

# ENDOCRINOLOGIA Y REPRODUCCIÓN EN NOVILLAS. REVISION

## INTRODUCCION.

La regulación de la pubertad tiene un origen central, donde el eje hipotálamo hipófisis gonadal, juega un papel fundamental, aunque aún no están bien esclarecidos (Apter, 1997). Sin embargo la regulación de esta etapa



## Resumen

Se proporciona conocimiento sobre la regulación endocrina y reproducción de la pubertad en novillas, , haciendo énfasis sobre el comienzo de la misma en donde se plasman los elementos relevantes para comprender los aspectos neuroendocrinos reguladores y se enfatiza en los mecanismos fisiológicos que explica el complejo proceso que involucra los diferentes eventos de pulsos de las Gonadotropinas a nivel del Hipotálamo, dando inicio a la secuencias de fases neurohormonales que posibilitan la aparición de la actividad ovárica y conducta sexual sobre todo en condiciones tropicales y subtropicales de nuestra región.

parece depender de la activación del impulso excitatorio funcionalmente conectado a la red neuronal de GnRH, secretada por el hipotálamo para regular las gonadotropinas (Niswender, 2002.).

El hipotálamo controla la nivelación de las gonadotropinas de la hipófisis anterior mediante la acción de sustancias específicas liberadoras e inhibidoras (Pardo. 2004). Estas son secretadas por las neuronas hipotalámicas y transportados desde la eminencia media del hipotálamo hasta la hipófisis por el sistema portal hipotálamo hipofisario (Arthur et al; 1991). En 1971 se determinó que la estructura molecular de la hormona liberadora de gonadotropina (GnRH) es un decapeptido que luego fue sintetizada.

Autor/es: Araujo1, Guerra Álvaro. M.V.Z.; MSc. 1. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente. Programa de Zootecnia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Cead Valledupar, Cesar; Colombia

(Prieto, et al, 2002). No está suficientemente claro si la GnRH es responsable de la liberación in vivo tanto de la LH como de la FSH (Cechini, 1995).

El comienzo de la pubertad se asocia con un incremento de la frecuencia pulsátil de la secreción tónica de gonadotropinas y los esteroides gonadales. (Obregon et. al; 2012). La liberación tónica de la LH, no ocurre de una forma constante, sino de una forma pulsátil en respuesta a una liberación similar de GnRH del hipotálamo. Existe también una descarga conjunta de FSH, haciendo parte del complejo hormonal. La progesterona y el estrógeno reducen la frecuencia y amplitud de los pulsos de la liberación de gonadotropinas (Arthur et. al; 1991).

En el periodo prepuberal se suceden dos incrementos en los niveles de LH. (Padilla, E. 1978). El primero de ellos ocurre entre los noventa y cincuenta días (Adams, et. al; 1996), seguido de un descenso en la concentración y un subsecuente incremento con la pubertad (primera ovulación) entre los doscientos cuarenta y trescientos sesenta y cinco días (Adams et al; 1994). Al parecer la amplitud y el incremento de estos pulsos es crucial en el mecanismo disparador de la primera ovulación (Kínder et. al; 1987). Once a nueve días antes de la ocurrencia de esta ovulación, se presenta una elevación de la LH y luego otro durante el estro, aproximadamente de la misma magnitud. El primer pico es preparatorio y el segundo necesario para la ovulación (Gonzales Padilla et. al; 1975a). El tiempo de la primera ovulación coincide con la frecuencia de secreción de LH de un episodio.

En resumen, antes de la pubertad el eje hipotálamo-hipófisis es extremadamente sensible a la inhibición de los esteroides gonadales, resultado de una disminución de la secreción de LH y FSH (Jensen, 1987), y

cuando llega a la pubertad disminuye la acción inhibitoria de los esteroides, lo que determina un incremento de la secreción de gonadotropinas suficiente para iniciar la actividad reproductiva (Reiter, 1973)

Los niveles de FSH en novillas son más constantes, aunque también ocurren algunas fluctuaciones (Echeverría, 2004). Los niveles de FSH tienden a incrementarse en forma paralela con la caída de los de LH, pero con menos extensión durante la fase prepuberal. Estos pueden ser el resultado de la liberación y síntesis simultánea por las células de la pituitaria (Moran et al, 1989).

