UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTONÓMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

EFECTO DE DIETAS ADICIONADAS CON ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS EN EL CRECIMIENTO FOLICULAR DE VACAS SUPEROVULADAS EN DOS ÉPOCAS EN EL TRÓPICO.

T E S I S

Presentada como requisito parcial

Para obtener el título de:

Médico Veterinario Zootecnista

P R E S E N T A

PE MVZ. Sara del Refugio Ávila Rueda

PE MVZ. Lizbeth Alicia Hernández Hernández

A S E S O R E S

Dr. Gerardo R. Cansino Arroyo

Dr. Santiago Ramírez Vera

Villahermosa, Tabasco, 04 de marzo de 2014.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

UJAT

DIVISIÓN ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

"2014, Conmemoración del 150 Aniversario de la Gesta Heroica del 27 de febrero de 1864"

07 de mayo de 2014

LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y TITULACIÓN DE LA UJAT
P R E S E N T E.

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del (la) interesado(a), informo a usted, con base al artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al (la) C. Sara del Refugio Ávila Rueda, con matrícula 082C7091, egresado(a) de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, **la impresión de su trabajo recepcional** bajo la modalidad de **Tesis** Titulado: **"Efecto de la dieta adicionada con ácidos grasos poliinsaturados en el crecimiento folicular de vacas superovuladas en dos épocas en el trópico".**

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

DR. ROBERTO FLORES BELLO
DIRECTOR

U.J.A.T.
DIVISIÓN ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
D I R E C C I Ó N

C.c.p.- Expediente Alumno.

Miembro de CUMEX (desde 2005)
Consorcio de Universidades Mexicanas
UNA ALIANZA DE CALIDAD POR LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Carretera Villahermosa-Teapa Km. 25 R/A La Huasteca 2° Sección Villahermosa, Tabasco
C.P. 86280 Tel. (993) 358-15-85, 142-91-51 Ext. 6608
E-mail: direccion.daca@ujat.mx
docencia.daca@ujat.mx

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO
"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"

UJAT

DIVISIÓN ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

"2014, Conmemoración del 150 Aniversario de
la Gesta Heroica del 27 de febrero de 1864"

07 de mayo de 2014

LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT
P R E S E N T E .

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del (la) interesado(a), informo a usted, con base al artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo **autoriza** al (la) C. Lizbeth Alicia Hernández Hernández, con matrícula 082C7148, egresado(a) de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, **la impresión de su trabajo recepcional** bajo la modalidad de **Tesis** Titulado: **"Efecto de la dieta adicionada con ácidos grasos poliinsaturados en el crecimiento folicular de vacas superovuladas en dos épocas en el trópico"**.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.A.T.

ATENTAMENTE

DR. ROBERTO FLORES BELLO
DIRECTOR

DIVISION ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCION

C.c.p.- Expediente Alumno.

CARTA DE AUTORIZACION

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de grado denominada "**EFECTO DE DIETAS ADICIONADAS CON ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS EN EL CRECIMIENTO FOLICULAR DE VACAS SUPEROVULADAS EN DOS ÉPOCAS EN EL TRÓPICO"**, de la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitativa para subirla a la red abierta de bibliotecas digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 12 días del mes de Mayo del año 2014.

AUTORIZO

Ávila Rueda Sara del Refugio
TESISTA

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

CARTA DE AUTORIZACION

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco para que utilice tanto física como digitalmente la tesis de grado denominada "**EFECTO DE DIETAS ADICIONADAS CON ÁCIDOS GRASOS POLIINSATURADOS EN EL CRECIMIENTO FOLICULAR DE VACAS SUPEROVULADAS EN DOS ÉPOCAS EN EL TRÓPICO"**, de la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de la tesis antes mencionada, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro; autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitativa para subirla a la red abierta de bibliotecas digitales (RABID) y a cualquier otra red académica con las que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes manifestado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los 12 días del mes de Mayo del año 2014.

AUTORIZO

EL TESISTA

Lic. MVZ. Lizbeth Alicia Hernández Hernández

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por cuanto soy, cuanto puedo y cuento recibo, por haber puesto cerca de mí a mucha gente, familia, compañeros y amigos donde he encontrado reflejo de amor, porque hoy he podido cerrar un ciclo maravilloso y muy grande en mi vida, gracias por no dejarme sola nunca.

A mi Alma mater: Universidad Juárez Autónoma de Tabaco la cual llevo en el corazón por abrirme sus puertas del conocimiento. A mi División de Ciencias Agropecuarias nido de muchos que como yo eligieron esta extraordinaria carrera y que con mucho orgullo, amor, pasión y respeto representaré.

A todos mis maestros de la carrera por sus conocimientos, consejos, experiencias, confianza y formación, especialmente a quienes influyeron en mis elecciones académica en formarme como una persona de bien y preparada para los retos que pone la vida, al Dr. Gerardo Rogelio Cansino Arroyo, Dr. Santiago Ramírez Vera, MC. José Luis Ruiz Cruz, MC. Dorcas Arias De la Cruz y Rodrigo Urbina Cortes.

Con todo mi amor a mi padre: Guadalupe Ávila Bautista al cual extraño tanto y sé que sigue aquí conmigo observando mis pasos, por los 58 increíbles años tu infinito amor, ideales, nobleza, enseñanzas y apoyo incondicional. A ti que estas en mi mente y corazón todo mi amor y cariño por siempre.

A mi madre querida: Petrona Rueda de Feria a la cual admiro por su fortaleza, paciencia, comprensión, por seguir siendo la impulsora de nuestras metas y fe, por enseñarme la intención de vivir, a ella a la cual tanto Amo.

A mis hermanas: Emma, Esther, Ana, Guadalupe, Juana y Emi, que con su ejemplo, amor, consejos y enseñanzas son mi inspiración para poder seguir el camino, en el que solo pocos caminan por él.

A mis amigos quienes sin esperar nada a cambio compartieron con migo sus conocimientos, alegrías, consuelo, felicidad, a todos ellos quienes me enseñaron su amor con actos.

A TODOS DE CORAZÓN GRACIAS

Ávila Rueda Sara del Refugio.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme las fuerzas para continuar cada día en este camino en el que en ocasiones me sentía perdida ya que ha sido mi guía y mi luz siempre. Por mostrarme que en este mundo a pesar de todo siguen existiendo personas buenas con las cuales puedo contar y que me han ayudado mucho.

A mis padres José Santana Hernández García y María Magdalena Hernández Loreto por brindarme su amor, cariño, confianza y apoyo. Por haberme regalado sus valores que me han ayudado a no ceder ante las injusticias, por enseñarme que en esta vida para lograr el éxito hay que esforzarse y trabajar siempre con dignidad. Los amo y les agradezco su entrega total no solo conmigo sino también con mis hermanas y hermano, por caminar a mi lado ayudándome siempre a seguir adelante, por haberme dado la mejor herencia que es su amor y la educación que tengo.

A mis hermanos por estar conmigo en las buenas y en las malas, por darme ánimos cuando a veces el estrés me dominaba, también por su cariño y sus consejos. Por hacerme reír cuando las cosas no salían como yo esperaba, gracias por acompañarme y estar a mi lado compartiendo las derrotas y victorias en cada paso que doy.

A mis abuelitos Carmelo, Isidro e Isabel con mucho cariño y admiración por estar siempre al pendiente de mi y animarme cada día a continuar a pesar de los tropiezos. Muy en especial a los que no están ya conmigo en este mundo los extraño y amo, su recuerdo lo llevo conmigo en mi corazón. Por ese gran amor que siempre me brindaron, por enseñarme a confiar en Dios y mostrarme que en esta vida a pesar de las dificultades y derrotas siempre hay que sonreír.

A mi pareja y amigo Miguel Angel Arcos Montejo por brindarme también su amor y su confianza, por apoyarme y recorrer conmigo este camino compartiendo conmigo los sin sabores y alegrías de la vida.

A mis amigos (as) por estar siempre a mi lado y regalarme un poco de su tiempo, por haber recorrido a mi lado este sendero, gracias a todos por los buenos momentos que pasamos juntos.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

CONTENIDO

RESUMEN 1

INTRODUCCIÓN 2

1.1.- Hipótesis 4

1.2.- Objetivo general 4

1.3.- Objetivo específicos 4

II.-REVISION DE LITERATURA 5

2.1.- Neuroendocrinología de la reproducción 5

2.1.1.- Dinámica ovárica 6

2.1.1.1.- Fase folicular 6

2.1.1.2.- Fase luteal 8

2.2.- Principales factores que influyen en la reproducción del ganado bovino en el trópico. 8

2.2.1- Factores ambientales que influyen en la reproducción del ganado bovino 9

2.2.1.1.- Influencia de la temperatura en la reproducción 9

2.2.1.1.1.- El efecto del estrés por calor sobre eje hipotálamo- hipófisis –ovario 10

2.2.1.1.2- Efecto del estrés calórico en el desarrollo folicular 11

2.2.1.1.3.- El efecto del estrés calórico en gametos y embriones 12

2.2.1.2.-Efecto de interacción temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial sobre la reproducción 13

2.2.2.- Efecto de la alimentación nutricional sobre la reproducción 14

2.2.2.1.- Estrategias biotecnológicas para eficientar la reproducción en bovinos 15

2.2.2.2.- Suplementación grasa una estrategia alimenticia para mejorar los aspectos en la reproducción. 16

2.2.2.3.- Efecto de la suplementación con ácidos poliinsaturados sobre la reproducción 18

2.2.2.3.1.- Efecto de la Suplementación grasa en la respuesta ovárica 20

2.2.2.3.2.- Suplementación grasa, y el efecto sobre el ovocito y calidad de embriones 21

III.- MATERIALES Y MÉTODOS 23

3.1.-Localización del estudio 23

3.2.-Procedimeinto del manejo de las vacas 23

3.2.1.- Distribución de las vacas 23

3.2.2.- Procedimiento de la sincronización de las vacas 25

3.4.- Variables evaluadas 26

3.4.1.- Número y tamaño de los folículos. 26

IV.-RESULTADOS 28

V.-DISCUSIÓN 34

VI.- CONCLUSIÓN 36

VII. - BIBLIOGRAFIA. 37

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1.- Eje hipotálamo-hipófisis-gónadas _____6

Figura 2.- Oleadas foliculares que ocurren durante un ciclo _____7

Figura 4.-Cortisol secretado influyendo en la síntesis y secreción de las hormonas del eje HHG, como la GnRH _____11

Figura 5.- Esquema de la digestión ruminal de los lípidos _____18

Figura 6.- Protocolo de sincronización del estro _____26

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

CONTENIDO DE CUADROS

Cuadro 1.- Nombre y clasificacion de algunos acidos grasos mas comunes. 17

Cuadro 2.- Resumen de los efectos de la suplementación con grasa sobre la fisiología reproductiva de la vaca y la oveja 19

Cuadro 3.- Diseño experimental (factorial 2 × 2; dos grupos en 2 diferentes épocas climáticas). 24

Cuadro 4.-Ingredientes del suplemento y su valor nutricional para las vacas experimentales. 25

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1.- Efecto de la época (secas vs. lluvias) sobre el número y tamaño de folículos previo al tratamiento experimental en vacas bajo condiciones tropicales.....29

Tabla 2.- Efecto de la adición con / sin AGPI en el suplemento sobre el número y tamaño de folículos en vacas bajo condiciones tropicales 31

Tabla 3.- Efecto de la adición con / sin AGPI en el suplemento + Hormonas sobre el número y tamaño de folículos en vacas bajo condiciones tropicales.....33

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

RESUMEN

Se determinó el efecto de los ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) sobre el número y tamaño folicular en vacas alimentadas bajo sistema de pastoreo tropical durante la época de secas y lluvias utilizando un grupo de vacas AGPI (secas: n=9 y lluvias: n=13) mantenidas bajo pastoreo continúo, que recibieron un suplemento nutricional, con la adición de 5% de AGPI en el suplemento. Un segundo grupo testigo (T; secas: n=13 y lluvias: n=9), mantenidos en las mismas condiciones que el grupo anterior, sin AGPI. Las variables respuesta fuerón determinadas por ultrasonografías. El número de folículos fue mayor durante la época de lluvias que en la época de secas (P=0.0001) sin estimulo experimental. En vacas T el suplemento alimenticio no mejoró el número de folículos entre las 2 épocas ($P \geq 0.7$). Sin embargo, la adición de AGPI al suplemento se incrementa el número de folículos durante la época de lluvias ($P = 0.002$). Caso contrario, cuando las vacas fueron estimuladas hormonalmente no se observó un incremento en el número y talla de folículos en vacas con o sin la adición de AGPI en el suplemento. Con estos resultados podemos concluir que el número de folículos es afectado por las condiciones climáticas percibidas, además que la adición de AGPI incrementa el número de folículos durante la época de lluvias en mantenidas en condiciones de pastoreo tropical.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una de las actividades más explotadas en el mundo, sin embargo se ha observado una baja productividad en las últimas décadas. Esta baja productividad se le puede atribuir a los sistema de explotación, siendo el sistema de pastoreo el más predominante (SIAP & SAGARPA 2012). Este sistema consiste en alimentar exclusivamente con el forraje disponibles en las áreas de pastoreo, donde el 90 % de los bovinos mantenidos en pastoreo los cuales son localizados en Regiones Tropicales donde se ha observado una baja eficiencia reproductiva atribuida al estado nutricional de los animales, siendo marcada las variaciones en cuanto a la cantidad y calidad del forraje disponible durante todo el año (Macedo *et al.* 2003)

Según Ramírez *et al.* (2009) menciona que los animales explotados en los sistemas de pastoreo no cubren los requerimiento nutricionales de mantenimiento además de que la nutrición puede afectar los perfiles hormonales del eje hipotálamo, hipófisis, gónadas y como consecuencia influyen en la actividad ovárica (Villa-Godoy 1994). Por ejemplo, en animales subnutridos se ha observado un retardo en el inicio de la pubertad, lo cual se le atribuye a una inhibición en la secreción de GnRH, por ende una diminución en el desarrollo y crecimiento folicular (Scaramuzi *et al*. 2006; Sánchez *et al*. 2012). Además, Henao & Trujillo (2003) demostraron que en animales subnutridos tienen una baja fertilidad, mayor número de hembras que retornan al estro y un inérvalo entre parto prolongado. Al contrario, en novillas con un estado nutricional adecuado tienen un número mayor de folículos reclutados (Staples *et al.* 1998; Bean & Butler, 1998; Lucy *et al*. 1992). Además vacas pregestantes con una condición corporal baja (menos de 2.5) alcanzan una mortalidad embrionaria de 11%, que vacas que mantienen su Condición corporal alcanzan una mortalidad embrionaria de 5 % (Rhind 2004). Los argumentos antes mencionado, fundamentan la importancia de la nutrición de los bovinos en las diferentes etapas reproductivas y sus consecuencias al proporcionar una inadecuada nutrición sobre el éxito reproductivo. Sin embargo, Córdoba *et al.* (2009) y De Dios (2001) indican que además de la nutrición existen algunos factores ambientales que

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

influyen sobre la reproducción tales como; Temperatura Ambiental (TA), Humedad Relativa (HR), Precipitación Pluvial (PP), Radiación Ambiental (RA), Nivel de evaporación (NE), Velocidad del Aire(VA), pueden tener una efecto negativo sobre la reproducción.

