

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
División Regional de Ciencia Animal**



**“LACTANCIA INDUCIDA EN VACAS PROBLEMAS  
DENTRO DEL PROGRAMA DE RESCATE GANADERO EN  
LA COMARCA LAGUNERA”**

**POR:**

**JULIO BERNABÉ GARCIA LUGO**

**T E S I S**

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

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**OCTUBRE DE 2002**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA  
División Regional de Ciencia Animal**

**T E S I S**

**"LACTANCIA INDUCIDA EN VACAS PROBLEMAS  
DENTRO DEL PROGRAMA DE RESCATE GANADERO  
EN LA COMARCA LAGUNERA"**

**APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA**

**PRESIDENTE DEL JURADO**

  
\_\_\_\_\_  
**M.V.Z. RODRIGO I. SIMON ALONSO**

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

  
\_\_\_\_\_  
**M.V.Z. ERNESTO MARTINEZ ARANDA**



**TORREÓN, COAHUILA**

**Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal  
UAAAN - OCTUBRE DE 2002**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA**

**División Regional de Ciencia Animal**

**T E S I S**

**POR**

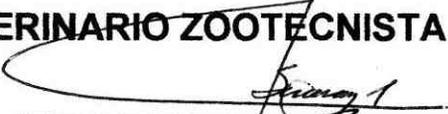
**JULIO BERNABÉ GARCIA LUGO**

**"LACTANCIA INDUCIDA EN VACAS PROBLEMAS DENTRO DEL  
PROGRAMA DE RESCATE GANADERO EN LA COMARCA  
LAGUNERA"**

**TESIS ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ PARTICULAR  
DE ASESORÍA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

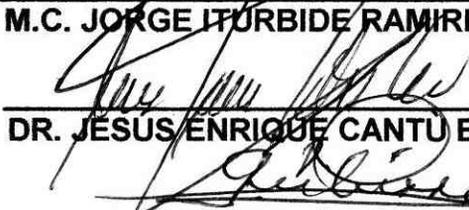
**PRESIDENTE :**

  
\_\_\_\_\_  
**M.V.Z. RODRIGO I. SIMÓN ALONSO**

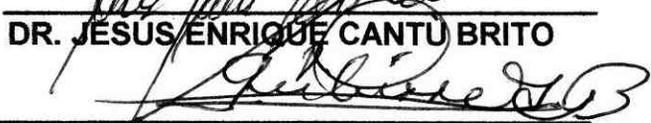
**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. JORGE ITURBIDE RAMIREZ**

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. JESÚS ENRIQUE CANTU BRITO**

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.V.Z. ABRAHAM GUTIERREZ BENÍTEZ**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**OCTUBRE DE 2002**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS:** Por ser mi luz guiadora, dándome la Fortaleza para vencer los obstáculos que se me presentan Y por haberme permitido concluir una fase de mi vida, gracias.

**A MIS PADRES:** Sr. Bernabé garcía Bustos  
Sra. Ma. De Jesús Lugo (D.E.P)

Con todo amor y respeto, para quienes me dieron la vida, amor, cariño y depositaron en mi toda su confianza para culminar con mis estudios, gracias por sus consejos y lucha inagotable que realizaron para guiarme por el mejor camino de la vida, gracias.

**A MIS ABUELOS:** Sr. Evencio García (D.E.P) Sr. Maximiano A. Lugo(D.E.P)  
Sra. Catalina Bustos Sra. Sofía Lugo

A Ustedes por sus grandes Consejos de cómo salir adelante así como el apoyo incondicional que me han brindado durante mi vida, mil gracias.

**A MIS HERMANOS:** Ing. Noe A. García Lugo  
Lic. Norma A. García Lugo

Con quienes he compartido alegrías y tristezas, pero siempre saliendo adelante, porque estuvieron pendientes para que nada obstaculizara mi carrera y quienes a pesar de los esfuerzos y dificultades dieron de si lo mejor.

**A ti Necy** por tus consejos que me has dado de cómo es la vida, apoyo incondicional y por mil cosas mas, mil gracias.

**A ti Mita** por estar siempre con migo en las buenas y en las malas, ayudándome a salir a delante, a ti que a pesar de todos los obstáculos que te a puesto la vida has podido salir adelante sola, y eso habla bien de ti ya que eres un ejemplo a seguir, mil gracias.

**A MI ALMA TERRA MATER:**

Por cobijarme en su seno e instruirme en mi formación profesional.

**A MI ASESOR: M.V.Z. Rodrigo I. Simón Alonso**

Por dedicarme su tiempo tan valioso para la realización de este trabajo ya que sin su esfuerzo no seria posible, Gracias medico.

**Al Dr. Jesús Enrique Cantù Brito**

Por su valiosa colaboración, dedicación y tiempo brindado para llevar acabo este trabajo.

**A MIS AMIGOS:** Octavio, Alfredo, Dionisio, Gregorio, Humberto, Isidro, Rene, Susano, Jaime, Mario, por su apoyo como amigos, ya que al estar tan lejos de nuestra casas, nunca lo sentimos así por nuestro deseo de superación, todos esos momentos fueron abatidos por la amistad que siempre nos une y por todos los momentos de felicidad, tristeza, desesperación y ansiedad que viví durante mi formación.

En especial al Lic. Jesús y al M.V.Z. Federico, por su apoyo en cuanto a sus conocimientos en computación que me sirvieron siempre en la formación de mi carrera, gracias.

## INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS.....	2
3	HIPOTESIS.....	3
4	JUSTIFICACIÓN.....	4
5	REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....	5
5.1	Fisiología de la glándula mamaria.....	5
5.1.1	Período Prenatal.....	5
5.1.2	Período post-natal.....	6
5.1.3	Período de crecimiento y desarrollo.....	7
5.1.4	Período de gestación.....	7
5.2	Anatomía de la ubre.....	8
5.2.1	Circulación Sanguínea.....	10
5.3	Lactogénesis.....	12
5.4	Lactopoyesis.....	14
5.5	Factores que influyen en la producción de leche.....	17
5.5.1	Factores fisiológicos.....	17
5.5.2	Factores ambientales y de manejo.....	19
5.5.3	Factores alimenticios.....	21
5.6	Propiedades fisico-químicas de la leche.....	22
5.7	Control hormonal de la lactación.....	23
5.7.1	Hormonas de la hipófisis anterior.....	24
5.8	Como la preñez evita la lactancia.....	25
5.9	Efectos hormonales del programa de inducción de lactancia.....	26
5.10	Metabolismo del calcio.....	28
5.11	Inducción hormonal de la lactancia.....	29
5.12	Lactoinducción en el mundo.....	29
6	MATERIALES Y METODOS.....	36
6.1	Ubicación.....	36
6.2	Materiales.....	36
6.2.1	Material biológico.....	36
6.2.2	Materiales físicos.....	38
7	METODO.....	39

7.1	Manejo Animal .....	39
7.2	Tratamiento utilizado en vacas .....	40
7.3	Revisión de gestación .....	41
7.4	Análisis estadísticos .....	41
8	<i>RESULTADOS Y DISCUSIONES</i> .....	42
8.1	Resultados en función del objetivo sobre la producción láctea .....	42
8.2	Resultados estadísticos obtenidos de la producción láctea .....	43
8.3	Resultados en función del objetivo sobre la gestación .....	45
9	<i>CONCLUSIONES</i> .....	47
	<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> .....	48

## ÍNDICE DE FIGURAS

NUMERO		PAGINA
1	Anatomía de la glándula mamaria .....	9

## INDICE DE CUADROS

NUMERO		PAGINA
1	Cronograma de años atrás, productos utilizados y respuesta en base al tratamiento .....	35
2	Características de las vacas empleadas en el programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.....	37
3	Tratamiento empleado en el programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.....	40

## INDICE DE GRAFICAS

NUMERO		PAGINA
1	Promedio y desviación estándar en producción láctea de las vacas tratadas en el programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002 .....	42
2	Representación en producción de las vacas alta, mediana y baja productora, durante los 90 días del programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.....	43
3	Representación de los diferentes grupos, según la producción y clasificación de las vacas empleadas en el programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.....	44
4	Porcentaje de vacas preñadas y vacías detectadas por medio de la palpación por vía rectal a los 42 a 45 días post inseminación, dentro del programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.....	46

## RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el establo lechero ubicado en la carretera a San Ignacio la Torreña, Km. 11.5, en el Municipio de Lerdo Durango, se realizó en noviembre del 2001 a enero del 2002 y los objetivos generales fueron obtener producción de leche y que quedaran preñadas al final del programa.

El tratamiento de Lactoinducción hormonal se realizó a un grupo de 15 vacas, en el establo, seleccionándose vacas en buenas condiciones, con una edad promedio de 5 a 8 años y un peso aproximado de 450 – 650 Kg, de la raza Holstein, a estas vacas se les realizaron los siguientes exámenes previos:

Examen clínico general, palpación por vía rectal para verificar que estuvieran vacías y determinar su estado reproductivo, buenas condiciones de salud, alimentación adecuada, vacías, estimulación apropiada con el menor estrés posible, sanidad excelente, permanente control y manejo igual al resto del hato.

El tratamiento utilizado en el programa de lactancia inducida consta de: Somatotropina, Cipionato de Estradiol, Progesterona, Prostaglandina, Flumetasona.

De las 15 vacas que se seleccionaron para entrar al programa de lactancia inducida, respondieron positivamente las 15 representando el 100% de efectividad, se hace la aclaración que 2 de estas vacas fueron retiradas del programa por haber sufrido accidentes (fracturas) al inicio del programa, por lo cual para establecer una adecuada función estadística, el número de animales variara de la siguiente manera, las 13 vacas que continuaron dentro del programa representaran el 100% de las vacas que respondieron positivamente.

