticamente diferentes por lo que este parámetro debe interpretarse con precaución (7).

4.10. ANESTRO.

Por anestro se entiende un estado de completa inactividad sexual, sin manifestaciones de estro. No es una enfermedad, constituye un signo de diversas condiciones aunque el anestro se observa durante determinados estados fisiológicos, por ejemplo antes de la pubertad, durante preñez y lactación y en animales que se reproducen estacionalmente, mas a menudo es un signo de

depresión temporal o permanente de la actividad ovárica (anestro real) causada por cambios estacionales en el ambiente físico, deficiencias nutricionales, estrés lactacional y envejecimiento (10).

4.10.1. Anestro estacional.

Durante éste no hay cambios cíclicos en ovarios y conducto reproductivo. Su magnitud varía con especie, raza y ambiente físico, aunque la vaca es poliestrual existen pruebas de un control estacional de su eficiencia reproductiva. El anestro estacional se debe a una reducción en la secreción de hormona liberadora de gonadotropina (GnrH). El aumento en la duración del día después del solsticio de invierno estimula la secreción de GnrH y libera FSH, lo que a su vez estimula el desarrollo folicular; ello da por resultado el estro y la ovulación. Se emplean varios métodos para superar el anestro estacional, como la administración diaria de progesterona, la iluminación artificial (16 horas al día) y la aplicación de GnrH (10).

4.10.2. Anestro durante la lactación.

En varias especies, la ovulación y la actividad reproductiva se suprimen por un periodo variable después del parto y durante la lactación. La incidencia y duración del anestro varían mucho entre las especies y razas, y también son influidas por la época del año en que ocurre el parto, la cantidad de leche producida, el numero de crías que se amamantan y el grado de involución uterina posparto (10).

Normalmente en vacas, sometidas a ordeño la actividad ovárica se establece dentro de los 30 días posparto. Por otro lado, la vaca y la hembra de búfalo experimentan un largo periodo posparto (10).

Durante lapsos de altas temperaturas y dietas deficientes, las vacas de raza brahmán que están criando se encuentran particularmente sujetas a anestro. La duración del anestro en vacas que amamantan es mayor que en vacas similares que se ordeñan dos veces al día; esto sugiere que el

amamantamiento o la frecuencia de ordeño pueden influir en la actividad gonadotropina hipofisiaria (10). El ordeño regular de vacas lecheras es menos inhibitor para la liberación espontánea de LH que la combinación de ordeño y amamantamiento. Además, el cese del

amamantamiento en vacas de engorde incrementa la cantidad de LH liberada en respuesta LHRH. De manera alternativa, la inhibición de la secreción de LH puede ser causada por las altas concentraciones de cortisol presentes durante el amamantamiento o el ordeño (10).

Datos recientes sugieren que un mecanismo mediado por opiáceos podría ser el factor causal de la supresión de LH inducida por amamantamiento en la vaca (5).

4.10.3. Anestro por envejecimiento.

La anormalidad de los cuerpos amarillos o su ausencia en los ovarios constituyen más del 80% de los casos de infecundidad en vacas de 14 a 15 años de edad. Independientemente del mecanismo implicado, es probable que el anestro por envejecimiento altere la relación funcional del eje hipotalamohipofisiario ovárico (10).

4.10.4. Anestro posparto.

El estado hormonal posparto se caracteriza por una disminución en la circulación de estrógenos y progestágenos por igual, pero con variaciones individuales muy pronunciadas en la aparición de descargas de hormonas luteinizantes (14).

Lo importante es resaltar que el primer celo aparente o fértil está precedido de cierta actividad hormonal con manifestaciones variables, pero insuficientes para iniciar el primer ciclo estral (14).

El primer indicio de crecimiento folicular antecede en ocasiones hasta por más de 60 días al primer ciclo observado. Ese crecimiento folicular en

ocasiones se detiene por completo por ausencia del pulso ascendente de la hormona luteinizante que provoque el crecimiento folicular completo. Pero la capacidad de la pituitaria para liberar hormona luteinizante está presente desde algunos días después del parto. Se ha encontrado incapacidad de vacas lecheras para responder a inyecciones de hormona liberadora de gonadotropinas únicamente en los primeros cinco días posparto, entre siete y 19 vacas respondieron como que tuvieran 70 días de paridas (14).

4.11. ULTRASONOGRAFÍA.

El diagnóstico ultrasonográfico en escala de grises es un método no invasivo que permite la visualización de la anatomía interna de órganos reproductores. Las ondas de alta frecuencia son usadas para producir imágenes de tejidos suaves o de órganos internos. En las vacas, el escaneo transrectal es usado con el transductor colocado directamente en el recto sobre los órganos de interés (9).

La corriente eléctrica es aplicada a cristales en el transductor, produciendo vibraciones características de los cristales y resultando en ondas sonoras. El operador dirige las ondas sonoras a través de los tejidos por medio del movimiento o variación del ángulo deseado del transductor (9).

La distancia corta entre el área de contacto y el área de visualización permite el uso de escáneres de alta frecuencia que producen imágenes con mucho detalle (9).

Los sonidos que pasan a través de los tejidos son muy delgados y una **rebanada** de tejido es mostrada. Las imágenes de dos dimensiones vistas en la pantalla son parecidas a un corte histológico (9).

Los tejidos tienen distintas habilidades para propagar o reflejar las ondas sonoras. La proporción de las ondas sonoras que es reflejada por el transductor, se convierte en impulsos eléctricos y se muestra como un eco en la pantalla del ultrasonido (9).

Las características de varias interfaces en los tejidos determinan la proporción de las ondas sonoras que serán reflejadas. La porción reflejada es representada en la imagen del ultrasonido por medio de sombras de grises, extendiéndose desde negro hasta blanco. Los líquidos no reflejan las ondas sonoras y se dice que son anecoicas o no ecogénicas, así, estas imágenes se verán negras en la pantalla (9).

Por otro lado, los tejidos densos reflejan más las ondas sonoras y aparecerán blancas en la pantalla. Estos tejidos son ecogénicos. Otros tejidos se ven en varias sombras de gris dependiendo de su ecogenicidad o habilidad para reflejar las ondas sonoras. Los instrumentos modernos de ultrasonido para examinar el tracto reproductor de animales están en el modo B, escáneres de tiempo real. El modo B se refiere a la modalidad de brillo, en la cual, la imagen ultrasónica es un despliegue bidimensional de puntos. El brillo de los puntos es proporcional a la amplitud del

regreso de ecos. Las imágenes de tiempo real se refieren al despliegue de movimientos en el cual los ecos son grabados continuamente y los eventos, como movimientos de piernas del feto y latido cardíaco, pueden ser observados conforme van ocurriendo. Algunos escáneres tienen capacidad para grabar en vídeo, así, el movimiento puede ser preservado. El movimiento de las imágenes también puede ser congelado para facilitar medidas de reproducción fotográfica (9).

4.11.1. Ondas y ecos.

Las ondas sonoras de un tambor que viajan a través del aire, se reflejan en una pared de montaña y son captadas por el tímpano, son comparables a las ondas que viajan a través de los tejidos y son captadas por los cristales del transductor del ultrasonido que luego se procesan para ser vistas en la pantalla del escáner (3).

4.11.2. Uso clínico.

- Determinación de la fase estacional en que se encuentran los ovarios,
 - Determinación de la pubertad en las hembras,
 - Monitoreo de folículos para diagnóstico o tratamiento,
 - Diferenciación entre folículos ovulatorios simples y dobles y ovulaciones,
 - Establecer el tiempo de ovulación o fallo de la misma,
 - Monitoreo del cuerpo lúteo,
 - Estimación del estado del ciclo estral,
 - Diferenciación entre persistencia luteal y condiciones anovulatorias,
 - Determinación de exposición endometrial a estrógenos,
 - Estimación del tiempo apropiado de crianza,
 - Detección de semen en útero,
 - Colección de oocitos foliculares por aspiración transvaginal,
 - Evaluación del potencial de un animal como receptor de transferencia embrionaria,
 - Detección y estudio temprano del embrión,
 - Detección de embriones gemelos en yeguas, eliminación manual de uno de ellos,
 - Diagnóstico de gemelos (membrana gemelar) durante el estado fetal tardío,
 - Determinación del sexo del feto,
-
- Determinación de viabilidad fetal y posición preparto,
 - Evaluación de la involución uterina postparto,
 - Diagnóstico preciso de muerte embrionaria (ausencia de latido cardíaco),
 - Diagnóstico de condiciones patológicas en ovarios como quistes luteales y ovárico, quistes peri ováricos, tumores ováricos y folículos hemorrágicos, y
 - Diagnóstico de patologías de órganos tubulares como hidrosalpinx, piómetra, quistes uterinos, colección de fluido uterino intraluminal (8).

