



11261  
2es  
11

**Universidad Nacional Autónoma  
de México**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**ESTUDIO MORFOLOGICO DEL CERVIX UTERI DE BOVINOS  
(CRIOLLO-CEBU) EN DISTINTOS ESTADOS REPRODUCTIVOS**

**T E S I S**

Que para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias Biomédicas  
Area Morfología

p r e s e n t a

**M.V.Z. BRAULIO LOZANO CARBAJAL**

Asesor: M. en C. Jorge Tolosa Sánchez

Coasesor: Dr. Juan A. Ortega Rangel

Coasesor: M en C: Rosa Emilia Lavielle

México, D. F.

**FALLA DE ORIGEN**

1987



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## C O N T E N I D O

|   | Página |
|---|--------|
| 1.- RESUMEN.....                                | 1      |
| 2.- INTRODUCCION.....                           | 3      |
| 3.- MATERIAL Y METODOS.....                     | 22     |
| 4.- RESULTADOS ANATOMICOS.....                  | 27     |
| 5.- RESULTADOS HISTOLOGICOS.....                | 40     |
| 6.- RESULTADOS DE LA CUANTIFICACION CELULAR.... | 44     |
| 7.- RESULTADOS HISTOQUIMICOS.....               | 55     |
| 8.- MICROFOTOGRAFIAS.....                       | 56     |
| 9.- DISCUSION.....                              | 61     |
| 10.- CONCLUSIONES.....                          | 67     |
| 11.- LITERATURA CITADA.....                     | 69     |

## RESUMEN

ESTUDIO MORFOLOGICO DEL CERVIX UTERI DE BOVINOS (CRIOLLO-CEBU) EN DISTINTOS ESTADOS REPRODUCTIVOS. LOZANO C.B. ASESOR TOLOSA S.J.

El propósito de esta investigación es contribuir al mejoramiento de las técnicas de reproducción mediante el estudio de la estructura macroscópica y microscópica del Cervix uteri (CU) de ganado bovino, criollo-cebú en diferentes etapas reproductivas. Las muestras de CU se recolectaron en el rastro de Ferrería, 15 minutos después de sacrificadas las vacas, la determinación de los estados reproductivos, estrogénico y luteínico, se basó en la morfología ovárica y la de los 3 trimestres de gestación en la longitud cráneo caudal del feto. El estudio anatómico se realizó en 448 CU y consistió en medir su longitud y los diámetros anterior y posterior, en determinar la configuración del canal cervical haciendo moldes de yeso y en medir la longitud de la parte del canal que se penetra libremente al introducirle una pipeta de inseminación artificial. La longitud del CU fue menor en la etapa estrogénica que en la luteínica, durante la gestación aumentó del 1° al 3° trimestre y lo mismo sucedió con los diámetros anterior y posterior. La configuración del canal cervical se determinó en 106 CU, de los cuales únicamente el 25% se consideraron normales ya que el 75% restante presentó irregularidades. La introducción de la pipeta se realizó en 231 CU, de los cuales en el 10% penetró únicamente el tercio posterior, en el 62% al medio y en el 28% al anterior. El estudio histológico se efectuó en 25 CU y consistió en medir la altura del epitelio y la distribución de fibras colágenas y elásticas. El epitelio fue de mayor altura en el fondo de las criptas y menor en los vértices de los pliegues de la mucosa; las fibras colágenas y elásticas fueron más compactas en CU no gestantes. El estudio histoquímico consistió en determinar la distribución de sustancias sulfatadas y ácidas; las primeras se localizaron en las partes laterales y apical de los pliegues secundarios de la mucosa y las segundas hacia las criptas. La cuantificación de las células cebadas y los eosinófilos por mm<sup>2</sup> de mucosa se hizo en el segmento anterior, el medio y el posterior de 35 CU. La máxima cantidad de células cebadas se encontró en el segmento anterior de los CU de todos los animales,

fue mayor en etapa luteínica que en la estrogénica y en el primer trimestre que en el último. El número de eosinófilos no mostró diferencias estadísticamente significativas (  $P < 0.05$  ) en las etapas luteínica y estrogénica y en los 2 primeros trimestres de gestación, disminuyó significativamente (  $P < 0.05$  ) en el último.

Es probable que la baja fertilidad del ganado bovino criollo-  
cebu se relacione con la forma irregular del canal cervical. La -  
diferencia en el número de células cebadas y eosinófilos explica  
la actividad de estas células en el funcionamiento de este órga-  
no y como primera línea de defensa.

## 1. INTRODUCCION

El ganado bovino zoológicamente está clasificado de la siguiente manera: Phylum Chordata, subphylum Vertebrata, Clase VII Mammalia, Subclase II theria, Infraclase II Eutheria, Cohorte II Ungulata, Orden 9° Artiodactyla, suborden Ruminantia, Infraorden Pecora, Familia Bovidae, Subfamilia Bovidae, Género Bos: este género tiene a su vez 4 especies, la Bos Taurus (ganado bovino europeo), la Bos indicus (ganado cebú, de origen asiático y africano), la Bos grunniensis (el yack) y la Bos bubalus (el búfalo) (82).

El ganado bovino criollo-cebú resulta de la cruce de vacas criollas (Bos Taurus) con toro cebú (Bos indicus) o -- bien vacas criollas que muestran cierto mejoramiento genético con toro cebú que por lo general tiene un alto grado de pureza.

El ganado bovino criollo (Bos taurus) fue introducido en América por Colón en su segundo viaje a las Indias Occidentales, en el año de 1493. Posteriormente en el siglo XVI los conquistadores lo trajeron a Florida y a México. El primer ganado español de cuernos largos llegó a México en el -- año 1521, desde Santo Domingo por el mandato del Gobernador General Villalobos (108). A lo largo de 4 siglos Bos taurus se ha diseminado desde el Golfo de México hasta la costa del Pacífico, a pesar de haberse adaptado con gran dificultad a nuestro clima tropical. La crianza de estos animales no es -- redituable como productor de carne, sin embargo es muy profí-- fico.

El ganado cebú (Bos indicus) es originario de la India y del norte de Africa. A finales del siglo pasado y principio de éste se empezó a introducir en América. Brasil fue el primer país importador y en la actualidad se encuentra distribuido desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica hasta el norte de Argentina. Tiene características favorables como son: adaptarse bien a regiones con condiciones climatológicas adversas, ser resistente a enfermedades como la anaplasmosis, la tuberculosis y la fiebre aftosa. Son animales con un buen índice de conversión de alimento a carne, -- sin embargo presentan una baja fertilidad (2, 3, 45, 65).

Las políticas gubernamentales en materia ganadera se han encaminado al mejoramiento genético del ganado; por ello los genetistas han desarrollado cruzas que reúnen las características de fertilidad del criollo y la rusticidad del cebú. En el censo ganadero y agrícola de 1980, se señala que en nuestro país existen 9.5 millones de vacas productoras de becerros destinados al abasto de carne, de los cuales el 80% corresponden al criollo-cebú. De acuerdo al mismo censo la tasa de procreación a nivel nacional, es de 51.9 o sea que anualmente se quedan más de 4 millones de vacas improductivas, que representan una pérdida económica muy considerable en su manejo y alimentación (87).

Entre las metas u objetivos del Médico Veterinario -- Zootecnista, está el incrementar la producción de alimentos de origen animal; una de las maneras como lo consigue es -- aumentando su tasa de fertilidad para lo cual, el estudio de

las características del aparato genital es primordial y de este aparato se ha investigado principalmente las condiciones morfológicas y fisiológicas de los ovarios y el útero, sin embargo son escasos los datos que se tienen acerca del cervix uteri, razón en la que se fundamenta la necesidad de estudiarlo.

El aparato reproductor de la vaca está constituido por dos ovarios (ovarium), dos trompas uterinas (tuba uterina), un útero (uterus), una vagina (vagina) y una vulva (pudendum femininum). El útero de la vaca es del tipo bicorne que consta de 3 partes, dos cuernos uterinos (cornu uterinum), el cuerpo (corpus uteri) y el cuello uterino (cervix uteri) (46, 93, 100, 109).

El cervix uteri (cu) en la vaca, es un robusto esfínter fibromuscular, localizado entre el útero y la vagina, que actúa como una barrera fisiológica que los separa, sirve como una válvula susceptible de contraerse y cerrar el paso de microorganismos durante las etapas lúteínicas del ciclo estral y la gestación o bien de relajarse ligeramente, durante el estro, permitiendo que al haber una inseminación el semen pase hacia las trompas uterinas o se relaje ampliamente para que el producto sea expulsado durante el parto (26, 54, 69). En vacas no gestantes, está situado dentro de la cavidad pélvica o a la altura del borde inferior del orificio anterior de la pelvis y durante la gestación se desplaza hacia la cavidad abdominal. El cu tiene una longitud de 8.0 a 10.0 cm y un diámetro de 3.0 a 4.0 cm (46, 69, 93). Se rela

ciona dorsalmente con el recto y ventralmente con la vejiga urinaria; está cubierto por el peritoneo, el cual forma el fondo del saco rectogenital y su extremidad posterior se proyecta dentro de la cavidad vaginal.

El cu está constituido por 3 tónicas que, de adentro hacia afuera son: la tónica mucosa (tunica mucosa), tónica muscular (tunica muscularis) y la tónica serosa (tunica --- serosa). La tónica mucosa forma de 2 a 5 pliegues o rebordes anulares llamados anillos, que se proyectan en el canal cervical (canalis cervicalis uteri); sus dimensiones son menores hacia el orificio uterino que hacia el vaginal. También presenta pliegues longitudinales que se insinúan en el borde de la abertura vaginal del cu en donde son denominados pliegues palmeados por disponerse en forma radial y en conjunto constituyen la "flor radiada" (26, 66, 100). La tónica muscular o la capa media es la más gruesa, puede medir hasta 3.0 cm de espesor y contiene abundantes fibras colágenas y elásticas. Esta capa forma el eje de los anillos cervicales (54, 102). La tónica serosa relaciona a este órgano con las estructuras circunvecinas y está constituida por tejido conjuntivo laxo, cubierto por una lámina mesotelial, - en su interior pueden existir restos embrionarios mesonéfricos (29, 55).

El canal cervical (canalis cervicis uteri) es muy sinuoso, debido a los numerosos pliegues descritos y se comunica con la cavidad uterina mediante el ostium craneal y a la cavidad vaginal por el ostium caudal (66, 69).

El cu está irrigado por las ramas posteriores de la - arteria uterina media y las ramas de la arteria uterina posterior, ambas proceden de la ilíaca interna o hipogástrica. Las venas acompañan a las arterias y forman los plexos pampiniformes, que drenan hacia las venas ilíacas internas y - éstas a su vez a la cava posterior (22, 102). Los vasos linfáticos forman una malla en la serosa y drenan hacia los -- linfonodos lumbares y a los ilíacos internos.

