

Concentración de progesterona y porcentaje de preñez en vacas tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial

Grace Karina Catucuamba Túquerrez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Concentración de progesterona y porcentaje de preñez en vacas tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera Agrónoma en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por:

Grace Karina Catucuamba Túquerrez

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

Concentración de progesterona y porcentaje de preñez en vacas tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial

Presentado por:

Grace Karina Catucuamba Túquerrez

Aprobado:

John Jairo Hincapié, Ph.D.
Asesor principal

Abel Gernat, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Isidro Matamoros, Ph.D.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Celia O. Trejo, Ph.D.
Asesora

Diana Sevilla, DMV.
Asesora

RESUMEN

Catucumba Túquerrez, G.K. 2012. Concentración de progesterona y porcentaje de preñez en vacas tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería Agronómica. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 19 p.

El objetivo del estudio fue determinar la concentración de progesterona en plasma sanguíneo y los porcentajes de preñez en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH (210 μ g y 105 μ g) a los 11 días pos inseminación artificial. Se utilizaron 45 vacas de las razas Pardo Suizo, Holstein, Jersey y sus encastes, distribuidas en tres grupos de 15 animales cada uno. En el porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PSS) no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) entre el tratamiento de 105 μ g y el control, ambas de 53.33% y en el tratamiento con 210 μ g se obtuvo el 60%. En el porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PSS) se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos de 105 μ g, 210 μ g y el control, con valores de 20%, 50% y 28.57% respectivamente. Hubo diferencias significativas en Preñez Acumulada (PA) entre los tratamientos de 105 μ g, 210 μ g y el control, con valores de 60%, 80% y 66.66% respectivamente. En Servicios por Concepción (SC) se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos de 105 μ g, 210 μ g y el control, con valores de 1.11, 1.25 y 1.2 respectivamente. En Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV) se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos con 105 μ g, 210 μ g y el control, con valores de 2.22, 1.75 y 2.2 respectivamente. En la Tasa de Concepción (TC) se encontraron diferencias ($p < 0.05$) entre los tratamientos con 105 μ g, 210 μ g y el control, con valores de 45.45%, 57.14% y 45.45% respectivamente. El costo por vaca preñada fue de 36.02 US\$, 30.47 US\$ y 33.00 US\$ para los tratamientos 105 μ g, 210 μ g de GnRH y el control. Los mejores resultados de preñez al segundo servicio, preñez acumulada, el número de servicios por concepción en todas las vacas, la tasa de concepción y la mayor concentración de progesterona en plasma sanguíneo se obtuvieron con el uso de 210 μ g de GnRH, por lo que se recomienda usar esta dosis.

Palabras clave: Fase luteal, hormona gonadorelina, preñez acumulada, reconocimiento materno, tasa de concepción.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4 CONCLUSIONES.....	13
5 RECOMENDACIONES.....	14
6 LITERATURA CITADA.....	15

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros	Página
1. Distribución de los tratamientos y dosis de GnRH a los 11 días pos primera inseminación artificial en vacas lecheras.	6
2. Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio(PPSS), Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA) en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.	9
3. Servicios por Concepción (SC), Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (TC) en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.	10
4. Medias de las concentraciones de P ₄ (ng/mL) en el plasma sanguíneo en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.	11
5. Medias de la concentración de P ₄ (ng/mL) en el plasma sanguíneo y medias del área bajo la curva por tratamiento en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.	11
6. Costo por tratamiento y por vaca preñada.....	12

1. INTRODUCCIÓN

El ciclo estral en la mayoría de los hatos ganaderos es modificado con base a hormonas, provocando un cambio en la concentración de ellas, con el objetivo de incrementar las probabilidades de preñez en animales que son inseminados artificialmente en un cierto periodo, contribuyendo con una mejor eficiencia reproductiva. Entre las técnicas que pueden ayudar al productor a ser más eficiente y así poder competir, están la monta estacional, la inseminación artificial y el implante de embriones (Siliézar 1992).

La inseminación artificial ha permitido acelerar el progreso genético y reducir el riesgo de la transmisión de enfermedades. A nivel global, en vacunos se realizan más de 100 millones de IA al año, pero la participación de los países del trópico es baja. Igual puede decirse de la transferencia de embriones, ya que actualmente más del 80% de los toros usados en IA provienen de transferencia de embriones (Vélez *et al.* 2002).

El cambio hormonal que ocurre en el ciclo estral tiene relación con las hormonas del hipotálamo, útero y ovario. Cada ciclo presenta dos fases una luteal y una folicular, donde la folicular está comprendida por el proestro, estro y finalizando cerca de la ovulación. En la fase luteal se encuentra el metaestro y el diestro terminando cerca de la luteólisis.

La recuperación de la actividad cíclica posparto está influenciada por: nutrición, condición corporal, amamantamiento, lactación, distocia, raza, edad, mes de parto, patología uterina y procesos debilitantes. Es por ello que todo hatu ganadero debe contar con un buen programa de manejo del parto y posparto para prevenir y controlar oportunamente las infecciones e implementar un programa de tratamientos hormonales profilácticos (Intervet 1999b).

Una vez dada la fecundación, el desarrollo del embrión depende de la cantidad de progesterona (P_4) liberada por el Cuerpo Lúteo (CL) en la gestación, la misma que se encarga no solo de inhibir la cascada luteolítica, sino también de estimular la producción de interferón tau ($IFN\tau$), conjuntamente con las células trofoblásticas, en la comunicación embriomaterna, durante el periodo de pre-implantación. Si en el diestro se presentan concentraciones bajas de (P_4) existe un incremento de los pulsos de la hormona luteinizante (LH) que con lleva al aumento de la concentración de estradiol (E_2) causando la pérdida de la gestación.