4.11.3. Cambios detectados durante el estro por ultrasonido.

Hay una asociación temporal entre el incremento de estradiol circulante y el incremento de número de zonas en la escala de grises en las imágenes del endometrio, aumento del grosor de la pared uterina y el desenvolvimiento de la porción craneal de los cuernos uterinos. Las tres características son atribuibles a edema o al fluido que llega a los espacios del tejido endometrial. El desenvolvimiento de la porción craneal de los cuernos durante el flujo o fluido puede reflejar el aumento de la presión dentro de la estructura tubular (9).

El aumento del edema endometrial y del fluido luminal está relacionado cercanamente al aumento del estradiol, pero la disminución del edema ocurre gradualmente después del esperado pico de estradiol comparado a la pérdida de fluidos luminales (9).

4.12. GLÁNDULAS LUTEALES.

El cuerpo lúteo produce progesterona, la cual concluye el comportamiento del estro y mantiene al animal en un estado no receptivo. La progesterona también prepara al túbulo genital para la potencial recepción del embrión. Si la vaca no queda preñada, el cuerpo lúteo regresa. La vaca luego retorna al estro y se produce una nueva oportunidad para que quede preñada (9).

Debido al papel rotativo del cuerpo lúteo, la evaluación y detección por medio del ultrasonido, provee información valiosa para el diagnóstico. La presencia y estado de la glándula luteal no puede ser averiguado durante el desarrollo y estado regresivo por palpación rectal. Uno de los mejores usos de la ultrasonografía en la biología

reproductiva, involucra la detección y evaluación inmediata de la glándula luteal (9).

4.12.1. Detección del sitio ovulatorio y cuerpo lúteo.

La frecuencia de primera o última detección son muestras relativas de la primera o segunda ovulación de un ciclo estral. El nuevo cuerpo lúteo en formación o sitio de ovulación fue detectable en el día cero (el día en que el folículo se ha ido) en la mayoría de las novillas. La detección del cuerpo lúteo temprano o sitio de ovulación en el día de ovulación es una consideración importante. Cuando la frecuencia de los exámenes está hecha, la principal indicación obvia es la ausencia de un folículo grande, que estuvo presente en la evaluación previa. Además, la ovulación puede ser confirmada unos pocos días después por la presencia de un cuerpo lúteo (9).

Los biólogos de granjas tienen tradicionalmente el uso del estro como punto primario de referencia. Paradójicamente muchos investigadores determinan el día de ovulación por medio del ultrasonido, pero cuando reportan perfiles de cambios en las concentraciones hormonales y desarrollo folicular, usan el estro como punto de partida. El criterio de comportamiento usado para definir estro, es difícil de estandarizar en los laboratorios, experimentos e investigaciones, mientras que determinado ultrasónicamente es objetivo. El tiempo de ovulación, en contraste a los estros variantes en tiempo entre especies y animales, puede ser definido por ultrasonido, limitado solo por la frecuencia de determinaciones. Además, se pueden dar consideraciones a múltiples ovulaciones que ocurren en tiempos diferentes. Otra ventaja de la ovulación como punto de referencia, involucra su división de distintos ambientes hormonales. El tiempo requerido para la determinación de la ovulación es mínimo si las facilidades eficientes están disponibles (9).

4.12.2. Localización de los cursores en la pared folicular para medir el diámetro.

Se ha vuelto común determinar y reportar el tamaño de los folículos en diámetro debido que la dimensión del diámetro es fácilmente obtenida y comprendida. El punto

de cruz de la línea vertical y horizontal de un cursor es centrado en la interfase entre la pared folicular y el fluido antral. Esta técnica de medida es usada porque el borde entre el atrio y la pared folicular interna es más fácil de distinguir que la pared externa y el estroma. La localización del cursor hace que los reportes sobre las medidas de los folículos varíen, por ello la localización de los cursores debe ser estandarizada y consistente. La calibración puede ser hecha por medio de la medición de objetos de diámetro conocido o midiendo la distancia entre marcas de graduación en la pantalla del ultrasonido. La mayoría de los modelos de escáneres miden lo más cercano a 1 milímetro. Algunos modelos recientes miden cercano a 0.1 mm, lo cual puede ser importante en estudios de investigación (9).

La determinación del diámetro de folículos está sujeta a variación debido a las formas irregulares. El diámetro de folículos que no son esféricos puede ser estimado promediando el punto más largo y el punto más ancho o ajustando mentalmente la forma irregular a un aproximado equivalente a una forma circular. Los errores experimentales pueden reducirse al calcular el significado de múltiples mediciones y al usar solo un operador. Para propósitos clínicos, la precisión y estandarización de medidas puede no ser requerida (9).

4.12.3. Búsqueda.

Determinar la localización de cada folículo y rastrear folículos individuales a partir del examen es un procedimiento fuerte para la investigación. El diámetro de los folículos y cuando es factible, la distancia entre estructuras, puede ser determinada al congelar la imagen. Las señales incluyen los ligamentos ováricos, los polos ováricos, las superficies libres, la localización relativa de otros folículos, el cuerpo lúteo y el tamaño de los folículos (9).

4.12.3.1. Túbulo genital.

Antes del desarrollo de las técnicas de imagen por ultrasonido, los estudios clínicos y las investigaciones del ciclo uterino, cervical, y vaginal durante el ciclo estral

en vacas, estaba limitado a la palpación rectal y a biopsias endometriales, citología y endoscopia, así como, la palpación transvaginal (9).

El entendimiento de la anatomía con el uso del ultrasonido es esencial para la evaluación del tracto reproductor. La función del útero como sitio de desarrollo embrional y fetal enfatiza la importancia de la sonografía uterina. El útero también sirve de guía para localizar y orientar el transductor durante el examen con ultrasonido. Solo con el conocimiento de la anatomía uterina y orientación el sonógrafo puede asegurar que todo el útero ha sido examinado para encontrar vesículas o procesos patológicos (9).

4.13. NUTRICIÓN.

4.13.1. Deficiencias nutricionales.

El nivel de energía tiene un efecto significativo en la actividad ovárica. La nutrición inadecuada suprime el estro en las hembras jóvenes en crecimiento más que en las adultas. Los bajos niveles de energía causan inactividad ovárica y anestro en vacas de engorde que amamantan. Suele ser posible acortar el periodo anovulatorio en terneras de engorde primíparas al incrementar el consumo de energía al final de la gestación, restringir el amamantamiento a una vez diaria desde el día 30 posparto hasta el primer estro y destetar tempranamente o retirar al becerro durante 72 horas, así como por medio de la administración de progestágenos o exógenos parenteralmente (10).

Las bajas concentraciones de glucosa e insulina durante el principio de la lactación puede tener efecto inhibitor o actuar directamente en el ovario para deprimir la secreción de esteroides. Por otro lado, la liberación de opiáceos endógenos al aumentar el consumo de alimento u otras hormonas asociadas a la lactación podría inhibir la secreción pulsátil de LH y deprimir el funcionamiento ovárico (5).

Las deficiencias de minerales o vitaminas causan anestro. La deficiencia de fósforo en vacas criadas en grandes pastizales provoca disfunción ovárica, que a su

vez, induce retraso de la pubertad, depresión de los signos de estro, y con el tiempo, cese de éste (10).

Se han realizado estudios en los que se ha suplementado con granos y concentrado a vacas en pastoreo durante el verano y esto no ha afectado la producción, a pesar de que la temperatura corporal se encontraba más elevada en el grupo alimentado al sol que en el grupo alimentado a la sombra (4).

V. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1 MATERIALES

5.1.1 Recursos humanos.

- Médico Veterinario.
- Vaqueros.
- Estudiante responsable.
- Propietario de la finca.
- Asesores.

5.1.2 Recursos de campo:

- Ultrasonido Sonavet 600 con transductor lineal de 5 MHz.
- Regulador de voltaje.
- Extensión eléctrica.
- Guantes de palpación.
- Gel para ultrasonido.

- Agua.
- Jabón.
- Lazos.
- Papel.
- Tinta de impresión.