Se ha establecido que las concentraciones de LH y FSH se incrementan a los siete meses de edad (Knobil, et al, 1983); de ahí en adelante son altas en sangre durante un periodo mínimo de secreción. Esto es interesante para ver la disminución en los niveles de LH y FSH en pituitaria, que preceden a la primera ola ovulatoria (Evans, et al. 1994)

Otras hormonas importantes en la regulación endocrina de la pubertad son la progesterona y el 17 B estradiol. Los niveles de estas hormonas se mantienen bajos y constantes en relación con los patrones observados en el animal adulto, hasta cuando se aproxima la primera ovulación (Day et al; 1984).

La ovulación es precedida de cortas elevaciones de niveles de progesterona (Drion et al, 1996) la que pasa de 0,3 a 1 ng/ml (Gonzales-Padilla, et al; 1975a). La elevación transitoria de progesterona está siempre precedida de una oleada ovulatoria preparatoria de LH. El primer aumento preovulatorio de LH ocurre solamente después de que la elevación prepuberal de progesterona desciende a su nivel basal (Gonzales-Padilla, et al, 1975a). La elevación de LH puede indicar que la progesterona

tiene importancia en el establecimiento del patrón normal de secreción de LH. (Gonzales-Padilla, et al; 1975a).

La progesterona es importante para la primera formación del cuerpo lúteo funcional y en la expresión del estro (Palomares, 2013). Estos mecanismos no han sido bien aclarados todavía (Moran et al, 1989). En algunos casos la primera ovulación es seguida por ciclos estrales de fase luteal corta antes de que se establezcan los ciclos normales (Niswender et al, 1994). Una de las formas de detección del estado púber, es la presencia de niveles sanguíneos de progesterona superiores a 1 mg/ml, lo cual podría indicar que la ovulación ha ocurrido (Robles et al, 1998).

Las concentraciones de estradiol en plasma aumentan concomitantemente con el crecimiento del folículo dominante (Kaneko, et al.1997). La secreción pico de estradiol es la responsable del comienzo del comportamiento del celo e induce la oleada de LH preovulatorio (Glencross et al, 1981) lo cual en su lugar inhibe la secreción de estradiol (Dieleman et al, 1986) provocando la ovulación. El estradiol alcanza un segundo pico de más baja magnitud de tres a seis días después del celo (Dieleman et al, 1986). De acuerdo con Abeyanlardene et al, (1987) este pico se termina por el incremento de progesterona y la subsiguiente más baja concentración media de LH.

Las secreciones de estas hormonas son reguladas por un mecanismo de autocontrol denominado sistema feed-back (Pardo 2004), el cual mediatiza un efecto según la causa que lo ha engendrado; así, los sistemas de estimulación están continuamente controlados gracias a la respuesta del órgano al que están estimulando. Este sistema actúa a través de su mensaje y el mismo retroactúa emitiendo

un factor capaz de modular la actividad del efector (Foster, 1994).

Existen tres tipos de feed-back sobre la secreción de los factores de liberación hormonal, (Pardo 2004). siendo el feed-back negativo corto, característico de la fase folicular tardía, el feed-back positivo que constituye el periodo preovulatorio y el feedback negativo largo característico de la fase luteal del ciclo estral y de algunos estados de anestros (Pedroso, 2005).

En la transición del periodo pre púber al púber, los cambios del feed-back, juega el papel más importante en la organización del comienzo de la capacidad reproductiva; refiriéndose a la sensibilidad del hipotálamo - hipófisis - gónada la cual se torna muy sensible y el estradiol tiene una gran capacidad de inhibición de la secreción pulsátil de GnRH a nivel hipotalámico y por lo tanto de la secreción de gonadotropinas, principalmente LH (Berardinelli, et al; 1980). Estos acontecimientos dan el inicio de la pubertad.

### **Actividad ovárica y conducta sexual**

Antes de la senescencia reproductiva los ovarios mamíferos tienen un pool de folículos primordiales cada uno de los cuales consisten de un oocito en profase I de la meiosis y una capa de células de la granulosa (Prieto, et al, 2002). Este pool se desarrolla dentro de la vida fetal (Fortune, 2003) en algunas especies (primates y rumiantes) pero en otras se desarrollan durante el periodo inicial neonatal (ratones y conejos)

En la gónada primitiva se observan células germinales alrededor de 35 días de gestación. (Gonzales, 2007). A los 3.5 meses de gestación se encuentra el máximo de células germinales alrededor de  $3 \times 10^{10}$ , pero al momento del nacimiento ese número

ha disminuido alrededor de  $68 \times 10^3$  (Adams et al, 2008).