En las vacas cíclicas, el folículo más grande tiene mayor actividad aromataasa, más estradiol y menos progesterona en el fluido folicular, que en el segundo folículo de menor tamaño. Esa relación, sin embargo, es inversa en las hembras gestantes, que además muestran una formación más temprana de la tercera onda de desarrollo folicular y un retraso de la luteólisis, asociado a mayor tasa de preñez (Thatcher *et al.* 2001).

Cuando se logra retrasar la luteólisis se acumula la probabilidad de mejorar en nivel porcentaje el de gestación, ya que al embrión cuenta con más tiempo para producir cantidades necesarias de IFN τ . El desarrollo y función del cuerpo lúteo se ve influenciado por factores que afectan de alguna manera como la alta producción de leche en razas lecheras, los altos niveles de E₂ debido al exceso de desarrollo de folículos y al nivel de estrés ocasionado por el calor, produciendo una concentración de LH preovulatorio y disminución de la P₄ (Palma 2008).

La gonadorelina o GnRH (Hormona Liberadora de Gonadotropinas) es producida por el hipotálamo ubicado en la base del cerebro; esta envía una señal a la glándula pituitaria para que libere Gonadotropinas (LH, FSH). La Hormona Folículo Estimulante produce el desarrollo del folículo y la Hormona Luteinizante hace que inicie el proceso de ovulación (Vélez *et al.* 2006).

El uso de la GnRH ofrece soluciones para el control reproductivo del ciclo y en vacas con un definido problema de baja fertilidad, siendo amplia su aplicación clínica en la prevención de la mortalidad embrionaria, inducción de la ovulación, en casos de disfunción ovárica, en el anestro posparto o en el control del desarrollo folicular en programas de sincronización del celo y transferencia de embriones, en conjunto con las prostaglandinas (PGF₂ α) como luteolisinas (Peters *et al.* 1999).

La GnRH parece incrementar la fertilidad en el posparto temprano (Lee *et al.* 1983; Stevenson *et al.* 1988). y cuando se inyecta al momento de la primera inseminación en vacas posparto (Chenault *et al.* 1990; Lewis *et al.* 1990; Mee *et al.* 1990; Nakao *et al.* 1983). También cuando se aplica coincidiendo con la implantación e inicio de la fase luteal entre los días 4-5 después de la I.A (MacMillan *et al.* 1986). Un tratamiento luteotrófico con GnRH para la I.A. varía entre 11 y 14 días, porque es cuando aparece la onda folicular, se inicia el reconocimiento materno de la gestación y comenzaría el mecanismo luteolítico (Palma 2008).

La GnRH estimularía la descarga de progesterona en vacas no preñadas al ser inyectadas en la fase luteal media y tardía del ciclo, en especial, 11-14 días después del servicio en vacas repetidoras (Gonzales *et al.* 1999, Lewis *et al.* 1990; Stevenson *et al.* 1984, 1988). Una buena respuesta de fertilidad en vacas repetidoras tratadas a los 11-14 días se atribuye a la luteinización de los grandes folículos que pueden potencialmente iniciar la luteólisis o aumentar la secreción endógena de progesterona (Thatcher *et al.* 1993). Este periodo casi coincide con el reconocimiento maternal de la preñez caracterizado por la secreción de interferon- τ como factor antiluteolítico (Thatcher *et al.* 1995).

Estudios previos con la aplicación de GnRH a los 12 días pos inseminación artificial han demostrado reducir el total de servicios por concepción mejorando así el porcentaje de preñez (Iglesias 2002). En otro estudio se comprobó que la aplicación al momento de la detección de celo resultó en una mayor tasa de concepción que el control y de igual manera el porcentaje de concepción fue mayor al momento de la inseminación que el control (Moscoso 2001).

Estudios realizados con hormonas para la fertilización como la aplicación de 2mL de Fertagyl® (Gonadorelina) a los 12 días pos inseminación, ayuda a prevenir la muerte embrionaria temprana, además que mejora la fertilidad en el puerperio, y reduce los días a la concepción y los servicios por concepción (Intervet 1999a).

El efecto de la sincronización de la ovulación en vacas lecheras, con promedio de 36 a 280 días de lactancia, administrando 100µg de GnRH al día 0; 7 días después 25mg de PGF₂α para la regresión del cuerpo lúteo y una segunda dosis de 100µg de GnRH 48 horas después, ha dado como resultado 55% en la tasa de concepción (Pursley *et al.* 1995). El momento de la IA también parece afectar el género de los terneros, ya que las vacas preñadas a 0 y 32h presentan un porcentaje mayor con descendencia femenina. En conclusión, parece que hay una flexibilidad sustancial en el momento de IA después de la segunda dosis de GnRH, y la tasa más baja de reproducción, solo se observaron cuando la IA fue después del tiempo de ovulación (Pursley *et al.* 1998).

Estudios realizados indican que la aplicación del agonista (acetato de gonadorelina) de GnRH en el día 5 ó en el día 11 post inseminación no incrementó las tasas de concepción en vacas repetidoras Holstein, en condiciones de estrés calórico. Sin embargo, con la administración de GnRH en el día 5 se observó mayor concentración de progesterona en relación al día 11 y al testigo (Cruz *et al.* 2008).

Otros estudios realizados muestran que la aplicación de 150µg de GnRH al momento de la Inseminación Artificial en vacas lecheras sincronizadas con dispositivos intravaginales mejora el porcentaje de preñez al primero, segundo servicio y preñez acumulada, servicios por concepción y tasa de concepción (Ayala y Castillo 2010).