5.1.3. Recursos Biológicos:

- Hato de 490 Vacas F1 (Brahman-Holstein).

5.1.4. Centros de referencia:

- Finca Nueva San Jerónimo
- Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
- Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Internet.

5.2 METODOLOGÍA A SEGUIR

5.2.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

El estudio “Comparación de la actividad ovárica en vacas F1 (Brahman – Holstein) durante la época seca y la época lluviosa, en un hato de la costa sur de Guatemala” se realizó en una finca del Departamento de Escuintla. La cual posee un hato de ganado mixto de vacas, en el que se encuentran vacas de razas lecheras puras (Holstein y Jersey), vacas F1 (Brahman-Holstein) y vacas Brahman puras.

La finca se encuentra ubicada en el municipio de La Gomera, departamento de Escuintla, latitud 14°01'N, longitud 91°06'O. Cuenta con una temperatura

media de 27 °C, humedad relativa media de 75.95 % y precipitación pluvial promedio de 0.22 mm, para el año 2004.

Se evaluó únicamente a las vacas F1 (Brahman-Holstein), para realizar dicha evaluación se tomaron y amarraron a las vacas y se realizó palpación rectal; para luego utilizar el método de diagnóstico confirmativo de ultrasonido. Con el objeto de evitar errores y tener certeza de la actividad ovárica. Se estableció como vacas ciclando, aquellas que posean un cuerpo lúteo en uno de los 2 ovarios o que se encuentren en celo al momento del examen.

El trabajo se realizó durante la época de invierno que comprenden los meses de mayo a octubre del año 2004. La temperatura ambiental y la humedad relativa se tomarán de la estación meteorológica más cercana a la finca la cual es la de CAMANTULUL, que es el centro de referencia para el INSIVUMEH.

Los resultados obtenidos fueron comparados con los datos de la actividad ovárica durante la época seca que comprende de noviembre de 2003 a abril de 2004, los que se obtuvieron por medio de la tesis de grado titulada **Determinación de la actividad ovárica en vacas F1 (Brahman – Holstein) durante el verano en un hato de la costa sur de Guatemala**, de la Doctora Ruth Cecilia Galindo Ordóñez.

5.2.2 MÉTODO ESTADÍSTICO.

5.2.2.1 Análisis de resultados:

- a. Se creó una hoja de resultados en la que se describe el número de la vaca, el número del collar de identificación, mes en el que se le hizo el

examen de palpación de rectal, la fecha y descripción del diagnóstico por ultrasonido,

- b. Los resultados que se obtuvieron al realizar el diagnóstico por ultrasonido fueron la descripción de la anatomía y fisiología del ovario, interpretándose así, cuatro variables para describir el estado reproductivo de la vaca: preñada, posparto, en actividad ovárica, sin actividad ovárica,
- c. Se tomó como referencia el día en que la vaca presentaba un cuerpo lúteo en uno o dos de los ovarios, y se comparó con dos variables ambientales: la temperatura en grados centígrados y el porcentaje de humedad relativa promedio del mes a analizar.
- d. Para establecer las variables reproductivas a lo largo del estudio se utilizó estadística descriptiva, cuadros, tablas y gráficas. Y para evaluar la comparación que existe entre las condiciones ambientales en época seca con las de la época lluviosa en relación a la actividad ovárica se compararon los resultados con la prueba de T student y un índice de varianza.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el estudio se tomaron en cuenta 172 vacas F1 cruce de Brahman con Holstein, que presentaron una condición corporal mayor o igual a 2.5. Esta característica es de vital importancia; Según Camps, D. (2001) los efectos nutricionales se vinculan de manera indirecta a través de su relación con la síntesis y liberación de las hormonas modificando así la respuesta del órgano sensible a la acción hormonal. Estos efectos son producidos por una compleja interrelación entre calidad y cantidad de alimento consumido, nivel de reservas acumuladas y competencia por el destino de los nutrientes en relación a la función fisiológica que se encuentra desempeñando en ese momento; es decir que el organismo animal prioriza funciones y hasta que éstas no son abastecidas, no habrá disponibilidad para las demás (4).

Del total de vacas evaluadas, 72 (41.86%) presentaron actividad ovárica durante los meses comprendidos de mayo a octubre de 2004 (invierno). En comparación con el número de vacas presentes en el estudio realizado en verano, que fue de 200 y de éstas solamente presentaron actividad ovárica 84 (42%) (Ver Cuadro No. 1 y 2. Tabla No. 1 y Gráfica No. 1).

Se pueden determinar varios factores relacionados con la ausencia de la actividad ovárica en las vacas, dentro de estos se puede mencionar el anestro causado por envejecimiento, anestro causado por lactación, el estacional y el anestro posparto, en este último se da una disminución en la circulación de estrógenos y progestágenos y el crecimiento folicular en ocasiones se detiene por completo por ausencia del pulso ascendente de la hormona luteinizante (la que provoca el crecimiento folicular) (14). Los factores ambientales a los cuales están sometidos los animales en las distintas épocas del año son importantes, ya que tanto las temperaturas altas del verano, la lluvia y la humedad del invierno son características ambientales que pueden provocar estrés en el animal, retrasándose de esta manera el reinicio de la actividad ovárica posparto.

El registro de la temperatura en °C y el porcentaje de humedad relativa que se dio en los meses de invierno fueron determinados por la estación meteorológica más cercana a la finca. El rango de temperatura media para los seis meses de invierno fue de 26.3°C a 28.6 °C, siendo el mes de octubre el más fresco y el mes de agosto el más caluroso respectivamente (Ver tabla No. 3 y gráficas No. 2 y 3). El rango para la humedad relativa media fue de 70% a 85%, siendo octubre el mes que presentó el porcentaje más alto y julio el más bajo. La precipitación pluvial también se determinó siendo esta de 140 mm³ para mayo, para junio 207.6 mm³, para julio 91.8 mm³, para agosto 297.1 mm³, para septiembre 250.2 mm³, y para octubre 107.3 mm³. El índice de estrés que presentaron los animales durante los meses comprendidos de mayo a octubre de 2004 fue de 79.5%, dato que según Wiersma, S. (1990) se encuentra dentro de la clasificación de estrés. En comparación a los meses que comprende el verano en donde se observó un índice moderado de estrés en los primeros meses, para luego convertirse en estrés. El promedio de la temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial es mayor en invierno. Por el contrario de lo que sucede en el período de verano en donde se encuentran meses bastante frescos en su inicio, lo que hace que los animales padezcan de un estrés moderado.

Se determinaron dos características del ciclo reproductivo: con actividad ovárica (presencia de cuerpo lúteo en alguno de los ovarios) y sin actividad ovárica. De esta manera se determinó la etapa del ciclo reproductivo de las vacas a lo largo de seis meses (ver cuadro No. 1). El promedio del intervalo parto primer celo fue de 120.3 días, siendo el intervalo menor de 40 días y el mayor de 279 días. Según Galindo, R. (2004) los resultados obtenidos para la época de verano (noviembre 2003 a mayo 2004) fueron los siguientes: la cantidad de vacas que ciclaron fue de 84 y tuvieron un promedio de intervalo de parto primer celo de 76.8 días siendo el intervalo menor de 40 días y el mayor de 213 días (ver gráficas No.

6 y 7). El intervalo transcurrido para la aparición del primer calor o estro posparto en ganado lechero se relaciona directamente con la eficiencia reproductiva; en consecuencia las variaciones en la longitud del mismo afectarán la meta de toda explotación lechera, esto es, obtener una lactancia por año (4).

Durante el invierno se presentó que, en el intervalo de 40 a 90 días posparto un 38.8% (28) de las vacas F1 Brahman-Holstein presentaron actividad ovárica, en el período comprendido de 91 a 120 días un 22.2 % (16), en el período de 121 a 150 fue de 10% (7), en el de 151 a 213 días fue de 16.6% (12) y finalmente en el período de 214 a 279 días 12.5% (9). Al realizar la comparación con los resultados obtenidos por Galindo, R. (2004) durante la época de verano se determina que en el intervalo de 40 a 90 días posparto presentaron actividad ovárica 75% (63) de las vacas, en el período comprendido de 91 a 120 días un 14.28% (12), en el período de 121 a 150 fue de 4.76% (4), en el de 151 a 213 días fue de 5.95% (5) y de las vacas estudiadas en verano no hubo alguna que tuviera un período de días abiertos tan prolongado (214 a 279 días) como el observado en el invierno (ver tabla No. 5 y gráfica No. 7 y 8).