Sin embargo la temperatura es el principal factor que influye sobre algunos aspectos productivos y reproductivos (De Rensis & Scaramuzzi 2003); en verano cuando la temperatura es mayor, la actividad motriz y el número de montas durante el estro se reducen (Hansen 1999; Nobel *et al*. 1997), además durante esta época se incrementa un número de hembras en anestro comparado con la época de bajas temperaturas (Pennington *et al.* 1985; Gwazdauskas *et al.* 1981). Así mismo, la tasa de concepción disminuye hasta un 30% durante la época de temperaturas altas caso contrario a los meses frescos donde la temperatura es menor (Villagómez *et al.* 2000; De Rensis *et al.* 2003). Las altas temperaturas y su efecto en los aspectos reproductivos, se le atribuye a las bajas concentraciones de estrógeno y LH, los cuales podrían afectar la dinámica folicular (Downing & Scaramuzzi 1991).

Recientemente se ha investigado nuevas alternativas sobre nutrición y factores ambientales con el fin de mitigar las causas negativas sobre eficiencia reproductiva. Por ejemplo en animales que se les proporcionan una suplementación mejoran el estado metabólico, y por consecuencia la dinámica folicular (Downing & Scaramuzzi 1991). Ello, pudiera influir sobre precursores en la síntesis de hormonas reproductivas, mejoran la calidad de los folículos, por consiguiente incrementan la tasa ovulatoria (Mattos *et al*. 2000)

Una suplementación grasa puede reducir la mortalidad embrionaria. Por ejemplo, Cerri *et al*. (2004) demostró que una suplementación con Ca-AGPI (con jabones de calcio de ácidos grasos de cadena larga de aceite de palma) en vacas lecheras, incrementan el número de embriones y mejoran su calidad (Fouladi-Nashta *et al*. 2007; Childs *et al*. 2008). Con los fundamentos anteriores, podemos observar el fuerte efecto del ambiente y la nutrición sobre la dinámica folicular y su efecto en el éxito reproductivo. Estos factores pueden disminuir el éxito de las biotecnologías reproductivas. Por ejemplo una pobre calidad embrionaria por el efecto del estrés o por la nutrición produce un retardo en su desarrollo (Kuran, *et al*. 1999). Ello nos pueden llevar a seleccionar embriones de mala calidad, lo cual nos conlleva a obtener problemas para la implantación embrionaria y por ende una baja tasa de gestación (Aguilar &

Galina 2002). Sin embargo, cuando se trasfiere embriones de una buena calidad, en hembras con una buena actividad ovárica se logra un éxito en los programas de trasferencia (Rondeau *et al.* 1995). Actualmente hay pocas investigaciones en bovinos mantenidos en condiciones tropicales relacionadas con el efecto de la suplementación grasa sobre la talla número de folículos. Por ello es necesario realizar estudios enfocados a determinar los efectos que generan los ácidos grasos poliinsaturados (Aceite de maíz) sobre la talla y número de folículos, en bovinos alimentados bajo un sistema extensivo tropical.

1.1.- Hipótesis

La adición de ácidos grasos poliinsaturados (aceite de maíz), a la dieta de vacas incrementa el tamaño y número de los folículos en condiciones de trópico.

1.2.- Objetivo general

Evaluar el efecto de la suplementación estratégica (ácidos grasos poliinsaturados) sobre el crecimiento y calidad de los folículos, en dos épocas climáticas en condiciones de trópico.

1.3.- Objetivo específicos

1.- Evaluar el efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en la dieta para mejorar el número folicular en vacas mantenidos en el trópico húmedo.

2.- Evaluar el efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) en la dieta para mejora el tamaño folicular en vacas mantenidas en el trópico húmedo.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

II.-REVISION DE LITERATURA

2.1.- Neuroendocrinología de la reproducción

La reproducción de los mamíferos es regulada por una serie de eventos estructurales, fisiológicos y neuroendocrinos en forma de cascada que involucra el eje hipotálamo-hipófisis-gónadas (figura 1; Senger 2003). Las principales hormonas involucradas en la reproducción son la kisspeptina, GnRH, FSH, LH, estrógenos, activina e inhibina estas hormonas son secretadas y sintetizadas en las diferentes etapas del ciclo estral (21 días), y tienen su principal función sobre la dinámica ovárica.

Sin embargo, la dinámica está regulada por una serie de eventos divididos en 2 fases; 1) fase folicular (proestro y estro), en esta fase ocurre una serie de cambios en la estructura del folículo y 2) fase lútea (metaestro y diestro) en la cual ocurre la formación del cuerpo lúteo, fertilización y la preparación del medio uterino con el fin de que ocurra una implantación del embrión (Gerlach & Aurich 2000; Nagy *et al*. 2000; Hafez & Hafez 2002)

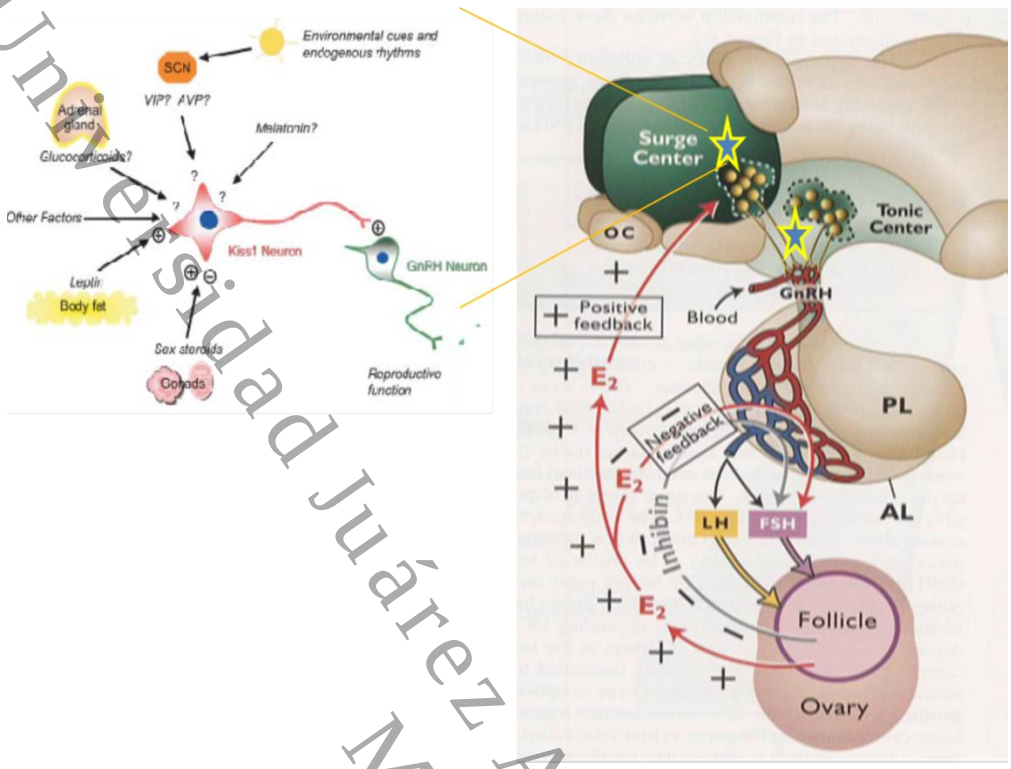


Figura 1.- Eje hipotálamo-hipófisis-gónadas, tomada de Senger 2003

2.1.1.- Dinámica ovárica

2.1.1.1.- Fase folicular

La fase folicular es el periodo que transcurre de la regresión del cuerpo lúteo (ciclo estral anterior) hasta la ovulación (representa el 20% del ciclo estral) y comprende 2 etapas (proestro y estro) teniendo como objetivo el desarrollo y crecimiento de los folículos. Durante el desarrollo y crecimiento de los folículos ocurren 4 proceso que son reclutamiento, selección, dominancia y atresia, estos procesos son controlados diversas hormonas (FSH, estradiol, activina, inhibina, folistatina y LH; Hafez 2000).

La fase folicular está dividida en 2 etapas; A) proestro inicia con la caída de la progesterona por consecuencia de la destrucción del cuerpo lúteo y finaliza con el inicio del estro. La caída de la progesterona desencadena una serie de eventos hormonales estimulando la síntesis y secreción de GnRH, la cual estimula los gonadotropos en la glándula pituitaria (anterior) para la síntesis y secreción de FSH y LH, y por consecuente estas hormonas estimulan los ovarios

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

para síntesis y secreción de E2, (Senger 2003; Galina & Valencia 2009) con el fin de estimular el crecimiento folicular (proceso de reclutamiento y selección folicular) y la secreción de estradiol y de activina por el folículo estimulan al hipotálamo y a la adenohipófisis para estimular una mayor secreción de GnRH, FSH y LH (retroalimentación positiva). B) La etapa de estro inicia con la dominancia folicular lo cual estimula las altas concentraciones de estradiol, el cual estimula la síntesis y secreción de la inhibina actuando en sinergia para la realización de un efecto inhibidor sobre la FSH e incrementando la secreción de LH (pico preovulatorio), culminando con la ovulación (Turzillo & Nett 1999; McGeen & Hshueh 2000). En esta etapa, el folículo dominante sintetiza receptores para LH e incrementa la secreción de E2 teniendo un efecto negativo sobre el crecimiento de los folículos más pequeños, ocasionando una degeneración de los mismo (atresia folicular; Austin & Short 1990, Senger 2003). Además, se ha estimado que el 90% de los folículos reclutados y seleccionados sufren el proceso degenerativo de atresia, ver figura 2 (Ginther *et al*. 2004).

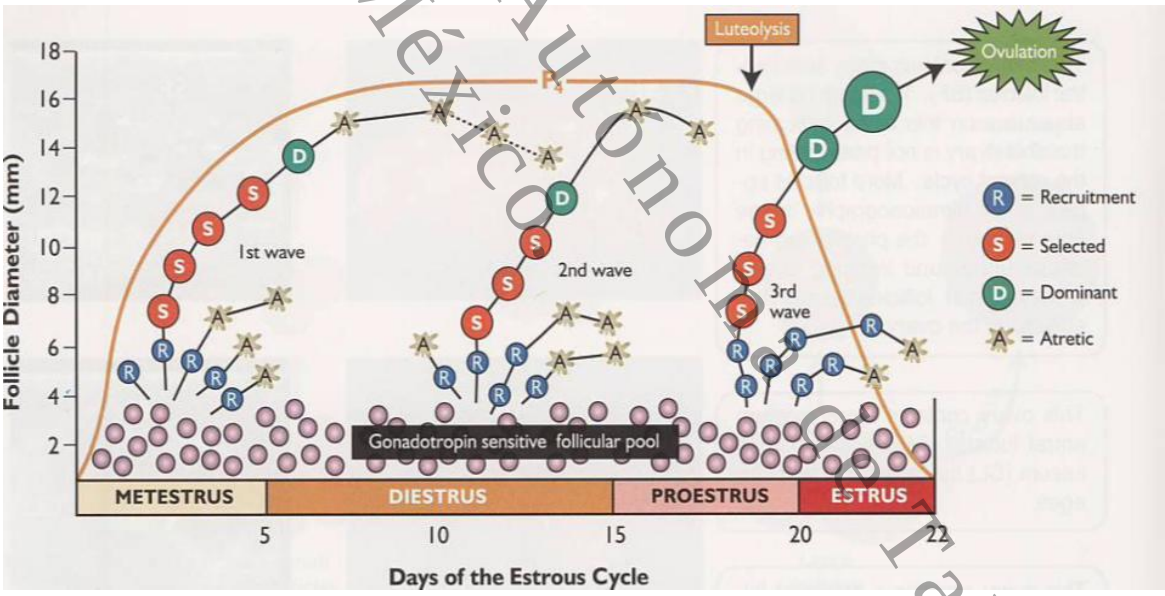


Figura 2.- Oleadas foliculares que ocurren durante un ciclo, tomado de Senger 2003

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

2.1.1.2.- Fase lúteal

Esta fase se caracteriza por el dominio del cuerpo lúteo y secreción de progesterona se inicia al momento de la ovulación y finaliza con la regresión del cuerpo lúteo (luteólisis). Esta fase comprende 2 etapas; la primera denominada metaestro que comprende la formación (efecto progesterotrófica y luteotrófica de la LH), mantenimiento del CL e inicio de la síntesis y secreción de progesterona (P4).

La segunda etapa denominada diestro comprende en síntesis y secreción de progesterona, por ello las altas concentraciones de P4 son importantes para el mantenimiento de la gestación mediante los mecanismos inhibitorios de la síntesis y secreción de GnRH, FSH y LH, además estimula las condiciones uterinas para la implantación (Senger 2003). La finalización de esta etapa es con la degeneración del CL (luteólisis) incrementándose la síntesis y secreción de prostaglandinas para destruir el cuerpo lúteo, esto ocasionando una disminución en la síntesis y secreción de P4 e inicia la regresión del CL a cuerpo albicans. En esta fase, se puede observar la evolución de varias oleadas foliculares, sin embargo solo se puede observar 3 procesos (reclutamiento y selección), observándose que el 100% de los folículos finalizan en atresia.

2.2.- Principales factores que influyen en la reproducción del ganado bovino en el trópico.

Durante el proceso de crianza y explotación, del ganado existen factores que frenan en casi todas las regiones y áreas el incremento sostenible de la eficiencia productiva, se han descrito diversos factores que pueden afectar la eficiencia reproductiva.

Al respecto Orihuela (2001) describió factores como interacciones sociales, manejo de los animales, ambientales, nutricional, edad y estado fisiológico, factores genéticos, estos factores por si solos o en asociación pueden llegar a retrasar o adelantar la presentación de las conductas sexuales. Siendo el ambiente y la nutrición factores frecuentes que perjudican a la reproducción, sin embargo se considera que como consecuencia de la repetición de las

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

condiciones desfavorables, los animales se logran reproducir en un grado mínimo en beneficio de la perpetuación de la especie (Román 1981).

2.2.1- Factores ambientales que influyen en la reproducción del ganado bovino

2.2.1.1.- Influencia de la temperatura en la reproducción

Los mecanismos de la reproducción son afectados por diversos factores entre los cuales de mayor importancia podemos mencionar el estado nutricional y las condiciones ambientales.
Algunos factores ambientales tienen un impacto sobre la reproducción, en los cuales podemos mencionar la temperatura, la humedad relativa y la precipitación pluvial. Por lo cual, un incremento o disminución extrema prolongadas de estos factores ambientales (temperatura y humedad), modifican las condiciones normales de bienestar animal y generan un estado de respuestas fisiológicas y de comportamiento se le denomina "estrés" Rivier & Rivest. (1991). En bovinos, existe un ambiente de confort como el estado constante de temperatura corporal, la cual puede ser mantenida sin necesidad de ajustes fisiológicos o de comportamiento (Khalifa 2003). Sin embargo, los rangos de temperatura ambiental de confort en bovinos del genero *Bos taurus* es de 0 a 20ºC y en bovinos *Bos indicus* va de 10 a 27ºC, con 70% de humedad ambiental en ambos casos (Johnson 1987). Sin embargo, la temperatura, precipitación y humedad fuera del rango de confort empieza a presentar dificultades para mantener la temperatura corporal, activando los ajustes fisiológicos e invirtiendo energía adicional para iniciar los mecanismos de termorregulación (aumento de su respiración y vaporización), si ello coincide con el proceso de mayor demanda en la reproducción puede afectar algunos aspectos reproductivos (Dobson & Smith 2000; Armstrong 2001). Sin embargo, se ha determinado a la temperatura como el factor más utilizado como indicador de estrés (Arias *et al.* 2008). Por ello, la temperatura afecta notablemente la reproducción en vacas, pudiendo bajar la eficiencia reproductiva de los hatos bovinos hasta un 75 o 100% (Chemineau 1993).