Los resultados de esta investigación fueron superiores a los esperados, ya que uno de los objetivos marcados fue que las vacas produjeran leche y se logro medir como punto de referencia extra la eficiencia en la producción láctea obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto a esta producción.

En cuanto al objetivo de preñez, este se estimo satisfactorio, ya que el 54% del total de las vacas que entraron al programa de lactancia inducida presentaron gestación.

## 1 INTRODUCCIÓN

En algunos establos ganaderos, se encuentran numerosas hembras bovinas en edad reproductiva que no se logran preñar luego de reiterados servicios, son los llamados animales problema, ocasionando una disminución en las tasas de reemplazo y la producción láctea razón por la cual se ven obligados en muchos casos a vender sus animales a un precio muy inferior al comercial, si se desea obtener otros de reemplazo, en óptimas condiciones reproductivas, tienen que hacer un aporte extra al monto del animal vendido, ocasionando pérdidas que en cierto momento pueden conllevar al fin de la explotación, al fracaso, una alternativa para aumentar la producción total de leche en el establo es la inducción hormonal láctea de vacas, obteniendo ingresos adicionales.

Normalmente para que se produzcan hacia el final de la gestación al momento del parto un efecto mamogénico, lactogénico y lactopoyético, se requieren ciertos niveles hormonales de Estrógenos, Progesterona, Corticoides, Somatotropina, al simular en los animales tratados: vacas infértiles, un estadio hormonal semejante al existente en la vaca en el período de gestación, se pretende obtener estos mismos efectos utilizando un tratamiento exógeno, sin necesidad de que el animal este gestante.

## 2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- Evaluar que cantidad de las vacas que entraron al programa de lactancia inducida producirán leche y monitorear los volúmenes de esta producción durante los 90 días.
- Evaluar cuales de las vacas que entraron al programa de lactancia inducida quedaran preñadas al final del trabajo de investigación, que se realizara durante 90 días del programa.

### **3 HIPOTESIS**

Un alto porcentaje de animales generalmente es descartado de los hatos por presentar problemas de tipo reproductivo, en explotaciones intensivas los principales problemas con los que nos enfrentamos son abortos, aumento de días abiertos, aumento de servicios por concepción, anestro, y problemas reproductivos en general.

El manejo inadecuado tanto del contenido nutricional así como de la calidad y cantidad de los forrajes, provocan deficiencias en el organismo animal llevándolos a desordenes de tipo hormonal y metabólico manifestándose como deficiencias a nivel de eficiencia reproductiva.

#### 4 JUSTIFICACIÓN

La práctica de la lactancia inducida en vacas con problemas de fertilidad, es justificable desde el punto de vista económico y de producción, ya que puede recuperarse un gran número de animales con problemas reproductivos y a la vez ganar un tiempo productivo, la información acerca de la lactancia inducida a nivel del trópico en ganado criollo o de doble propósito es bastante escasa, ya que este procedimiento está dirigido para animales de elevada producción de leche, pudiendo llegar a ser esta una alternativa de buenos resultados, produciendo ingresos para el pequeño y mediano ganadero de la Comarca Lagunera ya que es una región en donde se presentan problemas fuertes de manejo nutricional que a la postre se ven reflejados en una disminución de la vida reproductiva y productiva de los animales.

Por tal razón, está justificada la utilización del tratamiento indicado para la inducción de lactancia, ya que este sistema denominado programa de rescate ganadero puede representar una alternativa para los ganaderos en el sentido de disminuir el nivel de pérdidas y así poder obtener incluso ganancias.

## 5 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 5.1 Fisiología de la glándula mamaria

El desarrollo de la glándula mamaria ofrece en la hembra cinco fases: Prenatal, comienzo del desarrollo prepuberal, post-puberal, y gestación, en el período embrionario fetal, el tejido glandular mamario consta de una sola capa de células cúbicas que se forman a partir del ectodermo, la capa superficial de células aplanadas forma la banda mamaria en la región inguinal (12).

#### 5.1.1 Período Prenatal

La formación de las líneas mamarias comienza hacia la cuarta o quinta semana de desarrollo fetal, cuando el embrión tiene de 1.4 a 1.7 cm de longitud, y están formadas por varias capas de células desarrolladas a partir de la capa germinal o malpighiana, la capa inferior del ectodermo, son líneas transitorias que dan lugar a las yemas mamaria, entre la formación de la línea mamaria y la de las yemas hay dos estadios intermedios, la cresta y las prominencias mamarias, estas yemas mamarias aparecen cuando el feto tiene 2.1 cm de longitud al comienzo del segundo mes de vida fetal, cuyo número y posición dependen de la especie, la formación del pezón también se inicia durante el 2º mes de vida embrionaria, el feto ha alcanzado una longitud de 8 cm (17).

En cada línea mamaria se forman dos yemas, origen de los cuartos anteriores y posteriores de cada mitad de la ubre, la yema mamaria puede hundirse por completo en el mesénquima excepto una pequeña apertura en el polo externo, que produce una depresión u hoyuelo denominada fosa mamaria, hasta éste momento el desarrollo es semejante en los embriones macho y hembra (12,17).

En el bovino, ocurre una pausa distintiva de un mes, después de la cual la terminación profunda de la yema o ápice del cono se alarga para formar una yema similar a un cordón o yema primario, este cordón primario se canaliza y la luz formada en su punta en crecimiento se dilata para formar una cisterna de la glándula en miniatura, cuando el feto tiene de cuatro a cinco meses de edad, también en este momento se canaliza la base del cordón primario que forma la cisterna del pezón rudimentario (12,29,17).

La canalización del pezón se produce por la separación de las células del centro del brote primario en su extremo proximal y avanza hacia el extremo distal, los cordones secundarios crecen para formar la cisterna de la glándula representando los conductos futuros y posteriormente pueden aparecer los cordones terciarios (14,17).

#### 5.1.2 Período post-natal

Casi todo a pesar de la temprana edad desde las 13 semanas el tejido estromal asume la forma característica de la ubre, entre el nacimiento y la pubertad, las glándulas mamarias continúan creciendo al mismo ritmo que el resto del organismo, en las terneras continúa el desarrollo de los conductos galactóforos, que asumen la misma forma que adoptan en la ubre madura, los cuartos continúan aumentando de tamaño, en parte por depósito de tejido adiposo hasta que los cuartos anteriores y posteriores se aproximan y finalmente se unen por su base (17,32).

### 5.1.3 Período de crecimiento y desarrollo

Desde el nacimiento hasta la pubertad, las ubres de la ternera no solo aumentan de peso sino también de capacidad, cualquier aumento aparente del tamaño en ésta época se debe al aumento en grasa y en tejido conectivo, la única hormona que interviene en este período es la Somatotropina (hormona del crecimiento), en la pubertad con la presentación de los ciclos estrales, su crecimiento de la glándula mamaria es tres veces el del cuerpo; es un crecimiento rítmico y lento, los cambios máximos se aprecian a los dos años de edad, se describen cambios cíclicos en el sistema de conductos durante el ciclo estral, durante el estro, hay una secreción presente en la luz de los conductos más pequeños, y su epitelio es columnar, estos cambios sugieren que ocurre alguna proliferación celular y exudación de líquido en los conductos durante el estro, pero posteriormente, durante las otras fases del ciclo, ocurre algo de regresión (12,17,41).

### 5.1.4 Período de gestación

La mayor parte del desarrollo de la glándula mamaria tiene lugar durante la gestación, el grado en que se desarrollan los conductos galactóforos durante las primeras etapas de la preñez, es primordialmente dependiente del alcanzado al comienzo de la misma durante la cual encontramos dos fases:

Primera fase .- En los dos primeros tercios o mitad de la gestación hay una hiperplasia de los canalículos y los alvéolos, la cisterna glandular es pequeña durante los primeros meses de la gestación; durante el quinto y sexto mes aumenta considerablemente de tamaño (12,17,41).

La cantidad de tejido secretor de la ubre aumenta poco durante los primeros meses de la preñez, durante el cuarto mes crece ligeramente la proporción de tejido secretor y la mayor parte de este se encuentra en la vecindad de los grandes conductos que penetra en la cisterna glandular, los tejidos de la ubre adquieren al desarrollarse, las características que muestran durante la lactación (12,17,29,32,41).

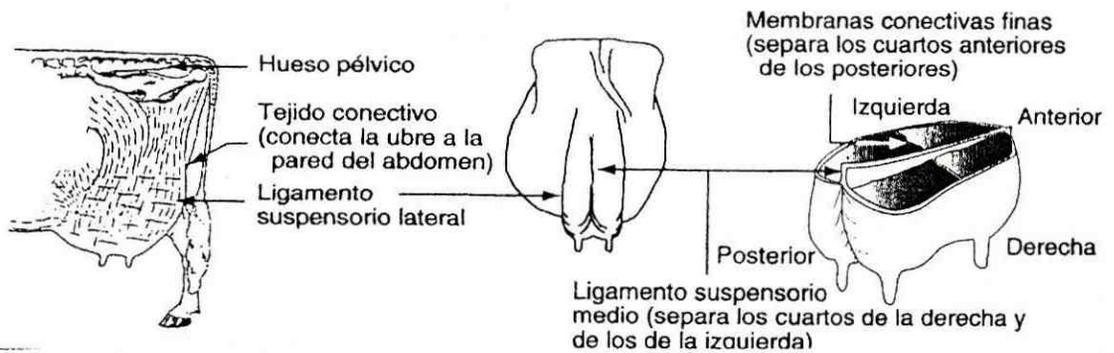
Segunda fase .- Se llama también fase secretora y hay un aumento de volumen de las células y de los alvéolos, durante el quinto mes comienza a ser prominente el tejido secretor que se desarrolla por neoramificación de los conductos y formación de yemas terminales; el tejido secretor sustituye al adiposo, para formar lobulillos definidos, una secreción que contiene glóbulos grasos se presenta dentro de los alvéolos durante el quinto al sexto mes, la mayor parte del estroma está ocupado por lóbulos que han aumentado en talla y que ahora se separan por bandas gruesas de tejido estromal y durante los dos últimos meses de gestación los alvéolos se distinguen aún más, con una secreción rica en glóbulos grasos, y el estroma esta presente solo como delgadas hojas de tejido conectivo que divide el parénquima en lóbulos y lobulillos (3,17,41).