Su inervación está dada por las fibras simpáticas procedentes del plexo pélvico y uterino y las parasimpáticas del plexo pélvico (33).

Los estudios previos relacionados con la morfología - del cervix uteri en ganado Bos taurus, Bos indicus y en algunas de sus cruzas están los siguientes: En ganado Bos taurus de las razas angus, hereford y charolais de determinó que el diámetro del cu fue de  $3.1 \pm 0.1$ ,  $3.5 \pm 0.1$  y --  $3.0 \pm 0.2$  cm respectivamente (101). En la misma especie -- (Varner y García, 1985), se realizó un estudio en 371 va-- cas, en el cual se describen que el 84% de las vacas presentaron un cu cilíndrico y 16% cónico; en el mismo estudio se relacionó la forma del cervix uteri con la tasa de preñez, consignándose que ésta, fue del 95% en los animales con cu cilíndrico y en las que era cónico fue de 81% (101). Por -- otro estudio (26) se sabe que de 1118 vacas inseminadas artificialmente, las que permitieron un paso fácil de la pipeta de inseminación a través del canal cervical se obtuvo un 62% de hembras gestantes; en cambio en 24 animales en los -

que se dificultó la introducción de la pipeta solo quedaron preñadas el 31% (26). Macpherson (1968) citado por De Alba (26) realizó un estudio para relacionar la intromisión de una pipeta de inseminación artificial en el canal cervical a profundidades de 4.0, 8.0 y 12.0 cm en 51 animales de cada grupo de experimentación con los porcentajes de fertilización, sus resultados fueron de  $63 \pm 8.5$ ,  $73 \pm 4$  y  $68 \pm 8$  respectivamente. En la revisión de una serie de trabajos similares Salisbury et al., (1978) llegaron a la conclusión de que la inseminación artificial es más efectiva si se hace de la mitad del canal cervical en adelante (26).

En ganado Bos indicus se ha descrito que la morfología del cu es extremadamente irregular ya que presenta formas de U, de S, o de J, y su longitud varía entre 5.0 y --- 28.0 cm (17, 86).

En un estudio realizado en ganado cebú Galina C.S. - en 1984 encontró un 30% de cuellos "chuecos" (37, 38). En otro trabajo (36) se analizó un grupo de 200 vacas no gestantes de ganado cebú y sus cruza, utilizando material de rastro; en el que de acuerdo a la introducción de una pipeta de inseminación artificial en el cervix uteri; éstos se clasificaron como normales, si permitían un paso franco y como anormales si la pipeta no penetraba completamente. El 75% del total se catalogaron como normal, y describen que - en el ganado cebú había un 18.5% de anormales y en las vacas criollas fue de 38.46% (38, 51).

En una descripción extensa sobre los órganos genita-

les de la vaca cebú (22) se indica que el cervix uteri es cilíndrico de 6.0 a 9.0 cm de longitud y de 10.0 a 13.0 cm de circunferencia, tapizado por una mucosa rojiza que - forma de 3 a 4 pliegues circulares. El canalis cervicalis uteri es tubular, rectilíneo o débilmente sinuoso y espacioso, pero su luz está casi enteramente ocupada por los 3 o 4 pliegues circulares (plicas circulares), subdividido por pliegues longitudinales. Por su trayecto rectilíneo y su diámetro el canal cervical puede ser fácilmente franqueado por un catéter. También los autores destacan, que debido a su consistencia musculosa el cervix uteri puede palpase a través de la delgada pared vaginal o por exploración rectal y se logra mantenerlo fijo cuando se practica un cateterismo cervical. Después de la fecundación el cu se retrae y se cierra por contracción de su pared muscular y el conducto cervical es ocupado por un moco denso, conocido como tapón de Warton. A partir de los 3 meses de gestación aumenta en longitud y circunferencia, de tal manera que a los 6 meses mide 12.5 cm de longitud y 28.5 cm de circunferencia y así se conserva hasta el parto. El cu no recupera sus dimensiones primitivas después de cada embarazo y por lo tanto es más voluminoso en vacas multigestas (22).

Existen algunos estudios del cu de cruzas cebú-suizo en las que al hacer la transferencia de embriones se encontró que, en 56 vacas de un total de 260 (21.5%) no fue posible introducir el catéter a través del canal cervical - (42).

En ganado Santa Gertrudis (cruza que tiene 3/8 de cebú y 5/8 de shorthorn) se examinaron 232 vacas, de las cuales - resultaron 29.0% con cu cilíndrico y 71% cónico, al determinar el porcentaje de preñez en relación a la forma del cu se observó que en las vacas con cuello uterino cilíndrico fue - de 91.0% y de 70% en las que era cónico (101); en el mismo tipo de ganado, el cu mide más de 20.0 cm de largo (9). En - un estudio antemortem se indica que el diámetro del cervix uteri en ganado Santa Gertrudis y Santa Gertrudis cruzado, midió  $5.7 \pm 0.01$  cm en el primero y en el segundo  $3.0 \pm 0.1$  cm (101), en otro grupo de 38 vacas Santa Gertrudis examina - das post-mortem los diámetros anterior y posterior fueron - de  $2.7 \pm 0.1$  y  $4.7 \pm 0.2$  cm respectivamente (101). En la -- misma raza se describe que a medida que la edad avanza de - 1 a 6 o más años, el cu cilíndrico es menos frecuente, mien - tras que el cónico se incrementa (101).

En ganado brahman cruza y en Santa Gertrudis, el cer - vix uteri puede presentar una marcada hipertrofia y llegando a medir 10.0 a 15.0 cm de diámetro y 15.0 a 20.0 cm de - longitud (41).

Histológicamente la túnica mucosa presenta un epitelio simple columnar (epithelium simplex columnare) y una lámina propia (lamina propria mucosae). El epitelio que reviste a la mucosa está integrado por células columnares, mezcladas con algunas globulares secretoras. Este epitelio se modifi - ca gradualmente y hacia el ostium caudal aumenta su longi - tud y la producción de moco, este es abundante y fluido du -

rante la época de celo y escaso y denso en la preñez (26, - 54, 55, 102). Las glándulas secretoras de moco cervical son holócrinas, semejantes a las del cuerpo uterino (41, 46).

La mucosa forma altos pliegues primarios con pliegues secundarios y terciarios de los que se describen 4 circulares y de 15 a 25 longitudinales, que se distienden durante el parto. De acuerdo con diversos autores la mucosa es más bien semiglandular (22, 43, 55, 102) y describe una submucosa fusionada normalmente a la lámina propia (52,53), la cual está formada por tejido conectivo denso irregular (textus connectivus collagenosus compactus) que durante el estro se edematiza y asume una estructura areolar laxa (textus connectivus collagenosus laxus). Entre el tejido conectivo existen algunos manojos de fibras nerviosas ligeramente mielinizadas o no mielinizadas y cerca del ostium cranial hay fascículos sensitivos (54, 55, 109).

La túnica muscular bien desarrollada presenta una capa interna de fibras musculares lisas circulares y otra externa de fibras longitudinales, entre ambas hay una capa media vascular (stratum vasculosum). Las fibras musculares circulares están dispuestas en haces más bien espiralados - unidos por fibras transversales conjuntivo-elásticas que conforman un fuerte esfínter circular, responsable de regular la abertura del canal cervical; las fibras longitudinales de la capa de fibras muscular externa, también se disponen en espiral y se alternan con capas de fibras de tejido conjuntivo, esto le proporcionan al cervix una consistencia

de dureza que no tienen ni el útero ni la vagina. Durante el parto este tejido conectivo denso se hace considerablemente laxo. La porción intravaginal del cervix uteri está constituida principalmente por la capa muscular circular. Las capas musculares del cu se continúan con la del útero y las de la vagina (22, 26, 30, 31, 43, 54, 55, 102, 109).

La túnica serosa está integrada por tejido conectivo laxo y una cubierta mesotelial (54, 55).

Wordinger R.V. (112) en un estudio del epitelio simple columnar de la túnica mucosa del cu del novino describe que durante el diestro hay células ciliadas con citoplasma eosinófilo y núcleo central.

Con la aplicación de un progestágeno se observó un aumento en la talla de las células epiteliales simples columnares del cu (111).

Fosang A.V. describe mayor concentración de colágena en el cu de ovinos durante la preñez, con una disposición desordenada (34).

En ganado Bos taurus durante las etapas del ciclo estral se han observado una serie de modificaciones de la mucosa cervical; en el estro el epitelio tiene células altas y células pequeñas basales, en la lámina propia se observa edema y aumen o en la longitud de los vasos (52). En metaestro muchas células están completamente destruidas; sus núcleos y el contenido citoplasmático permanecen en la luz cervical. Las primeras células que vierten su secreción mucosa son de las de los ápices de los pliegues y posterior--

mente lo hicieron las del fondo de las criptas. En diestro el epitelio es bajo y con poco moco, los núcleos epiteliales son pequeños y picnóticos y la lámina propia compacta.

En el proestro las células epiteliales son altas y -- llenas de moco, las del tejido conectivo tienen una longi-- tud mayor y sus núcleos se tiñen débilmente (52, 61).

Entre las células del tejido conectivo del cervix -- uteri se encuentran los eosinófilos (Granulocytus acidophilicus) y las células cebadas (Granulocytus basophilicus -- textus).

La cantidad de eosinófilos varía en el torrente circulatorio de las diferentes especies domésticas. En el ganado bovino el porcentaje en relación con el total de leucocitos es de 5.0 a 8.8 (35, 109). El citoplasma de los -- eosinófilos contiene abundantes gránulos voluminosos, re-- fringentes que en frotis bien teñidos son rojos o anaranjados (47, 78, 80). Los eosinófilos se originan de la médula ósea, el desarrollo completo en este órgano requiere de algunas horas hasta 6 días (4, 7, 12, 98, 114); la vida media en la circulación es de 8 a 12 horas mientras que a nivel tisular es de 22 horas (20, 107). Fuera de la médula ósea el mayor volumen de eosinófilos tisulares se localiza en el tejido conectivo laxo, por debajo de las superficies epiteliales expuestas al medio ambiente, como son las paredes del tracto gastrointestinal, la piel, los pulmones, el tracto urinario inferior, los genitales externos y el útero; es decir estas células se ubican en los sitios que ---

actúan como puerta de entrada a agentes extraños y es en estos sitios donde ejercen su función de defensa del organismo (59, 68, 88, 114).

La relación entre el número de eosinófilos residentes en los tejidos y los presentes en la sangre periférica se ha estimado en: 100:1 en el humano, 200:1 en la rata y - 300:1 en el cayo (114). El destino final y la eliminación de los eosinófilos tisulares se desconoce, sin embargo muchas células se expulsan en las secreciones y excreciones - de los tractos respiratorio y gastrointestinal, estas células son destruidas durante la degranulación y por fagocitosis (24, 106, 114).

