

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**HORMONAS UTILIZADAS EN BOVINOS Y SUS RESTRICCIONES  
EN LECHE PARA CONSUMO HUMANO**

**POR:**

**JOSE MARIA SÁNCHEZ ESCAMILLA**

**MONOGRAFÍA**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**Torreón, Coahuila.**

**Diciembre de 2010**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL



MONOGRAFÍA

HORMONAS UTILIZADAS EN BOVINOS Y SUS  
RESTRICCIONES EN LECHE PARA CONSUMO  
HUMANO

POR

JOSE MARIA SÁNCHEZ ESCAMILLA

ASESOR PRINCIPAL

---

MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

Torreón, Coahuila.

Diciembre de 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**MONOGRAFÍA**

**HORMONAS UTILIZADAS EN BOVINOS Y SUS  
RESTRICCIONES EN LECHE PARA CONSUMO HUMANO**

**POR**

**JOSE MARIA SÁNCHEZ ESCAMILLA**

**ASESOR PRINCIPAL**



---

**MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL  
DE CIENCIA ANIMAL**



---

**MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO**



Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

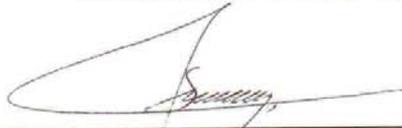
Torreón, Coahuila.

Diciembre de 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

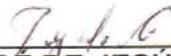
PRESIDENTE DEL JURADO



---

MVZ. RODRIGO ISIDRO SIMÓN ALONSO

VOCAL



---

MC. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE

VOCAL



---

IZ. JORGE HORACIO BORUNDA RAMOS

VOCAL SUPLENTE



---

MVZ. CUAUHEMOC FÉLIZ ZORRILLA

Torreón, Coahuila.

Diciembre de 2010

## **DEDICATORIAS**

### **A Dios**

Por haberme permitido la oportunidad de estar en este mundo y darme la capacidad de poder resolver las adversidades de esta vida en la etapa de preparación de mi carrera.

**Las personas más grandes que pueden existir en mi vida.**

### **A mis padres:**

**José F. Sánchez Sánchez y María Estela Escamilla Leyva.**

Por la confianza que depositaron en mi al iniciar la carrera y por darme la herencia más grande que se puede dar a un hijo de prepararme y de ser alguien en la vida, por ello dedico este humilde trabajo a ustedes que no les importo el sacrificio hecho para que yo pudiese llegar aquí.

### **A mis hermanos:**

**Mariana**

**Daniel**

**Estelita.**

Que en todo momento me mostraron cariño, comprensión, amor y por poder contar con ustedes en cualquier momento, motivo que me inspiro a seguir siempre adelante. Y por esperarme ansiosos en vacaciones, para estar en familia. Para ustedes con todo mi amor.

### **A mis abuelos:**

Lucio Sánchez (+)

Augusto Escamilla (+)

Carmen Sánchez (+)

Ana Leyva

Por estar siempre en los momentos importantes de mi vida, apoyarme para salir adelante y por los todos los consejos que me han dado ha sido de gran ayuda para mi vida, sobre todo el amor cariño que me brindaron. En especial a mis abuelos que no me acompañan ya en estos momentos, pero su apoyo y comprensión lo llevo grabado.

### **A mi familia**

Por ser siempre un gran apoyo, para ayudar a ser mejor persona y por darme cada uno a su manera su cariño. Sin importar nombres ya que para mí son un apoyo incondicional para todos mis tíos, primos, cuñados y sobrinos.

### **A la UAAAN**

A mi máxima casa de estudios, la Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, que me abrigo en su seno y que me dio la oportunidad de estar en todas sus instalaciones para poder culminar una meta, que al inicio pareció ser dura, pero que al final sólo me queda decir gracias, a la UAAAN.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios infinitamente por cuidarme en todo momento y por darme la fuerza necesaria para poder salir adelante, paciencia para tomar las mejores decisiones, salud para poder culminar un eslabón mas en mi vida.

**A MI UNIVERSIDAD**, por haberme permitido concluir parte de mi sueño y formarme como profesionista y hombre leal por darme un escudo para resolver los problemas que me dará la vida.

**A mi familia** por ser siempre un gran apoyo, por ayudarme a ser mejor persona y por darme cada uno a su manera su cariño.

A quienes les viviré eternamente agradecidos **MIS PADRES** por haber depositado la confianza en mí y por sus constantes oraciones que hicieron para que pueda dirigirme por buenos caminos durante mi ausencia. Por apoyarme en todo y por sus constantes consejos que me sembraron y que hoy puedo decir que me han servido para poder culminar un paso más

**A MIS HERMANOS** por animarme e impulsarme en todo momento y por ser mi ejemplo para poder terminar mis estudios. Y a toda la familia que me ha apoyado para cumplir esta meta.

**A MIS AMIGOS** porque llegaron a convertirse en parte de mi familia y siempre me tendieron una mano cuando la necesite.

**A MIS MAESTROS** que me impartieron clase, gracias por todo el apoyo y enseñanzas que me dieron.

**A mi asesor M.V.Z. Rodrigo I. Simón Alonso** por el apoyo incondicional, experiencia y tiempo brindado para realizar este trabajo. Gracias medico.

Además mi agradecimiento a mis otros asesores por su amabilidad disponibilidad para el desarrollo de este trabajo.

Quiero extender un sincero agradecimiento al **M.C. José de Jesús Quezada Aguirre** por la amistad y el apoyo que me brindo desde el primer día y durante toda la carrera, aconsejándome en los momentos difíciles y en los momentos de angustia, muchas gracias medico.

## Índice

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCION.....	2
1.1. INOCUIDAD.....	2
2. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REPRODUCCION.....	5
2.1. FACTORES FISIOLÓGICOS.....	5
2.1.1 ESTADO DE LACTANCIA.....	5
2.1.2. EDAD.....	6
2.1.3. TAMAÑO.....	6
2.1.4. TIPO.....	6
2.1.5. RAZA.....	7
2.1.6. CELO.....	7
2.1.7. ENFERMEDADES.....	7
2.2. FACTORES AMBIENTALES Y DE MANEJO.....	8
2.2.1. PERIODO SECO.....	8

2.2.2.	INTERVALO ENTRE PARTOS.....	8
2.2.3.	ESTADO DE NUTRICION ANTES DEL PARTO .....	9
2.2.4.	TEMPERATURA.....	9
2.3.	FACTORES ALIMENTICIOS.....	10
3.	PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DE LA LEHCE.....	10
4.	CONTROL HORMONAL DE LA LACTACION.....	11
5.	COMO LA PREÑEZ EVITA LA LACTANCIA.....	13
6.	DESCRIPCION DE HORMONAS.....	14
6.1.	DEFINICION.....	14
6.2.	PUBERTAD.....	15
6.3.	SECRECION DE HORMONAS.....	19
7.	HORMONAS EN LA REPRODUCCION.....	21
7.1.	HORMONAS NO HIPOFISIARIAS.....	21
7.1.1.	ESTROGENOS.....	21
7.1.2.	PROGESTERONA.....	22
7.2.	HORMONAS HIPOFISIARIAS.....	24