## **5.2 Anatomía de la ubre**

La ubre de la vaca está formada por dos glándulas mamarias, independientes, cada una de las cuales posee dos cuartos anteriores y dos posteriores en cada mitad derecha e izquierda separadas por una pared de tejido fibroso elástico que sirve de sostén al tejido glandular, el tabique de tejido conectivo que separa las dos mitades derecha e izquierda es llamado ligamento suspensor medio, de esta forma la ubre queda suspendida de la pared inferior del abdomen mediante éste sostén y los ligamentos suspensorios laterales (12,14,19).

La ubre vista de lado debe tener una forma de saco redondeada, con suspensiones que se extienden hacia delante por la parte craneal y hacia arriba por la parte caudal, los cuatro cuartos secretan la leche por separado, los delanteros producen un 40% de la leche y los traseros un 60% (17,19).

El tejido de la ubre es esponjoso debido a la gran cantidad de tejidos secretores de leche, dentro de cada glándula o cuarto se encuentran millones de alvéolos que secretan leche, la cual se vierte a un sistema de conductos que van a desembocar en la cisterna de la ubre y el pezón, rodeando cada alvéolo, hay grupos de fibras musculares que se contraen y estiran bajo ciertos estímulos para expulsar la leche en el momento del ordeño (17).



**Figura 1. Anatomía de la glándula mamaria**

La comunicación de la ubre con el exterior se establece por medio de un canal de 6-10 mm, de longitud, el canal del pezón llega hasta la cisterna del pezón, que es la cavidad del pezón donde naturalmente la leche se recoge y donde se libera durante el ordeño, la cisterna del pezón comunica con la cisterna de la glándula; estas cavidades están separadas parcialmente por un pliegue circular que se extiende en la cavidad superior (13,15).

La cisterna de la glándula es un depósito de la leche que varía en forma y tamaño de una vaca a otra y aún en los cuartos de la misma ubre, su capacidad media es de 470 ml, pero puede variar de 120 a 940 ml, numerosos conductos atraviesan las paredes laterales y la pared superior de la cisterna, el número de estos conductos varía entre 12 y 50 en cada cuarto y se ramifican muy irregularmente, en unas vacas cada conducto principal se divide en dos de igual tamaño y en otras emite muchas ramas pequeñas (13,15).

Esta ramificación prosigue hasta la formación de numerosos conductillos galactóforos, cada uno de los cuales termina en un ensanchamiento llamado alvéolo, el alvéolo tiene forma casi esférica y está revestido interiormente por una capa sencilla de células epiteliales, estas células están conectadas en su base con los capilares sanguíneos, los vasos linfáticos y los nervios (13,15).

### 5.2.1 Circulación Sanguínea

Sistema arterial .- Casi toda la irrigación sanguínea de la ubre procede de las dos arterias pudendas externas, irrigando cada una la mitad de la glándula mamaria, las arterias mamarias son prolongación de las pudendas externas una vez que estas han penetrado en la glándula mamaria, la arteria de cada lado envía una pequeña rama al nódulo linfático supramamario y a la parte superior de los cuartos posteriores, esta se bifurca en dos grandes ramas, la arteria mamaria anterior o craneal y la posterior o caudal, ramificaciones de estas se extienden lateral y ventralmente irrigando cada alvéolo y también el tejido conjuntivo y los pezones, los perineales proceden de las ilíacas internas e irrigan una porción muy pequeña de la parte dorsal posterior de los cuartos traseros (11,13,15).

**Sistema venoso .-** La sangre de cada una de las dos mitades de la ubre sale por dos venas, la pudenda externa y la subcutánea abdominal, hacia la zona dorsal posterior de cada mitad de la ubre se localiza una pequeña vena perineal que drena la porción irrigada por la arteria perineal, ramas de las venas mamarias craneal y caudal, derecha e izquierda, acaban formando un círculo venoso en la base de la ubre (11,13,15).

Las ramificaciones de las venas mamarias caudales se anastomosan en la base posterior de la misma y otras de la subcutánea abdominal lo hacen unos cuantos centímetros por delante de la base, en la vaca, la sangre puede salir de la ubre por las venas subcutáneas abdominales o por las pudendas externas (11,13,15).

**Sistema linfático.-** El sistema linfático de la ubre consta de vasos y ganglios, la ubre suele poseer un ganglio linfático grande en cada una de sus dos mitades, denominado supramamario, la linfa después de atravesar el ganglio supramamario abandona la ubre por uno o dos vasos linfáticos que atraviesan el canal inguinal para unirse a otros vasos linfáticos, los pezones están bien provistos de vasos linfáticos (11,13,15).

**Sistema nervioso.-** La ubre posee dos tipos de nervios: Las fibras aferentes o sensoriales y las eferentes o simpáticas, los nervios del segundo par lumbar inervan las partes anteriores de la ubre, ramas de los nervios inguinales se encuentran en el tejido glandular en el sistema recolector de la leche en los pezones y en la piel de la ubre, una rama pequeña de cada nervio inguinal posterior inerva el área glandular linfática supramamaria, los nervios perineales envían fibras a la porción posterior de la ubre (11,13,15,32).

### 5.3 Lactogénesis

Un alvéolo consta de una sola capa de células epiteliales que absorbe de la sangre, los precursores de la leche segregan los componentes de esta y los liberan del lumen alveolar, la secreción de la leche es un proceso continuo, tan pronto se van formando gotitas de leche en dichas células van cayendo a la cavidad del alvéolo hasta que este se llena el lumen (5).

La leche pasa a través de un pequeño conducto a otro de mayor tamaño, las células epiteliales nacen sobre una membrana basal y sobre las células epiteliales se encuentran las células mioepiteliales, estas células de forma alargada, tienen como función principal contraerse o acortarse por un estímulo nervioso para permitir la salida de la leche del alvéolo; además este está envuelto por una fina red de arteriolas y vénulas que llevan sangre a las células epiteliales del alvéolo y evacuan la que no es usada en la síntesis de la leche, también esta rodeado por ramificaciones nerviosas que lo comunican con el sistema nervioso central (5).

Los materiales precursores que se encuentran en la sangre y que sirven para producir la leche, salen de los capilares y son tomados por las células junto con el agua que necesitan para elaborar la leche, con estas materias las células producen grasas, azúcar y proteínas, para producir una libra de leche, deben pasar por estos capilares de 300 a 400 libras de sangre, esto da una idea de la capacidad de trabajo de los alvéolos (5).

Es natural que debe existir una vía para que la leche salga de las células donde se produce y pase a otras cavidades más amplias con el fin de poder sacarla (5).

Esto se realiza mediante un complicado sistema de conductos, que conectan los alvéolos con otros conductos de drenaje más amplios de la leche, espacio que tiene una capacidad aproximada de medio litro; esta cisterna a su vez se comunica con la cisterna y el canal del pezón, este es un cuerpo muscular, cilíndrico, atravesado por un canal que lo pone en comunicación con el exterior, por la parte superior, el canal del pezón comunica con la cisterna, pero entre ambos existe también un músculo sobre el cual la vaca tiene una ligera influencia, en su extremidad inferior está el meato del pezón (5).

De toda la leche que se encuentra en la ubre, antes del ordeño, solo una parte relativamente pequeña se encuentra en los pezones y cisternas, otra pequeña parte se encuentra en los conductos, pero la mayor cantidad se encuentra retenida en los millones de alvéolos de la ubre (32).

Se ha demostrado que existe una liberación de las gotitas de grasa y proteína expulsadas de la célula, los gránulos de proteína quedan encapsulados en vesículas lisas, estas vesículas o vacuolas cerradas emigran hacia la porción apical de la célula y se abren sobre la superficie celular, liberando las gotitas del lumen sin que se rompa la membrana plasmática, las partículas de lípido se juntan para formar gotitas más grandes a medida que van emigrando desde la región basal de la zona apical de la célula, durante la liberación de la gota al lumen del alvéolo la membrana plasmática se estrangula por debajo de la gotita de grasa y se libera antes de que las gotas se expulsen al lumen (11,32).

La secreción de la leche tiene lugar en el intervalo entre dos ordeños y se detiene cuando la presión en la mama alcanza un determinado valor que en la vaca es del orden de los 40 mm, de Hg, la secreción puede producirse a velocidad constante durante unas 16 horas (36).

## 5.4 Lactopoyesis

La leche se forma en la glándula mamaria durante el intervalo entre los ordeños y permanece almacenada en el tejido glandular hasta el momento del ordeño, aumentando así la presión de la ubre, las células de los alvéolos están continuamente segregando leche y el producto que elaboran se acumula en los conductos excretores y en el seno galactóforo, la mayor parte de la leche está en los conductos excretores, ya que en las vacas de gran producción lechera el tejido mamario es muy elástico y cada cuarto podría almacenar unos 10 litros de leche (36).

El seno galactóforo tiene una capacidad máxima de 500 ml, la eyección de la leche es un fenómeno complejo en el que intervienen factores nerviosos y hormonales, el ordeño a mano y a máquina es un proceso que requiere la colaboración de la vaca, la cooperación del animal se obtiene mediante diversos estímulos como son la succión del ternero, el lavado de la ubre, los masajes y en general el buen trato que se dé a los animales, también los ruidos que acompañan habitualmente la succión o el ordeño, ruidos del becerro, ruido del equipo de ordeño y son denominados estímulos sicosomáticos (36).