Un tratamiento con 10µg de GnRH entre los días 11-13 después de la IA parece prevenir mortalidad embrionaria (MEP), mejorando la tasa de supervivencia embrionaria en 11.6% entre la sexta y novena semana (72.5 vs 60.9% en testigos), lo mismo que al segundo servicio (85.1 vs 69.5%) asociándose con los menores niveles séricos de progesterona y largos intervalos entre celos (Macmillan *et al.* 1986).

La GnRH prolongaría la vida del cuerpo lúteo proporcionando el tiempo suficiente para que el embrión pueda desarrollarse y producir la bTP-1, una proteína anti-luteolítica que reconocería y mantendría la gestación. La bTP- 1 favorecería la acción de un mecanismo inhibidor de la sintetasa prostaglandina del embrión que bloquearía la descarga de PGF₂α (Thatcher *et al.* 1989). Para ello la GnRH debería administrarse coincidiendo con el momento del reconocimiento de la gestación, 11-13 días después de la inseminación. El tratamiento en el día 12 mejora la fertilidad al primer servicio de 53.4 a 65.4% en vacas repetidoras (Drew y Peters 1991).

Las vacas exhiben ciclos de dos o tres ondas foliculares, lo que hace probable que los resultados sean dependientes del estado folicular al momento del tratamiento; en vacas con ciclos de tres ondas foliculares, la GnRH inyectada entre los días 11-14 coincide con el pico de la segunda onda folicular (Webb *et al.*, 1992), por lo que en vacas con cierta actividad folicular y presencia de un Folículo Dominante (FD) bastaría una simple inyección de GnRH para inducir ovulación (Britt 1995).

La aplicación de GnRH en el día de la inseminación mejora las posibilidades de una fertilidad exitosa en 6% al primer servicio y 7% en vacas repetidoras induciendo la ovulación y la luteinización (Nakao *et al.* 1983); sin embargo, el meta-análisis de los resultados señala incrementos de 12.5 y 22.5% respectivamente (Beckett y Lean 1977). Se ha observado una correlación negativa en los análisis, cuanto más baja es la fertilidad en el rebaño tratado, más elevada será la tasa de incremento. Además, la GnRH post-tratamiento ha mostrado ser particularmente efectiva en condiciones de estrés térmico o pobre condición corporal. (González s.f).

Numerosos estudios han analizado el efecto de la GnRH administrada a la mitad del ciclo sobre la fertilidad y sobrevivencia del embrión, incluso en vacas doble propósito (González *et al.* 1999). La GnRH atenúa la señal luteolítica, dando más tiempo al embrión para que desarrolle su habilidad anti-luteolítica (Mann *et al.* 1995) e incrementa su sobrevivencia al suprimir el mecanismo luteolítico que sucede cuando no hay reconocimiento maternal de la preñez. Dependiendo del estado de desarrollo folicular, el tratamiento con análogos de la GnRH durante la fase luteal causa la luteinización u ovulación de los folículos, que continúan creciendo después de la ovulación del folículo dominante del ciclo previo. Debido al cambio folicular, incrementa la secreción de progesterona y se reducen las concentraciones de estradiol. Esto resulta en fallas en la regulación de los receptores de oxitocina y como consecuencia, en el bloqueo de la secreción de $\text{PGF}_2\alpha$ (Intervet 2006).

La investigación tuvo como objetivo general determinar la concentración de progesterona en plasma sanguíneo y los porcentajes de preñez en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH (Acetato de Buserelina) a los 11 días pos inseminación artificial y como objetivos específicos determinar las concentraciones de progesterona en plasma sanguíneo desde el día 11 hasta el día 23 pos inseminación artificial, los porcentajes de preñez al primero y segundo servicio, los porcentajes de preñez acumulada, servicios por concepción, servicios por concepción de todas las vacas y tasa de concepción, el costo del tratamiento y costo por vaca preñada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo entre octubre del 2011 a julio del 2012 en la unidad de ganado lechero de la EAP Zamorano, ubicada a 32 km de Tegucigalpa, Honduras, a una altura sobre el nivel del mar de 800 msnm. y con una temperatura y precipitación promedio anual de 24°C y 1100mm respectivamente.

Se utilizaron 45 vacas Pardo Suizo, Holstein, Jersey y sus encastes, distribuidas en tres grupos de 15 animales cada uno, siendo cada animal una unidad experimental.

Los criterios de inclusión utilizados fueron:

- Condición corporal de ≥ 2.5 y ≤ 4 en la escala de 1 a 5
- Presentar más de 70 días posparto y no haber presentado ningún tipo de trastorno en el parto, periparto y/o puerperio
- Entre 2 y 5 partos
- Moco estral: transparente, fluido y sin presencia de flóculos o turbidez

Todos los animales se encontraban bajo las mismas condiciones de manejo y alimentación: En la época de lluvia, a los 20 días preparto, las vacas fueron trasladadas a potreros cercanos al establo alimentándose de pasto Trasvala (*Digitaria eriantha*), Tobiatá (*Panicum maximun*) y Estrella (*Cynodon nlemfluencis*), donde se les suministró 2.72 kg de concentrado/vaca/día; una vez que sucedió el parto, las vacas formaron parte del lote de vacas recién paridas donde fueron alimentadas con una dieta que consta de 7.92 kg de concentrado/vaca/día durante un mes. Posteriormente, y de acuerdo a los niveles de producción, las vacas fueron distribuidas en grupos: alta, media y baja producción y se les suministró una dieta que consistió en 0.42 kg de concentrado/litro de leche producido. Además, en la dieta se incluyó 0.1 kg/vaca/día de bicarbonato, 0.06 kg/vaca/día de fondosal, 0.03 kg/ vaca/día de heno y 10 kg/vaca/día de ensilaje. En la época seca, la alimentación se basó en una ración totalmente mezclada que incluye 1.15 kg/vaca/día de heno, 8.18 kg/vaca/día de concentrado, 35 kg/vaca/día de ensilajes (maíz, o sorgo), 0.1 kg/vaca/día de bicarbonato, 0.04 g/vaca/día de levadura, 0.04 g/vaca/día de rumensin y 0.06 kg/vaca/día de fondosal. Las vacas fueron distribuidas en grupos al igual que en la época lluviosa en base a su producción y la dieta consistió en 0.96 kg/vaca/día de concentrado/litro de leche producido.