Las células cebadas fueron descritas por primera vez por Ehrlich, quien les atribuyó una función de alimentar o cebar (59). Su forma general es ovoide, con núcleo central ovoide y pálido. El citoplasma tiene abundantes gránulos de 0.2 a 0.8 micrómetros de diámetro que pueden enmascarar parcial o totalmente al núcleo (5, 47, 59, 109). El origen de las células cebadas se atribuye al tejido mieloide, linfóide, a células mesenquimatosas del tejido conectivo e inclusive a monocitos y pericitos. En términos generales se puede afirmar que las células cebadas se originan de células - progenitoras localizadas en el tejido hematopoyético fetal que durante la vida prenatal se distribuye en distintos órganos donde dan lugar a las precursoras de las células cebadas (23, 56, 57, 62, 113). Se describen 2 tipos de células cebadas: las mucosales y las del tejido conectivo; las pri-

meras, localizadas debajo del epitelio de revestimiento de aparatos como el respiratorio, digestivo y urogenital; las segundas, en el resto del tejido conectivo y con mucha a -- frecuencia asociadas a vasos sanguíneos pequeños (27, 58, 109). La vida media de la célula cebada oscila entre meses y años (5). En estas células se han identificado receptores para IgE e IgG (49, 64, 104).

Existe una relación muy estrecha entre los eosinófilos y las células cebadas. Las células cebadas por un mecanismo mediado por IgE liberan una gran cantidad de sustancias que provocan diversos cambios funcionales a nivel de la musculatura lisa bronquial y de los vasos sanguíneos, -- también ejercen un efecto quimiotáctico sobre algunas células sanguíneas entre las que se encuentran los eosinófilos (6, 23, 44, 64, 78, 89, 90, 96), los cuales al llegar al si tío de degranulación de las células cebadas, eliminan enzimas que destruyen casi todos los factores liberados por --- ellas (10, 56, 77, 99, 105).

En 36 órganos de vacas y cerdos se cuantificó la población de eosinófilos encontrándose cifras que oscilaban entre 0 a 1500 por  $\text{mm}^2$ ; el mayor número se encontró en el intestino delgado (88, 114). Lo mismo sucede con los eosinófilos intestinales y los de diferentes órganos, razón por la cual se pensó que existe una relación numérica y funcional entre los eosinófilos y las células cebadas (114).

Al cuantificar los eosinófilos en el útero de rata -- en todas las etapas del ciclo estral , se determinó que

el mayor número está presente durante el estro y el menor - en el metaestro y la preñez (11, 15, 73, 88, 114). De igual manera las células cebadas, en el útero de 33 vacas para -- abasto, fueron más escasas durante el estro. Estos hallazgos indican que la degranulación de células cebadas tiene - lugar durante el estro y que la eosinofilia puede ser una - respuesta temporal y fisiológica a la liberación de substan- cias químiotácticas presentes en las células cebadas (25, 88, 114).

También en el hámster sirio se ha determinado una variación numérica durante el ciclo estral, encontrándose menor cantidad durante la ovulación. Asimismo se observó una disminución significativa del 10. al 40. día de la gestación (17, 19, 33, 63). En ratas la mayor cantidad de células cebadas se ha observado en etapa de metaestro y declina hasta en un 50% en proestro. Con la aplicación de estradiol 17B a ratas ovariectomizadas disminuye el número hasta en - un 74% por abajo del control y a la aplicación de progesterona seguida de estradiol declinan hasta en un 87%. En el - caso de ratas de campo no se ha observado variación significativa en el número de células cebadas dentro del endometrio durante los primeros 4 días post coito (18, 40, 67). Estudios realizados para determinar el número de células - cebadas en órganos como el intestino en ratas, demuestran - que existe una mayor cantidad de éstas durante la preñez que durante el ciclo estral (91).

Las hormonas estrogénicas también influyen en la mu--

jer y el cobayo provocando una degranulación de las células cebadas presentes en el miometrio (114).

El moco cervical tiene vital importancia durante el ciclo reproductivo de la vaca ya que entre otras tiene la función de facilitar la penetración del espermatozoide durante la inseminación natural o artificial, así como la de impedir el paso de bacterias hacia el útero (26, 74, 85, 94, 100, 110, 115).

El revestimiento epitelial del cervix uteri se ha considerado en conjunto como una enorme glándula holócrina (28, 43, 46, 102) y la regulación de las secreciones depende de la concentración de las hormonas gonadales (16, 21, 24, 39, 83, 84), de tal manera que la cantidad y consistencia del moco cervical varía de acuerdo a la etapa del ciclo reproductivo en que se encuentre el animal; durante el estro, en el que dominan los estrógenos, es abundante y fluido, éstas y otras de sus características biofísicas regulan la penetración del espermatozoide, acción que se realiza solamente cuando la secreción mucosa es baja en viscosidad y sus filamentos están orientados paralelamente (13, 14, 41, 75, 81, 92) y en frotis de moco desecado se puede apreciar que cristaliza en forma de helecho. A la segunda mitad del ciclo, cuando la concentración de progesterona es mayor, el moco es espeso, viscoso y adherente (1, 26, 69, 102, 109) y durante la preñez forma un tapón mucoso sumamente espeso, el cual aumenta paulatinamente con nuevas secreciones hasta originar una cuerda dura y elástica, de color ám-

bar que se adhiere a la cola de la vaca (32, 55, 69, 76).

Mediante técnicas histoquímicas se han determinado en el epitelio cervical la distribución de sulfomucinas y sialomucinas (53), la presencia de sustancias sulfatadas y no sulfatadas (103) y la distribución de material PAS positivo en el epitelio cervical de ganado cebú durante el ciclo estral (81).

El aparato reproductor de la vaca sufre cambios morfológicos y macroscópicos durante el ciclo estral, el cual -- está dividido en 2 etapas: la estrogénica y la luteínica. La primera a su vez se subdivide en el proestro y el estro y la segunda en el metaestro y el diestro.

El proestro corresponde a los últimos 3 o 4 días del ciclo y se caracteriza por el inicio de la degeneración -- del cuerpo amarillo y el crecimiento de los folículos ováricos, que empiezan a protruir en la superficie ovárica y el epitelio cervical a producir moco (32, 46, 66, 69). El estro por cuestiones prácticas se toma como el inicio del ciclo y comprende las primeras 14 a 18 horas del mismo, durante él, en alguno de los ovarios hay un folículo maduro de -- aproximadamente 2.0 cm de diámetro que sobresale en la superficie ovárica; la secreción cervical es abundante, cristalina y fluye a través de la vulva notablemente congestionada. El metaestro se presenta durante los 3 o 4 días posteriores al estro; en el curso de las primeras 16 horas de esta fase ocurre la ovulación y el folículo roto se transforma en un cuerpo hemorrágico, la secreción cervical que era

crystalina y abundante se torna viscosa, frecuentemente teñida con estrías sanguinolentas y fluye en menor cantidad. El diestro es el período más largo, dura aproximadamente 15 días; durante esta fase el cuerpo hemorrágico se transforma en un cuerpo amarillo que mide 2.0 a 2.5 cm de diámetro, el canal cervical se cierra, su mucosa es pálida, poco húmeda y prácticamente cesa la secreción de moco (22, 26, -- 109).

Entre las razas de Bos taurus y Bos indicus existen variaciones en la longitud del ciclo estral; por ejemplo - en Bos taurus lechero, tiene una duración de  $21 \pm 2$  días, mientras que en razas cebuinas es de aproximadamente 30 -- días (26, 38, 113).

La fisiología de la reproducción es una de las ciencias biológicas que ha tenido un rápido desarrollo en la última década, sin embargo todavía falta mucho camino por recorrer. Por una parte se pretende encontrar vías socialmente aceptables para reducir la capacidad procreadora humana, limitando la "explosiva demográfica" mundial y por otra, se lucha por mantener altos los niveles reproductores de los animales domésticos para proporcionar una nutrición adecuada a la población humana en rápida expansión (8, 32).

El papel del morfológico veterinario es el de llevar a cabo investigación básica encaminada a esclarecer aspectos de índole anatómico, histológico, citológico y embriológico, aplicables a la práctica médica o zootécnica.

Las investigaciones que se han llevado a cabo a nivel de cervix uteri, como se ha hecho notar, se han realizado en razas puras de las especies Bos taurus y Bos indicus, y en algunas cruza bien caracterizadas, en las cuales se describen diferencias morfológicas de este órgano, mientras -- que en el ganado cruzado; que es el que predomina en nuestro país; hay muy poca información. Asimismo las técnicas -- que se aplican en reproducción bovina tales como la I.A., -- la transferencia de embriones y la sincronización del ciclo estral se han desarrollado en países europeos y en los Estados Unidos de Norteamérica, utilizando ganado altamente seleccionado de las razas de Bos taurus, de tal manera que al extrapolar esas técnicas al ganado mexicano el rendimiento es más bajo que el esperado (36, 99). Dichas técnicas y --- otras que se implementan serán plenamente explotadas en México cuando se sustenten en estudios básicos plenamente validados o desarrollados en nuestro país (35).

Considerando las diferencias morfológicas del cervix uteri en ambas especies que dan origen a la cepa criollo-cebú de la baja tasa de fertilidad y conociendo que son muy pocas las investigaciones morfológicas realizadas en el cervix uteri de este tipo de ganado, el propósito del presente trabajo es:

"Determinar la morfología macroscópica y microscópica del cervix uteri del ganado bovino criollo-cebú en diferentes etapas del ciclo estral y durante la gestación".

## HIPOTESIS

"Las características anatómicas del cu de los bovinos criollo-cebú son semejantes a alguno de sus progenitores, - asimismo estas características varían en las diferentes -- etapas reproductivas".

"La cantidad de células cebadas y eosinófilos en la mucosa del cu de ganado bovino criollo-cebú, varía en las - diferentes etapas reproductivas del animal".

"El tipo y cantidad de mucopolisacáridos presentes en la mucosa del cu de ganado bovino criollo-cebú son simila-- res a la de sus progenitores, en las diferentes etapas re-- productivas".

"La altura del epitelio del cervix uteri de ganado -- criollo-cebú en las diferentes etapas reproductivas del animal y la organización histológica del cu del ganado bovino-criollo-cebú es similar a la de sus progenitores".

## MATERIAL Y METODOS

Durante el estudio morfológico del cervix uteri se analizaron sus características anatómicas, se cuantificó el número de células cebadas y eosinófilos y se practicaron -- técnicas histológicas e histoquímicas, todas ellas se aplicaron en piezas obtenidas de animales en las etapas estrogénica, luteínica y en el primer, segundo y tercer trimestre de gestación.