La puesta en marcha y el mantenimiento de la lactación depende en una buena parte de la presencia de receptores en la glándula mamaria, sobre todo de los que localizan en el pezón, la excitación mecánica de la glándula mamaria desencadena por vía nerviosa la secreción de Prolactina en la adenohipófisis, hormona esencial para el mantenimiento de la lactación, las excitaciones captadas por los receptores sensitivos del pezón llegan a la médula espinal y luego al bulbo donde hacen contacto con una segunda neurona que termina en el tálamo (36).

Finalmente, el hipotálamo provoca la liberación de Oxitocina por el lóbulo posterior de la hipófisis, la Oxitocina es la hormona de la bajada de la leche, la cual es importantísima en el momento del ordeño, pues sin su presencia es imposible obtener la leche retenida en los alvéolos, la corteza cerebral es la que desencadena la secreción de Oxitocina en relación con ciertas excitaciones sensoriales, así mismo es el punto de partida de ciertas influencias inhibitoras de la excreción de la leche, como el caso cuando presenta estrés el animal (11)

La Oxitocina llevada por las arterías, motiva la contracción de las células mioepiteliales que bordean a los alvéolos y de los elementos contráctiles de los conductos excretores, provocando la expulsión de la leche hasta la cisterna y el pezón, de donde es más fácil extraerla, a la vez que aumenta la presión del seno galactóforo hasta unos 15-25 mm Hg, y se relajan los esfínteres del pezón, esta acción llega a su máxima intensidad un minuto después del estímulo y va decreciendo gradualmente hasta hacerse muy débil a los 6 o 10 minutos, mientras la hormona se encuentra en la sangre, cuando la acción de la hormona termina, las células musculares del alvéolo se relajan (36).

La contracción de los mismos desaparece y la leche que no haya sido sacada en este lapso de tiempo queda retenida hasta el próximo ordeño por eso es tan importante iniciar el ordeño de cada vaca en un período máximo de un minuto, después de que la vaca ha sido estimulada y hacerlo lo más rápidamente posible y sin interrupciones (36).

En un ordeño completo es imposible obtener la cantidad total de leche contenida en la ubre; a la leche que quedo normalmente en la ubre después de un buen ordeño, se le llama leche residual o complementaria y su cantidad varía entre distintas vacas, razas y métodos de manejo (36).

Esta leche residual se puede obtener, masajeando y presionando la ubre hacia arriba y estirando suavemente el pezón o la máquina hacia abajo por medio minuto, mediante la aplicación de oxitocina puede provocarse una nueva contracción de las fibras musculares lisas del parénquima mamario con la consiguiente eliminación de la leche residual de los conductos excretores, el intervalo entre la inyección de Oxitocina y la excreción de leche es de unos sesenta segundos aproximadamente en la vaca (36).

En algunas razas lecheras (Holstein) se han obtenido porcentajes de leche residual que varían entre un 5% y un 20%, sin embargo, en la ubre pueden quedar retenidos mayores porcentajes debido a las malas prácticas de ordeño por un estímulo insuficiente (36).

Existe otra clase de estímulos que dan lugar a la formación de otra hormona y ocasionar resultados inversos, por ejemplo cuando se golpea a las vacas, cuando se permite que los perros ladren y las corran, cuando se asustan y se ponen nerviosas o cuando se les causa dolor por un ordeño mal hecho, se estimula el sistema nervioso simpático para que libere adrenalina que pasa al torrente sanguíneo y va a los receptores adrenérgicos de las células mioepiteliales a ocasionar constricción de los capilares de la ubre, con lo cual se impide la llegada de la hormona de la bajada (Oxitocina) hasta los alvéolos y por consiguiente la leche no puede ser extraída (36).

## 5.5 Factores que influyen en la producción de leche

Los principales factores que influyen en la producción de leche son de orden fisiológico, ambiental, nutricional y genético (13,14,15).

### 5.5.1 Factores fisiológicos

Estado de la 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 vitamina A y D, a partir del quinto día, estos componentes disminuyen los niveles normales, a los 15 ó 30 días después del parto, la leche aumenta hasta llegar a la máxima producción entre los 35 y 45 días, luego permanece 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, de la raza, de la frecuencia del ordeño, del estado de nutrición del animal, del estado de preñez y del manejo general (13,14,15).

Las vacas alimentadas con forraje de mala calidad y sin suplementación de concentrados, 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 período 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 (14).

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, de la salud de la ubre, de la alimentación y principalmente del desarrollo de la ubre durante las primeras lactancias, es muy importante saber cuál será la producción de leche de la vaquilla cuando llegue a su estado adulto, la cual se calcula en tablas especiales (14).

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 (14).

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 anatómico-fisiológico de cada animal, de ahí que algunas vacas de excelente conformación no produzcan gran cantidad de leche y vacas de regular conformación producen más leche que otras vacas de mejor tipo (14).

Raza. La producción de leche y su composición (especialmente grasa) 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 (14).

Celo. Durante el período de celo puede haber una ligera disminución en la producción de leche (11).

Enfermedades. En general, toda enfermedad especialmente las que van acompañadas de fiebre, provoca disminución o cesación de la producción de leche, la mastitis es una de las causas más frecuentes de la disminución de la producción de leche (36).

#### 5.5.2 Factores ambientales y de manejo

Período seco. El período seco de la vaca antes del parto influye en la producción de leche durante la lactancia siguiente, el período seco debe durar 55 días, tiempo suficiente para que la vaca reponga las reservas de nutrientes en su cuerpo, regenere el tejido secretor de 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 (Lizozyme) que impide el crecimiento bacteriano y la leche acumulada se absorbe sin ninguna complicación (17).

Intervalo entre partos. El período entre dos partos influye en la producción de leche diaria y total, esto se debe al efecto de los últimos períodos 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 la de las vacas con períodos más cortos entre los partos (17).

Ordeño incompleto. Cuando se hace un ordeño incompleto por falta de estímulo para la bajada de la leche, cuando se ordeña lentamente o hay interrupciones y pasa el tiempo del estímulo hormonal, o cuando el animal es intranquilizado, hay disminución o cese de la bajada de leche quedando una porción de leche retenida en la ubre que puede llegar a un 20% (14).

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, tienen 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 (19).

Intervalo entre ordeños y número de ordeños. El intervalo entre ordeños y el número de ordeños diarios influyen también sobre la producción de leche, la frecuencia para ordeñar las vacas depende de la capacidad de la ubre, del estado de la lactación, del nivel de producción y nutricional, las vacas ordeñadas una sola vez al día producen la mitad de leche que cuando se ordeñan dos veces, de acuerdo con la capacidad de la ubre, la leche elaborada entre dos ordeños ejerce presión sobre los tejidos secretores inhibiendo la secreción de más leche, la secreción de leche se reinicia tan pronto es extraída por el ordeñador, entre más pronto se ordeña, más pronto se inicia una nueva secreción, los intervalos entre dos ordeños diarios deben ser iguales dejando doce horas entre el ordeño de la mañana y de la tarde, siempre se debe iniciar el ordeño a la misma hora (14).

Temperatura. El ganado lechero produce calor en su cuerpo debido a los procesos de digestión, metabolismo, producción y a la actividad física, además del calor recibido por radiación solar, por eso, cuando los animales están sometidos a altas temperaturas deben regular su temperatura comercial disminuyendo el consumo de alimento, la actividad física y el metabolismo, lo cual contribuye a disminuir la temperatura corporal y la disminución de leche (2,17,18,34).

La temperatura más confortable para el ganado lechero es la de 16 °C; a temperaturas superiores a los 20 °C comienza a disminuir la producción de leche en las 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 sombrío y suministrando forraje adicional en los sitios de descanso durante las horas más calurosas del día (2,17,18,34).

Estaciones. Las estaciones influyen directa o indirectamente sobre los animales y sobre el forraje de las praderas por efecto de la temperatura, humedad y radiación solar imperante (2,17,18,34).

Ejercicio. El ejercicio ayuda a la digestión de los alimentos y contribuye a mantener el buen estado del animal, cuando las praderas tienen poco forraje, cuando quedan alejadas del sitio de ordeño, se obliga al animal a caminar largas distancia haciendo un ejercicio excesivo que provoca la disminución de producción de leche, especialmente en climas cálidos (2,17,18,34).

### 5.5.3 Factores alimenticios

Las vacas necesitan ciertas cantidades de proteína digestible y elementos nutritivos digestibles (END) para su mantenimiento, producción de leche crecimiento y gestación (19,27).

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 (19).

## **5.6 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 fundamentan en el contenido de sólidos totales (32).

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 (32).

## 5.7 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 (23,24).

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 que ha cesado casi completamente de crecer pero que secreta grandes volúmenes de leche (14,19)

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 llegarían 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 (23,24).

Mediante la acción los niveles elevados 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 Esteroides Adrenales disminuyen, y el lactógeno placentario esta ausente, pero la Prolactina esta presente en concentraciones elevadas (23,24).

Durante la gestación la globulina ligadora 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 Corticoides desaparece de la circulación, por lo tanto libera a los Esteroides Adrenales para que los utilice la glándula mamaria y otros tejidos (23,24).

#### 5.7.1 Hormonas de la hipófisis anterior

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 continúa hasta la mitad aproximadamente de la gestación, momento en que se completa casi en total su desarrollo, las células de los alvéolos empiezan 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 (19).

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 (23,24).

### **5.8 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 la glándula resistente a la acción de las hormonas lactógenas (23,24).

De hecho su producción es inhibida por Estrógenos y Progesterona aproximadamente al momento del parto, los niveles de Prolactina, circulante se elevan, aumentando la concentración y la actividad de los niveles de Glucocorticoides, descendiendo los niveles de Progesterona y luego los Estrógenos (23,24).