La ternera presenta en cada ovario aproximadamente unos 75.000 oocitos primarios (Bernal, et. al.; 2011), durante su desarrollo hasta a los dos años la cantidad de oocitos disminuye aproximadamente hasta 21.000 de los cuales 2.500 crecerán y madurarán después de la pubertad (Forrest et al, 1984). Adams et al, (2008) reportaron que los folículos astrales no son visibles al nacimiento, en los primeros seis meses de vida se observa un incremento de lo mismo y posteriormente hasta los ocho meses existe un decrecimiento de estos folículos hasta la senescencia donde se mantienen constante. Sin embargo, cambios en cortos periodos de tiempo han sido descritos durante el periodo prepuberal en donde el crecimiento de grandes folículos son detectados en terneras durante un periodo de 23 días antes de la primera ovulación (Ginther, et al, 1996).

La naturaleza de los signos naturales que indican el crecimiento y los mecanismos que aseguran la vida del folículo son desconocidos (Fortune et al, 1994). Cuando un folículo comienza a crecer, su crecimiento continua hasta que alcance bien sea su ovulación o su atresia y es bien conocido que muy pocos folículos que empiezan a crecer alcanzan a ovular, muchos de ellos mueren antes de alcanzar esta etapa (Fortune et al, 1994).

La novilla presenta actividad ovárica prepuberal, mucho antes de alcanzar el primer ciclo estral, lo que se demuestra por la presencia de folículos de más de 10 mm de diámetro. (Díaz, 1999). (Adams et al, 2008), detectaron la presencia de folículos de 3 a 11 mm de diámetro en novillas pre púberes de cruzas Hereford a nivel ovárico.

La actividad ovárica de las novillas al momento de la pubertad puede presentarse de una forma anormal. Morrow, (1980), encontró en 53 novillas que el 45,9% de las primeras ovulaciones se presentó sin manifestaciones estrales. Sin embargo, las ovulaciones se incrementaron de un 26.4% para la primera a un 79.3% para las terceras ovulaciones. Dufour, (1975), puntualizó que el 80% de las novillas Friesian ovularon antes de presentar la pubertad sin manifestar signos estrales, de las novillas que presentaron un primer estro manifestó, el 33,3% tuvieron su primer ciclo estral menor de 10 días.

Gonzales et. al, (1995) realizando tres observaciones diarias en terneras puberales, manifiestan que es posible que las novillas inicien su actividad ovárica antes, presentándose calores no manifestó que no fueron detectado por la metodología empleada. Prieto et. al, (1994) realizando observaciones diarias y seguimiento de progesterona desde la pubertad hasta el tercer ciclo estral en raza Holstein, encontraron que en dos de la diez novilla su primer calor no fue manifestado.

Fajerson et. al, (1992) reportaron que 5 novillas Brown Swiss y ninguna de la Cebú tuvieron un cuerpo lúteo funcional durante su primer o segundo ciclo del celo. Esto indica que las novillas en la etapa pre púber pasan por uno o más ciclos del celo. Además las novillas en la etapa pre púber pasan por uno o más ciclos de celo antes de que los eventos fisiológicos requeridos para una madurez completa formen un patrón bien establecido. Sin embargo, Moreira, et al; (2000), mencionan que la ovulación sin un subsiguiente desarrollo de un cuerpo lúteo funcional es debida a una población folicular incompletamente sincronizada en el momento de ovulación. Así mismo estos autores, aducen que en el 55% de las

novillas se revela un cuerpo albicans, mostrando que estas habían ovulado anteriormente.

### **Actividad ovárica y niveles de progesterona en el periodo pre púber**

La hipófisis anterior tiene almacenada grandes cantidades de gonadotropinas, pero los niveles circulatorios son bajos (Silva, et. al; 2012). El sistema de liberación prepuberal de GnRh es extremadamente sensible a la retroacción de los estrógenos ováricos (Hugues, 1982), de modo que los estrógenos inhiben el modo pulsátil de secreción de la LH. El umbral para la retroacción negativa es elevado gradualmente a medida que se acerca a la pubertad. Así, el mecanismo inhibe la secreción pulsátil de LH llega a ser deprimido, con lo que resulta una mayor frecuencia de pulsos de LH y actividad ovárica (Schillo et al, 1992).