7.3.	GONADOTROPINAS.....	24
7.3.1.	HORMONA FOLICULO ESTIMULANTE.....	24
7.3.2.	HORMONA LUTEINIZANTE.....	26
7.3.3.	GONADOTROPINA CORÍONICA HUMANA.....	28
7.3.4.	GONADOTROPINA CORÍONICA EQUINA.....	29
7.4,	PROLACTINA.....	30
7.5.	TSH.....	31
7.6.	CORTICOIDES.....	32
7.7.	SOMATOTROPINA BOVINA.....	33
7,7.1.	FUNCION.....	35
8.	LOS PELIGROS PARA LA SALUD HUMANA.....	37
9.	LITERATURA CITADA.....	39

## RESUMEN

Las hormonas son sustancias químicas secretadas en los líquidos corporales, por una célula o un grupo de células que ejerce un efecto fisiológico sobre otras células del organismo. Gran parte de la producción industrial de leche en Estados Unidos, México y otros países latinoamericanos utiliza una hormona transgénica de crecimiento bovino llamada rbst. Es una hormona que se le inyecta a las vacas y las hace producir hasta el doble de leche. Esto tiene efectos muy negativos en la salud del ganado, pero además puede tener consecuencias fatales para quienes consumen esos lácteos. Esta hormona transgénica provoca que suba en la leche el nivel de otra hormona llamada en inglés IGF-1 (factor de crecimiento insulínico tipo 1). Estudios recientes muestran que los niveles anormalmente altos de esta segunda hormona se asocian con el surgimiento de cáncer de seno, próstata y colon. Pese a que el uso de esta hormona artificial está prohibido en Europa, Canadá, Japón, Nueva Zelanda y Australia, se aprobó su uso comercial en México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Panamá, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela y ocho países de otros continentes, basados en estudios que el propio productor proporcionó a las agencias reguladoras estadounidenses.

**Palabras claves:** Hormonas, Leche, Restricción, Somatotropina, Gonadotropina.

## **I. INTRODUCCION.**

La leche es uno de los alimentos más completos para el ser humano, en virtud de los nutrientes que posee, como proteínas que contiene aminoácidos esenciales para la alimentación. La producción de leche se hace con la expresa intención de proporcionar un alimento de alto valor nutritivo para el ser humano. Cada día se reconocen más las cualidades de este producto en la alimentación de niños, adultos y personas de la tercera edad. Es por ello que organismos internacionales como la UNESCO y la FAO, la recomiendan como alimento indispensable principalmente para los niños.

Pero para que la leche cumpla con esas expectativas nutricionales debe reunir una serie de requisitos que definen su calidad: composición fisicoquímica, cualidades organolépticas y número de microorganismos presentes. Todos ellos señalados por la legislación vigente. (1,2,12)

### **INOCUIDAD:**

En la leche y sus derivados, así como en cualquier otro alimento, constituye un factor obligante, no es posible olvidar la inocuidad cuando se habla de alimentos. El concepto de Inocuidad Alimenticia es la cualidad que debe tener un alimento de no causar daño alguno a la salud de los consumidores. Su propósito es garantizar el buen manejo en las diferentes etapas de la cadena de producción y transformación. (3)

Es la garantía de no causar daño a la salud del consumidor. (CAC/RCP 2003 Codex Alimentarius Principios Generales de Higiene de los Alimentos. Dentro del concepto de inocuidad es necesario referirse a los llamados peligros: agentes biológicos, químicos o físicos presentes en los alimentos que puedan afectar la salud. (1,2,3)

Para asegurar la inocuidad de la leche y sus productos, debe hacerse la evaluación de los Peligros y sus métodos de control y el recurso para prevenirlos o reducirlos en forma eficiente lo proporcionan los sistemas de Buenas Prácticas de Fabricación, el sistema HACCP y los sistemas de Gestión de calidad ISO 9000. (15)

La leche cruda además de la evaluación fisicoquímica y microbiológica ha de estar sujeta a la revisión permanente de fraudes, adulterantes, y contaminantes que pueden llegar de forma intencional o accidental, y que afectan su inocuidad. El control de la calidad e inocuidad de los productos lácteos debe ser hasta su llegada al consumidor, lo cual genera puntos de control adicionales.

En términos generales, la leche, para considerarse que cumple con requisitos de inocuidad, debe cumplir con lo siguiente:

- Provenir de vacas sanas y bien alimentadas;
- Obtenerse bajo condiciones de higiene, que la protejan de la contaminación;

- Encontrarse libre de sustancias antisépticas, neutralizantes y conservadores. (15)

Tipo de Contaminante	Descripción	Origen
Contaminantes químico	Insecticidas, fungicidas, herbicidas, higienizantes, antibióticos, metales, radionucleotidos, hormonas micotoxinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido en los Alimentos (fertilizantes, productos fitosanitarios, micotoxinas);</li> <li>• Contenidos en el medio ambiente (plaguicidas)</li> <li>• Por el tratamiento de los animales (productos farmaceuticos, antibióticos, hormonas)</li> </ul>
Contaminantes biológicos	Bacterias, hongos, rickettsias, virus, parásitos	Dependiendo de las practicas de higiene, la leche puede contaminarse en las diferentes etapas de: producción.

## **FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCION DE LECHE**

Los principales factores que influyen en la producción de leche son de orden fisiológico, ambiental, nutricional y genético. (6, 7, 8)

### **Factores fisiológicos**

**Estado de lactancia.** La leche al principio de la lactancia (calostro) es más rica en sólidos, minerales (calcio, fósforo, magnesio y cloro) y tiene un alto contenido de vitaminas A y D, a partir del quinto día, estos componentes disminuyen los niveles normales, a los 10 ó 30 días, luego permanecen más o menos constante para disminuir poco a poco al final de la lactancia, el mantenimiento de la producción de leche se llama persistencia de producción y es característica muy importante para seleccionar el ganado lechero, esta característica depende de la clase de animal, raza, de la frecuencia del ordeño, del estado de nutrición del animal, del estado de preñez y del manejo general. (6,7,8)

Las vacas alimentadas con forrajes de mala calidad y sin suplementación de concentrados, se agotan sus reservas corporales y disminuyen rápidamente la producción de leche, las vacas en gestación disminuyen gradualmente la producción de leche en un 3% hasta el quinto mes de preñez, a partir de este periodo de disminución es más notable y puede llegar al 20%. (13,14,15)

**Edad.** Según la raza, la producción de leche, tiende a aumentar hasta los ocho años de edad de los animales, el aumento a partir del primer parto hasta los cinco o seis años es rápido, pero a partir de esta edad es insignificante. ( )

A partir del octavo año comienza a disminuir la producción lentamente, el aumento de la producción depende del estado general de la vaca durante la lactancia, la salud de la ubre, de la alimentación y principalmente del desarrollo de la ubre durante las primeras lactancias, es muy importante saber cual será la producción de leche de la vaquilla cuando llegue a su estado adulto, la cual se calcula en tablas especiales. (7)

**Tamaño.** Las vacas grandes generalmente producen más leche que las vacas pequeñas, pero la producción no aumenta en proporción directa al aumento del tamaño corporal. (7)

**Tipo.** Muchos investigadores están de acuerdo en que no hay una relación entre la forma del animal y la producción de la leche, en general la buena capacidad de la ubre, el buen tamaño corporal y la capacidad abdominal son una medida de la habilidad para producir leche y de la capacidad de consumo de alimento, pero la eficiencia que tienen los animales de transformar el alimento en leche, depende de la individualidad o mecanismo anatómofisiológico de cada

animal, de ahí que algunas veces de excelente conformación no produzcan gran cantidad de leche y vacas de regular conformación producen más leche que otras de mejor tipo. (7)