## 5.9 Efectos hormonales del programa de inducción de lactancia

Dentro del programa de lactancia inducida la utilización de hormonas es esencial así como de Corticosteroides, las hormonas utilizadas son las siguientes:

**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 Prolactina, las que estimulan el crecimiento y función de estas estructuras (21,22,23,24,38).

**Progesterona.** Estimula el desarrollo final de los lobulillos y alvéolos de las glándulas mamarias, haciendo que las células alveolares proliferen, aumenten de volumen y adopten un carácter secretor (21,22,23,24,38).

Sin embargo esta no provoca en realidad la secreción de la leche por los alvéolos puesto solo ocurre después que la glándula mamaria preparada es estimulada secundariamente por la Prolactina (21,22,23,24,38).

**Somatotropina.** Es una hormona polipeptídica proveniente de la hipófisis, específicamente de las células acidófilas o somatotrópicas de dicha glándula (21,22,23,24,38).

Esta hormona 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 adecuado de la Somatotropina Bovina se puede incrementar la producción de leche de 6 a 25% en vacas con potencial genético (1,24,37,38).

Este proceso se debe aparentemente a los factores de crecimiento insulínico (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 lactogénesis, 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 (1,24,37,38).

Prostaglandinas. Las Prostaglandinas son ácidos grasos derivados del ciclopentano que se sintetizan a partir de un precursor común, el ácido araquidónico prostanoico, este se deriva a su vez de diversos fosfolípidos, como los de la membrana celular, linodeico de la dieta, por acción de una enzima acilhidrolasa (1,24,37,38).

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 lactancia, adicionando la alta concentración de Progesterona que además de ser antagónica disminuye es estímulo de la secreción de Prolactina por los Estrógenos, la Hormona Adrenocorticotrópica 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 de volumen, aumenta el porcentaje de grasa, proteína y lactosa (1,24,37,38).

## 5.10 Metabolismo del calcio

Se ha observado en vacas lactoinducidas, un problema de descalcificación manifestando en fracturas a nivel de cinturas pelviana o escapular, este problema se puede controlar adicionando calcio a la dieta vía oral o intravenosa al momento de iniciar su lactancia, este proceso se puede deber a que los Estrógenos y Glucocorticoides intervienen en la regulación y homeostasis de los niveles de calcio, disminuyendo el calcio sérico (15).

La inmuno reactividad en el plasma de vacas hipocalcémicas está compuesta parcialmente por hormona paratiroidea biológicamente activa además de fragmentos de hormona que pueden poseer actividad biológica o no, la disminución del calcio sanguíneo puede ser rápida en ciertas vacas lecheras altamente productivas cerca del parto y al principio de la lactancia, como la reabsorción ósea durante el período anterior al parto a menudo es relativamente baja, debido a ingresos importantes de calcio dietético (15,37).

Hay un fondo común relativamente pequeño de células activas que realizan resorción ósea capaz de hacer reaccionar a la hormona paratiroidea (PTH), por tanto, cuando la secreción de PTH aumenta debido al rápido desarrollo de hipocalcemia, el aumento de la actividad de los pocos osteoblastos y osteocitos activos es insuficiente para restaurar la concentración del calcio plasmático a lo normal, la activación de las células osteoprogenitoras y la conversión subsecuente de preosteoclastos en osteoclastos bajo la influencia del aumento de la PTH con expansión del fondo común de células activas que realizan reabsorción ósea requiere tiempo (de 48 a 72 horas en la vaca adulta) y una adecuada concentración de calcio en los líquidos extracelulares (15,37).

Solo la administración de calcio y la elevación del calcio en los líquidos extracelulares restaura la capacidad de reacción a la PTH, desencadena la reabsorción ósea y corrige la hipocalcemia, la composición de la dieta anterior al parto alta en calcio se ha considerado como causa del aumento importante de la frecuencia particular de la enfermedad (15,37).

### **5.11 Inducción hormonal de la lactancia**

Para llevarla a cabo se debe tener en cuenta consideraciones:

- Alimentación balanceada.
- Estimulación apropiada, menos estrés, posible.
- Condiciones sanitarias excelentes.
- Control permanente Previo al secado (60 días mínimo)
- Manejo similar al resto del hato, vacas no gestantes que hayan pasado la pubertad.

### **5.12 Lactoinducción en el mundo**

En los Estados Unidos de Norte América se implantaron pastillas de Estrógenos y Progesterona a cinco animales, los mejores resultados fueron en dos vacas con previas gestaciones, una de ellas con 5.000 Kg de producción láctea, tres vaquillas que no habían gestado antes, respondieron débilmente, se inyectaron novillas con 100 Mg. de estradiol y 100 Mg de Progesterona al día por 180 días, durante los 14 días siguientes recibieron 3 Mg. de Benzoato de Estradiol por día (6,34).

Tres novillas Free-Martín no respondieron al tratamiento; en las demás se observó un aumento del tejido glandular mamario, la producción diaria de las novillas que respondieron al tratamiento osciló entre el 80% - 90% de lo esperado, aumentaron la dosis de Estrógeno y Progesterona usado por Turner, no aumentó el desarrollo, se determinó que en animales rumiantes no preñados, los estradiolos ováricos inducen al crecimiento mamario y secreción láctea.

Otro procedimiento hormonal, fue inyectar vía intramuscular 0,1 mg/kg. de 17 Estradiol y Progesterona respectivamente, durante los días 1 a 7, luego los días 18 a 20 inyectar vía intramuscular 20 mg/día de Dexametasona y por último los días 8,10,12 y 14 inyectar vía intramuscular 5 mg/día de Reserpina, con este tratamiento se inicia la lactancia en el transcurso de dos semanas post-tratamiento con niveles de producción similares a los normales, sumando que las vacas con problemas reproductivos reanudan ciclos estrales normales y quedan gestantes luego del tratamiento, la glándula mamaria es más sensible a la inyección hormonal a medida que el animal madura sexualmente (16).

Las mejores respuestas son en animales con previa gestación, aplicando vía parenteral dos veces al día, por siete días suspensiones de 17- Estradiol en dosis de 0,1 mg/Kg y Progesterona en dosis de 0,25 mg/Kg lograron inducir la lactancia en vacas no preñadas (16).

Se demostró en trabajos posteriores que al aplicar Dexametasona se incrementó la respuesta lactogénica de las vacas inducidas, efectos similares se obtuvieron aplicando una inyección de Reserpina, se obtuvieron buenos resultados empleando una esponja vaginal impregnada con 17- Estradiol y Progesterona, se llegó a obtener una lactancia inducida equivalente al 60% de la producción normal.

Usando una esponja intravaginal impregnada con 500 mg y 1000 mg de  $17\beta$  Estradiol y Progesterona respectivamente, indujeron la lactancia en vacas no preñadas, este tratamiento por diez días, produjo respuesta lactogénica en el 25% de las vacas, comparado con el 89% cuando se le aplicó una inyección de Dexametasona en dosis de 20 mg, intramuscular aplicada al sexto día, o una respuesta del 96% cuando se aplicó una inyección de Reserpina en dosis de 2.5 mg intramuscular los días 6,8, y 10 de haber sido colocada la esponja, la producción de leche empezó doce días luego de colocada la esponja vaginal o sea dos días luego de ser removida (9).

En la Universidad de Purdue el Departamento de Ciencia Animal desarrollo un el siguiente protocolo, tratando a 5 Holstein preñadas, no lactantes que fueron inyectadas subcutáneamente cada 12 horas de 1 a 7 días con  $17\beta$  Estradiol y Progesterona (0.1 Mg. y 0.25 mg/día/kg de peso corporal disueltas en etanol para inducir a la lactancia, para el tratamiento de estas vacas por 7 días con  $17\beta$  Estradiol y Progesterona ha variado desde 0 al 1% de sus previas lactaciones, todos los animales tratados con  $17\beta$  Estradiol y Progesterona produjeron 10 Kg. de leche por día (16).

En la Universidad de Ohio, el Departamento de Investigación de Ciencia Animal desarrollo un tratamiento basado en inyecciones subcutáneas de  $17\beta$  Estradiol (60 mg/600 Kg de peso corporal/día y Progesterona 150 mg/600 Kg. de peso corporal/día, esto se aplicó por 7 días iniciando la lactación en vaquillas, la lactación fue iniciada con  $17\beta$  Estradiol-Progesterona en proporciones de 1:2.5, 1:2 cuando se mantuvo constante  $17\beta$  Estradiol (34).

Variando la dosis de  $17\beta$  Estradiol (20,40 o 60 mg/ 600 Kg, mientras se mantiene una proporción constante de  $17\beta$  Estradiol-Progesterona, de 1:2.5 iniciando la lactancia en todas las proporciones de  $17\beta$  Estradiol (34).

Lactoinducción en América del Sur en la región de Tibaitatá se utilizó una practica que consistía en aplicar 0,3 y 0,28 mg/kg de Alfa Estradiol y Progesterona respectivamente, vía intramuscular por 10 días en 8 vacas (30).

Se aplico además 0,02 mg/kg de Dexametasona a cuatro vacas durante los días 18 y 20 del tratamiento, el Alfa Estradiol se aplicó también a 8 novillas en dosis de 0,07 mg/kg dos veces por semana durante cuatro semanas, los animales respondieron en porcentaje de 75% y 25% para vacas y novillas respectivamente iniciando lactancias entre los días 17 y 28, mejorándose la inducción y la producción en los animales que se les aplico Dexametasona (30).

En la Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales, Colombia, se realizo el experimento utilizando Valerianato de Estradiol en dosis de 0,3 mg/kg vía subcutánea los días 1, 2 y 3; Progesterona en dosis de 0,28 mg/kg vía subcutánea los días 2,4,6,8 y 10; Dexametasona en dosis de 0,02 mg/kg vía intramuscular los días 18,19 y 20(29), y por último Oxitocina en dosis de 50 U.I. vía intramuscular los días 21, 22 y 23, el ordeño se inició el día 21 del tratamiento, la vaca presento signos de celo los días 2 y 8 del tratamiento (29).