La remoción de la inhibición del sistema nervioso central y de la actividad hipotalámica, puede explicar el por qué se aumenta la secreción de FSH Y LH durante los tres primeros meses de edad, (Echeverría, 2004), disminuyendo luego estos niveles y presentando un subsecuente incremento a partir del quinto mes, correspondiéndose a un establecimiento y retiro respectivo de la retroalimentación negativa del estradiol sobre el hipotálamo en el periodo prepuberal (Santos, 2014)

Lo anterior ha hecho afirmar que la hembra bovina pre púber es capaz de tener ovulación temprana, pero que se mantiene en un estado latente, debido al insuficiente estímulo por parte de las gonadotropinas (Robles, 2012), McLeod et al, (1984) reportaron un incremento en la frecuencia de liberación pulsátil de LH en una de doce novillas pre púberes. La detección del estro en este animal ocurrió 10 días después del muestro

sérico y ninguna de las once novillas restante, las cuales exhibieron menor frecuencia pulsátil de LH, mostraron estro en las siguientes seis semanas.

En novillas prepuberal la primera ovulación se acompaña de celo silente en el 74% de los casos; y en el estudio de 245 ciclos estrales el 32% presenta un comportamiento sexual anormal y el 39% alteración del funcionamiento ovárico, donde el 48% de las novillas forman tejido luteal en el primer ciclo sexual (Morrow, 1969).

Indistintamente se ha evidenciado un desarrollo folicular de uno o más folículos palpables de 0.5 a 2.0 cm de diámetro durante el periodo prepuberal, observándose una actividad folicular aumentada apropiadamente 20 días y 40 días antes de la primera ovulación. Estas novillas con actividad folicular incrementada tuvieron en ocasiones tenues signos de comportamiento del celo (Morrow, 1969).

La foliculogénesis es un mecanismo muy complejo y cuando se detiene los ciclos ováricos es complicado (Villavicencio, 2007). El desarrollo folicular es un precursor esencial para conducta astral y la ovulación (Castañeda, 2011), el cual está regulado por acciones endocrina, paracrina y autocrina y por las interacciones de numerosos factores proteicos y no proteicos. Las acciones endocrinas de las gonadotropinas están bien caracterizadas, sin embargo, los mecanismos envueltos en la regulación del desarrollo folicular vía autocrina y paracrina no están bien definidos (Findlay, et al.2009)

Ampliamente se ha reportado elevaciones en las concentraciones de progesterona en ganado bovino en el periodo prepuberal (Grajales, et. al; 2006). Estos incrementos en progesterona ocurren cercano a la pubertad y se dice son estimulantes al establecimiento

de los patrones adultos de la secreción de gonadotropinas y la secreción de esteroides del ovario (Hall et. al; 1995). No se ha determinado de cómo esta secreción de progesterona es controlada o reguladas en este período, aunque una asociación insignificante se observó entre LH y la progesterona en novillas pre púberes. (González-Padilla et al, 1975a).

Las novillas en período transicional exhiben una o dos elevaciones de progesterona de 1 a 2 ng/ml durante 2 a 5 días ( Franco,et. al: 2012).Bernardinelli et al, (1979) estudiaron estos incrementos en novillas de carne, concluyendo que el primer aumento de progesterona anterior a la pubertad se produce debido al tejido lúteo que se encuentra insertado de progesterona anterior a la pubertad por lo que no es observable ni palpable en la superficie de éste y la segunda elevación se origina probablemente de la misma forma dentro del ovario; sin embargo, otros estudios han afirmado que otra fuente puede ser la glándula adrenal (Oladele et al, 1995). También se ha reportado que los péptidos opoides endógenos están implicados en la secreción y regulación de la progesterona. Oladele et al, (1995) demostraron que las inyecciones de Naxolone causan un incremento transitorio en la concentración de progesterona, probablemente activando los niveles en la corteza adrenal, dependiente del efecto de la edad y de algunas dimensiones del peso del cuerpo, enfatizando que el sistema inhibitorio de los opoides endógenos están involucrados en la secreción de progesterona en las novilla Cebú prepuberales.

Un estudio realizado por Glencross et al, (1984) en novillas pre púber, reportaron niveles de progesterona mayores de 1 ng/ml en el pico, hecho que se presentó sólo en una de las novillas indicando que en el inicio de la pubertad los valores de progesterona

pueden ser mayores de 1 ng/ml. Estos valores deben diferenciarse claramente de los valores de progesterona en el establecimiento del período puberal como tal, en el cual, estos valores son mayores a 1 ng/ml, sin embargo, son antecendidos por una ovulación. En un estudio Faure et al, (1996) haciendo tomas de sangre de 3-6 veces por semana, encontraron en las novillas estudiadas, que éstas mantenían un patrón de secreción de progesterona que se caracterizó por niveles basales con picos esporádicos asociados o no a estructuras ováricas.