El estudio anatómico consistió en determinar los diámetros anterior y posterior así como la longitud del cu, el grado de penetración de una pipeta de inseminación artificial y la configuración del canal cervical.

El estudio de cuantificación celular consistió en determinar el número de células cebadas y eosinófilos que había por  $\text{mm}^2$  de mucosa del cervix uteri de ganado bovino -- criollo-cebú.

El estudio histoquímico consistió en la localización de mucosubstancias ácidas, sulfatadas y sensibles a la hialuronidasa en epitelio del cu de ganado bovino-criollo-cebú.

El estudio histológico consistió en la medición de la altura del epitelio de la mucosa del cu, en observar la distribución de fibras colágenas y elásticas, así como en la descripción de las características generales de la mucosa, en el mismo tipo de ganado.

Se utilizaron un total de 845 cervix uteri los cuales quedaron distribuidos como lo indica el cuadro 1.

CUADRO 1

Cantidad de cu utilizados para cada estudio y su distribución por etapas reproductivas

| Estudio   | Estrogénica | Luteínica | Primer trimestre<br>de gestación | Segundo trimestre<br>de gestación | Tercer Trimestre<br>de gestación | Subtotal |
|---|-------------|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------|
| Para medición de longitud y diámetro  | 51          | 144       | 100                              | 102                               | 51                               | 448      |
| Para determinación del grado de penetración de la pipeta de inseminación artificial | 43          | 85        | 51                               | 18                                | 34                               | 231      |
| Para determinación de la configuración del canal cervical                           | 15          | 32        | 16                               | 18                                | 25                               | 106      |
| Para la cuantificación de células cebadas y eosinófilos                             | 7           | 7         | 7                                | 7                                 | 7                                | 35       |
| Para el estudio histológico e histoquímico  | 5           | 5         | 5                                | 5                                 | 5                                | 25       |
| TOTAL   |             |           |                                  |                                   |                                  | 845      |

Los métodos de trabajo variaron de acuerdo al estudio a realizar. Sólo la determinación de la etapa reproductiva - tuvo un solo patrón, así como el tiempo de recolección de la muestra el cual fue 15 minutos después del sacrificio del animal,

Las etapas reproductivas se determinaron con base en la morfología ovárica, uterina y fetal. Se consideró en etapa --estrogénica a los aparatos reproductores que en sus ovarios tenían folículos y uno de ellos con diámetro entre 1.0 a 2.0 cm y cuerpos amarillos menores de 1.0 cm; en etapa luteínica cuando en alguno de sus ovarios había un cuerpo amarillo de 1.5 a 2.0 cm de diámetro y folículos menores de 1 cm, la determinación de estas etapas se complementó con el examen del útero y vagina.

La determinación de las etapas de gestación se hizo en base a la longitud cráneo-caudal del feto; correspondiendo - al primer trimestre de gestación cuando el feto medía menos de 15.0 cm, al segundo cuando medía entre 20.0 y 40.0 cm y - al tercero cuando la longitud era mayor de 45.0 cm (66,102).

La medición de longitud y diámetro de cada uno de los cervix uteri se llevó a cabo con un calibrador; los diáme---tros anterior y posterior se obtuvieron a la altura de los orificios respectivos del cu y la longitud se midió en línea recta desde el orificio anterior al posterior. Fotografía 1.

Para medir el grado de penetración de una pipeta de --inseminación artificial ésta se introducía sin forzar la penetración hasta encontrar resistencia, entonces se sacaba y

con la misma pipeta se medía externamente hasta qué tercio - del cu había penetrado.

Para determinar la configuración del canal cervical, se disecó cada uno de los cu longitudinalmente por la pared ventral, se extrajo el moco cervical, se rellenó el canal -- cervical con yeso, se dejó una hora a que fraguara y en se-- guida se extrajo el molde así obtenido.

Para la cuantificación celular de cada cuello uterino se recolectaron a su vez una muestra de cada uno de los -- tercios, éstas se fijaron en glutaraldehído al 3.5% durante 24 horas, y se procesaron para ser incluidas en parafina; - de cada muestra se hicieron 2 cortes de 5 micras cada uno, se tiñeron uno con azul de toluidina y otro con giemsa. En los cortes teñidos se contó el número de células cebadas y eosinófilos que había por  $\text{mm}^2$  de mucoso, utilizando con una retículo Zeiss para ocular y con el objetivo 40X, la cuanti-- ficación se hizo por un método de doble ciego.

Para el estudio histoquímico e histológico la recolec-- ción de muestras fue igual al caso anterior, salvo que se - usó formol al 10% amortiguado. De cada muestra se hicieron 7 cortes de 5 micras cada uno, los cuales de tiñeron con -- los siguientes colorantes: con azure A a pH2 para la identi-- ficación de mucosubstancias sulfatadas; azure A a pH4 para la identificación de ácido hialurónico, azure A a pH4 adi-- cionando hialuronidasa para identificación de substancias - susceptibles a esta enzima, la tinción de hierro coloidal -

para mucosubstancias ácidas y finalmente la de masson, verchhoff y hematoxilina-eosina para identificación de fibras - colágenas, elásticas y para llevar a cabo la medición de la altura del epitelio respectivamente (50, 60, 79).

Los cálculos estadísticos se realizaron con la prueba t de Student y por medio del análisis de varianza (70, 72, 86).

## RESULTADOS ANATOMICOS

Las medias aritméticas y error estandar de los diámetros anterior y posterior así como las de las longitudes se encuentran expresadas en el cuadro 2 y en las gráficas 1 y 2.

Los cálculos estadísticos realizados mediante el análisis de varianza entre los diámetros anterior, posterior y entre la longitud cervical en las 5 etapas estudiadas, revelan que existen diferencia estadística significativa ( $P < 0.05$ ).

En el cuadro 3 se encuentra expresado el grado de penetración de la pipeta dentro del canal cervical en cada una de las etapas mencionadas.

La configuración del canal cervical puede observarse en las figuras 1, 2, 3 y 4; la de la figura 1A se observó en el 20.0% de los cu; la de la figura 1B en el 40.0% la cual muestra una inclinación hacia la izquierda en su tercio anterior, que varió de  $5^\circ$  a  $40^\circ$ ; la de la figura 1C se observó en el 30.0% la cual muestra una inclinación hacia la derecha en su tercio anterior, que varió de  $5^\circ$  a  $45^\circ$ , fotografía 2 derecha.

En la figura 2 se muestra un tipo de cu con un saco ciego situado hacia la derecha en el caso A y hacia la izquierda en el caso B, fotografía 2 izquierda que se encontraron en un 30% el primero y el segundo en el 20%.

En las figuras 3 y 4 se observa la dirección de penetración de la pipeta en el canal cervical en su porción posterior, el tipo de la figura 3A se presentó en el 50% de los cu y los de las figuras 3B y 3C en el 5% de los casos cada -

una, la primera con dirección hacia la izquierda y la segunda con dirección hacia la derecha; la estructura de la figura 4A se observó en el 15% de los casos, la cual muestra -- una dirección de penetración dorsal; la de la figura 4B se presentó en el 25% y tenía una dirección de penetración ventral.

CUADRO 2

| MORFOMETRIA POST MORTEM DE CERVIX UTERI EN BOVINOS<br>CRIOLLO-CEBU |  |   |                              |     |
|--|--|---|------------------------------|-----|
| ETAPA<br>REPRODUCTIVA  | DIAMETRO<br>ANTERIOR<br>$\bar{x} \pm EE^*$ | DIAMETRO<br>POSTERIOR<br>$\bar{x} \pm EE$ | LONGITUD<br>$\bar{x} \pm EE$ | N   |
| ESTROGENICA  | 3.45 $\pm$ 0.18                            | 5.10 $\pm$ 0.20                           | 8.49 $\pm$ 0.41              | 51  |
| LUTEINICA  | 4.16 $\pm$ 0.19                            | 5.87 $\pm$ 0.12                           | 10.91 $\pm$ 0.27             | 144 |
| PRIMER<br>TRIMESTRE<br>DE<br>GESTACION                             | 3.50 $\pm$ 0.08                            | 5.39 $\pm$ 0.11                           | 10.31 $\pm$ 0.26             | 100 |
| SEGUNDO<br>TRIMESTRE<br>DE<br>GESTACION                            | 3.59 $\pm$ 0.10                            | 5.75 $\pm$ 0.11                           | 11.55 $\pm$ 0.27             | 102 |
| TERCER<br>TRIMESTRE<br>DE<br>GESTACION                             | 4.62 $\pm$ 0.18                            | 6.53 $\pm$ 0.25                           | 13.52 $\pm$ 0.47             | 51  |

\*  $\bar{x} \pm EE$  = promedio  $\pm$  error estandar.  $P < 0.05$

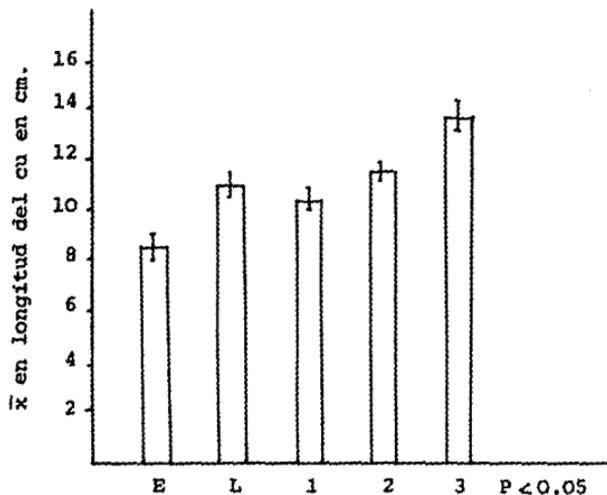
CUADRO 3

| ETAPA REPRODUCTIVA | UNICAMENTE TERCIO POSTERIOR<br>% | HASTA EL TERCIO MEDIO<br>% | HASTA EL TERCIO ANTERIOR<br>% | N  |
|--------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------------|----|
| ESTROGENICA        | 2.45                             | 65.00                      | 32.55                         | 43 |
| LUTEINICA          | 11.76                            | 58.80                      | 29.41                         | 85 |
| 1º TRIMESTRE       | 7.84                             | 67.30                      | 25.49                         | 51 |
| 2º TRIMESTRE       | 16.66                            | 66.66                      | 16.66                         | 18 |
| 3º TRIMESTRE       | 11.76                            | 53.00                      | 35.29                         | 34 |

Grado de penetración de la pipeta de inseminación artificial dentro del canal cervical de bovinos criollo-cebí en etapas estrogénicas, luteínicas, primer, segundo y tercer trimestre de gestación.