En la región de Palmira al aplicar el tratamiento con Alfa Estradiol y Progesterona en dosis de 0,3 y 0,28 mg/kg durante 10 días, más Dexametasona en dosis de 0,02 mg/kg los días 18, 19 y 20 en vacas y novillas Holstein se obtuvo éxito del 100% constituyendo el 77,3% de la lactancia anterior, para disminuir costos de tratamiento y manejo, se variaron la fuente de Alfa Estradiol y la vía de aplicación, utilizando Alfa Estradiol y Valerianato de Alfa Estradiol combinado con Progesterona con respuesta de 100%, al tiempo se usaron valerianato de Estradiol más Carbonato de Hidroxiprogesteronona en dosis de 50 Mg y 150 Mg respectivamente por animal, siendo ambos de depósito y un tratamiento con solo 50 Mg de Valerianato de Estradiol sin Progesterona obteniendo para el primer tratamiento una respuesta del 100% y del 66% para el segundo tratamiento (30).

Es importante proporcionar un período seco de 60 a 80 días que permita la involución y el descanso del tejido mamario, también se debe proveer de una buena nutrición y complementación ya que sin esto los porcentajes de éxito y rendimiento serán bajos, como precaución, hay que controlar las montas ya que se incrementan y pueden provocar fracturas (40).

En Europa en Berl Munch Tierarztl Wochenschr (Alemania), se realizaron estudios a nivel de investigación exclusivamente debido a que la ley sanitaria en la actualidad prohíbe y restringe el uso de hormonas en la producción comercial de lácteos (5).

El tratamiento se baso en la aplicación de inyecciones de  $17\beta$  Estradiol y Progesterona (0.10 y 0.25 mg/kg de peso vivo) Dexametasona .028 mg/kg o la Hormona Adrenocorticotropina 200 UI/día, aplicando de 18 a 20 días en el grupo 1 y de 30 a 34 en el grupo 2, se adiciono 100 Mg. de Tirotropina por vía endovenosa en los días 1,7 y 17 para el grupo 1, y para el grupo 2,1, 7 y 31 días iniciando la ordeña en el día 21 para el grupo 1 y para el grupo 2 al día 35 utilizando dos grupos para evaluar el rendimiento de las hormonas, en el grupo 1, 7 y en el grupo 2, en total 13 de 14 vacas tenían rendimientos malos de leche mayor de 5 Kg, 12 tenían 305 días lactando, el grupo 1, los rendimientos de leche eran mayores y aumentaron mas rápidamente hasta que se alcanzo hasta la décima semana, la producción en toda la lactancia era mayor 14.3 contra 10.1 Kg (5).

## Cronograma de la Historia de la Lactoinducción

**Cuadro 1. Cronograma de años atrás, productos utilizados y respuesta en base al tratamiento (5,6,7,9,18,22,30,39,40).**

Año	Producto	Respuesta al tratamiento	% de respuesta al grupo tratado
1959	Pastillas de E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub>	1	20 %
1969	Prolactina	3	30 %
1973	E <sub>2</sub> + Dexametasona + Reserpina	4	80 %
1976	E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub>	1	40 %
1977	Esponja Intravaginal E <sub>2</sub> P <sub>4</sub>	4	60 %
	E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub> (Sc)	1	40 %
1978	E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub> + dexametasona	5	80 %
	E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub>	1	60 %
1979	E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub>	3	60 %
1982	Esponja Intravaginal E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub> + Dexametasona	3	70 %
	Esponja Intravaginal E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub> + Dexametasona +Reserpina	4	90 %
1984 1986	E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub> + Dexametasona	4	80 %
1989	E <sub>2</sub> (Sc) + P <sub>4</sub> (Sc) + Dexametasona (IM) + oxitocina	4	70 %
1995	E <sub>2</sub> + P <sub>4</sub> + Dexametasona	5	80 %

E<sub>2</sub> = Estrógenos  
IM = Intramuscular

P<sub>4</sub> = progesterona  
Sc = Subcutánea

0	No respondieron al tratamiento	0 litros	
1	Si respondieron al tratamiento	Menos de 10 litros	- de 10 días
2	Si respondieron al tratamiento	Mas de 10 litros	- de 10 días
3	Si respondieron al tratamiento	Mas de 10 litros	+ de 10 - 30 días
4	Si respondieron al tratamiento	Mas de 10 litros	+ de 30 - de 60 días
5	Si respondieron al tratamiento	Mas de 10 litros	+ de 60 días

## **6 MATERIALES Y METODOS**

### **6.1 Ubicación**

Características de la Región Lagunera.- La Región Lagunera, está localizada en la región semidesértica del norte de México y comprende las porciones en la parte Suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, ubicada geográficamente entre los meridianos  $102^{\circ}15'36''$  y  $104^{\circ}45'36''$  de Longitud Oeste y entre los paralelos  $24^{\circ}22'12''$  y  $26^{\circ}47'24''$  de Latitud Norte, constituyéndose de cinco municipios del estado de Coahuila y diez del estado de Durango, y cuya extensión territorial comprende una superficie de 47,887.50 kilómetros cuadrados (28).

El presente trabajo se llevó a cabo en el establo lechero ubicado en la carretera a San Ignacio la Torreña Km. 11.5, en el Municipio de Lerdo Durango, en los meses de noviembre de 2001 a enero de 2002.

### **6.2 Materiales**

#### **6.2.1 Material biológico**

Vacas objeto del trabajo. El programa de lactancia inducida se llevo acabo en un grupo de 15 vacas en el establo, seleccionándose vacas en buenas condiciones de salud (aparentemente), con una edad promedio de 5 a 8 años y un peso aproximado de 450 - 650 Kg. de la raza Holstein.

A estas vacas se les realizaron los siguientes exámenes previos:

- Examen clínico general.
- Palpación del tracto genital por vía rectal para verificar que estuvieran vacías y determinar su estado reproductivo.
- Potencial genético.
- Buenas condiciones de salud.
- Alimentación adecuada, vacías.
- Estimulación apropiada con el menor estrés posible.
- Sanidad excelente.
- Permanente control y manejo igual al resto del hato.

**Cuadro 2. Características de las vacas empleadas en el programa de la lactancia en la Comarca Lagunera en el 2002.**

NUMERO DE VACA	PESO EN Kg.	NUMERO DE PARTOS	EDO. REPROD.	
1	3583	520	5	Vacia
2	3664	600	5	Vacia
3	3679	540	4	Vacia
4	4034	500	3	Vacia
5	4165	450	4	Vacia
6	4439	470	5	Vacia
7	4454	590	6	Vacia
8	4468	650	5	Vacia
9	4473	530	4	Vacia
10	4527	480	5	Vacia
11	4617	620	4	Vacia
12	4730	600	5	Vacia
13	4740	580	6	Vacia
14	4941	550	3	Vacia
15	5072	600	6	Vacia

### 6.2.2 Materiales físicos

Trampa, hormonas, Corticosteroides, jeringas de 5 y 10 ml, cajas con agujas del numero 16 x 1 pulgada, guantes quirúrgicos, termómetro, agua, overol, botas, cámara fotográfica, rollos, pluma, tabla con broche de presión, así como el formato de registro de las vacas que entraron al programa de lactancia inducida.

## **7 METODO**

### **7.1 Manejo Animal**

A las vacas se les asignó especialmente un corral, se trasladaban a la trampa en donde se les aplicó la hormona correspondiente al día del tratamiento, al concluir el tratamiento el día 24 de iniciado, el día 25 se midió el nivel de respuesta a la inducción de lactancia a las vacas que respondieron al tratamiento e iniciaron su producción láctea, posteriormente se midió la producción láctea expresada en kilogramos, con una regularidad de cada 5 días durante los 90 días a evaluar, obteniéndose al final 18 pesadas de leche.

## 7.2 Tratamiento utilizado en vacas

En el cuadro 3 se muestra el tratamiento que se utilizó para el programa de lactancia inducida en vacas problemas, aplicándolo el día señalado, excepto en los días 2 y 3.

**Cuadro 3. Tratamiento Utilizado en el programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.**

días	Tratamiento Utilizado
1	Somatotropina
2	No hay tratamiento
3	No hay tratamiento
4	10 ml Cipionato de Estradiol + 5 ml progesterona.
5	10 ml Cipionato de Estradiol + 5 ml progesterona.
6	10 ml Cipionato de Estradiol + 5 ml progesterona.
7	10 ml Cipionato de Estradiol + 5 ml progesterona.
8	10 ml Cipionato de Estradiol + 5 ml progesterona.
9	10 ml Cipionato de Estradiol + 5 ml progesterona.
10	10 ml Cipionato de Estradiol + 5 ml progesterona.
11	5 ml Cipionato de Estradiol + somatotropina
12	5 ml Cipionato de Estradiol.
13	5 ml Cipionato de Estradiol.
14	5 ml Cipionato de Estradiol.
15	5 ml Cipionato de Estradiol.
16	5 ml Cipionato de Estradiol.
17	5 ml Cipionato de Estradiol.
18	2 ml Prostaglandina
19	2 ml Prostaglandina
20	2 ml Prostaglandina
21	10 ml Flumetasona
22	10 ml Flumetasona
23	10 ml Flumetasona
24	Somatotropina
25	Ordeño

### **7.3 Revisión de gestación**

Se realizó la palpación por medio de la vía rectal para diagnosticar gestación de 42 a 45 días post inseminación y determinar su estado reproductivo ubicándolas como vacas preñadas o vacías.