Similarmente, estudios realizados en novillas Holstein pre púberes, se han encontrado niveles séricos de progesterona entre el día 5 y 1 antes del primer ciclo que oscilan entre 0.15 ng/ml y 1.68 ng/ml; sin embargo 7 de las 10 novillas presentan aumento transitorio varios días antes del día 5 en esta etapa, sin ninguna fluctuación cíclica aparente (Prieto et al, 1994).evidenciándose que una de las formas de detección del estado púber, es la presencia de niveles sanguíneos de Progesterona superiores a 1 ng/ml, indicando que el animal ya ha ovulado.

En un estudio reciente se evaluó actividad ovárica en respuesta a kisspeptina-10 y su asociación con IGF-1 y leptina en becerras pre-púberes, concluyéndose que la kisspeptina-10 administrada repetidamente a becerras pre-púberes es un estímulo suficiente para evocar incrementos consistentes de LH, para inducir la ovulación y actividad lútea en animales con concentraciones séricas elevadas de IGF-1 y bajas de leptina, pero no para inducir la ciclicidad estral. (Santos, et. al.; 2014).

## **Pubertad precoz**

Dado que la función reproductiva es un factor esencial en la producción animal, y desde el punto de vista económico resulta evidente que en las novillas el período prereproductor juega un papel importante en el rendimiento animal (Rodríguez, 2005), para tal hecho hay tendencias actuales de lograr una gestación temprana en las novillas con un adecuado desarrollo corporal a los 9-12 meses, es decir, inmediatamente después de lograda su madurez sexual. (Holly, 1987).

La mayoría de las novillas tiene potencial suficiente para alcanzar la pubertad y cubrirse satisfactoriamente al año de edad, si se le proveen una nutrición y manejo adecuado (Sandovalín, et.al; 2012). El costo para ser esto puede variar grandemente entre razas y entre tipos de una misma raza. Las novillas con capacidad de alcanzar la pubertad con edad temprana alcanzan tales propósitos a menor costo que aquellas con edad tardía de la pubertad (Patterson et al, 1992b).

Referente al plano nutricional (Campos, et.al.; 2015) sostienen que bajo condiciones bien controladas, las novillas lecheras obtienen la pubertad a los 8 meses, así mismo (Fajersson et al, 1991) en novillas Cebú, sostienen que estas alcanzan la pubertad aproximadamente 6 meses antes de lo que es común en las condiciones tropicales. En un estudio diseñado para adelantar la edad de la pubertad en novillas Cebú, mediante el aseguramiento de una nutrición adecuada continúa y el manejo en pasto mejorado bajo condiciones experimentales, se registró un promedio de 15 meses de edad a la pubertad en 112 novillas (Fajersson et al, 1991).

La manipulación hormonal de la pubertad es una práctica en la que poco se ha logrado; por lo tanto son escasos los informes. Sin embargo se puede utilizar suero de yegua preñada (PMSG) en becerras para adelantar la pubertad, seguido después de 2-5 días de la administración de gonadotropinas coriónica humana (HCG) para garantizar la ovulación (Bó, et. al.; 2006); pero la fertilidad es baja; ya que se ha determinado que el cuerpo lúteo resultante de becerras pre púberes inducidas a ovular es incapaz de mantener la preñez hasta su término (Evans, et. al.; 2004).

La dieta suplementada con monensina (promotor de crecimiento) aumenta la capacidad hipofisaria para liberar LH como respuesta a la administración de hormonas liberadora de gonadotropinas (GnRH) (Funston, et. al.; 2002). Esto teóricamente acorta el tiempo de inicio de la función reproductiva de las novillas. Aun no se ha determinado el mecanismo mediante el cual funciona esta interacción. (Randel, 1981). Igualmente pubertad precoz inducida por el destete precoz y la alimentación de una dieta alta en concentrado es precedido por el aumento de la frecuencia de pulsos de LH. (Gasser, et.al.;2006).

Se supone que esta precocidad de la maduración sexual del animal joven posibilitaría rápido regreso de los recursos financieros, acelerara la incorporación de la hembra en el proceso de la producción y aumentara la natalidad de la cual depende la rapidez del reemplazo y la intensidad de selección en el rebaño. (Holly, 1986).



Los progestágenos han sido usados para inducir la pubertad (Gonzales-Padilla et. al, 1975a). En un estudio fue posible inducir la pubertad en 25 de 34 novillas mediante 7 inyecciones diarias de 20 mg de progesterona (Berardinelli, et. al, 1976). Con respecto a la aparición del celo y su inducción, numerosos trabajos han confirmado los picos de progesterona que se asocian a la aparición de la pubertad, lo cual sugiere que esta tiene una función clave en la etapa de transición del estado acíclico al estado cíclico (Báez, et. al.; 2007).