**Raza.** La producción de leche y su composición (especialmente grasas) varía según la raza, la Holstein es la más productora de leche pero con menor porcentaje de grasa la raza Jersey produce menos leche con más alto porcentaje de grasa. (7)

**Celo.** Durante el periodo de celo puede haber una ligera disminución en la producción de leche. (4,5,6)

**Enfermedades.** En general, toda enfermedad especialmente las que van acompañadas de fiebre, provocan disminución o cesación de la producción de leche, la mastitis es una de las causas más frecuentes de la disminución de la producción de la leche. (25)

## **Factores ambientales y de manejo**

**Periodo seco.** El periodo seco de la vaca antes del parto influye en la producción de leche durante la lactancia siguiente, el periodo seco debe durar 55 días, tiempo suficiente para que la vaca reponga las reservas de nutrientes en su cuerpo, regenere el tejido secretor de la leche y gane nuevo estímulo hormonal para la lactancia siguiente, hay varios sistemas para secar las vacas, uno de ellos es el ordeño intermitente uno solo al día durante dos o tres días; otro sistema es el ordeño incompleto; pero el más adecuado es el cese repentino del ordeño pues la leche almacenada inhibe la secreción de más leche y la ubre produce una enzima (LISOZIME) que impide el crecimiento bacterial, finalmente la leche acumulada se absorbe. (20)

**Intervalo entre partos.** El periodo entre dos partos influye en la producción de leche diaria y total, esto se debe al efecto de los últimos periodos de gestación sobre la producción de leche; por eso algunos ganaderos sirven las vacas más tarde, especialmente las de más alta producción, con el objeto de tener una producción más alta y prolongada; pero esto es erróneo porque su promedio diario y producción total de por vida resulta menor que las de vacas con promedios más cortos entre los partos. (20)

**Estado de nutrición antes del parto.** El estado de nutrición de la vaca en el momento del parto afecta la producción de leche durante la lactancia siguiente, las vacas en buen estado de carnes sin estar acabadas, tiene buena reserva de nutrientes para estimular y mantener la producción de leche durante las primeras semanas siguientes al parto, llegando a ser más productivas que las vacas en estado deficiente de nutrición, por ello se aconseja dejar descansar las vacas por 55 días antes del parto y suministrarles buen forraje y grano suplementario. (8,21)

**Temperatura.** El ganado lechero produce calor en su cuerpo debido a los procesos de digestión, metabolismo, producción y la actividad física, además del calor recibido por la radiación solar, por eso, cuando los animales están sometidos a altas temperaturas deben regular su temperatura corporal disminuyendo el consumo de alimento, la actividad física y el metabolismo, lo cual contribuye a disminuir la temperatura corporal y como consecuencia la disminución de la producción de leche. (16,20,24)

La temperatura más confortable para el ganado lechero es de 16 °C; a temperaturas superiores a 20°C comienza a disminuir la producción de leche en vacas de raza Holstein y a 24°C en la raza Jersey, por eso es muy importante proporcionar una temperatura más confortable en los climas cálidos, usando sombríos y suministrando forrajes adicionales en los sitios de descanso durante las horas más calurosas del día. (16,20,24)

## **Factores alimenticios**

Las vacas necesitan ciertas cantidades de proteínas digeribles y elementos nutritivos digeribles (END) para su mantenimiento, producción de leche, crecimiento y gestación. (21)

Cuando las vacas no reciben suficiente proteína para sus necesidades, la usa para su mantenimiento resultando una baja en la producción de leche, la cantidad de alimento concentrado influye en la producción de leche, las vacas que tienen una mayor capacidad de producción responden mejor a una abundante alimentación con concentrados, el ganado aprovecha mejor el concentrado en forma de pelet y aumenta la eficiencia de transformación de los alimentos en leche. (21)

## **Propiedades físico-químicas de la leche.**

Físicamente la leche tiene un sabor ligeramente dulce y azucarado dado por la lactosa, su color varía de blanco azulado a amarillo dorado dependiendo de la raza, alimentación, cantidad de grasa y sólidos no grasos, su densidad específica es de 1.032, su punto de ebullición varía entre 100-101°C a nivel del mar, el punto de congelación está entre -0,55 y -0,66°C dependiendo de la cantidad de sólidos

totales, tiene la propiedad de adhesión por el contenido de caseína, y su viscosidad la fundamental en el contenido de sólidos totales. (13,21)

Químicamente la leche cuando esta cerca de la ebullición forma una capa gruesa producida por caseína y albúmina, al coagularla forma un sólido conocido como cuajada y un líquido llamado suero, el pH debe ser 6.6 pero varía entre 4.5 y 7,5 por enfermedades y períodos de lactancia. (24)

### **Control hormonal de la lactación**

Algunas de las hormonas responsables del desarrollo mamario participan también en la reproducción, de especial importancia en esta doble función son las hormonas ováricas, el desarrollo de la glándula mamaria es consecuencia de la reproducción. (16,17)

Durante o cerca del momento del parto, la glándula mamaria cambia de ser tejido en crecimiento activo, el cual de acuerdo con la especie no está secretando o secreta sólo una pequeña cantidad de calostro, a uno ha cesado casi completamente de crecer pero que secreta grandes volúmenes de leche. (7,8)

El estímulo más probable para que estos cambios se efectúen son los cambios en las concentraciones sanguíneas de hormonas asociadas al parto, hay autores que aceptan estas tesis neuroendocrinas, pero otros que piensan en la intervención de factores de orden exclusivamente hormonal, habría al principio una vasodilatación con turgencia de la glándula por estímulo que llegaría por vía nerviosa a las células musculares lisas de las venas mamarias; a continuación casi simultáneamente intervendrían las hormonas pre y post hipofisarias, para otros autores la causa sería solo de orden humoral y en particular se trataría de la intervención de las hormonas post hipofisarias, algunos piensan en la acción compuesta de la oxitocina y la vasopresina, otros solo en la oxitocina y otros únicamente en la vasopresina, al sintetizarse la oxitocina se demostró que aun estando en dosis bajísimas es capaz de provocar la emisión total de la leche contenida en la ubre. (16,17)

Mediante la acción los niveles normales de progesterona, estradiol, esteroides adrenales y somatotropina coriónica aparecen, mientras que los niveles de prolactina son variables pero no del todo bajos, después del parto los niveles de todas estas hormonas cambian, las concentraciones de estradiol y progesterona son bajas, los niveles de estradiol adrenales disminuyen, y el lactógeno placentario está ausente, pero la prolactina está presente en concentraciones elevadas. (16,17)

Durante la gestación la globulina de corticoides está presente en el plasma en grandes cantidades y puede ser responsable de la inactivación de los elevados niveles de los esteroides adrenales, después del parto esta proteína ligadora de corticosteroides desaparece de la circulación, por lo tanto libera a los esteroides adrenales para que los utilice la glándula mamaria y los otros tejidos. (16,17)

### **Como la preñez evita la lactancia**

Durante la preñez, los niveles de prolactina, y glucocorticoides adrenales son insuficientes para iniciar la lactancia, el estrógeno y la progesterona que están en alta concentración durante la preñez, antagonizan o hacen a las glándula resistente a la acción de las hormonas lactógenas. (16,17)