Se aplicaron tres tratamientos: 15 vacas por tratamiento, siendo cada vaca una unidad experimental; cada tratamiento y su frecuencia de aplicación se presentan en el Cuadro 1. I.A. = Inseminación Artificial

Cuadro 1. Distribución de los tratamientos y dosis de GnRH a los 11 días pos primera inseminación artificial en vacas lecheras.

Tratamiento	n	Dosis	I.A
105µg de GnRH	15	105µg	I.A.C.D
210µg de GnRH	15	210µg	I.A.C.D
Control	15	--	I.A.C.D

I.A.C.D. = Inseminación Artificial a Celo Detectado
GnRH= Hormona Liberadora de Gonadotropinas

* La aplicación de GnRH solo se realizó en el primer servicio de inseminación artificial.

Se utilizó como fuente de GnRH sintética el producto Acetato de Buserelina (Gestar[®] 42 µg/mL; Laboratorios Over; Argentina Ind.). Se tomaron muestras de sangre a seis vacas de cada grupo; la frecuencia en la toma de muestras de sangre fueron en los días: 11, 14, 17, 20, 23, 26 pos servicio, ya que a este tiempo en el caso de que la vaca no hubiese quedado preñada se esperaba que entrara en celo de nuevo o en caso contrario ingresaría en la categoría de no retorno a celo.

Las muestras fueron colectadas por punción en la vena coccígea utilizando agujas 21G x 1 ½ y jeringas estériles de 10mL; se extrajeron 6mL de sangre en tubos de vidrio estériles sin anticoagulante y centrifugadas a 5000rpm durante 5 minutos separando el plasma del coágulo; el plasma se empacó en tubos eppendorf de 1.5mL, rotulado y congelado a -20°C hasta las determinaciones hormonales de Progesterona (P₄), mediante la prueba de Radio-Immuno-Análisis (RIA) en los laboratorios del Instituto Hondureño de Investigaciones Médico Veterinarias (IHIMV) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) de Honduras.

La condición corporal y las inseminaciones fueron realizadas por la misma persona a fin de evitar la variabilidad en el factor humano. El semen que se utilizó fue importado y su calidad biológica fue comprobada en el Laboratorio de Reproducción Animal de Zamorano; cada vaca tuvo la oportunidad de ser servida en dos ocasiones, el diagnóstico de preñez se realizó por palpación transrectal 45 días posteriores a la última inseminación.

Se determinaron las siguientes variables en cada uno de los tratamientos.

- Concentración de progesterona
- Servicios por Concepción (S/C)
- Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV)
- Tasa de Concepción (TC)
- Porcentaje de preñez al primer y segundo servicio y preñez acumulada

- Costo del tratamiento y costo por vaca preñada

Se utilizó un Diseño Completo al Azar (DCA) con medidas repetidas en el tiempo, con tres tratamientos y 15 repeticiones por tratamiento. Para las variables S/C, SCTV fueron analizadas utilizando el análisis de varianza ANDEVA, separación de medias con la prueba de Duncan. Las variables porcentuales de preñez al primer y segundo servicio, preñez acumulada y TC se analizaron con la prueba de Chi Cuadrado (χ^2); las concentraciones de progesterona fueron calculadas utilizando la regla de Simpson del área bajo la curva (integrales) y comparadas por ANDEVA, separación de medias con la prueba de Duncan. Se utilizó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS 2009) con un nivel de significancia exigido de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS). Este porcentaje relaciona el número de vacas que quedaron preñadas al primer servicio/monta determinado con el número de vacas expuestas al primer servicio/monta en el mismo periodo. Las diferencias no fueron significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos y el control (Cuadro 2); estos resultados son similares a los obtenidos por Sheldon y Dobson (1993) con un 60%, al aplicar 10 μ g de GnRH (Buserelina) en 520 vacas a los 11 días pos I.A. y superan los de Iglesias (2002) de 26.36% al aplicar 84 μ g de GnRH (Acetato de Buserelina) en 44 vacas de razas lecheras a los 12 días I.A.; asimismo, inferiores a los encontrados por Flaquer (2007) de 73.33%, al aplicar 75 mg GnRH (Acetato de Gonadorelina) a los 12 días pos I.A. en vacas lecheras.