Por lo tanto la diferencia significativa que se observo del intervalo parto 1er. Celo (ovulación) entre la época seca en relación con la época lluviosa puede atribuirse al incremento de la temperatura y la precipitación pluvial del invierno. Esto se refleja en la tabla No. 4 de estrés, donde se observa un incremento en la temperatura durante los meses de invierno dando como resultado estrés en los animales, a diferencia de lo observado durante el verano en los meses de diciembre, enero y febrero durante los cuales la temperatura se mantuvo baja produciendo un estrés moderado, es decir que durante el invierno las condiciones ambientales ocasionan estrés, resultado de esto se refleja en un incremento del intervalo parto 1er celo en comparación con el verano.

Se observa un aumento de días abiertos durante el invierno situación que ocasiona pérdidas económicas y que se percibe en una disminución de los

índices de producción láctea y en la producción de terneros, y por lo tanto se observa mayor gasto de alimentación. Se estima que la pérdida económica por día abierto es de 3 dólares (comunicación personal) lo que ocasiona pérdidas importantes en la producción total.

La precipitación pluvial incide directamente en la locomoción de los animales dando como resultado una disminución en el consumo de alimento y produciendo estrés en el animal.

Se utilizó el método estadístico de T student para comparar la relación entre la presentación de la actividad ovárica posparto en verano y en invierno (Ver cuadro No.

2). Y se utilizó el método de varianza para determinar la diferencia en la presentación de los días abiertos en ambas épocas. Los promedios de los días en que las vacas presentaron actividad ovárica de ambos estudios se sometieron a una prueba estadística de comparación de variables como lo es T student, y se determinó que no hay diferencia significativa ($t=0.003$) entre la presentación de la actividad ovárica en verano y en invierno (grado de libertad 3 y nivel de significancia 0.05). Negándose de esta manera la hipótesis inicial del estudio en donde se suponía que existía diferencia en la actividad ovárica de vacas F1 (Brahman-Holstein) durante la época seca y la época lluviosa en un hato de la costa sur de Guatemala. A pesar de que los índices de correlación de temperatura son más altos en verano y los de humedad en invierno (ver tabla No. 2), se demuestra que estas variables ambientales no son factores determinantes para el reinicio de la actividad ovárica en el posparto de las vacas en la costa sur de Guatemala. Sin embargo, la temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial observadas en invierno sí son un factores importantes causantes de estrés en los animales, por lo que se vio reflejado en un aumento de días abiertos en el invierno.

Se determinó que durante la época de invierno fue el mes de mayo en el que más vacas presentaron actividad ovárica posparto (30 vacas), y el mes en el que se presentó menor cantidad de vacas ciclando fue el mes de junio (3 vacas). En la época de verano fue en el mes de enero en donde se registró mayor número de vacas ciclando (27) y los meses de noviembre y diciembre fueron en los que menos número de vacas ciclaron, 2 respectivamente (Ver gráfica No. 4 y tabla No. 5).

Así mismo, se determinó la varianza entre ambos resultados para cada intervalo de días, y se obtuvo un resultado de 303.44 por lo que se determina que a pesar de que ciclaron el mismo número de vacas en ambas épocas del año, no se presentó la actividad ovárica en el mismo intervalo de tiempo posparto.

Las 9 vacas que se encuentran dentro del intervalo de 214 a 279 de días abiertos presentaron actividad ovárica en distintos meses de invierno, siendo así; que en mayo ciclaron 3 vacas al día 214, una vaca al día 238 y una al día 226. En el mes de julio cicló una vaca al día 235, en agosto cicló otra al día 279, y en octubre al día 273. Uno de los factores ambientales necesarios que deben tomarse en cuenta para relacionar estas variables es la precipitación pluvial media, la cual fue de 10.17mm^3

de lluvia para el mes de julio y para agosto de 16.56mm^3 . Siendo el mes de mayo en el que se registró mayor cantidad de lluvia con una cantidad total de 21.80mm^3 de lluvia y octubre se presentó mayor % de humedad, y menor temperatura.

Del total de vacas que ciclaron durante el presente estudio únicamente el 33.53% quedaron preñadas y el 29.47% no lo hicieron. En comparación con los resultados obtenidos del estudio realizado en verano se determina que 55 vacas quedaron cargadas (65.47%) y 29 vacas (34.52%) no quedaron cargadas (ver gráfica No. 6 y 7). Con esto se establece que las vacas sometidas a un estrés calórico moderado durante el verano presentaron un mayor porcentaje de índice de preñez en relación con el porcentaje de preñez obtenido durante el invierno.

Con el presente estudio se observó que las vacas F1 (Brahman-Holstein) durante la época lluviosa sí fueron afectadas en relación a la presentación de actividad ovárica posparto, aunque estas cuentan con una condición corporal adecuada. Por lo que sí se da un manejo adecuado en relación a las condiciones ambientales de cada época, la eficiencia reproductiva de los hatos lecheros puede mejorarse durante los meses de invierno. También se logró determinar que no existe diferencia significativa en la presentación de la actividad ovárica posparto de las vacas F1 (Brahman-Holstein), entre el verano y el invierno.

VII. CONCLUSIONES

1. Los factores ambientales de temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial media son causantes de un índice de estrés considerable en vacas F1 Brahman-Holstein de un hato de la costa sur de Guatemala, situación que se ve reflejada con el reinicio prolongado de la actividad ovárica posparto durante los meses de invierno.

2. El mes que presentó la temperatura más elevadas durante el período estudiado fue agosto mientras que el mes que presentó menor porcentaje de humedad y menor temperatura fue octubre.
3. El promedio del intervalo parto primer celo para la época de invierno fue de 121.3 días, siendo el intervalo menor de 40 días y el mayor de 286 días. Y para la época de verano se observó que, mayor cantidad de animales presentaron actividad ovárica posparto teniendo un promedio de intervalo de parto primer celo de 76.8 días.
4. Se determinó que solamente el 43% de las vacas que presentaron reinicio de la actividad ovárica durante la época lluviosa se encontraron dentro del rango de 40-90 días así mismo se estableció un 16% dentro de un rango de 214-286 días. Y para los meses de verano se observó que un 75% de las vacas ciclaron dentro del rango de 40 a 90 días.
5. El índice de preñez fue mayor durante los meses de verano en comparación en los meses de invierno. Presentándose en verano un 65.47% y en invierno 34.52%.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda llevar un control adecuado de la alimentación y condición corporal de las vacas en lactación, principalmente en época de invierno, ya que estos factores son incidentes en la presentación de actividad ovárica posparto.
2. Se recomienda realizar estudios que relacionen más factores que influyan en el comportamiento y eficiencia reproductiva posparto en vacas F1 (Brahman-Holstein), con el objeto de mejorar la producción de las vacas que se encuentren en la costa sur de Guatemala.
3. Se recomienda el uso del ultrasonido como ayuda diagnóstica en hatos de ganado bovino, para disminuir los errores humanos.
4. Se recomienda establecer métodos eficientes para la observación de celo en el hato.

IX. RESUMEN

Para la realización del trabajo se utilizó un hato de ganado mixto de 180 vacas, localizado en el municipio de la Gomera, Escuintla, en el que se encuentran 172 vacas F1 (Brahman-Holstein), siendo el resto de vacas, razas lecheras puras (Holstein y Jersey) y vacas Brahman puras.

En el estudio se incluyeron 72 vacas F1 (Brahman-Holstein), con una condición corporal de 2.5 en adelante, que se encontraron posparto durante el invierno, que incluye los meses de mayo a octubre 2004. Para evaluar si existe alguna diferencia en cuanto al reinicio de la actividad ovárica en relación a los datos obtenidos en el estudio realizado durante los meses de noviembre 2003 a abril 2004.

La actividad ovárica se evaluó con intervalos de 21 días, se definió a una vaca ciclando como aquella que presenta un cuerpo lúteo en uno de los ovarios; para el diagnóstico se utilizó palpación rectal que fue corroborada con ultrasonido.

Para evaluar la temperatura media diaria, porcentaje de humedad media diaria y la precipitación pluvial se utilizaron los datos de la estación de referencia para el INSIVUMEH Camantulul. Se realizó un promedio de temperatura, humedad y precipitación pluvial por mes para poder relacionarlos con los días en que las vacas presentaron actividad ovárica posparto.