De hecho su producción es inhibida por los estrógenos y progesterona aproximadamente al momento del parto, los niveles de prolactina, circulantes se elevan, aumentando la concentración y la actividad de los niveles de glucocorticoides, descendiendo los niveles de progesterona y luego estrógenos. (16,17)

## DESCRIPCION DE HORMONAS

### DEFINICION

El término hormona fue acuñado en 1905 por los científicos británicos Starling y Bayliss, aunque ya antes se habían descubierto dos funciones hormonales. La primera fundamentalmente del hígado, descubierta por Claude Bernard en 1851. La segunda fue la función de la médula suprarrenal, descubierta por Vulpian en 1856. La primera hormona que se descubrió fue la adrenalina, descrita por el japonés Takamine en 1901. Posteriormente el estadounidense Kendall en 1914 aísla la tiroxina. (10,20, 26,27)

Una hormona es una sustancia química secretada en los lípidos corporales, por una célula o un grupo de células que ejerce un efecto fisiológico sobre otras células del organismo. Para facilitar la comprensión, las hormonas son sustancias fabricadas por las glándulas endocrinas, que al verterse en el torrente sanguíneo activan diversos mecanismos y ponen en funcionamiento diversos órganos del cuerpo. (10,20,26)

Las hormonas son sustancias químicas producidas por el cuerpo que controlan numerosas funciones corporales"(DEBUSE N. Lo esencial en Sistema endocrino y aparato reproductor. Cursos "Crash" de Mosby. Harcourt-Brace. 1998.).

Las hormonas actúan como "mensajeros" para coordinar las funciones de varias partes del cuerpo. La mayoría de las hormonas son proteínas que consisten de cadenas de aminoácidos. Algunas hormonas son esteroides, sustancias grasas producidas a base de colesterol. Las hormonas van a todos lugares del cuerpo por medio del torrente sanguíneo hasta llegar a su lugar indicado, logrando cambios como aceleración del metabolismo, aceleración del ritmo cardíaco, producción de leche, la pubertad, y otros. Algunos efectos hormonales se producen en segundos, otros requieren varios días para iniciarse y durante semanas, meses, incluso años. (18,20,21,26)

### **La pubertad**

La aparición de la pubertad constituye un evento trascendental dentro de la vida reproductiva de la hembra bovina. Su singularidad está dada por los complejos mecanismos fisiológicos que determinan su inicio y por las implicaciones zootécnicas y económicas que este fenómeno acarrea. Desde el punto de vista fisiológico, hoy día se le ha prestado particular interés a este evento y se ha enriquecido el concepto del control central de la pubertad en la hembra. En los aspectos zootécnicos y económicos, la pubertad define la longitud del periodo improductivo del animal y la eficiencia reproductiva de los rebaños bovinos. (5,6,8 11)

La pubertad puede ser entendida bajo dos conceptos: La edad al primer celo y ovulación o se puede definir como la edad a la cual una vaquilla es capaz de llevar a cabo una gestación sin efectos secundarios que causen problemas en la madre o el becerro. La primera definición puede resultar errónea porque de hecho la primera ovulación ocurre sin presencia de celo un fenómeno conocido como celo silencioso. El primer celo silencioso en becerras, se piensa que ocurre por un requerimiento del hipotálamo para ser expuesto a la progesterona antes que pueda responder a los efectos de los estrógenos. El siguiente ciclo estral es más corto en becerras y es caracterizado por un cuerpo lúteo (CL) pequeño. Es por todo esto que la edad a primer celo puede no reflejar la capacidad reproductiva. Debido a que la pubertad va acompañada de madures física, la segunda definición parece más acertada desde el punto de vista de manejo en las vacas. (5,6,8,11)

El inicio de la pubertad depende de la habilidad de las neuronas hipotalámicas para producir en cantidades adecuadas la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) para que inicie y mantenga la gametogénesis. (5,6,8)

Las neuronas hipotalámicas deben desarrollar la habilidad de responder a los estímulos positivos del estradiol antes de que puedan producir suficientes cantidades de GnRH que induzca la ovulación. Al parecer la glándula pineal puede estar envuelta en el tiempo al que la pubertad se manifiesta influenciando la liberación de hormonas como la FSH, LH y la prolactina. (5,6,8)

Este proceso se caracteriza por la presencia de un marcado incremento de la frecuencia de pulsos de la secreción de gonadotropinas (especialmente LH), desarrollo de los genitales y los caracteres sexuales secundarios; dicho proceso puede ser espontáneo o inducido”. (5,6,8)

Entre los factores que afectan a la aparición de la pubertad, se tiene a la raza, la edad, el peso del animal, el tamaño, medio ambiente y conducta social, como ejemplo se puede mencionar que las razas europeas con una buena alimentación ocurren sobre los 13 a 15 meses de edad, las razas cebuinas pueden tardarse hasta un año más que las europeas. (5,6,8)

En general las hembras bovinas alcanzan la pubertad entre los 7 y los 18 meses de edad. Las becerras lecheras alcanzan la pubertad, definida como la habilidad de las hormonas hipotalámicas de producir GnRH en elevadas y constantes cantidades cerca de los 7 o 9 meses de edad (Tabla 1). Los requerimientos de energía para el desarrollo folicular, ovulación y transporte del embrión son relativamente bajos. Sin embargo, los costos metabólicos de la preñez y la lactación a tan temprana edad son muy elevados debido a que la becerria continúa en crecimiento. De tal modo que la vaquilla debe superar unas “metas metabólicas” para lograr inducir la pubertad. (5,6,8)

Influencia de la raza y la edad sobre el inicio de la pubertad y edades recomendadas para servir becerras lecheras y de carne.

Raza	Inicio de la pubertad (Meses)	Edad recomendada
Holstein	9	14 – 15
Suizo	12	14 – 15
Shorthorn Lechero	8 – 11	14 – 15
Guernsey	11	14 – 15
Ayrshire	13	14 – 15
Jersey	8	12 – 13
Angus	12	15
Hereford	13	15
Cebú	19 – 24	24

aDatos adaptados por Senger, 1999; Wehrman et al., 1996; Garcia et al., 2003; Bearden and Fuquay, 2000; and Kunkle et al., 2002.

## **SECRECION DE HORMONAS**

Las encargadas de producir las hormonas son las glándulas endocrinas. Dentro de ellas, el primer lugar lo ocupa sin duda la hipófisis o glándula pituitaria, que es un pequeño órgano de secreción interna localizado en la base del cerebro, junto al hipotálamo. (4,6,18)

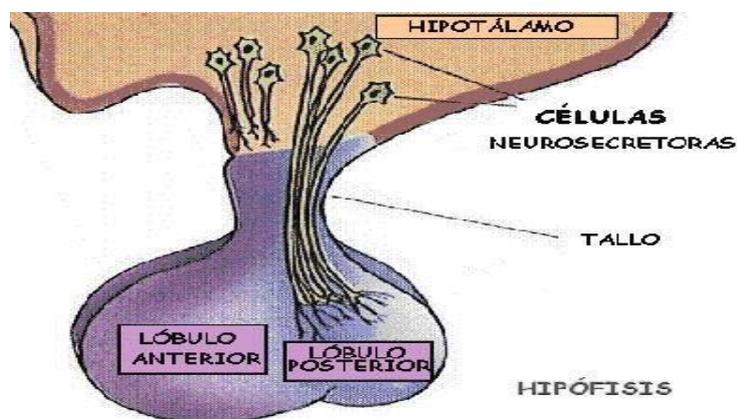
La hipófisis está formada por dos glándulas separadas, conocidas como adenohipófisis (anterior), parte media (istmo) y neurohipófisis (posterior). La primera corresponde al lóbulo anterior y la segunda al lóbulo posterior. Se comunica anatómica y funcionalmente a través de la sangre con el hipotálamo, lo que articula una gran coordinación entre el sistema nervioso y endocrino.