Los bovinos expuesto a altas temperaturas (verano, 4.5 montas) durante la etapa estral causa una reducción en la duración y en la intensidad del estro (invierno, 8.6 montas; Nebel *et al*. 1997; Abilay *et al*. 1975). Además, en época calurosa se incrementa el porcentaje de estros no detectado (80%), mientras que en época fresca solo el 66% son estros no detectados

(Thatcher & Collier 1986). Asimismo, los porcentajes de concepción disminuyen hasta 20% durante los meses calurosos y puede llegar a menos de 10% cuando se incrementa la humedad relativa. En Israel y China, se ha observado que al refrescar a las vacas Holstein un día antes de estro, se incrementa el número de hembras que manifiesta una conducta estral (83%), comparado con un 51% en vacas expuestas a una temperatura superior a 31°C (Her *et al*. 1988; Wolff & Monty 1994; Lu *et al*. 1992). Asimismo, el número de embriones obtenidos y la tasa de embriones transferibles observados durante la época templada es mayor que los observados durante la numero de época cálida (obtenidos 10.6 vs. 6.1 y transferibles 7.4 vs. 4.4; Lozano *et al*. 2010). Además, Lozano *et a*l. (2010), demostró que la transferencia de solo un embrión por vaca durante la época templada se observa un mayor número de hembras gestantes (45 %), que lo observado durante la época cálida (22 %). Lo anterior puede ser debido a lo que se ha demostrado en vaquillas lecheras las altas temperaturas incrementa la incidencia de embriones anormales, lo cual podría incrementar la mortalidad embrionaria por el estrés calórico (Putney *et al.* 1988).

Estos resultados observados pueden estar influenciados directamente por mecanismos neuroendocrinos que nos reducen los diferentes aspectos reproductivos antes mencionados.

2.2.1.1.1.- El efecto del estrés por calor sobre eje hipotálamo- hipófisis –ovario

La interacción y variaciones de diversos factores climáticos (temperatura y la humedad ambiental), afectan directamente control de la temperatura corporal activando mecanismos fisiológicos para la termorregulación localizado en el núcleo ventro-medial del hipotálamo (Aréchiga 2001). Por lo cual, si estos mecanismos coinciden con diversos procesos reproductivos pueden influir en la síntesis y secreción neuroendocrina alterando la eficiencia reproductiva (Roth *et al.* 2001). Las altas temperaturas afectan los mecanismos del hipotálamo-hipófisis-adrenocortical (HPA), las cuales modula el eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (HHG, ver figura 4), afectando las principales hormonas gonadotropinas que regulan la actividad ovárica. Es decir, las temperaturas superiores a 27° C, activan la secreción del CRH (Hormona liberadora de hormona adrenocorticotropa) en el hipotálamo liberándolo al

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

sistema portal para actuar y estimular la síntesis y secreción de ACTH(Hormona adrenocorticotropa), dicha hormona se libera al torrente sanguíneo para actuar en las glándulas suprarrenales y estimulando la síntesis y secreción del cortisol (Yoshida & Nakao 2005; Colitti *et al*. 2007) Además, el cortisol secretado durante el estrés calórico influyendo en la síntesis y secreción de las hormonas del eje HHG, como la GnRH, gonadotropinas y esteroides sexuales (Gilad *et al.* 1993; Chrousos *et al*. 1998; Wise *et al.* 1998).

Sin embargo, se ha demostrado que un mayor impacto del estrés calórico en vacas con bajas concentraciones plasmáticas de estradiol, lo cual sugiere que las altas concentraciones de estradiol pueden neutralizar el efecto del estrés calórico (Gilad *et al*. 1993). Dichas concentraciones bajas de las hormonas reproductivas tienen su efecto sobre las estructuras ováricas durante cada etapa del ciclo estral (desarrollo y crecimiento folicular).

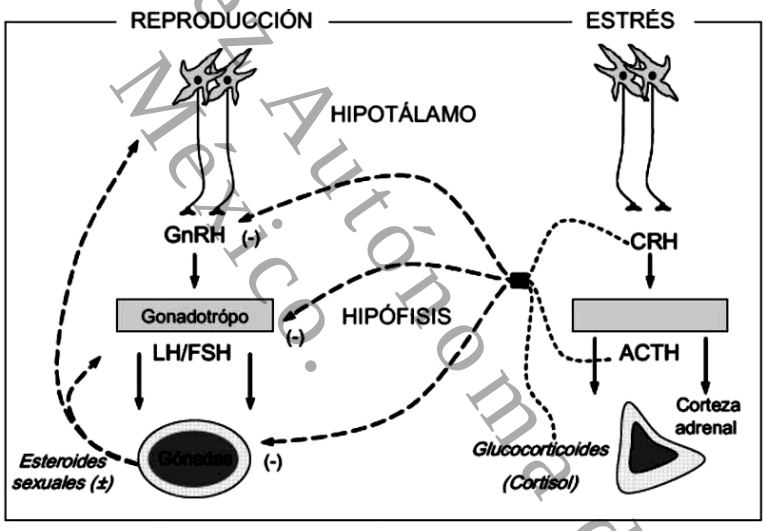


Figura 3.-Cortisol secretado influyendo en la síntesis y secreción de las hormonas del eje HHG, como la GnRH, tomado de Wise *et al.* (1998).

2.2.1.1.2- Efecto del estrés calórico en el desarrollo folicular

La reducción en la concentración de estrógenos ocasionados por el estrés por calor reduce el número de ondas foliculares del ciclo estral. Además, la baja concentración de estradiol afecta el proceso de reclutamiento, selección y dominancia folicular, por ende ocasiona efectos negativos sobre la calidad de los ovocitos (Wolfenson *et al*. 1995; Vasconcelos *et al*. 1998;

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Roth *et al*. 2001). Por ejemplo, vacas expuesta a temperaturas de 40.78°C (estrés térmico) se ha observado una disminución de las concentraciones de estradiol y por consecuencia una disminución hasta de 56% del total de folículos seleccionados, sin embargo cuando son expuestas a temperaturas menores (38.5°C) se observa una disminución en la selección de folículos de solo 38 % (Roth *et al.* (2001). Esta reducción en el desarrollo y selección folicular ocasionada por el estrés por calor puede ser un factor que nos reduce la calidad embrionaria y disminuye la tasa de fertilidad (Mihm *et al*. 1994).

2.2.1.1.3.- El efecto del estrés calórico en gametos y embriones

Los efectos de altas temperaturas recibidos por los gametos durante el periodo de capacitación son un factor que puede influir en el desarrollo embrionario. Por ejemplo, durante el proceso de espermatogénesis las altas temperaturas disminuye el número de células espermáticas y la calidad espermática, en las hembras el estrés por calor durante el desarrollo folicular reduce la calidad de los ovocitos (Hansent *et al.* 2001). Si ello coincide con la fertilización de gametos de mala calidad puede resultar en un efecto negativo sobre la fertilidad. (Rutledge *et al*. 1999).

Sin embargo, el desarrollo embrionario también puede ser influenciado por las condiciones percibidas a través del ambiente intrauterino, se ha demostrado en vacas estresadas por calor incrementa la temperatura del útero (Roman-Ponce *et al.* 1978). Estas altas temperaturas uterinas tienen un efecto directo sobre el embrión, por ejemplo, Hisashi *et al.* (2011) observo que un incremento de 0,6 ºC de la temperatura normal y un ITH > 80 ocasiona una disminución de 11,6% en la tasa de concepción. Esto posiblemente se le pueda atribuir a efectos sobre el desarrollo embrionario o pérdida embrionaria temprana (Gordon *et al.* 1987; Putney *et al.* 1988; Ray *et al*. 1992; Ealy *et al*. 1993; Alfujairi *et al*. 1993; Rivera & Hansen 2001). Además, el estrés por calor puede afectar la secreción endometrial de prostaglandinas lo que lleva a la luteólisis prematura y pérdida del embrión, observándose una mayor pérdida del embrión por estrés antes del día 42 (Putney *et al*. 1989), (Vasconcelos *et al*. 1998; García *et al*. 2006).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

2.2.1.2.-Efecto de interacción temperatura, humedad relativa y precipitación pluvial sobre la reproducción

La temperatura es el principal factor para determinar el estrés calórico, sin embargo su interacción con la humedad relativa y la precipitación pluvial pueden tener un mayor impacto sobre la regulación de la temperatura corporal de los animales, lo cual es importante en la respuesta al estrés calórico. (Villagómez *et al.* 2000; Da Silva 2006). La humedad relativa es un factor que reduce el estrés calórico causado por las altas temperaturas ambientales, mediante los mecanismos de sudoración y respiración (Blackshaw y Blackshaw 1994; *NRC 1999*; Meyer *et al*. 2004; Da Silva 2006). Por ejemplo, en zonas cálidas y secas donde la humedad es baja la evaporación es rápida, al contrario en zonas cálidas y húmedas donde la humedad es elevada la evaporación es lenta. Esta evaporación lenta reduce la pérdida de calor y por consiguiente, altera el equilibrio térmico del animal, sin embargo la lluvia ejerce efectos directos sobre el animal al favorecer la disipación de calor mediante la evaporación, lo cual permite disminuir el estrés térmico (Hafez 2000). Sin embargo, cuando las vacas son sometidas a un sistema de enfriamiento por evaporización el porcentaje de concepción es de 58% caso contrario cuando solo tienen sombra la tasa es de 35% (Wiersma & Stott 1969 Valtorta & Gallardo 2004; Moghaddam *et al.* 2009). Este efecto sobre la tasa de concepción posiblemente se le atribuya a la disminución de la temperatura rectal (39 ºC) y a la tasa de respiración (61 respiraciones / min) observado en las vacas sometidas a enfriamiento (vacas no enfriadas temperatura rectal de 41ºC y 87 respiraciones / min).

Además, la precipitación pluvial tiene un efecto importante sobre la disponibilidad de alimentos en los diferentes sistemas de explotación (Pezo *et al*. 1992). Por lo cual en regiones con mayor precipitación pluvial se ha observado una disminución en la duración del estro (Villagómez *et al.,* 2000), lo cual se le puede atribuir al estado nutricional de los animales o a la disponibilidad de forrajes en los sistemas de producción.

En bovinos mantenidos en un sistema de pastoreo extensivo, donde la disponibilidad de forraje fluctúa en calidad y cantidad a través del año, se ha determinado que no cubre los requerimientos nutricionales necesarios para mantenimiento (Ramírez *et al.* 2009). Por lo cual, esta disponibilidad de alimento es más marcada en regiones/épocas (desértica/secas) con baja

precipitación pluvial, al contrario dicha disponibilidad se incrementa en regiones/épocas (tropical/lluvias) con mayor precipitación (Pérez *et al*. 2009).

Sin embargo, la coincidencia de baja precipitación pluvial y la disminución en la disponibilidad de alimento en las ventanas de mayor demanda de nutrientes para reproducción puede influir en el éxito reproductivo en bovinos.

2.2.2.- Efecto de la alimentación nutricional sobre la reproducción

La alimentación de los bovinos y sus repercusiones en el estado nutricional es uno de los factores principales de mayor impacto en la reproducción (Lucy *et al*.1992). En animales con un estado nutricional subnutridos se ha observo un efecto negativo sobre dinámica ovárica y desarrollo embrionaria (Overon & Waldron 2004; Ashworth *et al*. 2009). Estos efectos nos llevan a no alcanzar los parámetros reproductivos óptimos es decir; la subnutrición disminuye en la duración del estro, porcentaje de hembras en estro, tasa ovulatoria, la fertilidad e incrementa mortalidad embrionaria y fetal (Lucy *et al*. 1992; Staples *et al.* 1998; Bean & Butler 1998; Henao & Trujillo 2003). Por ejemplo, se ha observado en animales subnutridos una baja fertilidad, mayor número de hembras que retornan al estro y un intérvalo entre parto prolongado, además de un incremento en el número de folículos reclutados (Lucy *et al*. 1992; Bean & Butler 1998; Staples *et al.* 1998; Henao & Trujillo 2003). Asimismo, una subnutrición tiene un efecto negativo sobre la tasa de desarrollo embrionario y de preñez, se ha observado una mayor mortalidad embrionaria (11%), en bovinos con una condición corporal < 2.5, en contraste bovinos con una condición >2.5 la tasa de mortalidad es de 5 %.(Rhind 2004; López 2006). Además, vacas con condición corporal >3 tienen un 84 % en la tasa de preñez en comparación con vacas de condición corporal < 2.5 con solo 28 %. Ruegg y Milton (1995).

Lo anterior, puede atribuirse a lo observado en novillas Angus x Hereford Bossis *et al*. (1999) observo que una restricción alimenticia reduce el diámetro folicular hasta un 50% a lo observado en novillas con una adecuada alimentación. Esta disminución posiblemente se debe a las bajas concentración de LH, estradiol y la secreción de IGF-1 observadas en las novillas con alimentación restringida. Mckey *et al*. 1999; Salem & Bouraoui 2008), observaron que una restricción nutricional durante mayor producción de leche (pico de lactancia), reduce el

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

tamaño y numero de folículos dominantes y como consecuencia prolonga el anestro postparto. Además, en estos animales subnutridos se ha observado una baja respuesta en los programas reproductivos y de mejoramiento genético como sincronización, superovulación, inseminación artificial (IA) y transferencia de embriones (TE; Stevenson *et al*. 1987).

2.2.2.1.- Estrategias biotecnológicas para eficientar la reproducción en bovinos

El uso de la biotecnología es de gran utilidad para lograr una máxima eficiencia reproductiva de las hembras y machos de gran valor genético (Aké-López *et al*. 2002). Algunas biotecnologías, nos permiten lograr un mayor número de crías por hembra al año (transferencia de embriones), al contrario en condiciones naturales cada vaca produce una sola cría. Este incremento en el número de crías se le puede atribuir al número de ovocitos ovulados y fertilizados por hembra en consecuencia de una manipulación hormonal previa. Existen diversos protocolos para estimular el desarrollo y crecimiento folicular, por ende un incremento en la tasa ovulatoria (superovulación; Márquez *et al*. 2004). Con este fin se ha utilizado una variedad de protocolos en los cuales torna de manera importante la utilización de las hormonas GnRH, FSH, LH y Estrógenos estas hormonas tienen gran capacidad estimulante sobre el crecimiento y desarrollo de los folículos, la utilización de 2 o más hormonas actúan en sinergia incrementando la eficiencia sobre el número de folículos ovulados. Por ejemplo, Sá Filho *et al.* 2010 utilizo un protocolo de superovulación colocando un implante durante 9 días que contenía 3 mg norgestomet (progesterona sintética) y 5 mg de valerato de estradiol, al retiro a las vacas se les aplico 400 UI de eCG y GnRH, observando una tasa de ovulación hasta de 80% (vacas no estimuladas 50 %). Asimismo, en vacas sometidas a un protocolo donde se les coloco un dispositivo intravaginal (CIDR), donde se les administro en diferentes ocasiones GnRH se observó una tasa ovulatoria de 10 óvulos por vaca y cuando se les administro Estradiol en lugar de GnRH se observó una tasa ovulatoria de 6.7 (Hijo *et al*. 2007).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

2.2.2.2.- Suplementación grasa una estrategia alimenticia para mejorar los aspectos en la reproducción.