De igual forma se han usado implantes subcutáneos y se ha administrado en el alimento melatonina, de la familia de los metoxindoles, producido por la glándula pineal de los mamíferos, la cual ejerce una función moduladora del inicio de la pubertad (López, et. al.; 2011), y en tales circunstancias en los pequeños rumiantes adelanta el inicio de la actividad ovárica y del estro; siendo así mismo aplicable a los vacunos. (Marston et. al.; 1995).

Wehrman, et. al.; (1996) hipotetiza que la pubertad precoz es un fenómeno fisiológico que resulta del tiempo diferencial de la maduración de los efectos inhibitorios del 17B estradiol en el eje hipotálamo hipófisis; y por la habilidad de los ovarios para secretar 17B estradiol en respuestas a la estimulación de las gonadotropinas.

En todo caso el aparato reproductivo de la hembra antes de la pubertad presente un crecimiento lento y no muestra actividad funcional. Este crecimiento en general sigue el crecimiento y aumento del peso corporal; por lo que se considera necesario que la hembra en esta etapa no está en un periodo de desarrollo corporal que le permite resistir la gestación, el parto y la lactancia.

Celos no puberales (CNP).

En la etapa prepuberal, es común que la primera ovulación no se acompañe de signo de estro y sea seguida por la formación de un cuerpo lúteo inmaduro que solo se mantiene activo por unos cuantos días, por lo que a menudo el primer ciclo ovárico es irregular con duración de 6 a 9 días y con producción insuficiente de progesterona. (Mendoza, 1999). Después de estos ciclos irregulares, se produce otra ovulación, que generalmente tampoco va acompañada de manifestaciones de estro, pero que produce una elevación en los niveles de LH aproximadamente 21 días antes del primer estro, a este pico de LH se sigue una elevación en los niveles de progesterona indicando la formación de un cuerpo lúteo estable (Gigli, et. al.; 2006)

Algunas novillas tienen relativamente ovarios inactivos (el crecimiento folicular no es mayor de 10 mm). Esta inactividad ovárica puede resultar en una insuficiente secreción de progesterona (Durlinger, et al.; 2002). En algunos casos la primera ovulación es seguida por ciclos estrales de fase lútea cortas antes de que se establezcan los ciclos normales. (Sirois, et. al.; 1988). La ovulación silenciosa e insuficiencia luteal cuando se acerca la pubertad, es consecuencia de la ausencia de progesterona después de la ovulación (Lucy et al, 1992).

Después de la primera ovulación ocurre una significativa desviación de la dinámica folicular normal, siendo notables los ciclos estrales cortos, (Pathiraja, et al. 1986), en donde un folículo dominante de la primera onda folicular no sufre atresia sino que continua desarrollándose y eventualmente ovula (Ginther, et al. 1996 y Moran et al. 1989). Este fenómeno ha sido detectado en novillas prepuberales en los cuales se ha presentado celo sin el comienzo de los ciclos del estro. A esto se le ha definido como celo no puberal (Nelsen et al, 1985), que se define como la existencia en novillas prepuberales de una



conducta o manifestación de celo, la cual no es seguida por una ovulación y la formación de un cuerpo lúteo.( Bastida, 1999).

Un estudio realizado por Kínder et al (1987) encontraron que el 64 y 80% de las novillas manifestaron celo no puberal antes del primero y segundo año del estudio respectivamente, estos resultados están influenciadas por la raza, estado nutricional y al fotoperiodo, donde la incidencia del celo no puberal disminuyó durante la etapa final del invierno, la primavera y los meses de verano, sin embargo, existe la posibilidad de que el celo no puberal también esté relacionado con la edad.

Igualmente se ha reportado que el 100% de novillas mantenidas en sistema de celaje, sus dos primeros celos transcurrieron como celos no puberales, a una edad de  $21 \pm 0.1$  mes con un peso de  $254 \pm 23$  kg. (Araujo, 1999). Es importante señalar la incidencia de celos no puberales, la cual reviste doble importancia. La primera es una conceptual, debido a que la pubertad no se puede definir solamente por la aparición

de los primeros síntomas de celos, por lo que se debe enfatizar la valoración de la actividad ovárica, ya que varios autores determinan la pubertad sin tener en cuenta este aspecto; y lo otro se relaciona con la eficiencia reproductiva, dado que estos celos no son fértiles y se conocen que pueden existir hasta cuatro celos no puberales (Nelsen, et al. 1985). Sin embargo, debo señalarse que el celo no puberal no es un evento anormal en la maduración fisiológica del sistema reproductivo en novillas (Bastida, 1999).