La relación hipotálamo-hipófisis es bastante particular, puesto que, a diferencia del resto del sistema nervioso, en que las neuronas se relacionan directamente con su efector (órgano terminal que distribuye los impulsos nerviosos que recibe, activando la secreción de una glándula o contracción de un músculo), en la hipófisis las neuronas hipotalámicas no hacen contacto directo con sus efectoras. Estas últimas pasan a la sangre y alcanzan la adenohipófisis a través de una red capilar que se extiende entre el hipotálamo y la hipófisis anterior. (4,6,8,18)

La regulación de la actividad sexual está representada en el organismo por el sistema hipotálamo-hipófisis-ovárico. El hipotálamo y la hipófisis anterior en conjunto con los órganos reproductivos aseguran el ritmo de reproducción (Hafez, 1987; Cunningham, 1997; Echeverría, 2004a; 2004b; 2005a; 2005b).

Las hormonas que se segregan en la hipófisis son:

- Adenohipófisis (anterior):
  - h. somatotropina (STH)
  - h. gonadotropinas (FSH. LH)
  - h. tirotropina (TSH)
  - h. lactotropa (PRL)
  - h. adenocortitropa
- P. Intermedia (itsmo): h. estimulante de melanóforos (MSH)
- Neurohipófisis (posterior):
  - h. oxitocina
  - h. vasopresina (ADH)



## HORMONAS EN LA REPRODUCCION

Dentro del tema de hormonas que intervienen en la reproducción se cuenta con dos diferentes tipos de estas hormonas hipofisiarias y hormonas no hipofisiarias

### Hormonas no hipofisiarias

**Estrógenos:** Son hormonas producidas por la Teca interna del ovario y la placenta, los principales estrógenos son  $17\beta$ -estradiol, estrona y estriol. En la actualidad existen estrógenos sintéticos que han sustituido en parte a los naturales; ejemplos de ellos son dietilestilbestrol (DSE), etinilestradiol, bencestrol, y hexestrol; en algunas especies se considera estrogénico al clemiferol, (27)

La mayoría de los estrógenos naturales se producen en el folículo ovárico bajo la estimulación de las hormonas foliculoestimulantes (FSH) y luteinizante (LH). Por retroalimentación negativa, los valores sanguíneos de estrógenos inhiben la secreción de las hormonas FSH de la hipófisis y GnRH del hipotálamo. (18,20,27)

Los estrógenos son las hormonas que promueven la maduración y diferenciación de los órganos sexuales primarios y secundarios (oviductos, vagina, glándulas accesorias, etc.) así como la expresión de los caracteres sexuales secundarios, incluyendo el comportamiento sexual. Son responsables de la aparición de manifestaciones sexuales en la hembra durante el proestro y el estro.

Los estrógenos provocan en la glándula mamaria depósitos de grasa, desarrollo del estroma y crecimiento de un amplio sistema de conductos, los lobulillos y los alvéolos de la glándula, mamaria se desarrollan en grado ligero, pero son la progesterona y la prolactina, las que estimulan el crecimiento y función de estas estructuras. (14,16,17,19,28)

**Progesterona.** Son hormonas producidas por el cuerpo lúteo, la placenta, la corteza suprarrenal y los testículos en menor cantidad. Casi siempre la progesterona tiene efectos complementarios de los estrógenos por ejemplo después de la fase proliferativa del ciclo estral (estrogénica) sigue la fase secretora (progestágena). En valores adecuados, la progesterona suspende la secreción de FSH y LH hipofisiaria. Al disminuir sus concentraciones, se liberan nuevamente para iniciar el ciclo estral.

La progesterona prepara al útero para la gestación al bloquear la capacidad contráctil del miometrio y la implantación. Además, aumenta la eficacia metabólica del individuo durante la preñez, fomenta el apetito y disminuye la actividad motriz, con la consecuente ganancia de peso. Otros de sus efectos influyen en el desarrollo del sistema lobuloalveolar de la glándula mamaria y en la retención de cierta cantidad de sodio de sodio en el organismo, lo que induce un aumento en la retención de agua. (27)

Bajo la influencia de la progesterona, el útero produce una substancia nutritiva para el embrión llamada leche uterina. Al mismo tiempo, la progesterona causa que se forme un tapón Muscoso en la Cérvix, el cual evita que entren bacterias o virus al Útero. La progesterona también evita que el animal vuelva al celo al inhibir la liberación de gonadotropinas (FSH y LH) de la glándula Pituitaria en el cerebro. Esta aumenta durante el período de gestación. (27)

La progesterona estimula el desarrollo final de los lobulillo y alvéolos de las glándulas mamarias, haciendo que las células alveolares proliferen, aumenten de volumen y adopten un carácter secretor. (14,16,17,28)

Sin embargo esta no provoca en realidad la secreción de la leche por los alvéolos puesto que solo ocurre después que la glándula mamaria preparada es estimulada secundariamente por la prolactina. (14,16,17,28)

## **HORMONAS HIPOFISIARIAS**

### **Gonadotropinas:**

Las gonadotropinas son la FSH y LH se producen en la adenohipófisis de todas las especies. Solamente unas pocas especies producen gonadotropinas placentarias, las más conocidas son las de yegua (gonadotropina coriónica equina) y las de mujer (Gonadotropina coriónica humana). (20,27)

La actividad de estas hormonas no parece ser especie específica y por lo tanto su uso en especies ha dado resultados satisfactorios. (20)

### **La hormona folículo estimulante (FSH)**

Esta hormona induce el crecimiento de folículos del ovario y la secreción de estrógenos. Favorece las mitosis de las células de la granulosa y, en consecuencia, la producción de estrógenos. En el testículo estimula la espermatogénesis favoreciendo la síntesis proteica en los espermatozoides primarios, esta se produce en el lóbulo anterior de la hipófisis. (20,23)

Químicamente, es una glucoproteína con dos cadenas peptídicas denominadas  $\alpha$  y  $\beta$ . La cadena  $\alpha$  es común a la de otras dos hormonas hipofisarias, la LH y la TSH. En la regulación de la FSH interviene la GnRH, además de los estrógenos (mecanismo de retroalimentación positiva) y la inhibina. Las interacciones y variaciones en los niveles de las hormonas implicadas en este circuito determinan, en última instancia, las diferentes etapas del ciclo estral. (23)

La FSH no estimula la producción de andrógenos, la inducción de ovulaciones en animales en anestro depende del balance energético del animal.

Se puede inducir la FSH mediante las gonadotropinas exógenas en una secuencia similar a la que ocurre normalmente o sea en ondas pulsátiles cada dos o cuatro horas por uno o dos días, lo que limita muchísimo su uso en la práctica.