Los componentes de los alimentos como la energía y proteína utilizados de manera estratégica tienen un efecto positivo en algunos aspectos reproductivos de la hembra (Fouladi-Nashta *et al*. 2007). Además, una suplementación en los periodos de mayor requerimiento nutricional es una estrategia que reduce los efectos negativos de la poca disponibilidad de nutrientes en los animales (subnutrición). Se ha determinado que suplementación a base de lípidos incrementa la concentración de energía, lo cual nos puede permitir la disminución de los efectos ocasionado por el balance energético negativo que se ha observado en animales explotados en un sistema en pastoreo (Garnsworthy *et al.* 2008). Por ejemplo, en vacas donadoras de embriones subnutridas una suplementación mejora el estado nutricional en hembras no lactantes (Santos *et al.* 2008). En condiciones experimentales en bovinos se ha utilizado diversas fuentes para una suplementación grasa tales como; grasas vegetales o animales, sebo, grasa amarilla, harina de pescado, grasas hidrogenadas, jabones de calcio, ácidos grasos libres, y semillas de algodón, soya, canola, cacahuate, cártamo, girasol, maíz entre otras (Funston, 2004; Syadati *et al*. 2012). Estas grasas son clasificadas en ácidos grasos según su enlace molecular en; saturados (Sin ningún enlace doble en su molécula) e insaturados (contienen enlaces dobles, distinguiéndose por el numero en mono-, di-, tri- o poliinsaturados; ver tabla 1).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Cuadro 1.- Nombre y clasificacion de algunos acidos grasos mas comunes. adaptado de Martínez-Marín *et al.* (2010).

Ácidos	Nombre abreviado*	Serie
Saturados		
Caproico	C6:0	-
Caprílico	C8:0	-
Cáprico	C10:0	-
Laúrico	C12:0	-
Mirístico	C14:0	-
Palmítico	C16:0	-
Esteárico	C18:0	-
Araquídico	C20:0	
Behénico	C22:0	
Insaturados		
Palmitoleico	C16:1cis-9	n-7
Oleico	C18:1cis-9	n-9
Linoleico	C18:2cis-9,cis-12	n-6
Linolénico	C18:3cis-9,cis12,cis-15	n-3
Eicosapentaenoico	C20:5cis-5,cis-8,cis-11,cis-14-cis17	n-3
Docosahexaenoico	C22:6cis-4,cis-7,cis-10,cis13-cis16-cis-19	n-3

En los ácidos grasos poliinsaturados el de mayor disponibilidad es el ácido linoléico (>50%) encontrándose en los cereales, en forrajes y sus derivados (Martínez-Marín *et al.* 2010).

Los ácidos saturados se encuentran en: manteca, el sebo, cacao, aceite de palma, cacahuete y coco, los cuales no pueden ser desdoblados por las bacterias ruminales de igual forma el contenido de gran cantidad de ácidos grasos saturados los tornan indigestibles en el intestino (ADM, Alliance Nutrition, Inc.). Por lo cual, se recomienda el uso de ácidos grasos insaturados, los cuales son rápidamente desdoblados por las bacterias (Collomb *et al.* 2006; Givens *et al*., 2006; Schmid *et al*. 2006). Los productos finales de la degradación de lípidos en el rumen (AGV, amoniaco) son absorbidos directamente por la pared ruminal (Williams & Stanko 1997). El 85 al 90% de lípidos que salen del rumen son ácidos grasos saturados que se ligan a microorganismos y a partículas de alimento, siendo los principales el palmítico y el esteárico, del 10 al 15% restantes corresponde a los fosfolípidos microbianos que salen formando parte de la pared celular de los microorganismos para ser digeridos y absorbidos en el intestino delgado (Van Lier & Regueiro 2008).

La biohidrogenación de los ácidos grasos insaturados incrementa la concentración de AGV promoviendo la gluconeogénesis, (figura 4) lo que posiblemente contribuya a incrementar los niveles de glucosa en sangre (Williams y Stanko 2000; Martínez-Marín *et al*. 2010).

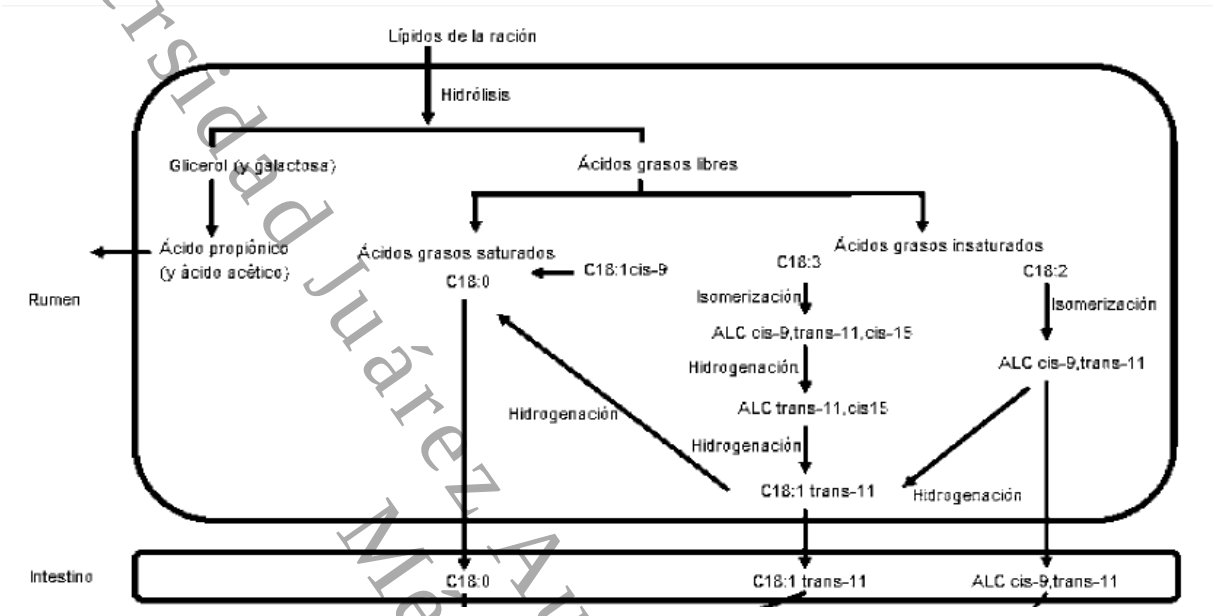


Figura 4.- Esquema de la digestión ruminal de los lípidos. C18:0, ácido esteárico; C18:1, ácido oleico; C18:1 trans-11, ácido vaccénico; C18:2, ácido linoléico; C18:2 cis-9, trans-11, ácido ruménico; C18:3, ácido linolénico. Adaptado de Martínez *et al.* (2010).

2.2.2.3.- Efecto de la suplementación con ácidos poliinsaturados sobre la reproducción

Las dietas ricas en ácidos grasos poliinsaturados incrementa la disponibilidad de nutrientes a nivel sanguíneo, además tiene gran impacto positivo en algunos procesos reproductivos en los rumiantes (ver tabla 2, Funston 2004; Hess 2003; Staples *et al*. 1998).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

Cuadro 2.- Resumen de los efectos de la suplementación con grasa sobre la fisiología reproductiva de la vaca y la oveja (tomado de Herrera *et al.* 2012).

Referencia	Efecto observado
Wehrman *et al*. 1991; Ryan *et al*. 1992; Hightshoe *et al*. 1991; Lucy *et al*. 1991; Thomas y Williams, 1996; Thomas *et al*. 1997.	Incremento en el número de folículos de talla mediana.
Lucy *et al*. 1989, 1991	Incremento en la secreción de LH en vacas lecheras suplementadas con jabones de calcio de ácidos grasos de cadena larga de aceite de palma (Ca-AGCL).
Wehrman *et al*. 1991; Ryan *et al*. 1992	Incremento en la producción *in vitro* P4, por las células de la granulosa y en el fluido folicular
Lopes *et al*. 2009, Salas *et al*. 2011	Incremento de P4 sanguínea en vacas suplementadas con grasas protegidas.
Ryan *et al*. 1992; Thomas y Williams 1996	Sin efecto en la tasa de superovulación
De Fries *et al*. 1998; Garnsworthy *et al*. 2008	Incremento en el número y tamaño de folículos grandes
Nieto *et al*. 2010	Mayor índice de fertilidad en ovejas con grasa dorsal baja suplementadas con grasa de sobrepasó
Herrera *et al*. 2008	Respuesta ovulatoria superior en un tratamiento de ovulación múltiple en ovejas de pelo suplementadas con aceite de maíz.
Cansino-Arroyo *et al*. 2009	Incremento de 13% en la fertilidad de ovejas de pelo.
Herrera *et al*. 2003	Mayor número de partos dobles en ovejas suplementadas con aceite de maíz respecto a ovejas alimentadas con grasa de pollo.
Ghoreishi *et al*. 2007	Incremento en los niveles de P4 plasmática en ovejas suplementadas con 80 g de jabones de calcio de ácidos grasos.
Cheng *et al*. 2005	Reducción en la secreción de PGF2 por las células epiteliales con la adición de ácidos grasos poliinsaturados 6 en el medio de cultivo.
Ghoreishi et al. 2007	Incremento en el número de folículos grandes en ovejas suplementadas con jabones de calcio de ácidos grasos.
Herrera et al. 2003	Mayor número de folículos totales y folículos preovulatorios en ovejas suplementadas con aceite de maíz.
El-Shahat y Abo -El maaty 2010	Mayor número de folículos medianos y grandes en ovejas alimentadas con sales cálcicas de ácidos grasos en comparación con ovejas no suplementadas

La cantidad de suplementación grasa necesaria para obtener un efecto sobre la función reproductiva no es totalmente precisa. Por ejemplo, Thomas *et al*. (1997) recomienda una suplementación con más de 4%, sin embargo Coppock & Wilks (1991), recomiendan una

suplementación menor a 5% del total de consumo de materia seca debido a sus efectos negativos sobre la digestibilidad de la fibra y reducción del consumo de materia seca.

Las fuentes de ácidos grasos deben contener un alto nivel de tipo poliinsaturado, por ejemplo, observo que la adición del 3% de grasa (sebo), el 2% (jabones de calcio) y el 1% (harina de pescado) tienen un pacto positivo sobre algunos aspectos reproductivos (Thomas *et al.* 1997; Staples *et al.* 1998; Bellows *et al*. 2001; Funston 2004) con 6 % de aceite de maíz y 5% de aceite de girasol y aceite de lino 4 % (Meza *et al*. 2013; Martínez-Marín *et al.* 2010).

Estos resultados se le puede atribuir a dos aspectos importantes; 1) La disponibilidad de glucosa en sangre, puede ser una alternativa en la captación de glucosa local por las estructuras reproductivas (Lucy *et al*. 20013). Se ha demostrado que las altas concentraciones de glucosa en sangre aumenta la captación de glucosa para otros tejidos y estimula la producción de insulina que actúa como señal para la estimulación de la liberación de LH (Nicholas *et al*. 2000; Funston 2004). En este procesos la glucosa, el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1) e insulina, actúan en forman coordinada y sinérgica con las gonadotropinas para estimulación en la dinámica ovárica (Webb *et al*. 2001).

2) el efecto de los ácidos grasos sobre la esteroidogénesis, por lo tanto una mayor estimulación en las estructuras reproductivas (Hughes *et al*. 2011). Salas *et al*. (2011) plantea que el aumento en los lípidos de la dieta incrementa la concentración de colesterol en sangre y por consiguiente en el líquido folicular. El colesterol es el precursor de la síntesis de estradiol (promueve el comportamiento sexual) y progesterona (prepara el útero para la implantación del embrión y su mantenimiento dentro del mismo), por ello la concentración de colesterol tiene un efecto sobre la dinámica ovárica (Marín *et al.* 2007). Lo anterior, es una pieza clave para lograr una mayor eficiencia en los parámetros reproductivos.

2.2.2.3.1.- Efecto de la Suplementación grasa en la respuesta ovárica

En ovejas, una suplementación con sales las cuales contienen ácidos grasos de cadena larga incrementa el número total de folículos, asimismo incrementa el tamaño folicular (El-Shahat & Abo-El- Maaty 2010) (Herrera *et al.* 2003; Ghoreishi *et al.* 2007). Por ejemplo, Meza et al.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

2013 menciona que una suplementación con ácidos grasos poliinsaturados (6 % de aceite de maíz) se obtienen en promedio 7.2 folículos que lo observado en Ovejas Pelibuey no suplementadas (4.7 folículos). De igual manera, en vacas lecheras una adición de Ca-LCFA a partir de aceite de palma en la ración al parto incrementa el número de folículos de tamaño mediano (6-9 mm) y de los folículos mayores de 15 mm dentro de los 25 días posparto. (Lucy *et al.* 1991: Lucy *et al.* 1993). Como consecuencia, del incremento en el número y tamaño de los folículos puede atribuirse una mayor tasa ovulatoria, por ejemplo en ovejas la adición con sales de calcio de ácidos grasos de cadena larga a la dieta mejora la dinámica folicular y por consiguiente incrementa la tasa ovulatoria 2,5 ± 0,3 contra 1,3 ± 0,2 en ovejas no suplementadas El-Shahat & Abo-El Maaty (2010).

2.2.2.3.2.- Suplementación grasa, y el efecto sobre el ovocito y calidad de embriones

La suplementación grasa con diferentes cantidades y tipos de ácidos grasos ha influido en el desarrollo del ovocito (Staples & Thatcher 2005). Por ejemplo en ovejas, Zeron *et al.* (2002) encontraron hasta un 20% más de ovocitos de alta calidad cuando a estas se les proporciono una suplementación con aceite de pescado que la proporción de ovocito encontrada en ovejas no suplementadas. Asimismo, en vacas alimentadas con 800 g/día de CaFA (Megalac®) se obtiene una mayor proporción de ovocitos maduros para la fertilización in vitro comparadas con aquellos vacas alimentadas con solo 200 g/día de este suplemento (Fouladi-Nashta et al. (2004). Además, suplementación grasa tiene un efecto sobre la membrana del ovocito incrementando la concentración de fosfolípidos, lo cual proporciona una mayor resistencia a las condiciones de fertilización in vitro o in vivo (Leroy *et al.* 2005; Adamiak *et al.* 2006; Leroy *et al.* 2010; Aardema *et al*. 2011). Lo cual, nos podría mejorar la calidad del ovocitos e incrementar la tasa ovulatoria hasta 9,18 ± 2,16 ovocitos en hembras suplementadas y 4,18 ± 1,36 en hembras no suplementadas. Herrera-Camacho *et al.* (2008).

Asimismo, la suplementación con ácidos grasos tiene un efecto sobre el desarrollo y la calidad de los embriones, Herrera-Camacho *et al.* (2008) observo que en ovejas alimentadas con un suplemento de aceite de maíz recolecta un mayor número de embriones. Este

incremento puede ser atribuido a los efectos en cadena es decir, los ácidos grasos poliinsaturados incrementan el número y calidad del folículo, posteriormente se demostró el efecto positivo sobre la calidad del ovulo y el incremento sobre la tasa ovulatoria y finalmente su efecto sobre la calidad y cantidad de embriones recolectados (Herrera-Camacho *et al.* 2008; Ávila *et al.* 2010; Meza *et al.* 2013), En ovejas, la adición o suplementación de ácidos grasos poliinsaturados incrementa la tasa ovulatoria y por consecuencia el número de embriones recolectados, caso contrario cuando son alimentadas con dietas bajas en ácidos grasos poliinsaturados (con ácidos grasos poliinsaturados 6,72 ± 1,78 *vs* 3,09 ± 1,36 embriones sin ácidos grasos poliinsaturados (Zeron *et al.* 2002). Por otro lado, en vacas suplementadas CaFA se ha observado un mayor porcentaje de fertilización hasta de 87%, mientras que en vacas no suplementadas se alcanza solo el 73%, además en dichas vacas suplementadas se obtuvieron una mayor (73% suplementadas *vs.* 51% no suplementadas) proporción de embriones de alta calidad (Cerri *et al.* 2004).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.-Localización del estudio

El estudio se realizó en el "Rancho Agua Azul", en la ranchería Madrigal 4ta sección, del Municipio de Tacotalpa, Tabasco. Ubicado geográficamente a una latitud de 18°39' N y 94°07' de longitud OE a una altura de 1 000 msnm. Dicha región que presenta un clima tropical húmedo; presentando épocas; de lluvia (julio a octubre), época de seca (marzo a junio) y una época de norte (vientos, noviembre a febrero). Asimismo, presenta una temperatura promedio de 27°C durante el año, con una máxima de 36 °C (en mayo) y una mínima de 18.5°C (en enero), y un rango de humedad relativa (HR) entre 80% y 86% (INEGI 2010).