### **7.4 Análisis estadísticos**

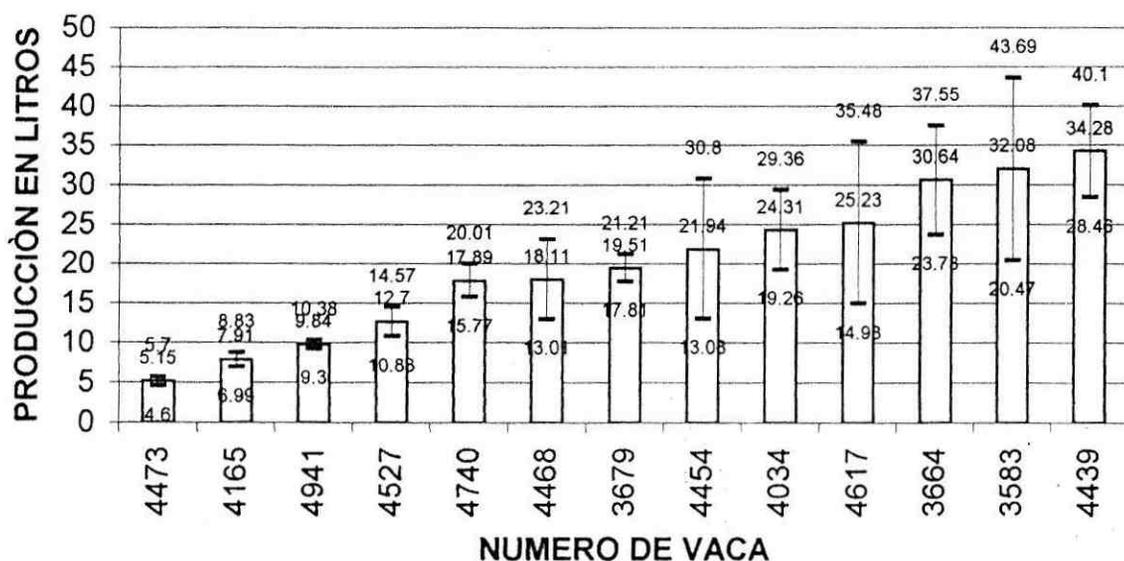
Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó, estadística descriptiva, como fueron promedios de producción de leche, porcentaje de vacas preñadas y vacías, desviación estándar de la media para lo cual se utilizó el paquete estadístico disponible en Excel.

## 8 RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 8.1 Resultados en función del objetivo sobre la producción láctea

De las 15 vacas que se seleccionaron para entrar al programa de lactancia inducida, respondieron positivamente las 15, representando el 100% de efectividad, aclarando que 2 de estas vacas fueron retiradas del programa, por haber sufrido accidentes (fracturas) al inicio del programa, por lo cual para establecer una adecuada función estadística, el número de animales variara de la siguiente manera, las 13 vacas que continuaron dentro del programa representarían el 100% de las vacas que respondieron positivamente.

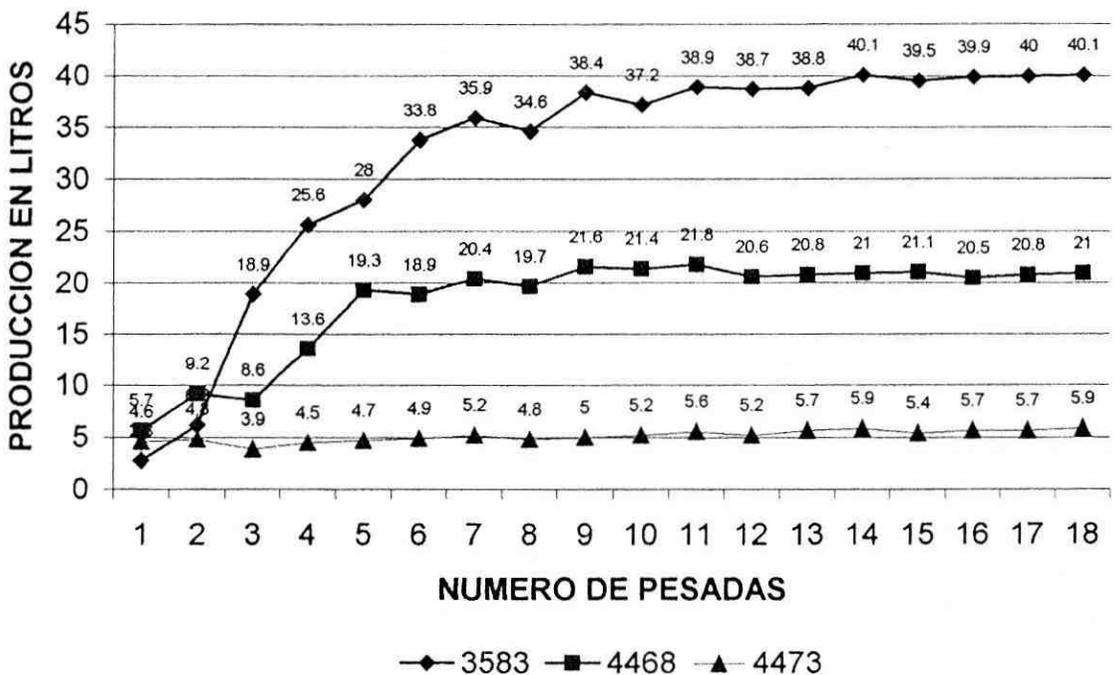
En la gráfica 1 se representa el promedio desviación estándar de producción de leche del total de las vacas evaluadas durante el programa de lactancia inducida en un lapso de 90 días, mostrando los siguientes resultados.



Gráfica 1. Promedio y desviación estándar en producción láctea de las vacas tratadas en el programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.

## 8.2 Resultados estadísticos obtenidos de la producción láctea

En la grafica 2 se representa la producción total de las vacas seleccionándose alta, mediana y baja productora, evaluándose los 90 días del programa de lactancia inducida, con un total de 18 pesadas, realizada con una frecuencia de cada 5 días.

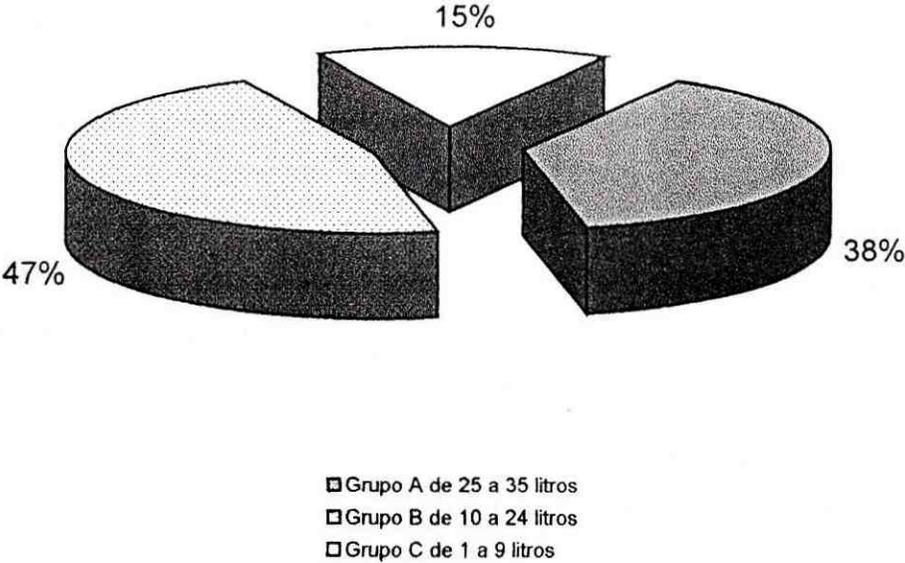


Grafica 2. Representación en producción de las vacas, alta, mediana y baja productora, durante los 90 días del programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.

Como se puede observar no todas las vacas tienen una producción similar, esto se le debe atribuir a la genética propia de cada animal, ya que la alimentación y el manejo que recibieron fue igual para todas las vacas en producción.

De la grafica anterior se deriva la formación de los siguientes grupos:

- Grupo A Nivel de producción láctea entre 25 a 35 litros.
- Grupo B Nivel de producción láctea entre 10 a 24 litros.
- Grupo C Nivel de producción láctea entre 1 a 9 litros



**Grafica 3 Representación de los diferentes grupos, según la producción y clasificación de las vacas empleadas en el programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.**

El grupo A esta conformado por 5 vacas que se ubicaron en una producción promedio de 29 litros al final del programa de lactancia inducida.

El grupo B esta conformado por 6 vacas que se ubicaron en una producción promedio de 16 litros al final del programa de lactancia inducida.

El grupo C esta conformado por 2 vacas que se ubico en una producción promedio de 6.5 litros al final del programa de lactancia inducida.

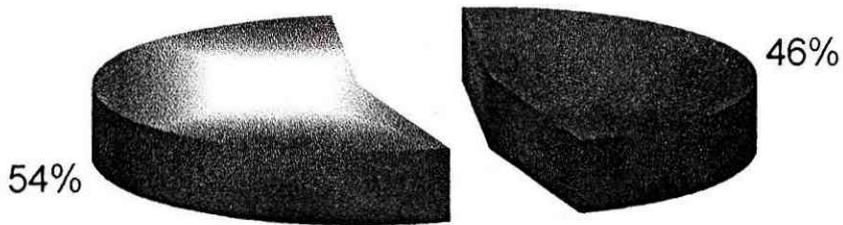
### **8.3 Resultados en función del objetivo sobre la gestación**

De las 15 vacas, 2 de ellas fueron enviadas al rastro, por sufrir accidentes al inicio del programa, por lo cual para establecer una adecuada función estadística, el numero de animales variara de la siguiente manera, las 13 vacas que continuaron dentro del programa representaran el 100% de las vacas que se evaluaron.