La FSH se usa extensivamente para la manipulación de la ovulación especialmente para inducir poliovulaciones, como inductor de la ovulación fuera de temporada a hembras de ciclo estacional. (20,23)

## **Hormona Luteinizante (LH)**

La hormona luteinizante (LH) es una glucoproteína formada también por dos subunidades,  $\alpha$  y  $\beta$ , siendo la cadena  $\alpha$  idéntica a la de la FSH. En la hembra se produce un pico de máxima secreción de LH poco antes de la ovulación, y es esta elevación de los niveles de esta hormona la que precisamente desencadena la maduración final del ovocito, la rotura del folículo ovárico y la salida del gameto femenino al oviducto. Las células de la granulosa, que en principio no tenían receptores para la LH, los van adquiriendo al ir avanzando el proceso de la foliculogénesis estimulado por la FSH. De este modo, cuando se produce el pico preovulatorio de LH, son capaces de responder e iniciar el proceso de luteinización, o transformación del folículo ovárico en una nueva estructura denominada cuerpo lúteo. Esta estructura, una de las más vascularizadas del organismo, se encargará de la producción de progesterona y, mientras exista, mantendrá inhibida la liberación de GnRH y por lo tanto el inicio de un nuevo ciclo ovárico. (3)

Se encuentra en niveles máximos al final del estro esta produce en el lóbulo anterior de la hipófisis. La LH estimula la secreción de andrógenos tanto en las células tecales del ovario como en células intersticiales (Leydig) del testículo y la secreción de progesterona de las células granulosas del ovario. (21,27)

En la hembra, la secreción fisiológica de LH está dirigida a completar los eventos de la ovulación en los folículos maduros, la maduración del óvulo y la formación y mantenimiento del cuerpo lúteo. La hormona LH estimula, en secuencia con la FSH las células del folículo en el ovario para que éstas maduren permitiendo la ovulación y se transformen en otra estructura secretora, el cuerpo lúteo que secreta progesterona. (21,27)

El uso de LH en la práctica clínica está muy limitado por su costo y porque además se obtienen los mismos resultados con otras hormonas de menor costo.

Se puede estimular la secreción endógena de LH con el factor liberador (Gnrh) o se puede obtener una acción más prolongada de actividad luteinizante mediante el uso de gonadotropina coriónica humana. Una sola dosis de GnRH o de LH causa ovulación si la dosis es suficientemente alta y si hay folículos maduros que respondan a la LH. (27)

Así mismo se puede obtener hormona luteinizante preparada (LH-P) de adenohipófisis obtenidas al sacrificio. (27)

Las principales gonadotropinas no hipofisarias son las gonadotropinas coriónica humana (HCG) y la gonadotropina coriónica equina (ECG). Estas hormonas polipeptídicas tienen efectos foliculoestimulantes y luteinizantes sobre las gónadas. (27)

### **Gonadotropina coriónica humana (HCG)**

La gonadotropina coriónica humana se obtenía al principio de la orina de las mujeres preñadas, pero en la actualidad se consigue sobre todo de hembras primates preñadas y, en ocasiones, de mujeres de mujeres menopáusicas, en quienes las concentraciones son mucho mayores en las células del sincitiotrofoblasto de la placenta desde la implantación hasta casi el término de la gestación. (20,21,27)

Ejerce un primer efecto luteinizante, aunque también tiene acción foliculoestimulante. Estimula la producción de progesterona por el cuerpo amarillo e induce la ovulación. (5)

En los primates estas hormonas están involucradas en el reconocimiento de la gestación y en el mantenimiento de los niveles de progesterona ovárica hasta que la placenta asume plenamente esta actividad. En otras especies esta hormona tiene bastante actividad LH y muy poca actividad FSH. (20)

### **Gonadotropina coriónica equina (ECG)**

Gonadotropina coriónica equina (ECG) es secretada en las células trofoblásticas de las copas endometriales entre los 40 y los 150 días de gestación en las hembras equina. (3,20,21)

La función se suponía vinculada al mantenimiento de los cuerpos lúteos accesorios de la preñez. Investigación reciente demuestra que estos pueden persistir en ausencia de ECG dejando en el momento su función un tanto confusa. (3,20,21)

La ECG presente en el suero de yegua preñada (PMSH) no tiene ninguna actividad terapéutica en la yegua, pero en otras especies tiene acción de FSH en mayor grado y LH en menor grado. En la vaca produce ovulación con la ventaja sobre la FSH purificada de que su acción es más prolongada de modo que las vacas que responden a esta no requieren más de una inyección.

Si hay necesidad de un efecto foliculoestimulante exclusivo, se puede conseguir hormona foliculoestimulante preparada (FSH-P) a partir de adenohipófisis de animales de rastro. Esta última forma solo se usa experimentalmente. (27,28)

## ***Prolactina***

La prolactina es un polipéptido de 198 aminoácidos estructuralmente relacionado con la GH. Sus principales funciones se refieren a la estimulación de la secreción de leche y al crecimiento de la glándula mamaria durante la gestación, contribuyendo también al mantenimiento del cuerpo lúteo en algunas especies y a la síntesis de receptores LH en el ovario y en el testículo. La prolactina tiene efectos metabólicos semejantes a los de la GH e interviene en la regulación del equilibrio hídrico y electrolítico, del crecimiento y el metabolismo en general. (9)

La PRL está regulada por la PIH y el PRF hipotalámicos pero además su secreción se ve estimulada por la succión, el estradiol, los antagonistas dopaminérgicos, la TRH, la TSH y el VIP. Entre los inhibidores de su secreción se encuentran los agonistas dopaminérgicos, los glucocorticoides y la hiperglucemia.

La prolactina juega un papel fundamental en el control hormonal del crecimiento de la glándula mamaria en la lactogénesis y en el mantenimiento de la secreción láctea, el crecimiento de los conductos y la formación de alvéolos continua hasta la mitad aproximadamente de la gestación, momento en que se completa casi en total su desarrollo, las células de los alvéolos empieza a segregar un líquido semejante al calostro de la leche, que es la primera secreción de la vaca después del parto, esta secreción de leche está determinada por la prolactina. (9)

Durante la segunda mitad de la gestación crece poco la ubre, el aumento de tamaño se debe principalmente a que se acumula la secreción en los alvéolos y conductos, secreción que sale en forma de calostro después del parto, no se conoce bien el mecanismo que determina la secreción de leche durante la segunda mitad de la gestación y que impide una secreción intensa de leche hasta el momento en que se verifica el parto, se supone que actúa alguna sustancia inhibidora que después del parto desaparece y permite la plena acción de la hormona lactogénica, después del parto, aumenta la producción de leche durante algunas semanas y posteriormente decrece gradualmente hasta que se seca la vaca. (16,17)

### ***TSH***

La hormona estimulante del tiroides (TSH) es la tercera de las glucoproteínas de la hipófisis con la cadena  $\alpha$  común. Sus acciones se circunscriben a la glándula tiroides, estimulando su crecimiento, favoreciendo la captación de yodo en la misma para aumentar la síntesis y secreción de hormonas tiroideas, aumentando su vascularización y estimulando la síntesis proteica, la glucólisis y la glucogenólisis. En la regulación de la secreción de TSH intervienen la TRH hipotalámica, como ya se ha visto, y las hormonas tiroideas metabólicas, por retroalimentación negativa.