### **Celos puberales**

Durante el periodo prepuberal, la frecuencia pulsátil de la LH es baja (1 pulso/6 a 8 horas) debido al efecto inhibitorio del estradiol y

progesterona respectivamente. La reducción en la sensibilidad al estradiol y la disminución en la progesterona permite un incremento en la frecuencia pulsátil de LH (1 a 2 pulsos por horas). El incremento de la LH estimula el crecimiento folicular y la producción de estradiol, lo cual induce estro y la oleada preovulatoria de LH. (Schillo, 1992b).

Es por tanto que la liberación pulsátil de LH es requisito fundamental para el establecimiento de una ciclicidad normal, (Vizcarra et al.,1997) empezando con una liberación intermitente de hormona liberadora de gonadotropina (GnRh) (Clarke, 2002), en el sistema portal de la pituitaria, y la relación secuencial entre el hipotálamo, adenohipófisis y la gónada, la entrada de LH al ovario, la producción de andrógenos por las células tecales y la aromatización del andrógeno a estradiol por las células de la granulosa, (Prieto, et al.2002), estos son los eventos que anteceden a la oleada liberadora de LH y la subsecuente ovulación (Findlay, 1994), que es el nombre dado a la suma de eventos intrafoliculares que dan lugar a la extrusión de un ovocito viable desde el folículo ovárico (Murphy, 2011).

Para que un celo sea fértil debe ir acompañado de ovulación seguido por la formación de un cuerpo lúteo bien desarrollado (Piasse, et al; 1970). La actividad ovárica después de la pubertad puede ser influenciada por una gran variedad de factores genéticos, medio ambiente y de manejo, entre estos factores se puede mencionar el estado nutricional del animal, edad y estación del año; siendo menos evidente en invierno y mucho más largo y neto en el verano. (Oyedipe et al, 1986).

En condiciones ambientales y de alimentación favorable el celo puberal en novillas se manifiesta cada 6 a 32 horas

(Velásquez, et al.1996). El celo puberal en la novilla

cebú es corto y difieren hasta en seis horas de los estros normales. La duración promedio del celo puberal en 53 novillas fue de  $6.7 \pm 0.78$  horas con un rango de 2.0 a 22 horas y una desviación estándar de 4.62 horas con la siguiente distribución: 94.3% de los celos tuvieron una duración de 2.0 a 13.5 horas con una media de 6.0 horas, de los cuales el 65.7% fueron entre las 2.0 y 7.5 horas (Calderón, et al.2000).

Existen variados y contrastantes reportes sobre la duración del celo puberal en razas de ganado Bos Indicus. La duración del celo en el ganado cebú y sus cruces es menor que en las razas europeas, y en ambos tipos de bovino, independientemente de su localización, el celo de las novillas es más corto que el de las vacas adultas (King, 1990).Se ha aceptado por lo general que el celo en ganado Cebú es de corta duración (Cechini, 1995). Sin embargo, existe abundante información que contrasta con esta concepción (Troconiz, 1994).

### **Primera Gestación en la Novilla**

(Rodríguez, 2009), plantea que como el ganado vacuno se adelanta en sus funciones fisiológicas reproductivas a su desarrollo anatómico, el animal podrá reproducirse desde muy joven, pero su crecimiento ulterior resultaría retrasado si tiene deficiente desarrollo esquelético, ubre pequeña y funciones generales adecuada a su juventud, recomendando no alargar demasiado el momento de la cubrición, porque a más tiempo pase sin gestarse la novilla, mayor es la pérdida económica.

La determinación de la edad alrededor de la cual las novillas empiezan a ser apareadas, sirve para evaluar la velocidad de crecimiento

del animal, desde su nacimiento hasta la edad al primer parto en cualquier sistema, para así recuperar la inversión hasta en su levante (Dhning, 1994).

La edad a la primera gestación, guarda una estrecha relación con la edad al primer parto de las novillas y depende principalmente del manejo y la alimentación proporcionada durante el periodo de crecimiento (Noguera, 1995).A pesar de no constituir una medida exacta de fertilidad, la edad a la primera gestación, afecta en forma significativa la eficiencia reproductiva (Hernández, et al. 1997).