Los resultados se analizaron por medio de la prueba de T student, indican que no hubo relación entre la temperatura media y presentación de la actividad ovárica posparto de vacas F1 (Brahman-Holstein), ni tampoco hubo relación entre el porcentaje de humedad media y la actividad ovárica posparto durante las épocas de verano e invierno. Pero sí se demostró que la temperatura y humedad relativa observadas durante el invierno ocasionan un índice de estrés en los animales, reflejándose en un aumento de días abiertos durante el invierno.

El estudio demostró que en el ganado F1 (Brahman-Holstein) para producción lechera en la costa sur de Guatemala, (con una condición alimenticia y corporal adecuadas) la presentación de la actividad ovárica posparto y el período de días abiertos se vio afectado por la temperatura por la humedad y por la precipitación pluvial siendo estos factores ambientales causantes de estrés en los animales.

No se observó diferencia significativa entre la presentación del reinicio de la actividad ovárica durante el verano en relación con el invierno en la costa sur de Guatemala; pero sí se observó variación en la presentación de días abiertos en la época de invierno.

X. BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Alba, J de. 1985. Reproducción Animal. México, La Prensa Médica Mexicana. p. 329-336.
- 2- Bath, D; Dickinson, F.; Applemal, R. 1982. Ganado lechero, principios, prácticas, problemas y beneficios. 2 ed. México. Editorial Interamericana. P. 302.
- 3.- Bearden, H; Fuquay, J. 1982. Reproducción Animal Aplicada. Trad. H Sumano López; L Ocampo Camberos. México, El Manual Moderno. p. 258-260.
- 4.- Galindo, R. 2004. DETERMINACIÓN DE LA ACTIVIDAD OVÁRICA EN VACAS F1 (BRHAMAN-HOLSTEIN) DURANTE EL VERANO EN UN HATO DE LA COSTA SUR EN GUATEMALA. Medico Veterinario. Guatemala. 83 p.
- 5.- González, F. 2003. Curso II de Medicina Veterinaria. Guatemala, s.e. 11p.
- 6.- Gordon, I. Reproducción controlada del ganado vacuno y los Búfalos. Trad. I Martin. Zaragoza, ES., Acribia. 514 p.
- 7.- Hafez, E. 1996. Reproducción e inseminación artificial en animales. Trad. R. Palacios. 6 ed. México, McGraw-Hill. 542 p.
- 8.- IIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias) Universidad de Chile. 2000.

Efecto de la temperatura y la suplementación energética sobre la producción de leche en vacas lecheras a pastoreo (en línea). Consultado 29 de agosto .2006.

Disponible en: <http://www.scielo.cl/scielo.php>

- 9.- Nalbandov, A. 1958. Fisiología de la reproducción. Trad. Dr. Arsenio Fraile Zaragoza ES., Acribia. 303p.
- 10.- Nuakov D. 1997. Fertilidad y obstetricia del ganado vacuno. 2da. ed. España., Acribia. 175p.
- 11.- Prem González, JJ. 1997. Interrelación de factores que afectan la sobrevivencia embrionaria durante el estrés calórico en bovinos. Trabajo de Investigación de Posgrado. San José, Costa Rica, Universidad Nacional. 22 p
- 12.- Ramírez, R; Segura, J. 1992. Comportamiento reproductivo de un hato de vacas Holstein en el noreste de México. (en línea). Consultado 19 oct. 2004. Disponible en <http://www.cipav.org>
- 13.- Rutter, B. 2002. Puerperio bovino (en línea). Consultado 12 de abril de 2004. Disponible en <http://www.portalveterinaria.com/servicios.php>
- 14.- Smidt D.; Ellendorf F. Endocrinología y fisiología de la reproducción de Los

animales zootécnicos. Trad. A Nuñez Cacho. BLV. Verlagsgesellschaft mbH.

395 p.

15.- Wiersma, S. 1990. Tabla de índice de temperatura-humedad para estimaciones

de estrés de calor. Arizona, US; Department of Agricultural Engineering. 1 p.

XI. ANEXOS

ANEXO No. 1

CUADROS Y TABLAS

Cuadro No. 1

Comportamiento reproductivo del hato de vacas F1 (Brahman-Holstein) durante los meses de mayo a octubre 2004.

REGISTRO	COLLAR	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
----------	--------	------	-------	-------	--------	------------	---------

59/89	3					ciclo 63	
103/99	114					Ciclo 104	
181/99	61	Ciclo 104					
17/68	11 R	Ciclo 201					
229/98	96						Ciclo 57
109/2	188						Ciclo 86
234/99	177				ciclo 129		
155/99	52						Ciclo 82
68/109	173	ciclo 95					
96/99	53	Celo 104					
0/26	161	ciclo 76					
137/99	87	Ciclo 107					
2119	16 R		ciclo 213				
124/7	17 A	Ciclo 214					
98/331	18				ciclo 49		
119/6	13 A				ciclo 279		
10/00	137	Ciclo 110					
98/72	59			ciclo 114			
11//1	169	ciclo 70					
13/99	66	celo115					
795/11	28	Ciclo 238					
38	49 R	Ciclo 226					
2119	16 R	Ciclo 214					
333	45			ciclo 235			
5050	30 R				ciclo 99		
98/282	20			ciclo 64			
202	13			ciclo 40			
107/99							Ciclo 233
02/0	160						Ciclo 191
42/99	68	ciclo 58					
16/99	76					ciclo 95	
066/12	186					ciclo 91	
66/00 R	146					ciclo 176	
134/99	100					ciclo 55	
611/3	19						Ciclo 58
102/00 c	131	Ciclo 184					
140/9	31 A				ciclo 195		
57/99	94					ciclo 60	
1728	36 R	Ciclo 182					
119/98	44			ciclo 76			
104/1	6 A			ciclo 47			
26/99	93	ciclo 82					
2153	6 R	Ciclo 109					
98/152	35			ciclo 86			
012/0	159			ciclo 123			
153/99	89	Ciclo 139					
50/99	15			ciclo 95			
69/99	72	ciclo 82					
99/41	103			ciclo 48			

99/272F2	98			ciclo 46			
5141	175	Ciclo 119					
1776	13 R	Ciclo 159					
551	10 R	ciclo 79					
193/99	82	ciclo 98					
321/00	95					ciclo 133	
227/98	39			ciclo 40			
1060	45R						Ciclo 86
60	47 R						Ciclo 62
143/9	262						Ciclo 48
99/52R	112	ciclo 71					
114/4	9 A	Ciclo 156					
21/93	4 R	Ciclo 180					
	37R	Ciclo 168					
49/99	128	Ciclo 144					
00/492	154	ciclo 99					
2143	4R		ciclo 180				
251/99	70		ciclo 61				
5141	175			ciclo 224			
2115	18R			ciclo 203			
26/99	93				ciclo 149		
012/0	159				ciclo 143		
60	47R						Ciclo 62
	TOTAL	30	3	14	7	8	10

PREÑADA	SIN ACTIVIDAD OVÁRICA	EN ACTIVIDAD OVÁRICA
---------	-----------------------------	----------------------------

Cuadro No. 2

Día en que se presentó la actividad ovárica en las vacas F1 (Brahman-Holstein) durante los meses de verano (noviembre 2003 a abril 2004) e invierno (mayo a octubre 2004)

No.	Verano	Invierno	No.	Verano	Invierno
-----	--------	----------	-----	--------	----------

1	40	40	41	63	114
2	40	40	42	64	115
3	41	46	43	67	119
4	43	47	44	68	123
5	43	48	45	69	129
6	44	48	46	70	133
7	44	49	47	70	139
8	45	55	48	70	143
9	45	57	49	71	144
10	45	58	50	73	149
11	45	58	51	73	156
12	46	60	52	73	168
13	46	61	53	74	176
14	47	62	54	77	180
15	48	62	55	80	180
16	49	63	56	83	182
17	49	64	57	84	184
18	49	70	58	84	191
19	49	71	59	85	195
20	50	76	60	85	201
21	50	76	61	86	201
22	50	79	62	86	203
23	50	82	63	88	214
24	51	82	64	93	214
25	52	86	65	96	214
26	52	86	66	97	224
27	52	86	67	103	226
28	53	91	68	104	226
29	55	95	69	105	233
30	56	95	70	105	235
31	56	95	71	108	238
32	57	98	72	110	279
33	58	99	73	110	
34	58	99	74	117	
35	59	104	75	120	
36	59	104	76	125	
37	60	104	77	125	
38	60	107	78	139	
No.	Verano	Invierno	No.	Verano	Invierno
39	60	109	79		140
40	62	110	80		159
81		160			
82		169			
83		182			
84		213			

Cuadro No. 3

Relación entre el día que las vacas F1 (Brahman-Holstein) presentaron actividad ovárica y la temperatura media en °C durante los meses comprendidos de mayo a octubre de 2004.