El porcentaje de preñez al primer servicio es un elemento valioso para conocer la fertilidad del hato. Un porcentaje óptimo es de 60 a 65% (Brito 1992) y es un problema cuando es menor de 45% (Hincapié y Campo 2002). Las causas de la baja fertilidad puede ser: insuficiente involución uterina, infecciones uterinas o presencia de quistes foliculares o luteales, posiblemente promovidos por una alta producción de leche o de estrógeno en los forrajes (Fricke y Shaver 2001). Según Hincapié *et al.* (2008) el porcentaje de preñez al primer servicio es solamente el 50% del total de las vacas inseminadas ya que el otro 50% puede deberse a muertes embrionarias, falta de fecundación, pérdida del ovocito, vacas que no estaban en celo, muerte fetal y anormalidades atómicas. El índice de fecundación después de un servicio se aproxima a un 90% mientras que el porcentaje de nacimientos puede ser solo el 55%, aproximadamente el 80% de esas pérdidas son debidas a la muerte embrionaria que se presenta entre los días 8 y 18 después de la inseminación (Gordon 1999). Existe gran variabilidad en las características de la población folicular de las vacas, por lo que se debe tener en cuenta el tamaño de los folículos al momento de la aplicación del GnRH. Cerón y Morales (2001) determinaron que la aplicación de GnRH solo tendrá un efecto positivo en la fertilidad en vacas que tengan folículos de 15mm de diámetro.

Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS). Este porcentaje relaciona el número de vacas que quedaron preñadas al segundo servicio/monta en un periodo determinado con el número de vacas expuestas a segundo servicio/monta en el mismo periodo. Las diferencias encontradas fueron significativas ($P<0.05$) entre los tratamientos y el control (Cuadro 2), siendo el tratamiento de 210 μ g de GnRH (Acetato de Buserelina) el que obtuvo el porcentaje más alto; este resultado supera a los encontrados por (Iglesias 2002) de 35.71%, al aplicar 84 μ g de GnRH (Buserelina) en 44 vacas de razas lecheras a los 12 días I.A. y a los obtenidos por Ayala y Castillo (2010) de 20%, al aplicar 150 μ g GnRH (Acetato de Buserelina) en 56 vacas lecheras al momento de I.A.

En los servicios posteriores disminuye el porcentaje de preñez concordando con lo que concluyen Ceron y Morales (2001) de que en vacas que repiten servicio existe una menor capacidad para evitar la regresión del cuerpo lúteo de la gestación.

Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA). Este porcentaje permite analizar el total de preñeces obtenidas en un determinado periodo de tiempo. Hubo diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos y el control (Cuadro 2), siendo el tratamiento de 210 μ g de GnRH (Acetato de Buserelina) con el que se obtuvo el 80%; este resultado supera a los encontrados por Ayala y Castillo (2010) de 69.2% al aplicar 150 μ g GnRH (Acetato de Buserelina) en 56 vacas lecheras al momento de I.A. Según González (2001) se recomienda que la PPA para el trópico debe ser $>50\%$ valor que fue superado en esta investigación con los tratamientos de 210 μ g de GnRH, de 105 μ g de GnRH y el control.

Cuadro 2. Porcentaje de Preñez al Primer Servicio (PPPS), Porcentaje de Preñez al Segundo Servicio (PPSS), Porcentaje de Preñez Acumulada (PPA) en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.

Tratamiento	n	PPPS	PPSS	PPA
105 μ g de GnRH	15	53.33	20.00 ^a	60.00 ^a
210 μ g de GnRH	15	60.00	50.00 ^b	80.00 ^b
Control	15	53.33	28.57 ^a	66.66 ^a
P		0.4066	0.0022	0.0007

^{a y b} Valores en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí ($p < 0.05$).

GnRH = Hormona Liberadora de Gonadotropinas

Servicios por Concepción (SC) Este parámetro relaciona la sumatoria de todos los servicios/montas de las vacas preñadas en un periodo de tiempo determinado con el número de vacas diagnosticadas preñadas en ese mismo periodo, sin embargo, este parámetro no es suficiente para valorar la eficiencia reproductiva del hato, ya que no incluye factores como número de días entre servicios, días pos parto al primer servicio y no incluye los servicios de las vacas que ha sido eliminadas o que no han sido diagnosticadas como preñadas.

No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos y el control (Cuadro 3), siendo que estos valores superan a los obtenidos por Iglesias (2002), de 2.58 al aplicar 84 μ g de GnRH (Acetato de Buserelina) en 44 vacas de razas lecheras a los 12 días pos I.A. Estos resultados mejoran al rango de 1.6 a 2.0 que Brito (1992) considera aceptable, y al sugerido por Hincapié y Campo (2002) de <1.7 .

Servicio por Concepción de Todas las Vacas (SCTV). Este parámetro relaciona eficiencia de los servicios y fertilidad del hato, ya que incluye todos los animales fértiles como infértiles y además las vacas que han sido eliminadas en un determinado periodo de tiempo. Hubo diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos y el control (Cuadro 3), siendo el mejor valor el tratamiento de 210 μ g de GnRH (Acetato de Buserelina) que supera los

resultados de Barahona y Menjivar (2009) quienes trabajaron con ganado de carne, realizando IATF con la aplicación de 100µg de GnRH (Acetato de Gonadorelina) al momento de la I.A. y retirando los implantes al día 8 y 10 obtuvieron valores de 3 y 2.5 respectivamente. Sin embargo, estos resultados son inferiores a los obtenidos por Ayala y Castillo (2010) con un SCTV de 1.5 al aplicar 150µg GnRH (Acetato de Buserelina) en 56 vacas lecheras al momento de I.A. Por otra parte superan a los valores sugeridos por (González 2001) de 2.5 a 2.7 para ganaderías en el trópico.