3.2.-Procedimeinto del manejo de las vacas

Se utilizaron 22 vacas adultas (4-6 años) encastado de *B. taurus* x *B. indicus*, las cuales fueron alimentadas mediante un sistema de pastoreo extensivo a base de pasto Chontalpo (*Brachiaria decumbens*). Las vacas fueron seleccionadas en dos épocas diferentes (lluvias y secas) y concentradas en dos grupos experimentales (en cada época) basados en su condición corporal (CC, rango de 3 a 4 puntos en cada grupo) la CC fue determinada por el método descrito por Wildman *et al.*1982 donde 1 corresponde a una vaca sin musculatura en el cuarto trasero, las costillas, las vértebras lumbares de la columna, huesos de anca inserción de la cola y caderas son visibles y prominentes (sin musculatura y no hay evidencia de depósitos grasos) y 5 a una vaca compacta, redondeada, exagerada cobertura de grasa subcutánea.

3.2.1.- Distribución de las vacas

Grupo suplementado: (AGPI, época de seca n= 9 y época de lluvias n=13), donde las vacas recibieron 3kg MS/vaca/día de concentrado mixto a base de; gramíneas (Salvado de trigo, Maíz molido, Pulido de arroz), pasta de coco, una adición de aceite de maíz (450 g lo que

representara el 5% de MS de la dieta) y 100 g de sales minerales (Magnaphoscal ®Bayer), además se les proporciono agua limpia y fresca a libre acceso, (ver cuadro 4).

Grupo testigo: (T; época de seca n= 13 y época de lluvias n=9) las vacas de este grupo se mantuvieron en las mismas condiciones del grupo suplementado, sin embargo el suplemento contenía [aceite comestible (0 g lo que representara el 0 % de MS de la dieta)] aceite de maíz, ver cuedro 3.

Cuadro 3.- Diseño experimental (factorial 2 × 2; dos grupos en 2 diferentes épocas climáticas).

Época	Grupo Suplementado	Grupo Testigo
Seca	(n=9)	(n=13)
Lluvia	(n=13)	(n=9)

Método para proporcionar el suplemento alimenticio

El suplemento nutricional clasificado en isoenergético e isoproteico fue proporcional a los 2 grupos (ver cuadro 4) , fue proporcionado durante 21 días experimentales de forma grupal en un comedero de canoa, sin embargo a las vacas se les proporciono un periodo de adaptación alimenticio en forma creciente; del día 0 al 3 días se le proporciono 1 kg de concentrado, del día 4 al 6, 2 kg, los últimos 2 días seles proporciono 2.5 kg y del día 9 al 26, recibieron la cantidad del suplemento total (3kg/vaca).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Cuadro 4.-Ingredientes del suplemento y su valor nutricional para las vacas experimentales.

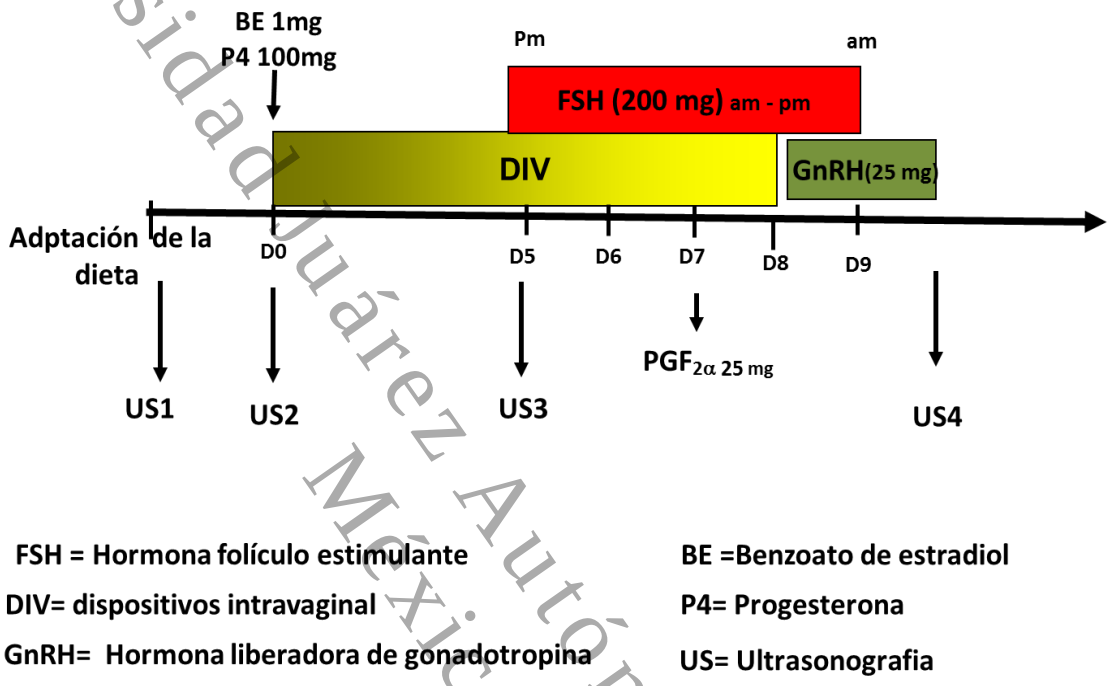
Ingredientes (%)	Dietas	
	Testigos/sin aceite de maíz	Suplementadas/con aceite de maíz
Pasta de coco	13.0	4.0
Salvado de trigo	8.0	10.0
Maíz molido	33.5	34.0
Pulido de arroz	3.5	3.5
MG5	34.5	36.0
Tecnofos	2.5	2.5
Sal común	5.0	5.0
Aceite de maíz	0.0	5.0
Composición química		
EM (Mcal/Kg)	2.58	2.53
P.C	13.03	12.98

3.2.2.- Procedimiento de la sincronización de las vacas

La sincronización del estro y ovulación de las vacas fue de la siguiente forma; al día 0 se le coloco un dispositivos intravaginal (CIDR) por vaca, impregnado con 1.9 g de progesterona sintética, la cual es liberada lentamente, además se le aplico vía intramuscular (IM) 1 mg del benzoato de estradiol (estrol®) y 100 mg de progesterona. Al día 5 (18:00 h) se le aplico por vía IM 40 mg de la hormona folículo estimulante (siglas en inglés, FSH), posteriormente se le suministro 7 aplicaciones (1 cada 12 h), las cuales fueron proporcionadas en dosis decrecientes (2 dosis de 30, 25, 20 mg y la última dosis de 10 mg), al día 7 se le aplico 25 mg de prostaglandinas (PGF2α, lutalyse®). Finalmente al día 8 se efectuó el retiro del dispositivos

intravaginal (CIDR) en cada vaca y el día 9 se le aplico vía IM, 25 mg de un análogo de GnRH (fertagyl®), Ver figura 6.

Figura 5.- Protocolo de sincronización del estro.



3.4.- Variables evaluadas

3.4.1.- Número y tamaño de los folículos.

El número y tamaño de los folículos, fueron determinados por medio de ultrasonografías las cuales fueron realizadas mediante la utilización de un ultrasonido Mindray DP-10 Vet a través de un transductor intracavitario de arreglo lineal 7.5 Mhz en tiempo real, antes de la suplementación, al inicio del protocolo de sincronización y al día de inicio y finalización del tratamiento con FSH. (Ver figura 6). Los folículos fueron clasificados en folículos < 5 mm y > 5mm (Murphy *et al*. 1984; Becaluba 2007).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Se realizaron 4 ultrasonidos en cuales fueron clasificados de la siguiente manera;

Efecto época (E) fue durante la realización del primer ultrasonido (US1), donde ambos grupos no recibieron ningún estímulo, es decir en dicho periodo no estaban suplementados y además no recibieron estimulo por algún protocolo hormonal. Por ello, se considera las vacas de ambos grupos testigos (T y AGPI), ya que solo percibían el efecto de las épocas climáticas.

Efecto suplemento fue cuando se realizó el 2 y 3 ultrasonido, donde las vacas fueron estimuladas mediante un suplemento, sin embargo las vacas del grupo T dicho suplemento no contenía ácidos grasos poliinsaturados, al contrario las vacas del grupo AGPI el suplemento fue adicionado con el 5 % de aceite de maíz (ácidos grasos poliinsaturados), en este periodo no percibieron estimulo hormonal es decir solo el estímulo de los AGPI. Clasificándose en dos periodos; la evaluación del efecto de los AGPI a 5 días de suplementación (S5) y el efecto a 10 días de suplementación (S10).

Efecto suplemento (con y sin ácidos grasos poliinsaturados) + el estímulo hormonal (FSH y GnRH), en el ultrasonido 4 donde las vacas fueron estimuladas mediante el suplemento pero además fueron estimulados mediante un protocolo de estimulación folicular.

Análisis estadísticos

El número y tamaño de folículos observados fue sometido a un análisis de varianza (ANOVA) con ayuda del paquete estadístico SYSTAT 13. Los valores exactos son indicados en los cuadros y en el texto la significancia estadística ($P \leq 0.05$).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

IV.-RESULTADOS

El número de folículos y tamaño observados durante la realización de los ultrasonidos se muestran en el cuadro 1 (Efecto de las épocas climáticas), 2 (efecto de los AGPI) y 3 efecto de los AGPI + Estímulo hormonal). En estos cuadros se puede observar la comparación de cada grupo sobre diferentes épocas o en su caso la comparación entre los dos grupos.

Efecto de la época climática sobre el número y tamaño folicular

El número de folículos observados en vacas durante la época de lluvias fue mayor estadísticamente que el número de folículos observado durante la época de secas (P = 0.0001). Sin embargo, el número de folículos ovulatorio no difirió entre la época de secas y lluvias (P = 0.7). Caso contrario, el número de folículos no ovulatorios fue mayor durante la época de lluvias que en la época de secas (P = .0000).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Tabla 1.- Efecto de la época (secas vs. lluvias) sobre el número y tamaño de folículos previo al tratamiento experimental en vacas bajo condiciones tropicales

	Épocas		Probabilidad
	Secas	Lluvias	
Folículos totales observados.			
Cantidad	7.6 ± 0.9	14.9 ± 1.3	0.000
Talla (mm)	3.7 ±0.1	3.2± 0.09	0.000
Clasificación de los folículos observados			
Folículos ovulatorios			
Cantidad	1.6 0.6	1.7 0.4	0.7
Talla (mm)	6.3±0.3	6.5±0.2	0.651
Folículos no ovulatorios			
Cantidad	6.0 ± 1.1	13.4± 2.1	0.003
Talla (mm)	3.1±0.08	2.8±0. 0.06	0.003

mm = milímetro
Probabilidad = diferencias estadísticas entre la época de secas y lluvias.

Efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados en el suplemento sobre el número y tamaño folicular

El número de folículos totales observados en la época de secas no difirió con lo observado en la época de lluvias en vacas del grupo T (S5 y S10, P = 0.7). Sin embargo en las vacas del grupo AGPI, el número de folículos totales observados fue mayor en la época de lluvias que en la época de seca (S5, P = 0.002 y en el S10, P = 0.05).

En vacas del grupo T, el número de folículos < 5 mm no difirió entre la época de secas y los observados en la época de lluvias (S5, P = 0.7 y S10, P = 0.9). Al contrario en vacas AGPI, el número de folículos < 5 mm fue mayor durante la época de lluvias que en la

época de secas en S5 (P = 0.002), asimismo en S10 (P = 0.06). La comparación entre grupos no mostro diferencia significativa en ambas épocas (P ≥ 0.05).

En S5 y S10, el número de folículos > 5 mm observados en la época de secas no fue diferente a los observados durante la época de lluvias en los 2 grupos (P ≥ 0.2). En la comparación entre grupos, en la época de secas, el número de folículos > 5 mm no difirió entre vacas del grupo T comparado con las del grupo AGPI en el S5 y S10 (P ≥ 0.2). De igual forma en la época de lluvias, el número de folículos > 5 mm no difirió entre vascas T y AGPI en S5 y S10 (P ≥ 0.3).

El tamaño de los folículos totales observados durante la época de secas a la S5 y S10 no difirió con el tamaño observado durante la época de lluvias en ambos grupo (P ≥ 0.07). Sin embargo en la comparación entre grupos, solo en S10 durante la época de lluvias el tamaño del folículo es mayor en las vacas del grupo AGPI comparado con las vacas del grupo T (P = 0.02).

En la clasificación de los folículos, la talla de folículos pequeños no difirió entre la época de secas con la de lluvias en los dos grupos (P ≥ 0.2). Asimismo, la talla de los folículos mayores en los dos grupos no difirió entre las dos épocas (S5, P ≥ 0.06 y S10, P ≥ 0.7). En la comparación entre grupos; en la época de secas la talla de los folículos observados en el grupo T no difirió con la talla observada en las vacas del grupo AGPI en S5 y S10 (P ≥ 0.5). Sin embargo, durante la época de lluvias solo en S5 la talla de los folículos fue mayor en las vacas del grupo T que en las del grupo AGPI (P = 0.01).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Tabla 2.- Efecto de la adición de AGPI en el suplemento sobre el número y tamaño de folículos en vacas bajo condiciones tropicales

		Grupos	Épocas		Probabilidad
			Secas	Lluvias	
Folículos totales observados.					
S5	**Cantidad**	**T**	11.2 ± 2.1[a]	12.3 ± 1.9 [a]	0.71
		AGPI	9.3 ± 1.9[a]	17.6 ± 1.4 [a]	0.002
	Talla (mm)	**T**	3.5 ± 0.4 [a]	3.1 ±0.5 [a]	0.08
		AGPI	3.6± 0.6 [a]	3.3 ±0.4 [a]	0.09
S10	**Cantidad**	**T**	15.9 ± 1.9[a]	14.7 ± 2.0 [a]	0.70
		AGPI	12.3 ± 2.5[a]	18.2 ± 1.6[a]	0.05
	Talla (mm)	**T**	3.2±0.4 [a]	2.9 ± 0.4 [a]	0.065
		AGPI	3.3±0.5[a]	3.3 ± 0.5[b]	0.995
Clasificación de los folículos observados					
Folículos ovulatorios.					
S5	**Cantidad**	**T**	1.7 ± 0.6 [a]	1.4 ± 0.4 [a]	0.974
		AGPI	1.7 ± 0.8 [a]	2.5 ± 0.7 [a]	0.231
	Talla (mm)	**T**	6.5±0.3 [a]	6.9±0.4 [b]	0.3
		AGPI	6.8±0.5 [a]	6.1±0.2 [a]	0.06
S10	**Cantidad**	**T**	1.3 ± 0.5 [a]	0.6 ± 0.2 [a]	0.970
		AGPI	1.3 ± 0.5 [a]	2.2 ± 0.6 [a]	0.032
	Talla (mm)	**T**	6.3±0.4 [a]	6.3±0.6 [a]	1.0
		AGPI	6.8±0.5 [a]	7.0±0.5 [a]	0.7
Folículos no ovulatorios.					
S5	**Cantidad**	**T**	9.5 ± 2.0 [a]	10.9 ± 2.0 [a]	0.66
		AGPI	7.7 ± 1.5[a]	15.1 ± 1.4 [a]	0.002
	Talla (mm)	**T**	3.0±0.2 [a]	2.7±0.3 [a]	0.05
		AGPI	3.0±0.4 [a]	2.9±0.3 [a]	0.41
S10	**Cantidad**	**T**	14.6 ± 1.9[a]	14.1 ± 2.0 [a]	0.861
		AGPI	11.0 ± 2.3[a]	16.0 ± 1.5 [a]	0.06
	Talla (mm)	**T**	2.9±0.3 [a]	2.8±0.4 [a]	0.207
		AGPI	2.9±0.3 [a]	2.8±0.3 [a]	0.171

[a]-[b] literales diferentes muestran una diferencia estadísticas entre el grupos T (testigo) vs. AGPI (ácidos grasos poliinsaturados). mm = milímetro, Probabilidad = diferencias estadísticas entre la época de secas y lluvias, S5 = efecto de la suplementación a 5 días y S10 = efecto de la suplementación a 10 días.

Efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados + la estimulación hormonal sobre el crecimiento folicular

En ambos grupos, el número de folículos totales observados no difirió entre épocas (secas vs. lluvias: vacas del grupo T, P = 0.94 y del AGPI, P= 0.4). Asimismo, la comparación entre grupos no difirió en la época de seca (P = 0.4) y la época de lluvias (P = 0.4).

El número de folículos < 5 mm observados durante la época de secas no fue diferente estadísticamente a los observados durante la época de lluvias en los 2 grupos (P = 0.8 en ambos grupos). El número de folículos > 5 mm observados durante la época de secas no difirió en las vacas del grupo T comparado con las del grupo AGPI (P = 0.7), caso similar observado durante la época de lluvias (P= 0.9).

En ambos grupos, el tamaño de los folículos total fue mayor durante la época de secas comparado con el tamaño en la época de lluvias (Grupo T, P = 0.002 y grupo AGPI, P = 0.04). En la comparación entre grupos la talla promedio es mayor en la vacas del grupo T que en las del grupo AGPI solo durante la época de secas (P =0.01).

La talla de los folículos pequeños en el grupo T fue mayor durante la época de secas que durante la época de lluvias (P = 0.02). Caso contrario, en las vacas del grupo AGPI dicha talla no difirió (P = 0.4). La comparación entre grupos, en la época de secas la talla de los folículos pequeños fue mayor en el grupo T comparado con la talla del grupo AGPI (P = 0.05). Sin embargo, en la época de lluvias la talla no difirió entre los grupos (P = 0.1).

En el grupo AGPI, la talla de los folículos grandes fue mayor durante la época de secas que la talla observada en la época de lluvias (P = 0.02). Sin embargo, dicha talla no fue diferente entre épocas en las vacas del grupo T (P = 0.1). En la comparación entre los dos grupos la talla de los folículos grandes fue mayor en las vacas del grupo AGPI comparadas con las del grupo T durante la época de secas (P = 0.02). Sin embargo, durante la época de lluvias la talla de folículos grandes no difiere entra las vacas del grupo T y las del grupo AGPI (P = 0.1).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Tabla 3.- Efecto de la adición del suplemento + estimulo hormonal sobre el número y tamaño de folículos en vacas bajo condiciones tropicales.

	Grupos	Épocas		Probabilidad
		Secas	Lluvias	
Folículos totales observados.				
Cantidad	**T**	14.9 ± 1.6ª	14.7 ± 3.7ª	0.94
	AGPI	18.3 ± 2.0ª	16.3 ± 1.6ª	0.43
Talla (mm)	**T**	5.9±0.9[b]	4.7± 0.9 ª	0.002
	AGPI	5.0 ± 0.9 ª	4.4±0.6 ª	0.037
Clasificación de los folículos observados				
Folículos ovulatorios.				
Cantidad	**T**	6.6 ± 1.2 ª	5.7 ± 2.4 ª	0.717
	AGPI	7.3 ± 1.6 ª	5.8 ± 1.3 ª	0.945
Talla (mm)	**T**	7.0±0.6 ª	7.6±0.7 ª	0.11
	AGPI	7.8±0.7[b]	7.0±0.5 ª	0.019
Folículos no ovulatorios.				
Cantidad	**T**	8.3 ± 1.2ª	9.0 ± 2.5 ª	0.788
	AGPI	11.0 ± 1.3ª	10.5 ± 1.6 ª	0.807
Talla (mm)	**T**	3.4±0.5[b]	2.9±0.9 ª	0.018
	AGPI	3.0±0.4 ª	3.2±0.3 ª	0.37

[a]-[b] = literales diferentes muestran una diferencia estadísticas entre el grupos T (testigo) vs. AGPI (ácidos grasos poliinsaturados).
Probabilidad = diferencias estadísticas entre la época de secas y lluvias
mm = milímetro

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

V.-DISCUSIÓN

Con los resultados encontrados en las vacas bajo condiciones de pastoreo tradicional, se comprobó la hipótesis: que la adición de ácidos grasos poliinsaturados incrementa el número y tamaño de los folículos. Cabe mencionar, que antes de recibir cualquier estimulo en las vacas se observa un mayor número de folículos durante la época de lluvias que los observados durante la época de secas. Sin embargo, la proporción de un suplemento en estas vacas incrementa el número de folículos observándose un mayor número de folículos en las vacas del grupo AGPI que las testigos. Al contrario, cuando a dichas vacas se les somete a una bioestimulación hormonal no se observa un efecto del suplemento con o sin la adición de ácidos grasos poliinsaturados.

Efecto de la época (secas vs. lluvias) sobre el crecimiento folicular

El número de folículos totales observados en vacas durante la época de lluvias fue mayor que los observados en vacas durante la época de secas, dicho cantidad de folículos no mostraron diferencias en la talla entre la época de secas contra lluvias. Estos datos coinciden con lo demostrado por Lemma *et al*. 2006 quien observo una disminución del número de folículos durante la época de secas. Asimismo, Fuentes *et al.* 2002 observó que durante la época de secas se retarda en el desarrollo folicular, ello posiblemente por una disminución en las concentraciones de hormonas reproductivas durante esta época. Además, se ha observado que durante la época de secas hay un retardo en la ovulación (Moberg, 1975; Hansen, 2007; Al-Katanani *et al*. 1999; Chebel *et al*. 2004).

Efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados en el suplemento sobre el crecimiento folicular

En vacas a las que se les proporciona suplemento adicionado con ácidos grasos poliinsaturados incrementa el número de folículos durante la época de lluvias. Además, se observa un mayor tamaño que cuando se les proporciona un suplemento sin ácidos grasos poliinsaturados. Estos resultados contribuyen a lo que reportado por Robinson et al (2002)

quien observa un mayor número de folículos en vacas alimentadas con GPA que aquellas que no fueron suplementadas. Asimismo, Herrera et al. (2003) observa ovejas Pelibuey suplementas con aceite de maíz un mayor número de folículos pequeños y grandes que lo que observa en ovejas que no consumieron el aceite. Conjuntamente, El-Shahat y Abo-El maaty 2010 y Meza-Villalvazo et al. (2013) encontraron una mayor población total de folículos grandes en hembras suplementadas. Además, este mayor número de folículos encontrados en las vacas AGPI podría ser un factor determinante para obtener una mayor tasa Ovulatoria, esto atribuido a los resultados reportados en ovinos por Cansino-Arroyo et al., (2009) quien encontró un mayor número de ovulaciones en ovejas que fueron suplementadas con ácidos grasos poliinsaturadas.

Efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados + la estimulación hormonal sobre el crecimiento folicular

Cuando a las vacas se les proporciona un estímulo superovulatorio hormonal es suficiente para incrementar el número de folículos sin ser necesario la adición de ácidos grasos poliinsaturados. Sin embargo, a las vacas que se les proporciona suplemento adicionado con ácidos grasos poliinsaturados + un estímulo superovulatorio hormonal incrementa el tamaño de los folículos durante la época de secas. Caso contrario, en vacas sin ácidos grasos poliinsaturados + un estímulo superovulatorio hormonal el tamaño de los folículos es igual en las dos épocas. Este impacto del uso de ácidos grasos poliinsaturados + un estímulo superovulatorio hormonal contribuye a lo encontrado por Cerri et al (2009) donde proporciona ácidos grasos poliinsaturados en vacas sometidas a un protocolo de sincronización donde no observo cambios en el número de folículos, tampoco observo cambios en el diámetro folicular. Según Herrera-Corredor et al. (2010), observa en ovejas sometidas a una suplementación grasa un incremento de tamaño de folículos grandes. Casos muy similares han sido reportados por (Oldick et al. 1997, Thomas et al. 1997, De Fries et al. 1998). Este incremento en la talla de los folículos grande se le puede atribuir en parte al incremento de las concentraciones de LH en plasma Mattos et al. (2000).

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

VI.- CONCLUSIÓN

En con resultados obtenidos se puede concluir que el número de folículos es afectado por la época, observándose un mayor número de folículos durante la época de lluvias. Sin embargo, el tamaño de los folículos no es afectado por las condiciones climáticas.

La adición de ácidos grasos poliinsaturados en el suplemento durante la época de lluvias incrementa el número de folículos en vacas mantenidas en condiciones de pastoreo. Además, tiende a incrementar el tamaño folicular en dicha época.

En vacas estimuladas mediante un tratamiento superovulatorio la adición de ácidos grasos poliinsaturados no incrementa el número de folículos. Además, se observa un incrementa en el tamaño de los folículos grandes en las vacas adicionadas con ácidos grasos poliinsaturados en el suplemento. Caso contrario en las vacas sin la adición de ácidos grasos poliinsaturados dicho incremento se observa en los folículos pequeños.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

VII. - BIBLIOGRAFIA.

Adamiak SJ, Powell K, Rooke JA, Webb R, Sinclair KD (2006) Body composition, dietary carbohydrates and fatty acids determine post-fertilization development of bovine oocytes in vitro. Reproduction. 131:247-258.

Aguilar GCS, Comerciante H, Montiel F, Canseco R, Márquez TA (2002) Comparación de la estereoscopia, la microscopía de luz y métodos ultra estructurales de evaluación de embriones bovinos. Reproducción de los animales domésticos. 37: 341-346.

Aké- López R, Casanova-Estrella G, Centurión-Castro FG, Aké-Villanueva JR (2013) Efecto de la condición corporal sobre la sincronización del estro, fertilidad y prolificidad de ovejas de pelo. Bioagrociencias. 6: 34-38.

AL-Katanani YM, Webb DW, Hansen PJ (1999) Factors affecting seasonal variation in 90 day non-return rate to first service in lactating Holstein cows in a hot climate. Journal Dairy Science. 82: 2611-2615.

Ardema H, Vos LA, Lolicato MP, Roelen F, Knijn AJB, Vaandrager BA, Helms BJ, Gadella MB (2011) Oleic acid prevents detrimental effects of saturated fatty acids on bovine oocyte developmental competence. Biology of Reproduction. 85: 62-69.

Aréchiga-Flores CF, Hansen PJ (2001) Efectos climáticos adversos en la función reproductiva del ganado bovino. Veterinaria Zacatecas. 2: 89-107.

Arias R, Mader TL, Escobar PC (2008) Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Nebraska – Lincoln, USA. Archivo Medico Veterinario. 40: 7-22.

Armstrong DG, McEvoy TG, Baxter G, Robinson JJ, Hogg CO, Woad KJ (2001) Effect of dietary energy and protein on bovine follicular dynamics and embryo production in vitro: associations with the ovarian insulin-like growth factor system. Biology of Reproduction. 64:1624-1632.

Ashworth CL, Luiza MT, Morag GH (2009) Nutritional efects on oocyte and embryo development in mammals: implications for reproductive eficiency and environmental sustainability. Philosophical transactions of the royal society biological sciences. 364: 3351-3361.

Austin CR, Short RV (1990) Reproduction in mammals: Embryonic and Fetal Development.

Avedaño L (2009) Enfriamiento artificial y tasa de concepción de vaquillas Holstein con estrés térmico. Ciencias Pecuarias. 45: 219-231.

Ávila A, Herrera-Camacho J, Aké-López JR, Delgado-León RA, Ku-Vera JC (2010) Efecto de la suplementación con aceite de maíz en la actividad ovárica posparto, la tasa de embarazo, y la concentración sérica de progesterona y metabolitos de los lípidos en la F1 (Bos taurus x Bos indicus) vacas. Producción y salud animal tropical. 42: 1435-40.

Badinga L, Thatcher WW, Díaz T, Drost M, Wolfenson D (1993) Efecto del Estrés Por Calor ambiental en el Desarrollo folicular y la esteroidogénesis en vacas Holstein. Theriogenology. 39: 797-810.

Beam SW, Butler WR (1998) Energy balance, metabolic hormones, and early postpartum follicular development in dairy cows fed prilled lipid. Journal of Dairy Science. 81:121-131.

Becaluba F (2007) Factores que afectan la superovulación en bovino, en www.engormix.com

Bellows RA, Grings EE, Simms DD, Geary TW, Bergman JW (2001) Effects of feeding supplemental fat during gestation to first-calf beef heifers. Animal Science. 17:81-89.

Berman A, Folman Y, Kaim M, Marmen M, Herz Z, Wolfenson D, Ariell A, Graber Y (1985) Upper critical temperatures and forced ventilation effects for highyielding dairy cows in a subtropical climate. Journal of dairy science. 68:1488-1500.

Bilby TR, Bloque J, Amaral D, Sa O, Silvestre FT, Hansen PJ, Staples CR, Thatcher WW (2006) Efectos de los ácidos grasos insaturados sobre la calidad del ovocito y el desarrollo folicular en vacas lecheras en verano. Journal of dairy Science. 89: 891-3903

Blackshaw JK & Blackshaw AW (1994) Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. Animal Production Science. 34: 285-295.

Bossis I, Wettemann R P, Welty SD, Vizcarra JA, Spicer LJ, Diskin MG (1999) Nutritionally induced anovulation in beef heifers: ovarian and endocrine function preceding cessation of ovulation. Journal of animal science. 77:1536-1546.

Callejas S (1995) Fisiología del ciclo estral bovino. Jornadas de Biotecnología de la Reproducción en hembras de interés zootécnico, Unlz y Syntex S.A, Lomas de Zamora. 12:89-98.

Cansino-Arroyo G, Herrera-Camacho J, Aké-López JR (2009) Tasas de concepción, fertilidad y prolificidad en ovejas de pelo alimentadas con dietas enriquecidas con ácidos grasos poliinsaturados. Universidad y Ciencia. 25:181-185.

Cerri RLA, Bruno RGS, Chebel RC, Gavao KN, Rutgliano H, Juchem SO, Thatcher WW, Luchini, D, Santos JEP (2004) Effect of fat sources differing in fatty acid profile on fertilization rate and embryo quality in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 87:297-301

Cerri RLA, Juchem SO, Chebel RC, Rutgliano H, Bruno RGS, Galvaõ KN, Thatcher WW, Santos JE (2009) Effect of fat source differing in fatty acid profile on metabolic parameters, fertilization, and embryo quality in highproducing dairy cows. Journal of Dairy Science. 92: 1520-1531.

Chebel RC, Santos JE, Reynolds JP, Cerri RL, Juchem SO, Overton M (2004) Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. Animal Reproduction Science. 84:239–55.

Chemineau P (1993) Medio ambiente y reproducción animal. World Animal Review. 77: 2-14.

Cheng Z, Abayasekara DR, Wathes CD (2005) The effect of supplementation with n- 6 polyunsaturated fatty acids on 1-, 2- and 3-series prostaglandin F production by ovine uterine epithelial cells. Biochimica et Biophysica Acta. 1736:128-135.

Childs S, Hennessy AA, Sreenan, JM, Wathes C, Cheng Z, Stanton C, Diskin MG, Kenny DA (2008) Effect of level of dietary n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on systemic and tissue fatty acid concentrations and on selected reproductive variables in cattle. Theriogenology. 70: 595-611.