	REGISTRO	Día que presentó actividad ovárica posparto	% Humedad relativa	T Media °C
1	59/89	63	83	27.9
2	103/99	104	83	28.3
3	181/99	104	80	28.3
4	17/68	201	80	28.3
5	229/98	57	85	28.3
6	109/2	86	85	26.3
7	234/99	129	85	26.3
8	1768	201	80	28.3
9	68/109	95	82	28.3
10	96/99	104	80	28.3
11	0/26	76	82	28.3
12	137/99	107	80	28.3
13	2119	214	82	28.3
14	124/7	214	80	28.3
15	98/331	49	81	28.6
16	119/6	279	81	28.6
17	10/00	110	82	28.3
18	98/72	114	82	28.2
19	11//1	70	80	28.3
20	13/99	115	80	28.3
21	795/11	238	80	28.3
22	38	226	82	28.3
23	2119	214	82	28.3
24	333	235	70	28.2
25	5050	99	70	28.6
26	98/282	64	70	28.2
27	202	40	70	28.2
28	107/99	233	85	26.3
29	02/0	191	85	26.3
30	42/99	58	82	28.3
31	16/99	95	83	27.9

32	066/12	91	83	27.9
	REGISTRO	Día que presentó actividad ovárica posparto	% Humedad relativa	T Media °C
33	66/00 R	176	83	27.9
34	134/99	55	85	27.9
35	611/3	58	83	26.3
36	102/00 c	184	85	28.3
37	140/9	195	81	28.6
38	57/99	60	83	27.9
39	1728	182	70	28.3
40	119/98	76	70	28.2
41	104/1	47	80	28.2
42	26/99	82	80	28.3
43	2153	109	82	28.3
44	98/152	86	82	28.2
45	012/0	123	80	28.2
46	153/99	139	70	28.3
47	50/99	95	80	28.2
48	69/99	82	70	28.3
49	99/41	48	70	28.2
50	99/272F2	46	80	28.2
51	5141	119	70	28.3
52	1776	226	80	28.2
53	551	79	80	28.3
54	193/99	98	83	28.3
55	321/00	133	83	27.9
56	227/98	40	85	28.2
57	1060	86	85	26.3
58	60	62	85	26.3
59	143/9	48	85	26.3
60	99/52R	71	80	28.3
61	114/4	156	80	28.3
62		168	80	28.3
63	49/99	144	80	28.3
64	00/492	99	80	28.3
65	2143	180	82	28.3
66	251/99	61	82	28.3
67	5141	224	70	28.2
68	2115	203	70	28.2
69	26/99	149	81	28.6

70	012/0	143	81	28.6
71	60	62	85	26.3
72	21/93	180	80	28.3

Tabla No. 1

Presentación de la actividad ovárica de un hato de vacas F1 Brahman-Holstein durante la época de verano e invierno.

	No. de Vacas	Porcentaje
VERANO	84	41.86
INVIERNO	72	42

Tabla No. 2

Resultados obtenidos de los porcentajes de correlación R^2 obtenidos durante la época de verano (noviembre 2003 – abril 2004) y la época de invierno (mayo - octubre 2004) referente a la presentación de la actividad ovárica posparto con respecto a la temperatura y humedad relativa presentada en dichos meses.

	Verano	Invierno	TOTAL
R^2 % Humedad relativa media	2.8%	5.24%	8.04

R² Temperatura media °C	15.17%	1.5%	16.67
TOTAL	17.97	6.74	24.71

Tabla No. 3

Temperatura media en °C y Porcentaje de humedad relativa media presentada en los meses de noviembre 2003 a abril 2004 (época de verano) y en los meses de mayo a octubre 2004 (época de invierno)

MES	Temperatura Media °C	% Humedad Relativa
Noviembre	26.5	85.9
Diciembre	23.8	85
Enero	24.9	82
Febrero	26	76.5
Marzo	28.9	69.3
Abril	30	73.7
Mayo	28.3	80
Junio	28.3	82
Julio	28.2	70
	28.6	81

Agosto		
Septiembre	27.9	83
Octubre	26.3	85

Fuente: INSIVUMEH

Tabla No. 4
Índice de temperatura-humedad para estimación de estrés de calor (15).

		Humedad																																		
° C	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100															
22.2																					72	72														
22.8																					72	72	73	73												
23.3																	72	72	73	73	74	74	74													
23.9																72	72	73	73	74	74	75	75													
24.4																72	72	73	73	74	74	75	76	76												
25																72	72	73	73	74	74	75	76	77												
25.6																72	73	73	74	74	75	76	77	77												
26.1																72	73	73	74	74	75	76	77	79												
26.7																72	72	73	73	74	75	76	77	78	79	80										
27.2																72	72	73	73	74	75	76	77	77	78	80	81									
27.8																72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	82								
28.3																72	73	73	74	75	76	77	78	78	79	80	81	82	83							
28.9																72	73	74	75	76	77	78	78	79	80	80	81	82	83	84						
29.4																72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85					
30																72	73	74	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86				
30.6																72	73	73	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87		
31.1																72	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	81	82	83	84	85	86	87	88		
31.7																72	73	74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89		
32.2																72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	
32.8																72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	
33.3																73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	
33.9																74	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
34.4																74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
35																75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
35.6																75	76	77	78	79	80	81	82	83	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96
36.1																76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	91	92	93	94	95	96	97
36.7																76	77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	93	94	95	96	97	98
37.2																76	78	79	80	81	82	83	84	85	87	88	89	90	91	92	93	94	96	97	98	99
37.3																77	78	79	80	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	97	98	99	
38.3																77	79	80	81	82	83	86	86	87	88	89	90	92	93	94	96	97	99			
38.9																78	79	80	81	83	86	85	86	87	89	90	91	92	93	95	96	97	99			
39.6																78	79	81	82	83	86	86	87	88	89	91	92	93	95	96	97					
40																79	80	81	82	86	85	86	88	89	90	91	92	93	95	96						
40.6																79	80	82	83	86	86	87	88	89	90	91	92	93	96	96	97					
41.1																80	81	82	86	85	86	88	89	90	91	92	93	94	95	97	98					
41.7																80	81	83	86	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98							
42.2																81	82	83	85	86	87	89	90	92	93	94	96	97								
42.3																81	82	86	85	87	88	89	91	92	94	95	96	98								
43.3																81	83	86	86	87	89	90	91	93	94	96	97									
43.9																82	83	85	86	88	89	91	93	94	95	96	98									
44.4																82	86	85	87	88	90	91	94	94	96	97										
45																83	86	86	87	89	90	92	95	95	96	96										
45.4																83	85	86	88	89	91	92	94	96	97											
46.1																86	85	87	88	90	91	94	95	96	98											
46.7																86	86	87	89	90	92	94	95	97												

Sin Estrés

Estrés Moderado

Estrés Severo

Vacas Muertas

Hipótesis alternativa (Hi): Sí existe diferencia en la actividad ovárica de vacas F 1 (Brahman – Holstein) durante la época seca y la época lluviosa en un hato de la costa sur de Guatemala.

T Student : 0.0033

Decisión: se acepta la hipótesis nula.

Varianza: 303.4

Tabla No. 6

Presentación del promedio de índice de estrés que presentaron las vacas F1 (Brahman-Holstein) en un hato de la costa sur de Guatemala, bajo condiciones de humedad y temperaturas promedio para los meses de verano (noviembre 2003 a abril 2004) e invierno (mayo a octubre 2004).

	Promedio de % de humedad relativa	Promedio de Temperatura °C	Promedio de índice de estrés	Desviación estándar del índice de estrés
Verano	78.86	26.68	77.5	3.08
Invierno	80.16	27.93	79.5	1.37

Tabla No. 7

Porcentaje y Número de vacas F1 (Brahman-Holstein) que presentaron actividad ovárica en los intervalos de días posparto en las épocas de verano (noviembre 2003 a abril 2004) e invierno (mayo a octubre 2004) en un hato de la Costa Sur de Guatemala.