Tasa de Concepción (TC). Este parámetro hace referencia al número de vacas que se preñan en un determinado periodo de tiempo, por cada 100 vacas que son servidas. Se presentaron diferencias ($P<0.05$) entre los tratamientos y el control (Cuadro 3), siendo el tratamiento de 210µg de GnRH (Acetato de Buserelina) el mejor; este resultado se asemeja a los obtenidos por Rettmer *et al.* (1992) de 58% al aplicar 200µg de GnRH (Acetato de Fertirelina) en 38 novillas a los 11 días pos I.A., sin embargo, este resultado es superior a los valores obtenidos por Guevara (2008) de 20.7% utilizando un protocolo de resincronización y aplicando 150µg de GnRH (Acetato de Gonadorelina) al momento de la I.A. en ganado lechero. González (2001) sugiere que para ganaderías del trópico los valores de TC deben oscilar entre 60 y 70%, sin embargo, Hincapié *et al.* (2005) sugieren como parámetros aceptables a valores iguales o mayores al 55%.

Cuadro 3. Servicios por Concepción (SC), Servicios por Concepción de Todas las Vacas (SCTV) y Tasa de Concepción (TC) en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.

Tratamiento	n	SC	SCTV	TC
105µg de GnRH	15	1.11 ^a	2.22 ^a	45.04 ^a
210µg de GnRH	15	1.25 ^b	1.75 ^b	57.14 ^b
Control	15	1.2 ^{ab}	2.20 ^a	45.45 ^a
P		0.0408	<0.0001	<0.0001

^{a y b} Valores en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí ($p<0.05$).

GnRH = Hormona Liberadora de Gonadotropinas

Concentración de progesterona. Las concentraciones de progesterona entre los tratamientos de 105µg de GnRH, 210µg de GnRH y el control se encontraron diferencias ($P<0.05$; Cuadro 4), presentando el tratamiento de 210µg de GnRH (Acetato de Buserelina) los mejores resultados. Estos resultados son similares a los obtenidos por Robinson *et al.* (1989), de 9.13ng/mL en el día 11 usando 1.55 de progesterona + una cápsula de estradiol desde el día 5 al día 12 después de la I.A. estudio realizado con 28 vacas Holstein. Además superan a los encontrados por Henricks *et al.* (1970) de 5.1ng/mL en el día 13, estudio que se realizó con 19 vacas y 18 vaquillas Holstein.

La progesterona, hormona de la preñez, constituye un factor de primera necesidad para el mantenimiento de la gestación. Después de producida la fecundación, esta hormona inhibe la actividad contráctil del útero y estimula el desarrollo de sus glándulas Hincapié *et al.*

(2005). En la vaca gestante los valores de progesterona en el plasma periférico, aumentan con el desarrollo del cuerpo lúteo hasta llegar a una concentración de 5-10ng/mL, en los días 15 a 20 después de la concepción, se cree que estas concentraciones permanecen constantes hasta algo antes del parto (Pinto y Chacón 2009).

Cuadro 4. Medias de las concentraciones de P₄ (ng/mL) en el plasma sanguíneo en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.

Tratamiento	Días					
	11	14	17	20	23	26
105µg de GnRH	9.26 ^a	8.00 ^a	8.14 ^{ab}	7.67 ^{ab}	8.67 ^a	7.81
210µg de GnRH	10.39 ^a	8.81 ^a	11.84 ^a	11.05 ^a	6.72 ^a	6.88
Control	6.94 ^b	6.81 ^b	5.38 ^b	6.27 ^b	3.87 ^b	7.34
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05

^{a y b} Valores en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí (p<0.05).
GnRH = Hormona Liberadora de Gonadotropinas

Área bajo la curva. En las concentraciones en el área bajo la curva existieron diferencias (P<0.05; Cuadro 5), entre el tratamiento 210µg de GnRH y el tratamiento control con un 19.33%, entre los tratamientos de 210µg de GnRH y 105µg de GnRH con un 5.43%. En las medias de concentración se encontraron diferencias (P<0.05) entre los tratamientos de 105µg de GnRH, 210µg de GnRH y el tratamiento control (Cuadro 5), obteniendo los mejores resultados con el tratamiento de 210µg de GnRH.

Cuadro 5. Medias de la concentración de P₄ (ng/mL) en el plasma sanguíneo y medias del área bajo la curva por tratamiento en vacas lecheras tratadas con dos dosis de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.

Tratamiento	n	Concentración de progesterona (ng/mL)	Área bajo la curva
105µg de GnRH	6	8.20 ^{ab}	49.29 ^a
210µg de GnRH	6	9.20 ^a	54.72 ^a
Control	6	6.11 ^b	35.39 ^b
P		0.0053	0.0118

^{a y b} Valores en columnas con letra distinta, difieren estadísticamente entre sí (p<0.05).
GnRH = Hormona Liberadora de Gonadotropinas

Costo por tratamiento y por vaca preñada. En el Cuadro 6 se presentan los costos de los tratamientos de 105µg y de 210µg de GnRH y se presenta los costos por vaca preñada por tratamiento, siendo el tratamiento de 210µg de GnRH el que presenta el menor costo de los tres tratamientos, ya que supera al tratamiento de 105µg de GnRH y al control en 5.55 US\$ y 2.53 US\$ respectivamente.

Cuadro 6. Costo por tratamiento y por vaca preñada.

Tratamiento	n	Vacas preñadas	Costo GnRH / vaca	Costo GnRH + pajillas*	Costo/ vaca preñada
Con 105µg de GnRH	15	9	23.5	324.2	36.02
Con 210µg de GnRH	15	12	47	365.6	30.47
Control	15	10	--	330	33

Tasa de cambio 1 US\$= 19.35 Lempiras

*Costo por pajilla de semen:15 US\$

4. CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones de este estudio la mayor concentración de progesterona en plasma sanguíneo se obtuvo al aplicar 210µg de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.
- Con la aplicación de 210µg de GnRH a los 11 días pos I.A. se obtuvo el mayor porcentaje de preñez al segundo servicio, la mayor preñez acumulada, el menor número de servicios por concepción de todas las vacas y la mayor tasa de concepción.
- El menor costo por vaca preñada se obtuvo con la aplicación de 210µg de GnRH.