N = número de cervix uteri estudiados

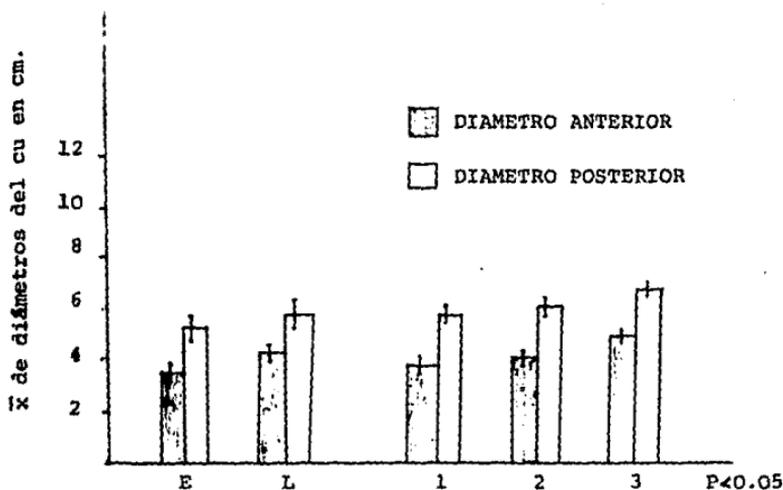
GRAFICA 1



LONGITUD DE CUELLOS UTERINOS DE BOVINOS  
CRIOLLO-CEBU EN ETAPAS ESTROGENICA (E),  
LUTEINICA (L), PRIMER (1), SEGUNDO (2) Y  
TERCER (3) TRIMESTRE DE GESTACION.

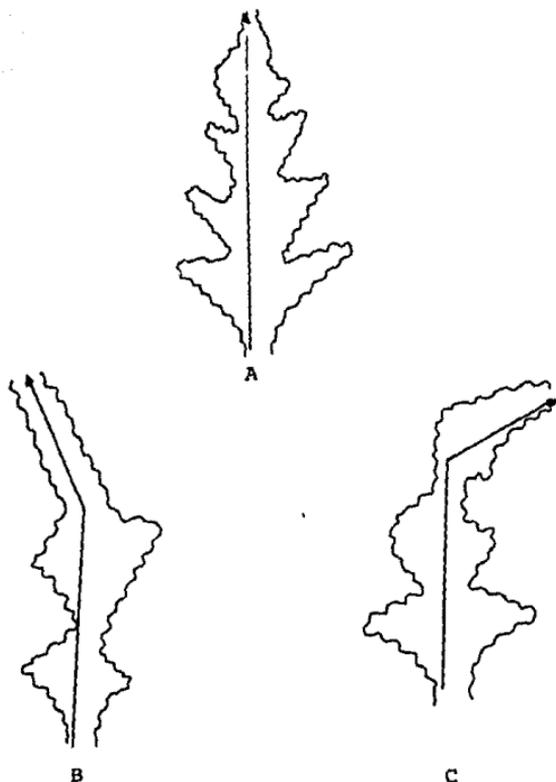
$\bar{x} \pm EE = \text{PROMEDIO} \pm \text{ERROR ESTANDAR}$

GRAFICA 2



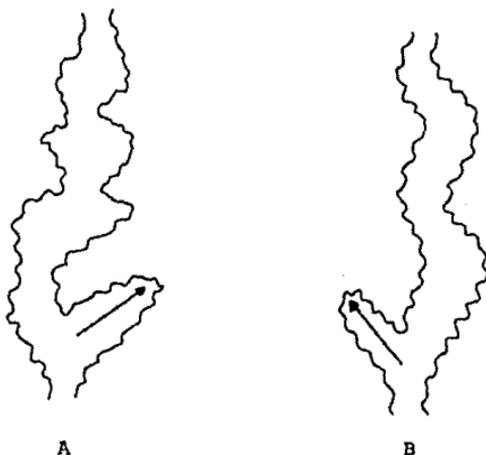
DIAMETROS ANTERIOR Y POSTERIOR DE CUELLOS UTERINOS DE BOVINOS CRIOLLO-CEBU EN ETAPA ESTROGENICA (E), LUTEINICA (L), PRIMER (1), SEGUNDO (2) Y TERCER (3) TRIMESTRE DE GESTACION.  
 $\bar{x} \pm EE$  = PROMEDIO  $\pm$  ERROR ESTANDAR.

FIGURA 1



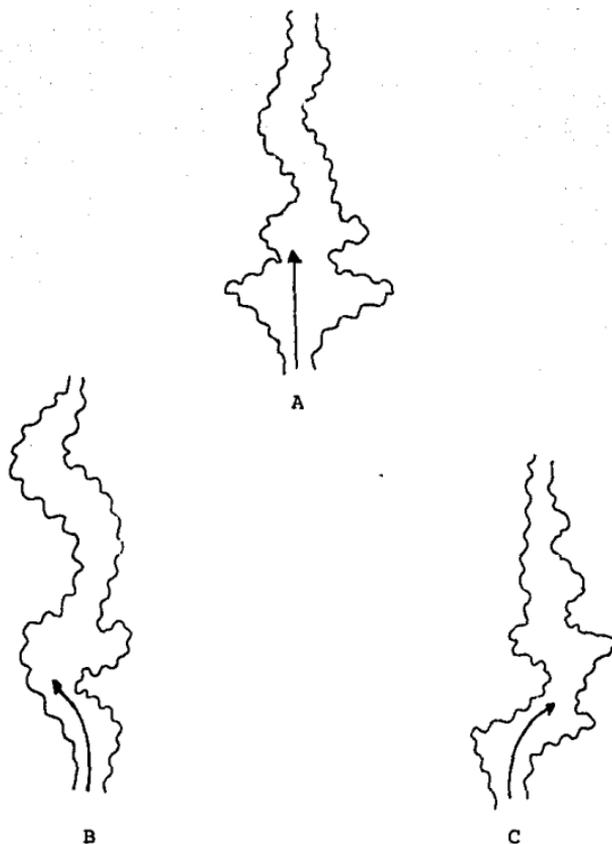
FIGURAS QUE MUESTRAN LA CONFIGURACION DEL CANAL CERVICAL EN SU TERCIO ANTERIOR, LA FIGURA A CONSIDERADA DENTRO DE LO NORMAL SE PRESENTO EN EL 20%, LA B EN EL 40% Y LA C EN EL 30% DE LOS CU, EL 10% RESTANTE NO REPRESENTADO TUVO SU TERCIO ANTERIOR EN DIRECCION DORSAL O VENTRAL.

FIGURA 2



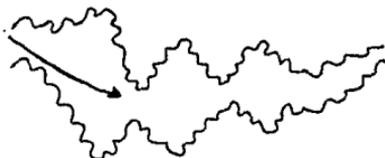
FIGURAS DE CANALES CERVICALES EN LOS QUE SE MUESTRAN SACOS CIEGOS EN LA POSICION DE LAS FLECHAS, LA FIGURA A SE OBSERVO EN EL 30% DE LOS CU Y LA B EN EL 20%.

FIGURA 3



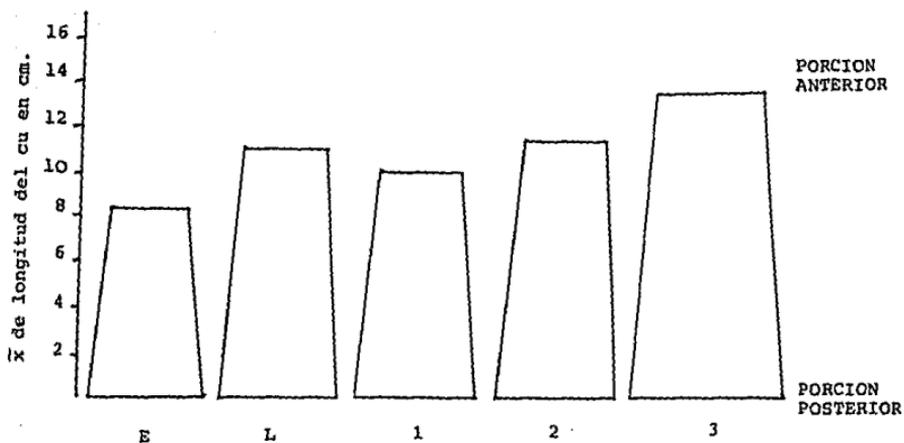
FIGURAS DE CANALES CERVICALES EN LOS QUE SE MUESTRA SU DIRECCION DE PENETRACION EN EL TERCIO POSTERIOR, EN LA FIGURA A LA PENETRACION ES DIRECTA, EN LA B HACIA LA IZQUIERDA Y EN LA C HACIA LA DERECHA, CON PORCENTAJES DE PRESENTACION DE 50%, 5% y 5% RESPECTIVAMENTE.

FIGURA 4



FIGURAS DE CANALES CERVICALES EN LOS QUE SE MUESTRA SU DIRECCION DE PENETRACION EN SU TERCIO POSTERIOR, EN LA FIGURA A LA DIRECCION ES DORSAL, EN LA B VENTRAL, CON PORCENTAJES DE PRESENTACION DE 15% y 25% RESPECTIVAMENTE.

FIGURA 5



FORMA EXTERNA DE LOS CUELLOS UTERINOS DE VACAS CRIOLLA-CEBU EN ETAPAS ESTROGENICA (E), LUTEINICA (L), PRIMERO (1), SEGUNDO (2) Y TERCER (3) TRIMESTRE DE GESTACION.  $\bar{x}$  = promedio

FOTOGRAFIA 1



En la que se muestra la forma en que se  
midió el diámetro anterior del cu.

## FOTOGRAFIA 2



En la que se muestran 2 cu, el del lado derecho con curvatura hacia la derecha del tercio craneal, y el del lado izquierdo con dirección de penetración hacia la izquierda.

## RESULTADOS HISTOLOGICOS

La mucosa está constituida por pliegues primarios los que a su vez están conformados por pliegues secundarios y entre éstos se localizan las criptas.

Los resultados de las mediciones en um de la altura del epitelio a nivel de las criptas y vértices de pliegues secundarios, en etapas estrogénica y luteínica, se pueden observar en el cuadro 8. Los datos muestran diferencia estadística entre la altura del epitelio de las criptas y los vértices ( $P < 0.05$ ). Existe asimismo una diferencia estadística significativa entre los vértices del tercer medio, entre los vértices del tercio posterior y entre las criptas del tercio posterior, marcadas con a b y c respectivamente en el cuadro 8.

En el cuadro 9 se muestran los resultados de las mediciones del epitelio en los 3 trimestres de gestación en um, también en este caso existen diferencia estadística significativa entre la altura del epitelio de las criptas y el de los vértices ( $P < 0.05$ ).

Asimismo existe diferencia significativa a nivel de las criptas del tercio medio entre el segundo y tercer trimestre de gestación ( $P < 0.05$ ).