Varianza: 303.44

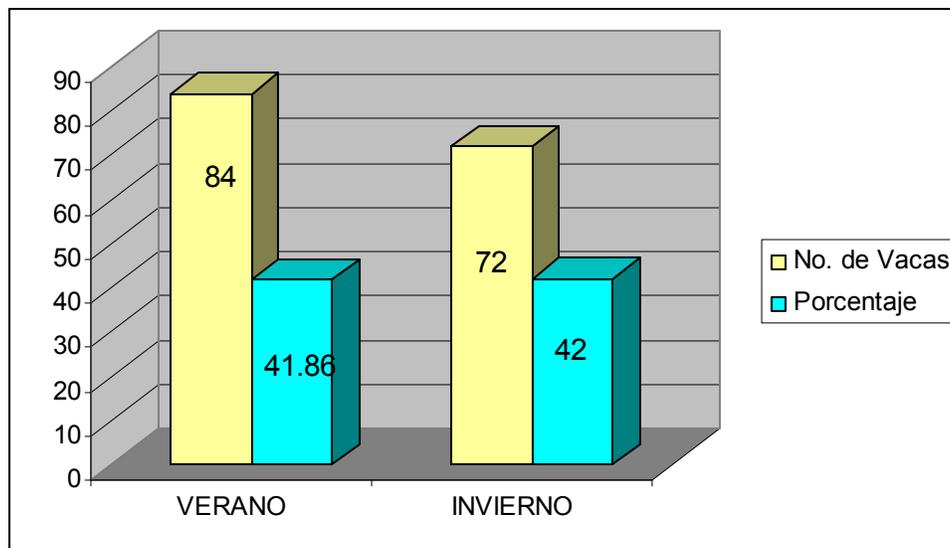
	Intervalo de días presentaron actividad ovárica posparto	Número de vacas que presentaron actividad ovárica posparto	% de vacas que presentaron actividad ovárica posparto
VERANO	40-90	63	75
	91-120	12	14.28
	121-150	4	4.76
	151-213	5	5.95
	214-279	0	0
INVIERNO	40-90	28	38.8
	91-120	16	22.2
	121-150	7	9.7
	151-213	12	16.6
	214-279	9	12

ANEXO No. 2

GRÁFICAS

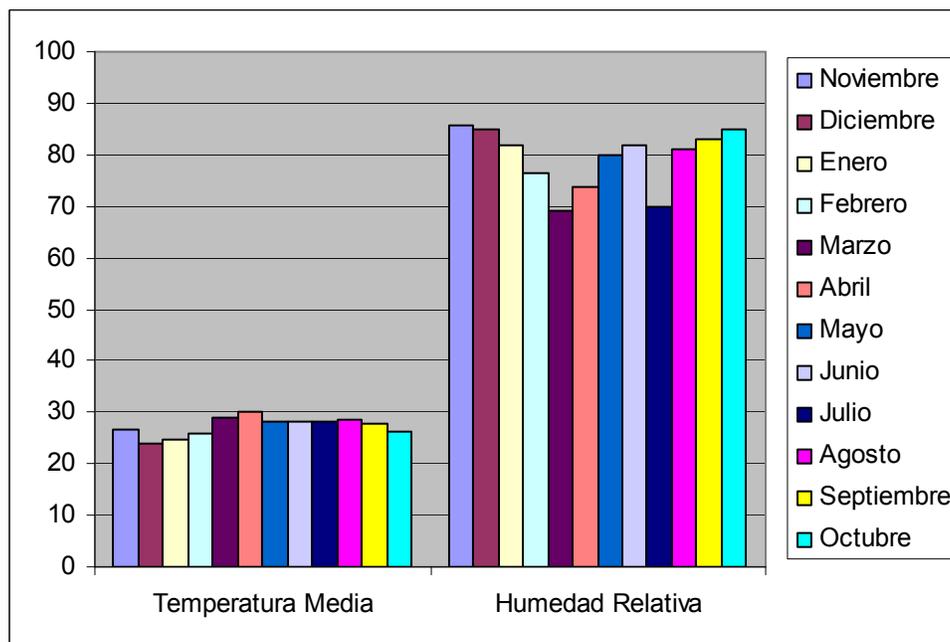
Gráfica No. 1

Comparación de la presentación de la actividad ovárica en vacas F1 Brahman-Holstein posparto en los meses comprendidos de verano (noviembre de 2003 a abril 2004) e invierno (mayo a octubre de 2004).



Gráfica No. 2

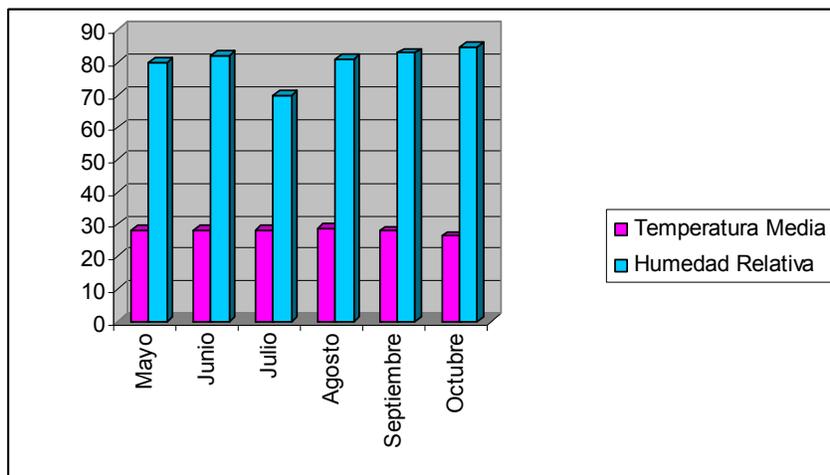
Comparación de la Temperatura media °C y del % de la Humedad Relativa media presentadas en los meses que comprenden la época de Verano e Invierno.



FUENTE: INSIVUMEH

Gráfica No. 3

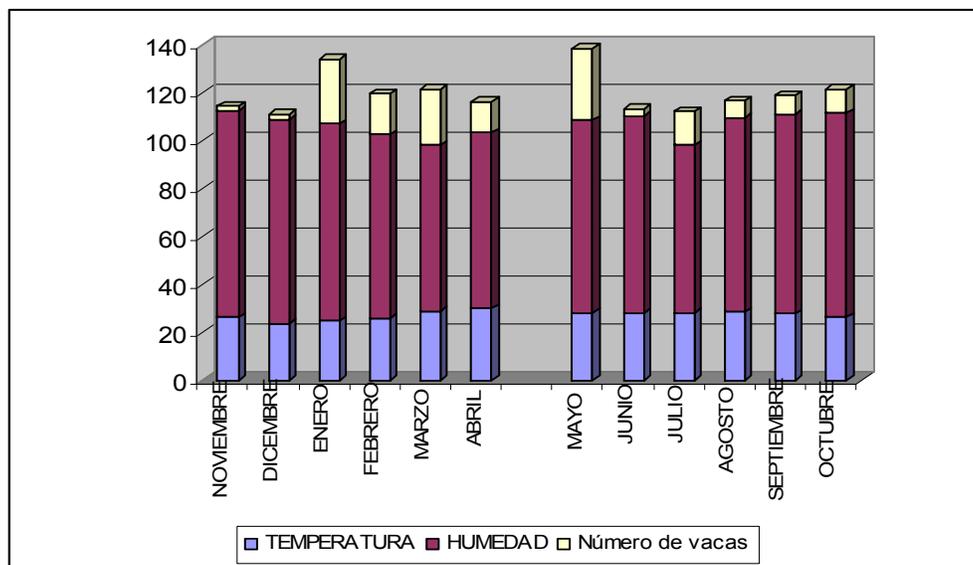
Presentación de la Temperatura media °C y del Porcentaje de Humedad relativa media para los meses de invierno (mayo a octubre 2004).