5. RECOMENDACIÓN

Utilizar la dosis de 210µg de GnRH a los 11 días pos inseminación artificial.

6. LITERATURA CITADA

Ayala Constante, D. y O. Castillo Rosa. 2010. Efecto de la aplicación de GnRH al momento de la inseminación artificial en vacas lecheras implantadas con dispositivos intravaginales. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.

Barahona Rosales, E. y R. Menjivar Polanco. 2009. Efecto de los implantes intravaginales nuevos o usados y de dos tiempos de retiro de preñez en vacas de carne. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.

Beckett, S.D. y I.J. Lean. 1997. Gonadotrophin- releasing hormone in postpartum dairy cattle: a meta-analysis of effects on reproductive efficiency. *Animal Reproduction Science* 48:93-112.

Britt, J.H. 1995. Management of reproductive performance in high producing cows in a healthy environmental. En, *Actas III Cing interna Medicina Bovina, Anembe. Santander, España* 1:102.

Brito, R. 1992. Control de la reproducción e infecciones puerperales (selección). Félix Varela. La Habana, Cuba. 60p.

Cerón, J.H., J.S. Morales. 2001. Falla de concepción en el ganado lechero: Evaluación de terapias hormonales. *Veterinaria México*. 32:279-285.

Cruz, J., C. Elizondo, R. Ulloa, I. Fernández. 2008. Efecto de la GnRH post inseminación sobre la concentración de progesterona y las tasas de concepción en vacas repetidoras Holstein en condiciones de estrés calórico. México D.F, México. Departamento de Genética y Bioestadística, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 107-115.

Chenault, J.R., D.D. Kratzer, R.A. Rzepkowski, M.C. Goodwin. 1990. LH and FSH response of Holstein heifers to fertirelin acetate, gonadorelin and buserelin. *Theriogenology* 34:81.

Drew, S.B., A.R. Peters. 1991. Effect of bruserelin on pregnancy rates in dairy cows. *Veterinary Record* 134:267-269.

Flaquer Borbón, J. 2007. Respuesta a la inducción y sincronización del celo con CIDR, GnRH y PGF₂ α en vacas de doble propósito en anestro. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 15 p.

Fricke, P.M. y R.D. Shaver. 2001. Mejorando trastornos reproductivos en vacas lecheras. Instituto Bacock, Universidad de Wisconsin. E.E.U.U. 20 p.

González, C., N. Madrid, J.A. Aranguren, Z. Chirinos, 1999. Efecto del tratamiento con GnRH durante la fase luteal media en vacas mestizas del primer servicio y repetidoras. Revista Científica, FCV-LUZ IX (2):91.

González, C. 1999. Estrategias tecnológicas para aumentar la eficiencia de las técnicas de sincronización del celo y súper ovulación en bovinos. Memoria. III Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Santo Domingo, República Dominicana. F-32.

González, C. 2001. Reproducción Bovina. Ed. Fundación GIRARZ, Maracaibo, Venezuela. 437 p.

González, C. s.f. Hormonoterapia en la clínica bovina. *In*: D. González (ed) Tratamientos Hormonales en la Reproducción Animal. Fundación GIRARZ. Maracaibo, Venezuela. pp 28.

Gordon, I. 1999. Reproducción controlada del ganado vacuno y búfalos. Trad. M. Illera. Acribia, Zaragoza, España. 514 p.

Guevara Florentino, O. 2008. Evaluación de un programa de sincronización y resincronización de celos en vacas lecheras con anestro pos parto. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 13 p.

Henricks, D.M., J.F. Dickey, G.D. Niswender. 1970. Serum luteinizing hormone and plasma progesterone levels during the estrous cycle pregnancy in cows. *Biology Reproduction*. 2346-351.

Hincapié, J.J., E.C. Campo. 2002. Técnicas para mejorar la eficiencia reproductiva en animales de granja. Editorial Prografic. Tegucigalpa, Honduras. 445 p.

Hincapié, J.J., R. Brito, E.C. Campo. 2005. Reproducción animal aplicada: Fundamentos de la Fisiología y Biotecnología. 2^a ed. Editorial Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 200 p.

Hincapié, J.J., E.C. Pipaon, G.S. Blanco. 2008. Trastornos reproductivos en la hembra bovina 3^a ed. Editorial Litocom. Tegucigalpa, Honduras. 161 p.

Iglesias Paladines, C. 2002. Aplicación posparto de GnRH y PGF₂ α para estimular la reactivación ovárica y la fertilidad en ganado lechero. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 23 p.

Intervet S.A. 1999a. Fertagyl. El GnRH de mayor concentración (en línea). Santiago Tianguistenco, México. Consultado 28 jun. 2011. Disponible en: http://www.msd-salud-animal.mx/binaries/Folleto%20Fertagyl%C2%AE_tcm86-88478.pdf

Intervet S.A. 1999b. Cuidado de la vaca pre y posparto y su impacto en la reproducción (en línea). Santiago Tianguistenco, México. Consultado el 28 junio 2011. Disponible en: http://www.msd-salud-animal.mx/binaries/Cuidado%20de%20la%20vaca%20pre%20y%20posparto_tcm86-90253.pdf

Intervet. 2006. Compendium of animal reproduction. Pub. Intervet International. M. Ptaszynska, editor 9th ed. Revisada. pp 383.