La distribución de fibras colágenas se observó de la siguiente manera: en etapa estrogénica a nivel de los 3 tercios del cu el corion de los pliegues primarios y secundarios estuvo constituido completamente con este tipo de fibras. En la etapa luteínica a nivel de los 3 tercios del cu

las fibras colágenas se observaron en mayor densidad en el eje central de los pliegues primarios y secundarios. En los tres trimestres de la gestación las fibras colágenas se encontraron distribuidas en todos los pliegues primarios y secundarios.

En las etapas estrogénica y luteínica las fibras elás ticas se observaron en mayor abundancia mientras que en los 3 trimestres de gestación se observaron en mucha menor cantidad.

CUADRO 8

| ETAPA<br>REPRODUCTIVA | A<br>$\bar{x} \pm EE^*$ | M<br>$\bar{x} \pm EE$ | P<br>$\bar{x} \pm EE$ |
|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|
| E                     | C 20.76 $\pm$ 0.24      | 21.15 $\pm$ 1.13      | 22.36 $\pm$ 0.84 (b)  |
|                       | V 16.72 $\pm$ 0.56      | 16.76 $\pm$ 1.07 (a)  | 14.80 $\pm$ 0.94 (c)  |
| L                     | C 20.40 $\pm$ 0.47      | 20.18 $\pm$ 1.19      | 17.92 $\pm$ 0.77 (b)  |
|                       | V 18.04 $\pm$ 0.76      | 13.71 $\pm$ 0.36 (a)  | 12.96 $\pm$ 0.92 (c)  |

Altura del epitelio de la mucosa del cu en um a nivel de las criptas (C) y vértices (V) de los pliegues secundarios, en el tercio anterior (A), medio (M) y posterior del cu de ganado bovino criollo-cebú, en etapas estrogénica (E) y luteínica (L).  $P < 0.05$  entre C y V.; se presenta también diferencia significativa  $P < 0.05$  entre a, entre b y entre c. Sin diferencia estadística significativa entre AMP.

\* = media  $\pm$  error estándar, N = 10.

CUADRO 9

| ETAPA REPRODUCTIVA |   | A                  | M                | P                |
|--------------------|---|--------------------|------------------|------------------|
|                    |   | $\bar{x} \pm EE^*$ | $\bar{x} \pm EE$ | $\bar{x} \pm EE$ |
| G <sub>1</sub>     | C | 19.98 + 1.18       | 23.25 + 1.09     | 19.50 + 1.48     |
|                    | V | 16.18 + 1.37       | 16.22 + 0.84     | 13.86 + 0.13     |
| G <sub>2</sub>     | C | 15.48 + 1.33       | 21.72 + 1.10(a)  | 19.15 + 1.70     |
|                    | V | 11.57 + 0.51       | 12.20 + 0.44     | 11.58 + 0.38     |
| G <sub>3</sub>     | C | 20.45 + 0.81       | 16.88 + 1.1 (a)  | 17.0 + 1.54      |
|                    | V | 12.95 + 0.38       | 10.96 + 0.78     | 12.37 + 0.88     |

Altura del epitelio de la mucosa del cu en um a niveles de las criptas (C) y vértices (V) de los pliegues secundarios en el tercio anterior (A), medio (M) y posterior (P) del cu de ganado bovino criollo-cebú, en el primer (G<sub>1</sub>), segundo (G<sub>2</sub>) y tercer (G<sub>3</sub>) trimestre de gestación  $P < 0.05$  entre C y V.  $P < 0.05$  en (a); sin diferencia estadística significativa entre AMP.

\* = media  $\pm$  error estandar, N = 10.

## RESULTADOS DE LA CUANTIFICACION CELULAR

Los resultados de la cuantificación total de las células cebadas en las 5 etapas estudiadas se muestran en el cuadro 5 y en las gráficas 3 y 4.

En lo que respecta a la cuantificación a nivel de los 3 tercios del cu en las 5 etapas reproductivas, se observan en los cuadros 5 y 6 y en las gráficas 5 y 6.

Los resultados de la cuantificación de eosinófilos - se muestra en el cuadro 7 y en las gráficas 7 y 8. En todos los casos se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P < 0.05$ ).

CUADRO 4

| ETAPAS REPRODUCTIVAS | $\bar{x} \pm EE^*$ |
|----------------------|--------------------|
| ESTROGENICA          | 4.66 $\pm$ 1.23    |
| LUTEINICA            | 54.42 $\pm$ 10.31  |
| 1º TRIMESTRE         | 29.23 $\pm$ 5.11   |
| 2º TRIMESTRE         | 11.19 $\pm$ 3.62   |
| 3º TRIMESTRE         | 4.43 $\pm$ 0.91    |

Número de células cebadas por  $mm^2$  en mucosa de cu de ganado bovino criollo-cebú en etapas estrogénica, luteínica, primer, segundo y tercer trimestre de gestación,  $P < 0.05$ , entre estrogénica y luteínica y entre los 3 trimestres de gestación.

\* promedio  $\pm$  error estandar. N = 21.

CUADRO 5

| ETAPA REPRODUCTIVA | A<br>$\bar{x} \pm EE$ | M<br>$\bar{x} \pm EE$ | P<br>$\bar{x} \pm EE$ |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| ESTROGENICA        | 8.0 $\pm$ 3.06        | 4.0 $\pm$ 1.51        | 2.0 $\pm$ 0.68        |
| LUTEINICA          | 82.0 $\pm$ 23.05      | 50.80 $\pm$ 17.07     | 31.80 $\pm$ 5.36      |

Número de células cebadas por  $\text{mm}^2$  de mucosa del cu en sus tercios anterior (A), medio (M) y posterior (P) por  $\text{mm}^2$  durante las etapas estrogénica y luteínica en bovinos criollo-cebú.

$P < 0.005$ ).

$\bar{x} \pm EE$  promedio  $\pm$  error estandar. N = 7

CUADRO 6

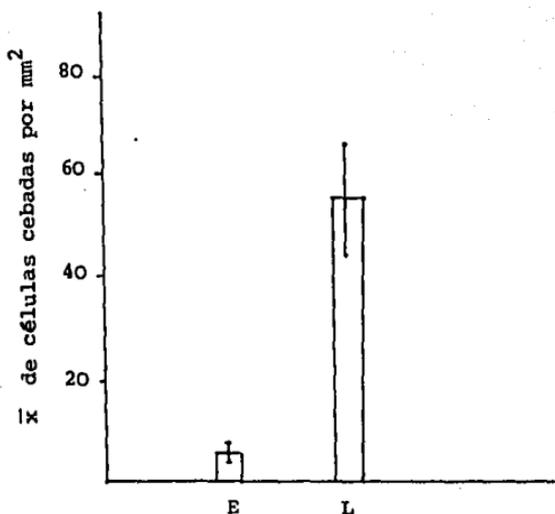
| ETAPA<br>REPRODUCTIVA | A<br>$\bar{x} \pm EE$ | E<br>$\bar{x} \pm EE$ | P<br>$\bar{x} \pm EE$ |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| PRIMER<br>TRIMESTRE   | 42.80 $\pm$ 6.93      | 29.80 $\pm$ 6.45      | 15.0 $\pm$ 4.97       |
| SEGUNDO<br>TRIMESTRE  | 15.4 $\pm$ 6.95       | 11.14 $\pm$ 5.40      | 7.0 $\pm$ 2.9         |
| TERCER<br>TRIMESTRE   | 7.0 $\pm$ 2.49        | 4.28 $\pm$ 1.60       | 2.0 $\pm$ 0.64        |

Número de células cebadas por  $\text{mm}^2$  en los tercios anterior (A), medio (M) y posterior (P) de la mucosa de cu de bovinos criollo-cebú gestantes.

$P < 0.005$ ,  $N = 7$

$\bar{x} \pm EE$  = promedio  $\pm$  error estandar.

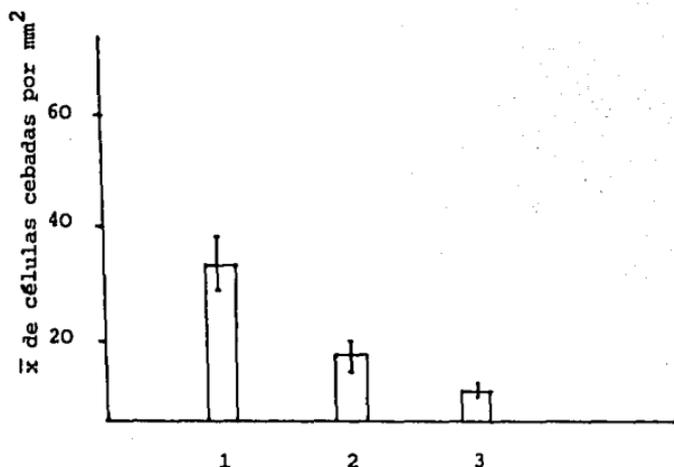
GRAFICA 3



NUMERO DE CELULAS CEBADAS POR  $\text{mm}^2$  EN MUCOSA DE CUELLO UTERINO DE GANADO BOVINO CRIOLLO-CEBU EN ETAPAS ESTROGENICA (E) Y LUTEINICA (L).

$\bar{x} \pm \text{EE}$  = MEDIA  $\pm$  ERROR ESTANDAR.  $P < 0.005$

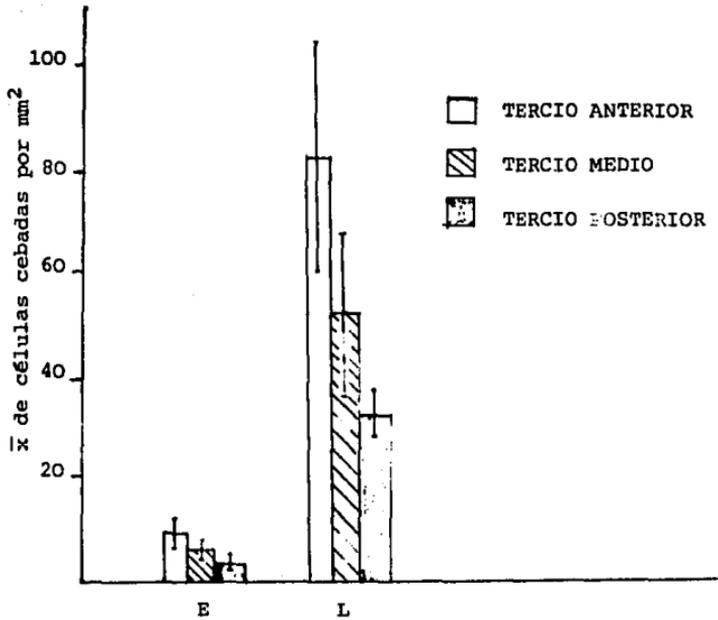
GRAFICA 4



CUANTIFICACION DE CELULAS CEBADAS POR  $\text{mm}^2$  EN MUCOSA DE CUELLO UTERINO DE BOVINOS CRIOLLO-CEBU EN PRIMER (1), SEGUNDO (2) Y TERCER (3) TRIMESTRE DE GESTACION.