Chrousos GP, Torpy DJ, Gold PW (1998) Interactions between the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis and the Female Reproductive System: Clinical Implications. Annals of Internal Medicine. 129: 229-240.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Colitti M, Sgorlon S, Stradaioli G, Farinacci M, Gabai G, Stefanon B (2007) Grape polyphenols affect mRNA expression of PGHS-2, TIS11b and FOXO3 in endometrium of heifers under ACTH-induced stress. Theriogenology. 68:1022-30.

Collomb M, Schmid A, Sieber R, Wechsler D, Ryhanen EL (2006) Conjugated linoleic acids in milk fat: Variation and physiological effects. Journal of Dairy Science. 16: 1347-1361.

Coppock, CE, Wilks DL (1991) Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: Effects on intake, digestion, milk yield, and composition. Journal of Animal Science. 69: 3826-3837.

Córdova IA, Murillo MA, Castillo JH (2009) Efecto de factores climáticos sobre la conducta reproductiva bovina en los trópicos. RedVet. 11:1-2.

Cruz G, Saravia S (2008) Cuantificación de un Índice de Temperatura y Humedad en Uruguay. Agrociencia Uruguay. 12: 56-60. Da Silva RG (2006) El tiempo y el clima y la producción animal. Actualización de la guía de prácticas agrometeorológicas. 4:563-567.

De Dios VOO (2001) Ecofisiologia de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Villahermosa Mexico, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 1: 17-19.

De Fries CA, Neuendorff DA, Randel RD (1998) Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. Journal of Animal Science. 76: 864-870.

De Fries CA, Neuendorff DA, Randel RD (1998) Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. Journal of Animal Science. 76: 864-870.

De Rensis F, Scaramuzzi RJ (2003) Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow a review. Theriogenology 60: 1139-1151.

Dick A (2001) La inseminación artificial y su momento óptimo. Taurus 12: 34-38

Diéguez J, Escobar CAJ, Rosa Mercedes Hincapié, John Matamoros, Isidro Hincapié, John (2009) Efecto de la condición corporal sobre el porcentaje de preñez en vacas sincronizadas con dispositivos intravaginales DIV-B. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana.

Dobson H & Smith RF (2000) What is stress, and how does it affect reproduction? Animal reproduction science. 60: 743-752.

Dominguez MM (1995) Effects of body condition, reproductive status and breed on follicular population and oocyte quality in cows. Theriogenology 43:1405-1418.

Downing JA, Scaramuzzi JR (1991) Nutrient effects on ovulation rate, ovarian function and the secretion of gonadotripihc and metabolic hormones in sheep. Journal of Reproduction and Fertility Ltd. 42: 209-227.

Downing JA, Scaramuzzi JR (1997) The effect of the infusion of the insulin during the luteal phase of the estrous cycle on the ovulation rate and on plasma concentrations of LH, FSH and glucose in ewes. Theriogenology. 47:747-759.

Ealy AD, Drost M, Robinson OW, Britt JH (1993) Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. Journal Dairy Science. 76:2899–905.

Elsden RP, Seidel GE (1986) Manual de procedimientos para recolección, división y transferencia de embriones en bovinos. Colorado State University. Fort Collins Co.1: 67-68.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

El-Shahat KH , Abo-El Maaty AM (2010) El efecto de la suplementación de la dieta con sales de calcio de ácidos grasos de cadena larga y / o L-carnitina sobre la actividad ovárica de las ovejas Rahmani. Animal Science Reproduction. 2:78-82.

Faure R, Fernández-Limia O, Morales-Denis C (2004) Concentraciones de Cortisol sérico en novillas Holstein durante las dos épocas del año en Cuba. RedVet 12:12-15.

Flesch FM and Gadella BM (2000) Dynamics of the mammalian plasma membrane in the procees of fertilizacion. Biochimica et Biophysica Acta. 1469:197-235.

Fouladi-Nashta AA, Gutierrez GC, Gong GJ, Garnsworthy CP, Webb R (2007) Impact of dietary fatty acids on oocyte quality and development in lactating dairy cows. Biology of Reproduction. 77:9-17.

Fuentes H, Martínez N, Colmenares O, Drescher K, Herrera P y Birbe B (2002), Efecto de la época sobre parámetros reproductivo en novillas de doble propósito en el estado Guárico. Revista Científica (7) Suplemento. 2: 439-441.

Funston RN (2004) Fat supplementation and reproduction in beef females. Journal of Animal Science. 82: 154-161.

Galina C y Valencia (2009) Reproduccion de Animals Domesticos, Limusa S.A. de C.V. Mexico DF. 3: 91-97.

García-Ispiertoa F, Lopez-Gatius B, Santolaria CP, Yaniz CJL, Nogareda B, Lopez-Bejara, F, De Rensis D (2006) Relationship between heat stress during the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. Theriogenology 65:799-807

Garnsworthy PC, Bloquear A, Mann GE, Sinclair KD, Webb R (2008) Nutrición, metabolismo, y la fertilidad en las vacas lecheras: 1. Fuente de energía alimentaria y la función ovárica. Journal Dairy Science. 10: 3814-23.

Gerlach T, Aurich J (2000) Regulacion of seasonal reproductive actitivity in the stallion, ram and bamster. Animal Reproduction Science 58:197-198.

Ghoreishi MS, Zamiri MJ, Rowghani E, Hejazi H (2007) Effect of a calcium soap of fatty acids on reproductive characteristics and lactation performance of fat-tailed sheep. Pakistan Journal of Biological Sciences. 10:2389-2395.

Gilad E, Meidan R, Berman A, Graber Y, Wolfenson D (1993) Effect of heat stress on tonic and GnRH-induced gonadotrophin secretion in relation to concentration of oestradiol in plasma of cyclic cows. Journal Reproduction and Fertility. 99:315–21.

Ginther OJ, Beg MA, Gastal MO, Gastal EL (2004) Follicle dynamics and selection in mares. Animal Reproduction. 1: 45-63.

Givens DI, Kliem KE, Gibbs RA (2006) The role of meat as a source of n-3 polyunsaturated fatty acids in the human diet. Meat Science. 74: 209-218.

Gordon I, Boland MP, McGovern H, Lynn G (1987) Effect of season on superovulatory responses and embryo quality in Holstein cattle in Saudi Arabia. Theriogenology. 27:231-234.

Gwazdauskas FC (1974) Interrelationships of certain thermal and endocrine phenomena and reproductive function in the female bovine ph D. thesis. University ío Florida. 9: 67-78.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

Gwazdauskas FC, Thatcher WW, Kiddy CA, Pape MJ, Wilcox CJ (1981) Hormonal pattern during heat stress following PGF2alpha-tham salt induced luteal regression in heifers. Theriogenology. 16:271-85.

Habich GE, Joandet, GE (1978) Eficiencia reproductiva de Bovinos. Análisis cuantitativo de la importancia de varios de sus parámetros componentes. Producción Animal 6: 166-174.

Hafez ESE (2000) Reproduccion e inseminación artificial en animales, McGraw-Hill Interamericana Editores SA de CV, Mexico DF, 7: 567-736

Hansen PJ (2007) Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. Theriogenology 68: 242-249.

Hansen PJ, Arechiga CF (1999) Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. Journal Animal Science. 77:36-50.

Hansen PJ, Drost RM, Rivera F, Paula-Lopes YM, AI-Katananit CE, Krininger CC, Chase JR (2001) Adverse impact of stress on embryo production: cause and strategies for mitigation Theriogenology 55:91-103.

Henao G y Trujillo LE. (2003) Dinámica folicular y función lútea durante la gestación temprana. Estudio de un caso en Bos indicus. Revista Fac Nal Agricola. 56: 1779-1788.

Her E, Wolfenson D, Flamenbaum I, Folman Y, Kaim M, Berman A (1998) Thermal, productive and reproductive responses of high yielding cows exposed to short-term cooling in summer. Journal Dairy Science. 71:1085-1092.

Herrera JC, Tinoco M, Orozco KED (2012) Suplementación Grasa y su Efecto sobre la Reproducción de Rumiantes. México Temascaltepec, Reunión Bianual sobre Reproducción Animal. 7: 17-36.

Herrera JC, Quintal FJ, Kú V.J, Williams, GL (2003) Efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados sobre la dinámica folicular, tasa de gestación y respuesta ovárica en ovejas Pelibuey. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2:101-104.

Herrera-Camacho AJ, Aké-López JR, Ku-Verab JC, Williams GL, Quintal-Franco JA (2008) Respuesta ovulatoria, estado de desarrollo y calidad de embriones de ovejas Pelibuey superovuladas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados. Técnica Pecuaria en México. 46: 107-117.

Herrera-Corredor A, Salazar-Ortíz J, Morales-Terán G, Pro-Martínez A. y Gallegos-Sánchez J (2010) Effect of dietary soybean oil and of body condition, on the follicular population and the ovulation rate of pelibuey sheep in two reproductive seasons. Universidad y Ciencia. 2:205-210.

Hess BW (2003) Supplementing fat to the cow herd in Proc. Range Beef Cow Simp. XVIII, Mitchell, NE, Pages 24:156-165.

Hightshoe RB, Cochran RC,Corah LR, Kiracofe GH, Harmon DL, Perry RC (1991)Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. Journal Animal Science. 69:4097-4103.

Hijo DS , Choe CY , Choi SH , Rae Cho-S , Kim HJ , Han MH , Ryu ES , Suh GH , Kim UH , Kim IH (2007) Efecto del benzoato de estradiol o tratamiento de GnRH antes de la superestimulación en tratados con CIDR, vacas nativas coreanas (Bos taurus). Animal Science Reproduction. 100: 14-21.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

Hisashi N, Hiroshi OHTA , Toshihumi N, Tetsuo M, Koji A, Yasuhiro T (2011) Efecto del índice de temperatura-humedad en la temperatura del cuerpo y la Tasa de Concepción de Vacas Lecheras en Lactancia en el suroeste de Japón. Diario de la Reproducción y el Desarrollo. 57: 450-456.

Hughes J, Kwong WY, Li D, Salter MA, Lea RG, Sinclair KD (2011) Effects of omega-3 and 6 polyunsatured fatty acids on ovine follicular cell steroidogeneis, embryo development and molecular markers of fatty acid metabolism. Reproduction 141: 105-118.

INEGI (2010) Censo de población y vivienda 2010. Principales resultados por localidad (ITER). www.inegi.org.mx/sistemas/consulta_resultados/iter2010.

Ingraham RR, Gillette DD, Wagenr WD (1994) Relationship of temperature and humidity conseption rate of holstein cows in subtropical climate Journal Dairy science. 56:476.

Johnson HD (1987) Bioclimate effects on growth, reproduction and milk production of livestock. En Johnson HD editor. Bioclimatology and Adaptation of Livestock. World Animal Science B - 5. Amsterdam: Elsevier Scientific Publication. p. 2 26

Khalifa HH (2003) Bioclimatology and adaptation of farm animals in a changing climate. In: Interactions between climate and animal production. Proc Symp, EAAP Technical. 7: 15-29.

Khongdee S , Chaiyabutr N , Hinch T , Markvichitr K , Vajrabukka C (2006) Efectos de la refrigeración por evaporación sobre el rendimiento reproductivo y la producción de leche de las vacas lecheras en condiciones húmedas calientes. International Journal Biometeorology. 50:253-7.

Kuran M, Onal AG, Robinson JJ, Mackie K, Speake BK, McEvoy TG (1999) A dietary supplement of calcium of fatty acids enhances luteal function in sheep. Animal Science. 69:381-393.

Langendijk P, Soede MN, Kemp B (2005) Uterine activity, and function cell. Theriogenology. 63:500-513.

Lemma A, Bekana M, Schwartz HJ , Hildebrandt T (2006) El efecto de la condición corporal sobre la actividad ovárica de forma gratuita desde jennies tropicales. Journal Veterinary Medicine Clinical Pathology A Physiology Medicine. 1:1-4.

Leroy JL, Vanholder T, Mateusen B, Christophe A, Opsomer G, de Kruif A, Genicot G, Van Soom, A (2005) No esterified fatty acids in follicular fluid of dairy cows and their effect on developmental capacity of bovine oocytes in vitro. Reproduction. 130:485-495.

Leroy JLMR, Van HV, Clemente M, Rizos D, Gutierrez-Adan A, Van S, Uytterhoeven M, Bols PEJ (2010) The effect of nutritionally induced hyperlipidaemia on in vitro bovine embryo quality. Human Reproduction. 25:768-778.

Lopes N, Scarpa AB, Cappellozza BI, Cooke RF, Vasconcelos JLM (2009) Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on reproductive performance of Bos indicus beef cows. Journal of Animal Science. 87:3935-3943.

Lopez FG (2006) Relación entre condición corporal y eficiencia reproductiva en vacas holstein. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 4: 77-86.

Lozano RRD, Asprón-Pelayob MA, Vásquez CG, González-Padillac PE, Aréchiga-Floresd CF (2010) Efecto del estrés calórico sobre la producción embrionaria en vacas superovuladas y la tasa de gestación en receptoras. Revista Mexicana Ciencia Pecuaria. 3:189-203

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

Lu SY, Yang TW, Lee KH, Li SH, Wang JY (1992) Effects of temporary relief of heat stress on conception rate and reproductive hormones in Holstein dairy cattle. Journal Chinese Social Animal Science. 21:369-383.

Lucy MC , Escalante RC , Keisler DH , Lamberson WR , Mathew DJ (2013) Comunicación breve: infusión de glucosa en vacas postparto temprano define un punto de ajuste fisiológico superior para la glucosa en la sangre y provoca cambios rápidos y reversibles de las hormonas en la sangre y metabolitos. Journal Dairy Science. 96: 5762-8.

Lucy MC, Savio L, De la Sota B, Thetcher WW (1992) "Factors that affect ovarian follicular dynamics in cattle." Journal animal science. 70:3615-3626.

Lucy MC, Staples CR, Michel FM, Thatcher WW (1991) Effect of feeding calcium soaps to early postpartum dairy cows on plasma prostaglandin F2α, luteinizing hormone, and follicular growth. Journal of Dairy Science. 74:483-489.

Macedo R, Galina MA, Zorrilla JM, Palma JM, Pérez-Guerrero J (2003) Análisis de un sistema de producción tradicional en Colima, Mexico, Archivo Zootécnico. 52: 463- 474

Mapletoft RJ (1982) Superovulation and recovery of ova from the bovine. In 'Owners and Managers Workshop – VIII Annual Meeting of IETS, Denver, USA. 7: 37-40.

Mapletoft, RJ, Lindsell CE, Pawlyshyn V (1986) Effects of Clenbuterol, body condition and non-surgical embryo transfer equipment on pregnancy rates in bovine recipients. Theriogenology, 25:172.

Marin AAM, Tinoco MJC, Herrera CJ, Sanchez GLG, Sánchez PVM, Solorio RJL, Garcia VA (2007) Reinicio de la actividad ovárica y nivel de metabolitos de lípidos en vacas lecheras suplementadas con aceite vegetal durante el posparto temprano. Interciencia. 32:180-184.

Marquez YC, Galina CS, Castilla B, Leon H, Moreno MN (2004) Evidence of Damage in Cryopreserved and Fresh Bovine Embryos Using the Tunel Technique. Reproduction Domestic Animal. 39:141-145.

Martinez ALM, Perez MH, Perez LA, Gomez GG (2010) Digestión de los lípidos en los rumiantes: una revisión. Interciencia. 4:240-246.

Martínez-Marín M, Pérez-Hernández LM, Pérez-Alba D, Carrión-Pardo AG, Gómez C (2010) Diet digestibility and production performance in dairy goats consuming plant oils Universidad de Córdoba, España. Medicina Veterinaria. 44: 21-28.