Lee, C.N., E. Maurice, R.L. Ax, J. Pennington, 1983. Efficacy of gonadotrophin-releasing hormone administered at the time of artificial insemination of heifers, postpartum and repeat breeder dairy cows. *American Journal Veterinary Research* 37:950

Lewis, G.S., D.W. Caldwell, C.E. Rexroad, H.H. Dowlen, J.R. Owen. 1990. Effects of gonadotrophin-releasing hormone and human chorionic gonadotrophin on pregnancy rate in dairy cattle. *Journal Dairy Science* 73:66.

Macmillan, K.L., V.K. Taufa, A.M. Day. 1986. Effects of an agonist of gonadotrophin releasing hormone (buserelin) in cattle III. Pregnancy rates after a post-insemination injection during metoestrus or dioestrus. *Animal Reproduction Science* 1986(11):1-10.

Mc, Millan. 1993. Detección de celos y registros reproductivos. *Frisiola Española*. Mayo-Junio.

Mann, G.E., G.E. Lamming, M.D. Fray. 1995. Plasma estradiol and progesterone during early pregnancy in the cow and the effects of treatment with buserelin. *Animal Reproduction Science* 37:121-131.

Mee, M.O., J.S. Stevenson, R.K. Scoby, Y. Folman. 1990. Influence of gonadotrophin-releasing hormone and timing of insemination relative to estrus on pregnancy rates of dairy cattle at first service. *Journal Dairy Science* 73:1500-1507.

Moscoso, Z. 2001. Evaluación de la terapia con GnRH en vacas repetidoras de servicio en Zamorano. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 14 p.

Nakao, T., S. Narita, K. Thanaka, H. Haro, J. Shirakawa, H. Noshiro, T. Saga, N. Tsunoda, K. Kawata. 1983. Improvement in first service pregnancy rate in cows with gonadotrophin-releasing hormone analog. *Theriogenology* 3:523.

Palma, G. 2008. *Biología de la Reproducción*. 2^a ed. Argentina. Asociación Argentina de Producción Animal. 669 p.

Peters, A.R., S.J. Ward, M.J. Warren, P.J. Gordon, G.E. Mann, R. Webb. 1999. Ovarian and hormonal responses of cows to treatment with an analogue of gonadotrophin releasing hormone and prostaglandin F₂α. *Veterinary Record* 27:343.

Pinto Portillo, M.T. y M.R. Chacón García. 2009. Comparación de las concentraciones plasmáticas de Progesterona en vacas implantadas con dispositivos intravaginales y vacas gestantes. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 21 p.

Pursley, J.R., M.O. Mee, M.C. Wiltbank. 1995. Synchronization of ovulation in dairy cattle using GnRH and PGF₂α. *Theriogenology*. 44:915-923.

Pursley, J.R., R.W. Silcox, M.C. Wiltbank. 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*. 81: 2139-2144.

Rettmer, I., J.S. Stevenson, L.R. Corah. 1992. Endocrine responses and ovarian changes in inseminated dairy heifers after an injection of a GnRH agonist 11 to 13 days after estrus. *Journal Animal Science* 70:508-517.

Robinson, N.A., K.E. Leslie, K.S. Walton. 1989. Effect of treatment with progesterone on pregnancy rate and plasma concentrations of progesterone in Holstein cows. *Journal Dairy Science*. 72:202-207.

SAS. 2009. SAS User Guide. Statistical Analysis Institute Inc. Cary N.C.

Sheldon, I. y H. Dobson, 1993. Effects of gonadotrophin- release hormone administered 11 days after insemination on the pregnancy rates of the cattle to first and late services. *Veterinary Record*. 133:160:163.

Siliézar, H. 1992. Efecto de la progesterona combinada con eCG en la inducción y sincronización del estro en ganado bovino. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 17 p.

Stevenson, J.S., M.F. Schmidt, E.P. Call, 1984. Stage of the estrus cycle, time of insemination, and seasonal effects on estrus and fertility of Holstein heifers after prostaglandin F₂α. *Journal Dairy Science* 67:1798.

Stevenson, J.S., Frantz, K.D., Call, E.P. 1988. Conception rates in repeat breeders and dairy cattle with unobserved estrus after prostaglandin F₂α and gonadotrophin- releasing hormone. *Theriogenology* 29:151.

Thatcher, W.W., Drost, M., Savio, L.D., Macmillan, K.L., Entwistle, K.W., Schmitt, E.J., De la Sota, R.L., Morris, G.P. 1993. New clinical uses of GnRH and its analogues in cattle. *Animal Reproduction Science* 33:27.

Thatcher, W.W., K.L. Macmillan, P.J. Hansen, M. Drost. 1989. Concepts for regulation of CL function by the concepts and ovarian follicles to improve fertility. *Theriogenology* 31:149.

Thatcher, W.W., M.D. Meyer, G. Danet. 1995. Maternal recognition of pregnancy. *Journal Dairy Fertility Supplement* 49:15.

Thatcher W.W., F. Moreira, J.E.P. Santos, R.C. Mattos, F.L. Lopez, S.M. Pancarci, C.A. Risco. 2001. Effects of hormonal treatments on reproductive performance and embryo production. *Theriogenology* 55:75-90.

Vélez, M., J.J. Hincapié, I. Matamoros, R. Santillán. 2002. Producción de ganado lechero en el trópico. 4 ed. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras, 326 p.

Vélez, M., J.J. Hincapié, I. Matamoros. 2006. Producción de ganado lechero en el trópico. 5ª ed. Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. pp. 175-176.

Webb, R., J.G. Gong, A.S. Law, S.M. Rusbrigde. 1992. Control of ovarian function in cattle. *Journal Reproduction Fertility* 45(Supplment 1):141