La verificación del contenido en TSH de las hipófisis de vacas durante el ciclo estral revela que su potencia es baja durante el proestro, estro y metaestro, mientras que es alta durante el diestro. La concentración del factor que pone en libertad la hormona (TSH) en el hipotálamo de estos animales era elevada en el proestro e insignificante en las otras etapas del ciclo estral. (18,27,28)

Los hallazgos sugieren además la presencia de un factor inhibidor del tiroides en las hipófisis de estos animales, en especial durante el diestro. Se concluye que el hipotálamo regula la liberación de la TSH por las hipófisis durante el ciclo estral de vacas. (27)

### **Corticoides**

Son importantes para la lactogénesis, en novillas la concentración de corticoides y la de prolactina en la gestación son insuficientes para inducir el comienzo de la lactación, adicionando la alta concentración de progesterona que además de ser antagónica disminuye el estímulo de la secreción de prolactina por los estrógenos, la hormona adenocorticotrópica o los corticoides deprimen la lactancia en la vaca a pesar de numerosos intentos de estimular la producción de leche mediante su uso, con la disminución del volumen aumenta el porcentaje de grasa, proteína y lactosa. (3,14,16,27)

### **Somatotropina bovina:**

Es una hormona polipeptídica proveniente de la hipófisis, específicamente de las células acidófilas o somatotropicas de la glandula mamaria. (14,16,17)

La Somatotropina también llamada hormona del crecimiento está formada por 191 aminoácidos, tiene como efecto principal una influencia anabolizante con aumento de la capacidad fijadora de nitrógeno y repartición de nutrimentos para el crecimiento y la producción láctea, en la actualidad se ha estimado que con el uso de la somatotropina bovina se puede incrementar la producción de leche de 6 a 25% en vacas con potencial genético. (14,16,17)

Este proceso se debe aparentemente a los factores de crecimiento insulínicos (IGF e IGF2) sintetizados en el hígado por acción de la somatotropina bovina, estos factores tienen receptores específicos en la glándula mamaria que inducen a la lactogenesis, esta hormona estimula la utilización de los recursos orgánicos para la producción de leche y no para el crecimiento o la engorda, por tanto, las vacas pueden perder peso durante el tratamiento principalmente al inicio; esto tiende a estabilizarse al aumentar el consumo de alimento a las 5 o 6 semanas de haber iniciado este. (14,16,17)

En las primeras etapas del desarrollo de los terneros, actúa como una hormona del crecimiento. Durante la lactancia sirve para movilizar las grasas del cuerpo usadas como energía y deriva la energía alimenticia más hacia la producción de leche que a la síntesis del tejido.

Desde los 30 hasta el principio de los 80 aumentó el conocimiento de la estructura química, función y actividad del ST de varias especies animales. La única fuente de somatotropina bovina eran extractos crudos de las glándulas pituitarias del ganado sacrificado.

A los inicios de los 80 la biotecnología lo hizo posible a través del uso de empalme de genes en el recombinado de DNA para producir hormonas como la insulina y somatotropina bovina recombinante desde células bacterianas en cantidades comerciales. La somatotropina bovina recombinante es biológicamente idéntica a la que se encuentra en la pituitaria de los bovinos. (14,31)

Aunque la Somatotropina bovina recombinante (rbst) en las vacas tratadas aumentaba su producción de leche, la cantidad de somatotropina bovina disponible era demasiado limitada para su uso comercial y era muy cara. La somatotropina bovina recombinante es biológicamente idéntica a la que se encuentra en la pituitaria de los bovinos. A pesar de que su eficacia es específica de

cada especie, la utilización de la hormona de crecimiento para aumentar la producción láctea está prohibida porque genera muchas dudas (por ej., protección animal).

También estimula el crecimiento longitudinal de los huesos consigue su efecto mediante el factor de crecimiento produciendo en el hígado (IGF). (31)

### **Función**

La rbst está ideada para que las vacas produzcan más leche de la que produciría naturalmente. Funciona alterando la expresión del gen de los transportadores de glucosa de la glándula mamaria, músculos y grasa de la vaca. El gen facilita el trasvase de glucosa a la glándula mamaria, lo que hace que produzca mas leche. (31)

Se espera que las vacas a las que se inyecta diariamente una dosis de rbst, incrementen su producción entre un 10 0 20 %. Sin embargo, los problemas y los efectos secundarios asociados al uso de la rbst son numerosos. Son tantos sus peligros reales y potenciales que está prohibido en Canadá, la Unión Europea y otros países. Aun así la rbst se ha utilizado en otros países principalmente en Estados Unidos durante varios años. La US Food and Drug Administration (FDA)

organismo regulador de alimentos y medicamentos estadounidenses, declaró a la rbst oficialmente "segura" en 1993 y empezó a comercializarse al año siguiente.

En los animales tratados con la hormona están sujetos a un tremendo estrés. Normalmente a unas 12 semanas después de que la vaca es una ternera produce leche a expensas de su salud. La vaca pierde peso, es estéril y es más susceptible a las enfermedades. Eventualmente la producción de leche disminuye y su cuerpo empieza recuperarse. La inyección de rbst supone que el ganadero puede posponer esa recuperación entre ocho y doce semanas, incrementando sustancialmente la producción de leche, pero también haciendo que sea más susceptible a enfermedades. También se destacan 21 problemas de salud asociados a su uso, que incluyen ovarios císticos, desordenes uterinos, disminución del tiempo de gestación y peso de nacimiento de las terneras, incremento de la tasa de gemelos y retención de placenta. Potencialmente el problema mas serio, es el incremento del riesgo de mastitis. (30)

## **Los peligros para la salud humana**

Incluso dejando de lado los problemas de salud causados por residuos de antibióticos en leche, utilizados en tratamiento de mastitis, los efectos del rbst pueden ser devastadores. Los estudios científicos mas preocupantes son los que relacionan a la rbst con el cáncer. (30)

Cuando a la vaca se le inyecta rbst, su presencia en sangre estimula la producción de otra hormona, llamada en ingles, Insuline-like Growth Factor 1 (IGF-1) factor de crecimiento 1 tipo insulina, una hormona proteica que produce naturalmente tanto vacas como humanos. El uso de rbst incrementa los niveles de IGF-1 en la leche. Dado que IGR-1 es activo en los humanos, causando que las células se dividan, algunos científicos piensan que ingesta de leche tratada con altos niveles rbst, podrían dar paso a una división y crecimiento incontrolado de células en los humanos, en otras palabras cáncer. (30)

Desde entonces, se han realizado diferentes estudios en los que se alerta sobre los peligros de un exceso de IGF-1. Dos investigadores británicos informaron en 1994 que el IGF-1 inducia división de células humanas. Al año siguiente, otro estudio describió que el IGF-1 promovía el crecimiento de tumores cancerígenos en animales de laboratorio. (30,32)

En 1996, el profesor Samuel Epstein de la universidad de Illinois, Chicago, realizó un detallado estudio de los efectos producidos por altos niveles de IGF-1 en los humanos. Los resultados de Epstein revelan que las concentraciones de IGF-1 que hay en la leche de vacas tratadas con rbst, puede provocar cáncer de mama y colon entre las personas bebedoras de leche. (30)