Las vacas se diagnosticaron a través del sistema de palpación rectal, de los 42 a 45 días post inseminación, obteniendo los siguientes resultados.

7 de las vacas dieron como resultado, positivo a diagnostico de preñez equivalente al 54% del total, como a continuación se muestra en la grafica 4.

6 de las vacas dieron como resultado, negativo a diagnostico de preñez equivalente y el 46% del total, como a continuación se muestra en la grafica 4.



□ Vacas Preñadas ■ Vaca vacias

**Grafica 4. Porcentaje de vacas preñadas y vacías detectadas por medio de la palpación por vía rectal a los 42 a 45 días post inseminación, dentro del programa de lactancia inducida en la Comarca Lagunera en el 2002.**

Los resultados antes mencionados nos indican que vacas con problemas pueden ser sometidas al programa de rescate ganadero mediante la lactancia inducida y evaluarlas antes de ser desechadas, ya que al ganadero le es redituable, puesto que recupera los costos generados dentro del programa, así como obtener un beneficio paralelo como lo es la posibilidad de presentar gestación al final del programa .

## 9 CONCLUSIONES.

Al analizar los resultados de esta investigación, se concluyo que este programa de lactancia inducida, prueba que es una herramienta útil en la practica profesional del Medico Veterinario Zootecnista, ya que puede contribuir a evitar el desecho de animales con problemas productivos y reproductivos en general, proporcionando mayor eficiencia económica al ganadero.

Los resultados de esta investigación fueron superiores a los esperados, ya que uno de los objetivos marcados fue que las vacas produjeran leche y se logro medir como punto de referencia extra la eficiencia en la producción láctea obteniéndose resultados mas que satisfactorios en cuanto a esta producción.

En cuanto al objetivo de preñez, este se estimo satisfactorio, ya que el 54% del total de las vacas que entraron al programa de lactancia inducida presentaron gestación al termino del programa, haciendo la aclaración que el 100% es un numero de 13.

De las vacas que fueron sometidas al programa de lactancia inducida se sugiere tomar en cuenta los registros de producción láctea desde la lactancia próxima anterior en el caso de cada animal, vacas, para tomarlo como referencia para evaluar el volumen de producción láctea mediante el programa de lactancia inducida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. APROVET. 1989. Vademécum Veterinario. 6ª Edición Editorial Bogotá: Presencia. p. 83-84, 183, 263-264.
2. BALL S, POLSON K, EMENY J, EYESTONE W, AKERS RM. 2000 lactancia inducida en vaquillas holstein, J Dairy Sci (11):2459-63.
3. BEARDEN, J. y FUGUAY, J. 1982. Reproducción Animal Aplicada. México: Manual Moderno. p. 108-116.
4. BURTON LJ, Oct. 1998. Sincronización del estro con PGF2 alfa administradas 18 días después del tratamiento con Progesterona en Vacas lecheras lactantes, Theriogenology 15;50(6):905-15
5. CHAKRIYARAT S, THATCHER WW, WILCOX, CJ. 1995. Lactancia inducida comparando inyecciones de 17 $\beta$  Estradiol y Progesterona durante 7 – 21 días. J. Dairy Sci. 108(9):333-8.
6. COLLIER, R. J.; BAUMAN, D.E. y MAYS, R. L. 1975. Producción de leche y función reproductiva de vacas inducidas hormonalmente a la lactancia. J. Dairy Sci. Vol. 58 No. 1.524.
7. DABAS YP, SUD SC. 1990. Lactancia inducida en ganado infértil a través del uso de esteroide sintéticos, Indian J Exp Biol;28(6):594-6 Jun.
8. DABAS YP, SUD SC. 1989. Lactancia inducida en ganado con 17- $\beta$  Estradiol y Progesterona, Indian J Exp Biol;27(9):774-6. Sep.
9. DAVIS SR, WELCH RA, PEARCE MG, PETERSON AJ. 1983. Lactancia Inducida en vacas no preñadas con 17  $\beta$  Estradiol y Progesterona a través de esponja intravaginal, Dairy Sci (3):450-7
10. DAVIS, S.R. 1983. Inducción a las vacas no preñadas por 17  $\beta$  Estradiol y Progesterona por una esponja vaginal, J. Dairy Sci. Vol. 66. No. 450.
11. DIEDRICH ET.AL. 1980, Endocrinología y Fisiología de la Reproducción de los animales o técnicos, Editorial acribia, 1ª Edición, Zaragoza España
12. FLEMING JR, HEAD HH, BACHMAN KC, BECKER HN, WILCOX CJ. 1986. Lactancia Inducida: el desarrollo histológico y bioquímico de tejido mamario y el rendimiento de leche en vacas inyectadas con 17 $\beta$  Estradiol y Progesterona durante 21 días, J Dairy Sci (12):3008-21
13. GANONG, W. 1996. Fisiología Médica. 15ª Edición. México Manual Moderno p. 381-383. Qp31.G36

14. GRIGNANI, V. 1970. Ordeño mecánico. Zaragoza. Acribia.
15. GURLER, H. Et Al. 1979. Fisiología Veterinaria. 2ª Edición. Ed. Zaragoza. Acribia.
16. H.F. SÉLLER, B.P. CHEW, R.E. ERB Y P.V. MALVEN. 1977. Diferencias y dinámicas hormonales de Estrógenos y Lactato, asociada con el inicio de la lactancia en vacas inducidas. J. Dairy Sci. 60:1617-1623.
17. HAFEZ, E.S.E. 1989. Reproducción e Inseminación Artificial en animales. 5ª ed. México. Interamericana. SF768.H33
18. HEAD HH, CHAKRIYARAT S, THATCHER WW, WILCOX CJ, BECKER HN. 1982. Lactancia Inducida: comparación de inyecciones de 17 β Estradiol y Progesterona durante 7 a 21 días en respuesta ala acción de la Tirotrópina para la liberación de la hormona prolactina y el rendimiento de leche en ganado lechero, J Dairy Sci (6):927-36
19. HENDERSON, H.O. y REAVES, PAÚL M. 1969. La vaca lechera. Alimentación y crianza. 2ª Ed. México Hispanoamericana.
20. KASKOUS S, GRUN E, MIELKE H, LOCHMANN G. 1995. Lactación inducida artificialmente en vaquillas de 12 a 19 meses de edad con respecto a la concentración de hormonas sexuales y proteohormonas durante la lactancia en el plasma sanguíneo, Berl Munch Tierarztl Wochenschr;108(9):326-32. Sep.
21. 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.
22. KENSINGER, R.S. BAUMAN, D.E. y COLLIER, R. J. 1979. Efectos del tratamiento en la prolactina sérica y producción de leche durante la inducción de la lactancia. J. Dairy Sci. Vol. 62. No. 1.881.
23. LEMBOWICZ K, RABEK A, SKRZECZKOWSKI L. 1982. Lactancia Inducida Hormonalmente en vacas, Br Vet J;138(3):203-8. May-Jun.
24. MANUNTA G, NAITANA S. 1981. Lactancia Inducida en ganado después del tratamiento hormonal a corto plazo, Boll Soc Ital Biol Sper Jan 30;57(2):172-8
25. Mc DONALD, L.E. 1981. Reproducción y Endocrinología Veterinaria. 2ª ed. México. Interamericana. p. 97-101, 419-436.
26. MC.DONALD. 1983. Reproducción y Endocrinología Veterinarias, Editorial Interamericana, 2ª edición, México, D.F.

27. MERCK & CO. INC. 1993. El Manual Merck de Veterinaria, manejo de la reproducción: ganado bovino, editorial océano/centrum; 4<sup>a</sup>. Edición, Barcelona-España.
28. PROGRESA. 1995. Programa PROGRESA. Gobierno de la Republica. México, D.F.
29. RODRIGUEZ R. FABIO. 1970. Curso sobre ganado de carne. Villavicencio. 9 al 13 de marzo
30. SANCHEZ M., LEONARDO. 1987. Inducción Hormonal de la Lactancia. Bogotá. ICA Tibaitatá.
31. SAWYER GJ, FULKERSON WJ, MARTIN GB, GOW. 1986. Inducción de la lactancia artificial en ganado: la iniciación de lactación y concentración de Estrógenos y Progesterona en la leche, J Dairy Sci (6):1536-44
32. SCHMIDT, G.H. 1974. Biología de la lactación. Zaragoza. Acribia.
33. SKARDA J, TERSCH P, URBANOVA E, PICHA J, BILEK J. 1982. Lactancia Inducida artificial en vacas secas, Physiol Bohemoslov;31(6):563-8
34. SMITH, K.L. y SCHANBACHER, F.L. 1973. Lactancia hormonal inducida en el bovino y rendimiento lechero seguido a inyecciones de 17  $\beta$  Estradiol y Progesterona. J. Dairy Sci Vol. 56. No. 738.
35. SORENSEN, A. M. 1989. Reproducción animal, principios y practicas. Editorial interamericana McGraw-Hill, México, D.F.
36. SPORRI, H y STUNZI, H. 1977. Fisiopatología veterinaria. Zaragoza. Acribia.
37. SUMANO. OCAMPO.1997. Farmacología Veterinaria, 2<sup>a</sup> edición. Editorial Interamericana McGraw-Hill, México, D. F.
38. VADEMÉCUM VETERINARIO IPE.1999. 1<sup>a</sup> edición, Editorial Rezza editores S. A.
39. VARGAS, H. F. ET AL. 1989. Lactoinducción hormonal. Villavicencio: Unillanos.
40. VILLAR, JAIME. 1989. Lactoinducción hormonal en bovinos Holstein. Bogotá. ICA Tibaitatá.
41. ZEMJANIS, R. 1981. Reproducción Animal, Diagnóstico y Técnicas Terapéuticas. Editorial Limusa, S.A. México, D. F.