Fuente: INSIVUMEH

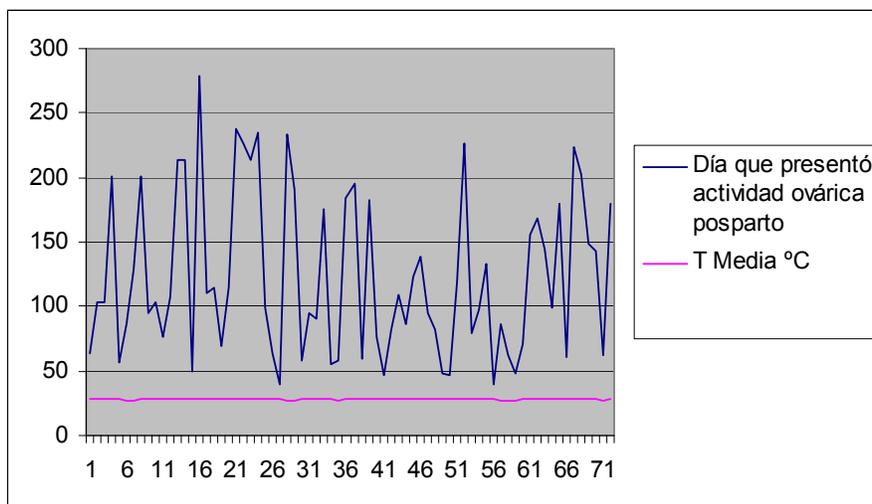
Gráfica No. 4

Presentación de la Temperatura media °C y del Porcentaje de Humedad relativa media para los meses de invierno (mayo a octubre 2004) y verano (noviembre a abril de 2004) y número de vacas que presentaron actividad ovárica.



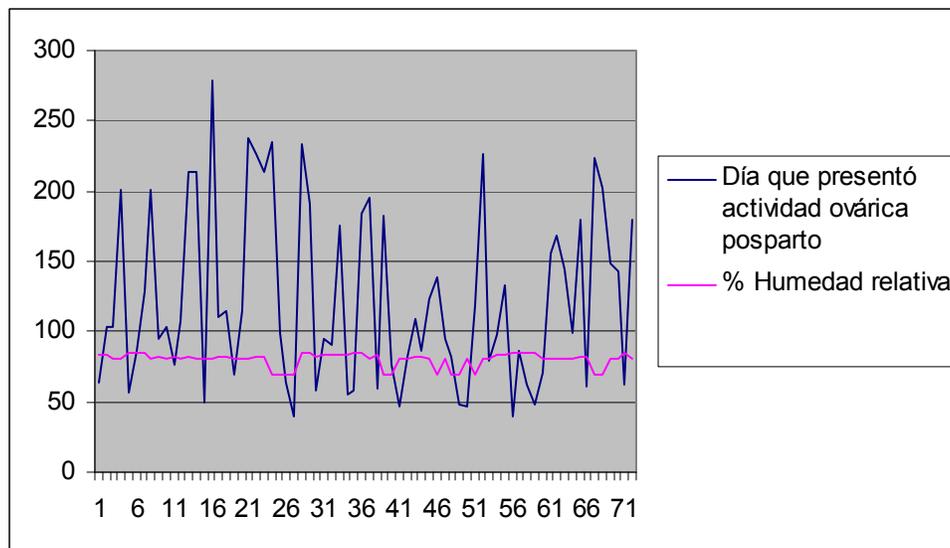
Gráfica No. 5

Presentación de los días en que presentaron actividad ovárica posparto las vacas F1 (Brahman-Holstein) de la Finca Nueva San Jerónimo, La Gomera Escuintla, y la temperatura °C registrada durante los meses de mayo a octubre 2004.



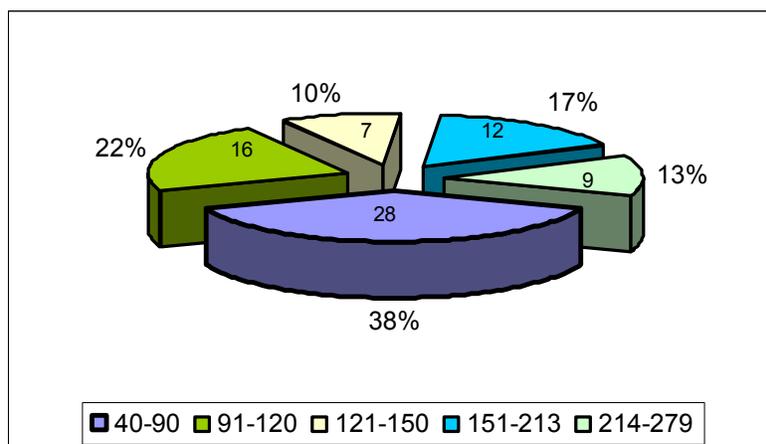
Gráfica No. 6

Días en que presentaron actividad ovárica posparto las vacas F1 (Brahman-Holstein) de la Finca Nueva San Jerónimo, La Gomera Escuintla, y el % de Humedad relativa registrado durante los meses de mayo a octubre 2004.



Gráfica No. 7

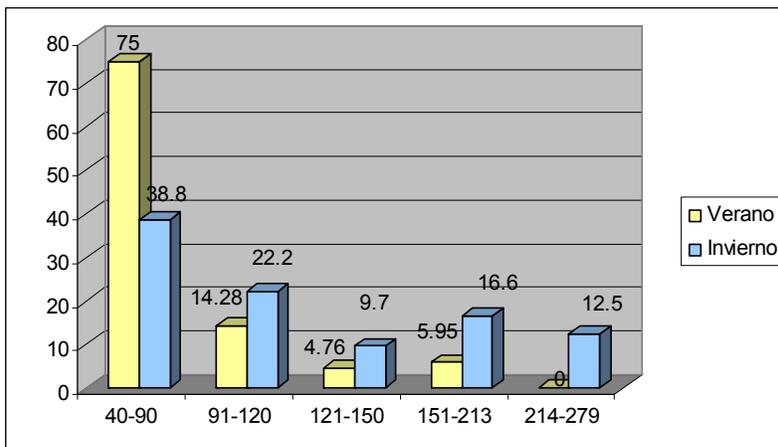
Porcentaje de vacas F1 (Brahman-Holstein) de la Finca Nueva San Jerónimo, La Gomera Escuintla, que presentaron actividad ovárica posparto en los períodos determinados durante los meses de mayo a octubre de 2004.



Gráfica No.8

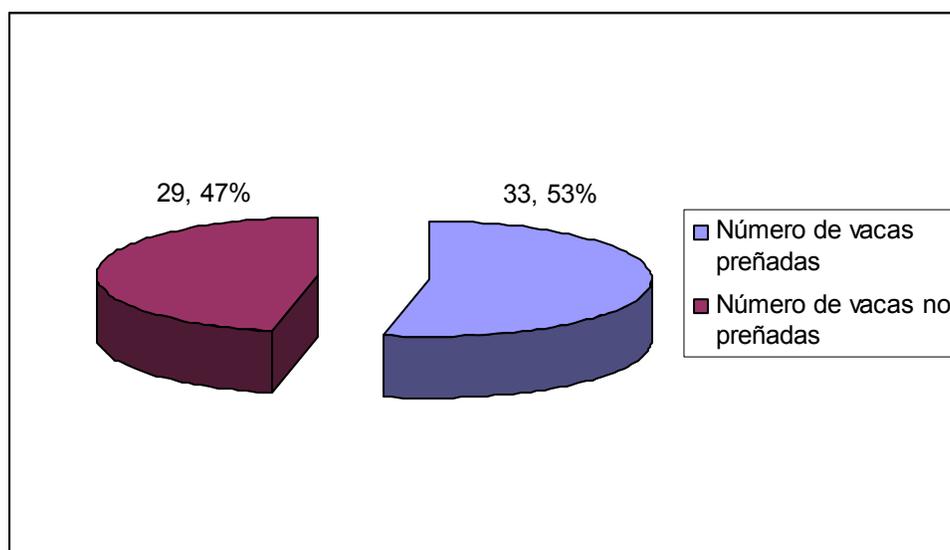
Comparación del número de vacas F1 (Brahman-Holstein) de la Finca Nueva San Jerónimo, La Gomera Escuintla, que presentaron actividad ovárica posparto en los

períodos determinados durante los meses de verano (noviembre 2003 a abril 2004) y durante los meses de invierno (mayo a octubre de 2004).



Gráfica No. 9

Porcentaje de vacas F1 Brahman-Holstein de la Finca Nueva San Jerónimo, La Gomera Escuintla, que presentaron estado de preñez en la época de invierno (mayo a octubre 2004).



Gráfica No. 10

Comparación de los índices de preñez obtenidos en la época de verano e invierno respectivamente en un hato de vacas F1 Brahman-Holstein de la Finca Nueva San Jerónimo, La Gomera Escuintla 2003-2004.