$P < 0.05$   $\bar{x} \pm EE = \text{PROMEDIO} \pm \text{ERROR ESTANDAR}$ .

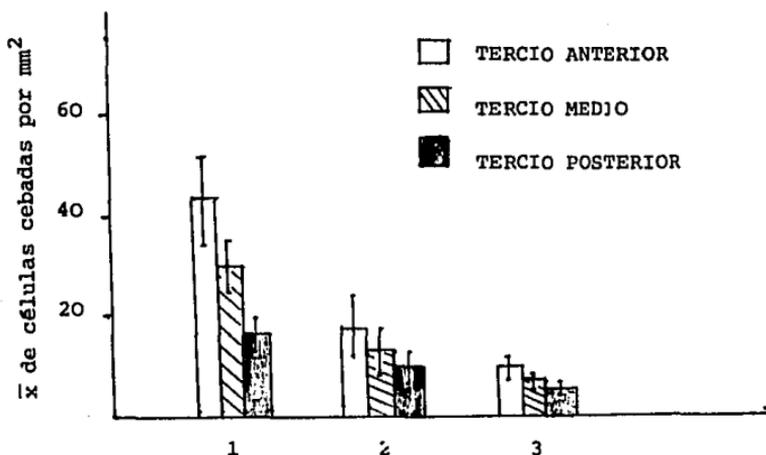
GRAFICA 5



NUMERO DE CELULAS CEBADAS POR  $\text{mm}^2$  EN MUCOSA DE CUELLO UTERINO DE BOVINOS CRIOLLO-CEBU EN TERCIOS ANTERIOR, MEDIO Y POSTERIOR EN ETAPAS ESTROGENICA Y LUTEINICA.

$\bar{x} \pm \text{EE}$  = PROMEDIO  $\pm$  ERROR ESTANDAR.

GRAFICA 6



CUANTIFICACION DE CELULAS CEBADAS POR  $\text{mm}^2$  EN LOS TERCIOS ANTERIOR, MEDIO Y POSTERIOR DE LA MUCOSA DEL CUELLO UTERINO DE BOVINOS CRIOLLO-CEBU DURANTE EL PRIMER (1), SEGUNDO (2) Y TERCER TRIMESTRE DE GESTACION.

$P < 0.05$ .  $\bar{x} \pm EE$  = PROMEDIO  $\pm$  ERROR ESTANDAR

CUADRO 7

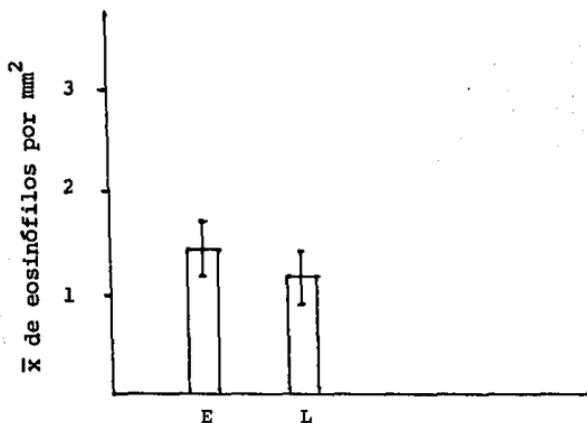
| ETAPA REPRODUCTIVA                | $\bar{x} \pm EE^*$ |
|-----------------------------------|--------------------|
| ESTROGENICA                       | 1.43 $\pm$ 0.30    |
| LUTEINICA                         | 1.14 $\pm$ 0.44    |
| PRIMER TRIMESTRE<br>DE GESTACION  | 2.29 $\pm$ 0.33    |
| SEGUNDO TRIMESTRE<br>DE GESTACION | 2.42 $\pm$ 0.47    |
| TERCER TRIMESTRE<br>DE GESTACION  | 1.00 $\pm$ 0.25    |

Número de eosinófilos por  $mm^2$  en mucosa de cu de bovinos criollo-cebú en las 5 etapas reproductivas.

N = 21 \* promedio  $\pm$  error estandar.

P < 0.05 entre segundo y tercer trimestre de gestación.

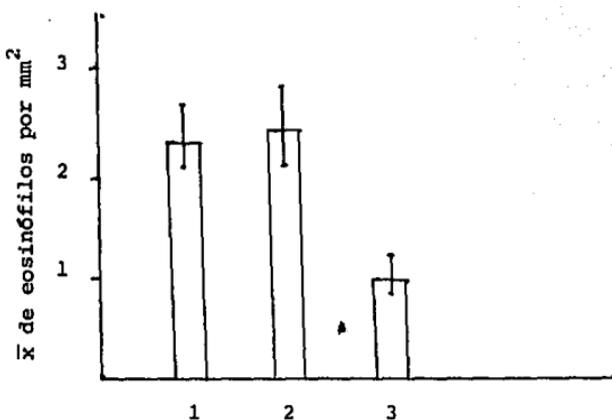
GRAFICA 7



CUANTIFICACION DE EOSINOFILOS POR  $\text{mm}^2$   
EN MUCOSA DE CUELLO UTERINO DE BOVINOS  
CRIOLLO-CEBU EN ETAPA ESTROGENICA (E)  
Y LUTEINICA (L) SIN DIFERENCIA ESTADIS  
TICA SIGNIFICATIVA.

$\bar{x} \pm EE$  = PROMEDIO  $\pm$  ERROR ESTANDAR.

GRAFICA 8



CUANTIFICACION DE EOSINOFILOS POR  $\text{mm}^2$  EN MUCOSA DE CUELLO UTERINO DE BOVINOS CRIOLLO-CEBU EN PRIMER (1), SEGUNDO (2) Y TERCER (3) TRIMESTRE DE GESTACION.

\*  $P < 0.05$ ,  $\bar{x} \pm EE$  = PROMEDIO  $\pm$  ERROR ESTANDAR.

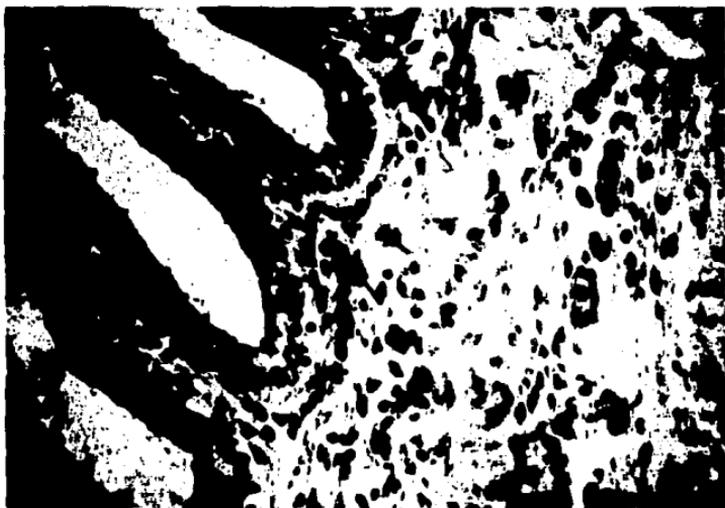
## RESULTADOS HISTOQUIMICOS

Los mucopolisacáridos sulfatados se encontraron distribuidos en el epitelio que limita los bordes laterales y apical de los pliegues secundarios de la mucosa en todas las etapas reproductivas, microfotografía 3.

Los ácidos se localizaron en mayor densidad en el epitelio situado en las criptas de la mucosa y en menor proporción en bordes laterales y apical en todas las etapas reproductivas, mostrando una menor densidad en la etapa estrogénica, microfotografía 2.

No se encontró diferencia en la coloración del contenido epitelial entre los cu teñidos con hialuronidasa y sin -- ella, en las 5 etapas reproductivas.

## MICROFOTOGRAFIA 1



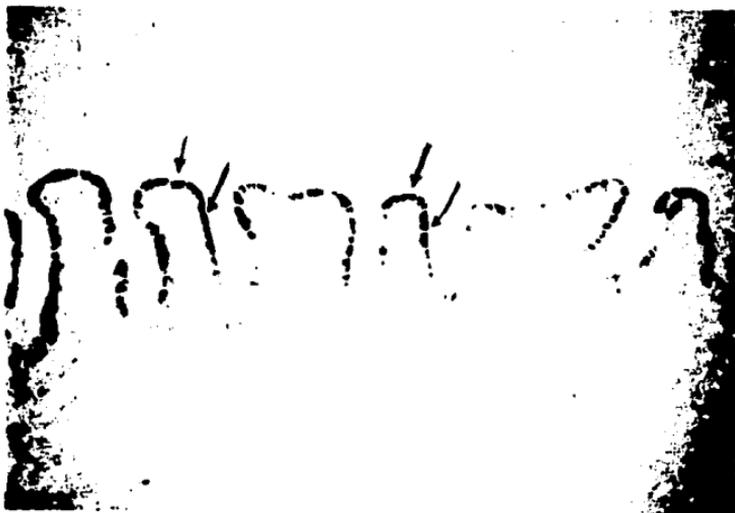
Mucosa de cervix uteri de vaca en etapa luteínica, teñida con azul de toluidina, en la que se observan 6 células cebadas, de las cuales se señalan 2 con las flechas. x 100.

## MICROFOTOGRAFIA 2



Mucosa de cervix uteri de vaca teñida con hierro coloidal donde se observan mucosubstancias ácidas en mayor densidad en el fondo de las criptas, señaladas con las flechas. x 40.

## MICROFOTOGRAFIA 3



Mucosa de cervix uteri de vaca teñida con azure A donde se observan mucosubstancias sulfatadas distribuidas en el epitelio que limita los bordes laterales y apical de los pliegues secundarios, señaladas con las flechas. x 40.

## MICROFOTOGRAFIA 4



Mucosa de cervix uteri de vaca en gestación, teñida con hematoxilina eosina, donde se observan tiras epiteliales en proceso de desprendimiento del vértice de los pliegues secundarios, señaladas con las flechas. x 100.

## MICROFOTOGRAFIA 5



Mucosa de cervix uteri de vaca teñida con hematoxilina eosina en la que se muestran glándulas tubulares compuestas en lámina propia. x 40.

## DISCUSION

Con base en las mediciones de longitud y diámetro se determina que la forma general del cervix uteri cu en este ganado es trapezoidal en todas las etapas reproductivas estudiadas pues siempre fue menor el diámetro anterior que el posterior. De acuerdo a los resultados obtenidos por Varner (1985) en vacas Bos taurus y vacas Santa Gertrudis, comparados con los obtenidos en este estudio, es probable que la morfología trapezoidal del cu que presenta el ganado criollo-cebú influya de alguna manera en la disminución de su fertilidad (65).