Un estudio realizado por American women y publicado en The Lancet revela que la probabilidad de contraer cáncer de mama entre las mujeres premenopáusicas aumenta siete veces en aquellas que tienen niveles altos de IGF-1 en su sangre. Otro estudio publicado en Science en enero demostró que el riesgo de padecer cáncer de próstata se multiplica por cuatro entre los hombres con altos niveles de IGF-1 en sangre. (30,32)

Esta hormona transgénica provoca que suba en la leche el nivel de otra hormona llamada en inglés IGF-1 (factor de crecimiento insulínico tipo 1). Estudios recientes muestran que los niveles anormalmente altos de esta segunda hormona se asocian con el surgimiento de cáncer de seno, próstata y colon. Según el doctor Michael Hansen, asesor de la Unión de Consumidores de Estados Unidos, que analizó y compiló estos estudios, las vacas que reciben esta inyección tienen un aumento significativo en la frecuencia de 16 enfermedades, incluidas mastitis y problemas de gestación. (32)

## LITERATURA CITADA

1. Alais Charles. 1985. Ciencia de la Leche. (4ª Ed.), Edit. Reverte, España.
2. Amiot Jean, et al. 1991. Ciencia y tecnología de la Leche. Edit. Acriba S. A., Zaragoza España.
3. APROVET, 1989, Vademécum Veterinario, 6ª Edición Editorial Bogotá; Presencia. p. 83-84, 183, 263-254.
4. ENGELHARDT, W. V; BREVES G. 2002. Fisiología Veterinaria. Editorial Acriba. S.A, p. 520-528, 544.
5. Faure R, Morales C. la pubertad de la hembra bovina aspectos fisiológicos. Rev. Salud animal. Vol. 25 No. 1 (2003)  
<http://www.censa.edu.cu/blog/rfg/wp-content/uploads/2009/11/la-pubertad-de-la-hembra-bovina.pdf>
6. GANONG, W. 1998. Fisiología Medica. 15ª Edición. México Manual Moderno p. 381-383. Qp31.G36
7. GRIGNANI, V. 1970. Ordeño Mecánico, Zaragoza. Acriba.

8. GURTLER, H. Et Al. 1979. Fisiología Veterinaria. 2ª Edición. Ed. Zaragoza. Acribia.
9. <http://www.encolombia.com/medicina/menopausia/MenVol13-42-2007/EndoProlactina4.htm>
10. <http://www.ocw.um.es/cc.-de-la-salud/fisiologia-animal/Material%20de%20clase/bloque-3-cap-8-tema-3-adenohipofisis-glandula-pineal.pdf>
11. [http://www.produccion.animal.com.ar/informacion\\_tecnica/inseminacion\\_artificial/71-fisiologia\\_reproductiva\\_del\\_bovino.pdf](http://www.produccion.animal.com.ar/informacion_tecnica/inseminacion_artificial/71-fisiologia_reproductiva_del_bovino.pdf)
12. Judkis N.; F y Kenner H. La leche, su producción y sus procesos industriales, Ed. Continental, 2da. Edición. (1984).
13. KASKOUS S, GRUN E, MIELKE H. 1995. La composición de leche después de la inducción de la lactancia artificial en vaquillas de 12 a 19 meses de edad, Berl Munch Tierarztl Wochenschr; 108(9): 333-8. Sep.
14. KENSINGER, R.S. BAUMAN, D.E. y COLLIER, R. J. 1979. Efectos del tratamiento en la prolactina sérica y reproducción de leche durante la inducción de la lactancia. J. Dairy Sci. Vol. 62. No. 1. 881.

15. Larrañaga, I. Control e Higiene de los Alimentos, McGraw Hill, 1999
16. LEMBOWICZ K, RABEK A, SKRZECZKOWSKI L. 1984. Lactancia inducida Hormonalmente en vacas, Br Vet J; 138(3):203-8. May- Jun.
17. MANUNTA G, NAITANA S. 1985. Lactancia inducida en ganado después del tratamiento hormonal a corto plazo, Boll Soc Ital Biol Sper Jan 30;57(2): 172-8.
18. MATAMOROS R. M.V; GOMEZ C. M.V. hormona de utilidad diagnostico en Medicina Veterinaria.  
[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2002000200003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0301732X2002000200003&script=sci_arttext)
19. Matthew C. Lucy. 2008. Taurus, Bs. As., 10(40):4-18. Department of Animal Sciences, University of Missouri. repartición de los nutrientes y función reproductiva en vacas lecheras  
[http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_bovina\\_de\\_leche/24-reproduccion.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_bovina_de_leche/24-reproduccion.pdf).
20. Mc DONALD, L.E. 1985. Reproducción y Endocrinología Veterinaria. 2ª ed. México. Interamericana. p. 97-101, 419-436.

21. MERCK & CO. INC. 1993. El Manual Merck de Veterinaria, manejo de la reproducción: ganado bovino, editorial océano/centrum; 4ª, Edición, Barcelona-España.
22. Mundo pecuario  
[www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/219448/2/articulo\\_7.pdf](http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/219448/2/articulo_7.pdf)
23. Rivera M, MS Accelerated Genetics.  
[http://www.dcrcouncil.org/EDUCATIONAL\\_RESOURCES/PDFs/15\\_River\\_a\\_RevisionAnatomicadelAparatoReproductor\\_final.pdf](http://www.dcrcouncil.org/EDUCATIONAL_RESOURCES/PDFs/15_River_a_RevisionAnatomicadelAparatoReproductor_final.pdf).
24. SCHMIDT, G.H. 1974, Biología de la lactación. Zaragoza. Acribias.
25. SORENSEN, A. M. 1989. Reproducción animal, principios y practicas. Editorial interamericana McGraw-Hill, México, D.F.
26. SPORRI, H y STUNZI, H. 2003. Fisiopatología veterinaria. Zaragoza, Acribia.
27. SUMANO, L.H.S; OCAMPO, C. L. 2006 . Farmacología Veterinaria, 3ª Edición. Editorial interamericana McGraw-Hill, México, D.F.
28. VADEMÉCUM VETERINARIO IPE. 2004, 2ª edición, Editorial Rezza editores S. A.

29. VILLA A. G; GONZALEZ E. P,  
[http://amveb.net/XXVIICNB/memorias/practicas\\_magistrales/htm/Magistral\\_7\\_oxitocina\\_y\\_somatotropina.htm](http://amveb.net/XXVIICNB/memorias/practicas_magistrales/htm/Magistral_7_oxitocina_y_somatotropina.htm)
30. KINGSNORTH. P. Hormona de crecimientos de crecimiento bovino. The Ecologist. Vol. 28. No 5, Septiembre/octubre 2000.
31. [http://books.google.com.mx/books?id=HJC9NiJtpm8C&pg=PA20&dq=the+ecologist+hormonas+utilizadas+en+bovinos&hl=es&ei=IKPsTOrCA8K78ga47LGfAw&sa=X&oi=book\\_result&ct=book-preview-link&resnum=1&ved=0CC0QuwUwAA#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=HJC9NiJtpm8C&pg=PA20&dq=the+ecologist+hormonas+utilizadas+en+bovinos&hl=es&ei=IKPsTOrCA8K78ga47LGfAw&sa=X&oi=book_result&ct=book-preview-link&resnum=1&ved=0CC0QuwUwAA#v=onepage&q&f=false)
32. [http://www.organicconsumers.org/rbgh0724\\_monsanto\\_rbgh.cfm](http://www.organicconsumers.org/rbgh0724_monsanto_rbgh.cfm)