Para definir correctamente la edad en la cual una novilla tiene el potencial requerido para tener su primera gestación, deben evaluarse factores tales como la edad a la pubertad, regularidad de los celos estrales, funcionamiento endocrino, estado sanitario, nivel nutricional y la calidad del semen utilizado para los servicios, bien sea

mediante monta natural o artificial (Hernández, et al.1997). Los animales pueden alcanzar su etapa reproductiva a la edad adecuada, pero ello a veces pasa inadvertido, o simplemente las novillas pueden servirse en edad tardía, o existen problemas con el semen o con la detección de calores, entre otros factores (Serrano et al, 1994)

El momento de la incorporación de las novillas depende del peso corporal y se relaciona con el peso adulto de las vacas (González-Stagnaro, 1983). La edad y el peso necesario varían según las razas. (Grajales, et al, 2006 y Riley, et al, 2010).Se sabe que existen diferencias inherentes a la raza europea en comparación con las cebuinas, estas últimas, por lo general demoran más tiempo en llegar el primer servicio y por ende al primer parto. Asi mismo Román, et al,

(2010), sostienen que a medida que el peso del destete se incrementa, la probabilidad de preñez al primer servicio también incrementa.

(Castellanos, 2007), plantea que en el mundo, actualmente al momento de inseminación de las novillas depende de la raza y el sistema de alimentación aplicado para lograr un crecimiento y desarrollo acelerado. Recomienda inseminar a edad temprana porque a mayor edad disminuye la eficiencia reproductiva, asegurando que los mayores inconvenientes están en el momento del parto, por las dificultades que se originan en el mismo, lo cual se elimina en parte, cubriendo con toros cuya descendencia tiene bajo peso al nacer.

En la práctica se considera preferible inseminar a las novillas cuando alcanzan un peso vivo equivalente del 50 al 60% del peso de la vaca adulta (Patiño, et al 2007). En la mayor parte de los países europeos la edad de la vaca en el primer parto es de 27 meses aproximadamente (Salazar, et al, 2013); es por tanto factible que en el ganado Bos tauros al momento de la incorporación oscile entre 0.40 y 0.68 kg. Por otra parte la edad de la pubertad se torna cada vez más crítica, si el sistema de manejo exige que el apareamiento de las novillas sea a los 15 meses, con vista a que paran al cumplir los dos años de edad, el retraso del inicio de la pubertad, reduce drásticamente el rendimiento reproductivo (Hernández, et al. 1997).

Badillo (1996) reporta que en el caso de un valor mínimo de la primera preñez en ganado Cebú, surge una preocupación que es la posible presentación de partos distócicos, siendo este un importante problema económico en cualquier explotación, la cual es debida a un conjunto de factores tanto de la madre como del ternero.

**BIBLIOGRAFIA Y FUENTE**

McCarter (1991) aduce que el porcentaje de las novillas que requieren asistencia al parto con una edad mínima a la gestación disminuye; cuando aumenta la proporción del Brahman en el cruce con razas europeas; igualmente se encontró que el peso al nacimiento del ternero crece cuando la proporción del Brahman aumenta, incrementando la facilidad del parto.

Se ha reportado en explotaciones de doble propósito, a una edad a la primera gestación de 27 meses con una variación entre 23 y 32 meses (Medina, 2010). Así mismo, sostiene el mismo autor que un factor determinante y condición previa para la reducción de la edad a la primera gestación es el desarrollo adecuado de novillas, lo cual depende del peso; que debería esperarse llegue a 270 – 300 kg. Además, afirma que una edad de 20 meses a la primera concepción corresponde a aumentos de pesos diarios de por lo menos 450 gr a partir del nacimiento y que es obvio que se necesitaran cambios significativos en la alimentación de la ternera y novillas para lograr una marcada reducción en la edad a la primera gestación.

La tendencia actual de la ganadería es sustentar la posibilidad de servir a las novillas a edades ligeramente superiores al año de edad a fin de obtener un primer parto a los dos años (Vaccaro et al, 1995). Araujo, (1999), reporta que el 50% de las novillas quedo gestante a una edad de  $28 \pm 1.2$  meses, con un peso de  $324 \pm 29$  Kg. Igualmente Troconiz (1995) reporta un índice de preñez de novillas Brahman a los dos años de edad, bajo inseminación y monta natural de 86.74 y 88.97% respectivamente; concluyendo que es posible que las novillas Cebú entren a una primera estación de servicio a los dos años de edad habiendo exhibido previamente varios celos, con pesos superiores a los 300 kg.

<https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/endocrinologia-reproduccion-novillas-revision-t39589.htm>

**Clic Fuente**

---



**MÁS ARTÍCULOS**