Mattos R, Staples CR, Thatcher WW (2000) Effects of dietary fatty acids on reproduction in ruminants in Journals of Reproduction and Fertility 5, Department of Dairy and Poultry Sciences, University of Florida, Gainesville, USA. 65:38-45.

McGee EA, Hsueh AJW (2000) Initial and cyclic recruitment of ovarian follicles. Endocrine Reviews. 21: 2000-214.

McLaren A (1980) Fertilization, cleavage and implantation. In Reproduction farm Animals. Hafez ESE ed 4. Filadelfia.

Meyer hoeffer DC, Wettemann RP (2004) Coleman SW Reproductive criteria of beef bulls during and after exposure to increased ambient temperature. Journal Animal Science. 60: 352-357.

Meza-Villalvazo V, Magaña H, Sandoval C, Morales M, Chay A, Trejo A (2013) Effect of polyunsaturated fatty acids on follicular population and oocyte quality in Pelibuey sheep. Oaxaca, México,Universidad y ciencia. 29: 255-261.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Mihm M, Baguisi A, Boland MO, Roche JF (1994) Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. Journal Reproduction Fertilitty 102:123–30.

Moberg GP (1975) Effects of environment and management stress on reproduction in the dairy cow. Journal Dairy Science. 59:1618-1624.

MoghaddamI. Karimi, M. Pooyanmehr (2009) Efectos de enfriamiento a corto plazo sobre la tasa de preñez de vaquillas lecheras bajo estrés de calor del verano Veterinary Research Communications August. 33: 567-575

Murphy BD, Mapletoft RJ, Manns J, Humphrey WD (1984) Variability in gonadotrophin preparations as a factor in the superovulatory response. Theriogenology. 21:117-125.

Nagy P, Guillaume D, Daels P (2000) seasonality in mares .Animal Reproduction Science 60-61:245.

Nicholas B, Alberio R, Fouladi-Nashta AA, Webb R (2005) Relationship between low molecular weight insulin like growth factor binding proteins, caspe-3 activity and oocyte quality. Biology of Reproduction 72: 796-804.

Nieto R, Sánchez-Torres M, Mejía O, Olivares L, Peralta J, Cordero JL, Molina P, Cárdenas M (2010) Bypass Fat in ewes with different thickness of dorsal fat, hormonal response and main reproductive variables. Revista Científica. 6: 665-673.

Nobel RL, Jobst SM, Dransfield MBG, Pandolfi SM, Balley TL (1997) Use of radio frequency data communication system, HeatWatch, to describe behavioural estrus in dairy cattle. Journal Dairy Science. 78:179 -184.

NRC National Research Council (1999) Effect of environment on nutrient requirement of domestic animals. National Academy Press.

Overon TR, Waldron R (2004) Nutrition management of transition dairy cows: strategies to optimize metabolic health. Journal Dairy Science 87:3076-3079.

Pennington JA, Albright JL, Diekman MA, Callahan CJ (1985) Sexual activity of Holstein cows: seasonal effects. Journal Dairy Science. 68:3023-30.

Pérez-Ramírez E , Peyraud JL , Delagarde R (2009) La restricción de tiempo diario en el pasto al subsidio de baja y alta pastos: efectos sobre el consumo de pradera y de la adaptación del comportamiento de vacas lecheras en producción. Journal Dairy Science. 92: 3331-40.

Pezo D, Romero F, Ibrahim M (1992) Producción, manejo y utilización de los pastos tropicales para la producción de leche y carne. En: Fernández-Baca, S. (ed.). Avances en la producción de leche y carne en el Trópico americano. FAO, Oficina Regional para América. 23:105-117

Putney DJ, Drost M, Thatcher WW (1988) Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between days 1 to 7 post insemination. Theriogenology. 30:195–209.

Putney DJ, Mullins S, Thatcher WW, Drost M, Gross TS (1989) Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperature between the onset of estrus and insemination. Animal Reproduction Science. 19:37-51.

Ramirez RG, Gonzalez-Rodriguez, Morales-Rodriguez R, Cerrillo-Soto A, Juarez-Reyes A, Garcia-Dessommes GJ, Guerrero-Cervantes M (2009) Chemical composition and dry matter digestion of some native and cultivated grasses in Mexico, Czech. Journal Animal. Science. 54: 150–162.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Rayn DE, Halbach TJ, Armstrong DV (1992) Season and lactation number effects on milk production and reproduction in dairy cattle in Arizona. Journal Dairy Science. 75:2976–83.

Reagan Broks (1993) Transferencia de Embriones. Aplicaciones para un programa exitoso. Texas ARM. University Collage Station, Texas, EE.UU.

Rhind SM (2004) Effects of maternal nutrition on fetal and neonatal reproductive development and function. Animal Reproduction Science 83: 169-181.

Rivera RM, Hansen PJ (2001) Development of cultured bovine embryos after exposure to high temperatures in the physiological range. Reproduction. 121:107-15.

Roman PH (1981) Potencial de producción de los bovinos en el trópico de Mexico. Ciencia veterinaria 3:394-429.

Roman-Ponce H, Thatcher WW, Canton D, Barron DH, Wilcox CJ (1978) Thermal stress efects on uterine blood flow in dairy cows. Journal Animal Science. 46:175–80.

Rondeeau M Guay P, Goff AK and Cooke GM (1995) Assessment of embryo potential by visual and metabolic evaluation. Theriogenology. 44: 351-66.

Roth Z, Arav A, Bor A, Zeron Y, Braw-Tal R, Wolfenson D (2001) Improvement of quality of oocytes collected in the autumn by enhanced removal of impaired follicles from preovulatory heat-stressed cows. Reproduction 122:737–44.

Ruegg PL, Milton RL (1995) Body condition scores of holstein cows on Prince Edward Island, Canada: Relationship with yield, reproductive performance, and diasease. Journal Dairy Science 78: 552-64.

Sá Filho MF , Ayres H , Ferreira RM , Marques MO , Reis EL , Silva RC , Rodrigues CA , Madureira EH , Bó GA , Baruselli PS (2010) Gonadotropina coriónica equina y la hormona liberadora de gonadotropina mejorar la fertilidad en una cronometrada protocolo de inseminación artificial a base de norgestomet en Nelore (Bos indicus) vacas amamantados. Theriogenology 15; 73 (5): 651-8.

Salas RG, Herrera CJ, Gutiérrez VE, Kú VJC, Aké LJR (2011) Postpartum ovarian activity resumption and plasma concentration of lipid metabolites and progesterone in cows supplemented with bypass fat. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 14:385-392.

Salem M, Bouraoui R (2008) Effects of calcium salts of palm fatty and protected methionine supplementation on milk production and composition and reproductive performances of early lactation dairy cows. International Journal of Dairy Science 3: 187-193.

Sánchez AG, Rosales-Torres AM, Gutiérrez-Aguilar CG (2012) Neuroendocrine effects of insulin, IGF-I and leptin on the secretion of the gonadotropin-releasing hormone (GnRH). Tropical and Subtropical Agroecosystems. 15: 79-90.

Santos JEP, Bilby TR, Thatcher WW, Staples CR, Silvestre FT (2008) Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. Reproduction in Domestic Animals. 43:23-30.

SAS. (1999) Statical Analysis System version 9. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA Edition. WMO- Nº 100. Geneva.

Scaramuzzi RJ, Campbell BK, Downing JA, Kendall NR, Khalid MA (2006) Review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México

and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. Reproduction Nutrition Development. 46:339-354.

Schmid A, Collomb M, Sieber R, Bee G (2006) Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. Meat Science. 73: 29-41.

Senger PL (2003) Pathways to pregnancy and parturition. Washington State University Research and technology park 1610 NE Pullman. 381: 166-178.

SIAP, SAGARPA (2012) Monografía de Carne de Bovino. Dirección General Adjunta de Planeación Estratégica y Análisis Sectorial Dirección Ejecutiva de Análisis Sectorial.

Silvia E, Valtorta , Miriam R. Gallardo (2004) El enfriamiento por evaporación para vacas lecheras Holstein en pastoreo. Revista Internacional de Biometeorología 48: 213-217.

Staples CR, Burke JM, Thatcher WW (1998) Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. Journal of Dairy Science. 81:856-871.

Staples CR, Thatcher WW (2005) Effects of fatty acids on reproduction of dairy cows.In: Recent Advances in Animal Nutrition Edited by P.C. Garnsworthy and J. Wiseman. Nottingham University Press. Nottingham. 5: 1-28.

Stott GH, Wiersma F (1974) Response of dairy cattle to an evaporative cooled enviranment. Proc. int. Livestock Environment Symp. ASAE SO-P 174: 88-91.

Syadati AS, Mirzaei-Aghsaghali A, Fathi H, Davuodi J (2012) Importance essential fatty acids (n-6 and n-3) in animal nutrition: I: Ruminant. Annals of Biological Research. 3:1161-1176.

Thatcher WW, Collier RJ (1986) Effects of climate in reproduction. In: Morrow DA (ed.) 2.Current Therapy in Theriogenology Philadelphia: W.B. Saunders Co. 54: 301-309.

Thomas MG, Bao B, Williams GL (1997) Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. Journal of Animal Science. 75:2512- 2519.

Thomas MG, Williams GL (1996) Metabolic hormone secretion and FSH induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly saturated or polyunsaturated fatty acids. Theriogenology. 45:451-458.

Torres JSR, Pires FA, De Sá WF, Ferreira de M, Viana JM, Camargo ISA, Ramos AA, Folhadella IM, Polisseni J, De Freitas C, Clemente CAA, De Sá filho MF, Paula-lopes FF, Baruselli PS (2008) Effect of maternal heat-stress on follicular growth and oocyte competence in Bos indicus cattle. Theriogenology. 69:155-166.

Turzillo AM, Nett TM (1999) Regulation of GnRH receptor gene expression in sbeep and cattle. Journal reproduction and fertility. 54:75-78.

Van Lier, E, Regueiro M (2008). Digestión en retículo-rumen. Ed. Facultad de Agronomía, Universidad de la republica, Montevideo, Uruguay. 12: 23-27.

Vasconcelos JLM, Silcox RW, Lacerda JA, Pursley GR, Wiltbank MC (1998) Pregnancy rate, pregnancy loss, and response to heat stress after AI at 2 different times from ovulation in dairy cows. Biology Reproduction 56: 140-143.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Villa-Godoy A (1994) Problemas reproductivos en ganado de doble propósito mantenido en el trópico húmedo: Soluciones generadas a través de la investigación. Memorias XVIII simposium ganaderia tropical. Inifap Veracruz, Mexico. 37: 6-9.

Villagómez AME, Castillo RH, Villa-Godoy A, Román PH y Vázquez PC (2000) Influencia estacional sobre el ciclo estral y el estro en hembras cebú mantenidas en clima tropical. Tecnica Pecuaria México 38: 89-103

Waleed F, Marei F, Claire Wathes, Aali A, Fouladi-Nashta (2009) el efecto del ácido linolénico en la maduración de ovocitos de bovino y el desarrollo, biología de la reproducción. 81:1529-7268.

Webb SM, Lewis AW, Neuendorff DA, Randel RD (2001) Effects of dietary rice bran, lasalocid, and sex of calf on postpartum reproduction in Brahman cows. Journal of Animal Science. 79:2968-2974.

Webster MD (1991) Behavioral and physiological adaptations of birds to hot desert climates, In: Proceedings of the 20th international ornithological congress: Christchurch, New Zealand; p. 1765-76.

Wehrman ME, Welsh TH, Williams GL (1991) Diet-induced hyperlipidemia in cattle modifies the intrafollicular cholesterol environment, modulates ovarian follicular dynamics, and hastens the onset of postpartum luteal activity. Biology of Reproduction. 45:514-522.

Wiersma F, Stott GH (1969) New concepts in the physiology of heat stress in dairy cattle of interest of engineers. Trasactions 01. The ASAE 12:130.

Wilks DS (1995) Statistical Methods in the Atmospheric Sciences: An Introduction. Geophysics Series: 59. Academic Press. San Diego, California.

Williams G, Stanko R (2000) Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. Journal Animal Science 77: 1-12.

Williams GL, Stanko RL (1997) Dietary fats as reproductive nutraceuticals in beef cattle. Proceedings of American Society of American Science 8: 9-12.

Wise ME, Armstrong DV, Huber JT, Hunter R, Wiersma F (1998) Hormonal alterations in the lactating dairy cow in response to thermal stress. Journal Dairy Science; 71: 2480-5.

WMO (1983) World Meteorological Organization, Guide to Climatological Practices. Second

Wolfenson D, Thatcher WW, Badinga L, Savio JD, Meidan R, Lew BJ (1995) The effect of heat stress on follicular development during the estrous cycle dairy cattle. Biology Reproduction. 52:1106–13.

Wolff LK, Monty DE (1974) Physiologic response to intense summer heat and its effect on the estrous cycle of nonlactating and lactating holsatein-friesian cows in Arizona. Journal Veterinary Res 35:187-192.

Yoshida C, Nakao T (2005) Response of plasma cortisol and progesterone after ACTH challenge in ovariectomized lactating dairy cows. Journal Reproduction and Development. 51:99-107.

Zeron Y, Sklan D, Arav A (2002) Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensitivity of ewe oocytes. Molecular Reproduction and Development. 61:271-268.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

Efecto de dietas adicionadas con ácidos grasos poliinsaturados en el crecimiento folicular de vacas superovuladas en dos épocas en el trópico

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%
ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Internet	360 palabras — 3%
2	ri.ujat.mx Internet	285 palabras — 2%
3	bib.irb.hr Internet	250 palabras — 2%
4	archivos.ujat.mx Internet	161 palabras — 1%
5	www.bdigital.unal.edu.co Internet	124 palabras — 1%
6	S. Williams. "Effect of nutritional supplementation on quantities of glucose transporters 1 and 4 in sheep granulosa and theca cells", Reproduction, 12/01/2001 Crossref	65 palabras — 1%
7	1library.co Internet	61 palabras — < 1%
8	medialibrary.uantwerpen.be Internet	53 palabras — < 1%
9	www.cambridge.org	

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

	Internet	53 palabras — < 1%
10	agriscitech.eu Internet	50 palabras — < 1%
11	repositorio.una.ac.cr Internet	50 palabras — < 1%
12	tel.archives-ouvertes.fr Internet	47 palabras — < 1%
13	www.redalyc.org Internet	46 palabras — < 1%
14	www.scielo.org.mx Internet	44 palabras — < 1%
15	vdocuments.mx Internet	37 palabras — < 1%
16	Takaya MATSUZUKA. "Developmental competence and glutathione content of maternally heat-stressed mouse oocytes and zygotes", Animal Science Journal, 4/2004 Crossref	34 palabras — < 1%
17	mail.produccioncientificaluz.org Internet	31 palabras — < 1%
18	revistatecnologicacea.mx Internet	30 palabras — < 1%
19	vdoc.pub Internet	28 palabras — < 1%
20	core.ac.uk Internet	27 palabras — < 1%

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.

21	www.buscagro.com Internet	27 palabras — < 1%
22	repositorio.unc.edu.pe Internet	25 palabras — < 1%
23	www.crcsi.com.au Internet	25 palabras — < 1%
24	asj.areeo.ac.ir Internet	24 palabras — < 1%
25	academicjournals.org Internet	23 palabras — < 1%
26	colposdigital.colpos.mx:8080 Internet	22 palabras — < 1%
27	www.uco.es Internet	22 palabras — < 1%
28	www.marcosveterinario.blogspot.com Internet	20 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS	ACTIVADO	EXCLUIR FUENTES	DESACTIVADO
EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA	ACTIVADO	EXCLUIR COINCIDENCIAS	< 20 PALABRAS

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. México.