La configuración del canal cervical fue muy irregular, sin embargo a través de los moldes o vaciados de yeso se pudieron determinar algunas características fundamentales. En el 30% de los cu analizados el tercio anterior estaba desviado hacia la derecha y el 40% con una desviación hacia la izquierda, mientras que únicamente el 30% mostraban una configuración "normal". Estas configuraciones concuerdan con la penetración de la pipeta, lo cual se puede observar en el cuadro 3, donde se indica que del 16.66% al 35.29% de los cu les penetró la pipeta hasta el tercio anterior o sea el porcentaje de cu que no mostraban angulación anterior; resultados que no concuerdan con Hernández y col. (1984) (51), ya que ellos reportan un 75% de cu con penetración completa. Se presentó especial atención al tercio posterior del cu ya que es la primera parte de este órgano que se franquea durante la inseminación artificial y la transferen

cia de embriones; a este nivel en el 20.0% de los cu se localizó un fondo de saco hacia el lado izquierdo y en un 30% - hacia el lado derecho, característica manifiesta tal vez por el desarrollo irregular y unilateral del anillo cervical posterior. La determinación de la dirección del canal cervical desde el orificio posterior hasta la primera constricción - dada por el correspondiente anillo cervical nos muestra que únicamente en el 50% de los cu la penetración es directa, mientras que en el otro 50% la dirección del canal cervical puede ser hacia la izquierda, a la derecha, o bien ventralmente. Independientemente de la etapa reproductiva, el canal cervical mantiene su configuración puesto que el porcentaje de penetración a cada tercio se mantuvo dentro de - un margen relativamente corto en las 5 etapas reproductivas, es decir, indistintamente de que la vaca esté en estro o en tercer tercio de gestación el cu mantiene su configuración variando únicamente su longitud y diámetro. Estas diferentes características en la dirección del canal cervical presentan cierta dificultad al manejo de este órgano y consecuentemente repercuten en la tasa de fertilidad; De Alba - (1985) (26), González y Col. (42) reportan que en cu con paso difícil de la pipeta el porcentaje de gestaciones es menor. Asimismo Henrichs y Kenney (1984) (49) describen que - la configuración irregular del canal cervical facilita la retención de cuerpos extraños y consecuentemente la presentación de disfunciones.

Los resultados obtenidos sobre la cuantificación de -

células cebadas muestran concordancia con los obtenidos por Elmer (33) y Janet (17) los cuales reportan una disminución en el número de estas células durante la etapa estrogénica y gestante en ratas; de la misma manera hay concordancia con los resultados obtenidos por Gibbons (40), Janet (18) y Maraspin (67) en ratas durante el ciclo estral quienes encuentran un descenso en el número de células cebadas durante el estro y un aumento en el metaestro; Fernex (1967) citado por Anzaldúa (5), sugiere una influencia de los estrógenos en la degranulación de estas células en el miometrio del co bayo.

La cuantificación de eosinófilos aunque no tuvo una diferencia estadística significativa entre etapas estrogénica y luteínica la media fue mayor en la primera etapa, resultados que son semejantes a los de Bjersing (15) y Borgling (16).

El menor promedio de células cebadas, observadas en la etapa estrogénica y tercer tercio de gestación, tiene relación con la fisiología cervical de estos períodos ya que en ambos se sucede una edematización del CU donde tienen participación estas células por su producción de histamina; mientras que durante la etapa luteínica, período del ciclo en el que hay menor producción de moco, observamos mayor cantidad de células cebadas, debido a que estas células se encuentran en una etapa de "reposo" o de síntesis de su contenido granular y por lo mismo son fácilmente observables, microfotografía 1. La disminución en el número de células -

cebadas del tercio anterior al posterior del cu puede tener su explicación en base al grado de exposición de antígenos a lo largo de la mucosa (69); se sabe que en la medida que esta superficie es más anterior estará más protegida del -- ataque antigénico, en cambio la mucosa del tercio posterior está más expuesta y como las células cebadas tienen receptores a anticuerpos ellas tendrán mayor oportunidad de ser - degranuladas. La importancia de los eosinófilos a nivel del cu residiría en actuar como mediadores del proceso edematoso de este órgano tanto durante la etapa estrogénica como - durante la gestación.

La distribución de mucopolisacáridos ácidos concuerda con lo descrito en mujeres (Gaton 1982) y en rumiantes (Leydon 1979). Estos autores describen la presencia de mucopolisacáridos en todas las células epiteliales del cu y durante distintos estados hormonales, predominando una mayor concentración en el fondo de las criptas. Las células situadas lateral y apicalmente a los pliegues tienen los dos tipos de mucopolisacáridos, los ácidos y los sulfatados. Esta distribución celular podría estar relacionada con la localización de las mismas sustancias en el canal cervical, las cuales facilitarán el paso de los espermatozoides durante el estro (Gaton 1982). Al no encontrar diferencias entre - los cortes histológicos procesados con hialuronidasa o sin ella, se concluye que el ácido hialurónico no se encuentra presente en el epitelio cervical (115). La secreción mucosa es influenciada por las hormonas gonadales (14, 111), -

de tal manera que cuando éstas presentan alteraciones en su síntesis o no existen receptores en los órganos blanco, se afecta la secreción mucosa, por lo tanto es conveniente - realizar estudios comparativos de tipo histoquímico y cuantificación de receptores a nivel de epitelio cervical entre vacas altamente productivas e infértiles, pues la variación en la arquitectura del moco es causa de infertilidad (71, 103).

En las 5 etapas reproductivas estudiadas el epitelio de la mucosa del cervix uteri mostró una altura semejante a nivel de los tercios anterior, medio y posterior, con - excepción del menor tamaño observado en etapa luteínica y gestacional a nivel del tercio más posterior del cu. Karl (61) describe diferencia en la altura epitelial entre las etapas estrogénica y luteínica (62). En todas las etapas - reproductivas estudiadas el tamaño celular fue mayor en el fondo de las criptas que en el vértice, además durante la gestación se observaron tiras epiteliales como proyecciones de los vértices conteniendo células acidófilas y pequeñas con núcleos picnóticos, dando la impresión de un epitelio en proceso de exfoliación. Estos hallazgos sugieren un movimiento epitelial del fondo de las criptas hacia el vértice de donde se desprenden tal como ocurre en la cinética celular del intestino (109), microfotografía 4.

Algunos autores no describen glándulas a nivel del - cervix uteri de la vaca y Vatti (1980) considera que existen semiglándulas; pero en este estudio se comprueba la -

presencia de glándulas verdaderas en uno de los animales de la etapa estrogénica, microfotografía 5.

Las fibras colágenas formaron parte no sólo de la capa media del cu sino también constituyen la estructura de la lámina propia de la mucosa en todas las etapas reproductivas, lo que concuerda con lo descrito también por Fosang (34) en ovinos y Downing (30) en rata (1986). Las fibras elásticas localizadas en mayor concentración en vacas no gestantes coincide con los resultados de Ramírez V.M. y Tolsa S.J. (81), quienes las observaron en vacas Bos indicus a nivel de lámina propia del cu.

## CONCLUSIONES

- 1.- El 100% de los cuellos uterinos del ganado bovino criollo-cebú es trapezoidal.
- 2.- El 20% de los cu tienen una configuración normal del canal cervical.
- 3.- El 10% de los cu presentan dificultad para la penetración de una pipeta de inseminación artificial.
- 4.- El 72% de los cu presntan dificultad para franquear la totalidad del canal cervical.
- 5.- La altura del epitelio no varía a lo largo de la mucosa del cu.
- 6.- El epitelio es más alto en las criptas que en los vértices de los pliegues de la mucosa en todas las etapas estudiadas.
- 7.- En vacas gestantes hay desprendimiento epitelial desde los vértices de los pliegues de la mucosa hacia la luz del cu.
- 8.- Las fibras colágenas constituyen la mayor parte de la estructura de la mucosa del cu.
- 9.- Las fibras elásticas son más evidentes en cu de vacas no gestantes.
- 10.- Se observa mayor cantidad de células cebadas en etapa luteínica.
- 11.- En estro y en el último trimestre de gestación el número de células cebadas observables es mínimo.

- 12.- En etapas estrogénica y luteínica la relación de eosinófilos y células cebadas es inversa, o sea que cuando se observan menor número de las primeras aumenta el de las segundas.
- 13.- La relación inversa entre los 2 tipos de células se observa también entre el 1º y el 2º trimestre de gestación.
- 14.- La distribución de los mucopolisacáridos ácidos y sulfatados es idéntica a la observada en otros rumiantes domésticos.

## LITERATURA CITADA

1. ALFE and YVONES. Ph D.: Characteristics of donor semen and cervical mucus at the time of conception. Fertility and Sterility; 39: 3, March 1983.
2. ALVES, S.A.: Razas bovinas para la faja intertropical. Cebú, 12:4, 1986.
3. ALVES, S.A.: El Cebú. UTEHA. Méx. 1980.
4. ANTHONY, E.B. and JOHN R.D.: Eosinophil function. The new England Journal of Medicine. Jan. 15, 1981.
5. ANZALDUA, R. S. y TOLOSA S.J.: La Biología de la Célula Cebada (Estudio recapitulativo). Tesis, Fac. Med. Vet. y Zoot. UNAM. 1985.
6. ATKINS, F.M. and Metcalfe D.D.: Degradation of the heparin matrix of mast cell granules by cultured fibroblasts. J. Immunol, 131: 1420, 1983.
7. ATWAL, O.S.: Ultrastructural Features of eosinophil leucocytes of the goat J. Comp. Path., 86: 183-190, 1976.
8. AUSTIN, C.R. y SHORT R.V.: Control artificial de la reproducción. Tomo 5. La Prensa Méd. Mexicana. 1982.
9. AVILA, J.: Transplante de embriones. Cebú, 11:10, 1985.
10. BAGGIOLINI M., HONIBERGER U. and MARTIN U.: Phagocytosis of mast cell granules by mononuclear phagocytes, neutrophils, and eosinophils during anaphylaxis. Int. -

Arch. Allergy Appl. Immunol, 67: 219, 1982.

11. BAKER, A.T. and BARGMAN F.: Studies of eosinophil granulocytes III. Steroid hormones and number of eosinophils in the uterus of the mouse and rat. Acta Endocrinológica, 54: 696-702, 1967.
12. BANKS, W.J.: Histology and Comparative Organology, The William & Wilkins Company, Baltimore, 1974.
13. BEVERLY, S.C. and TIMOTHY L.K.: Temporal effects of estradiol on progesterone receptor and glycoprotein synthesis in the epithelial - stromal complex of the rabbit endocervix. Biology of Reproduction, 30:231-238, 1984.
14. BEVERLY, S.C.: Estrogen receptor in rabbit endocervical cells isolated by velocity sedimentation. Biology of -- Reproduction, 30: 231-220, 1984.
15. BJERSING, L. and BORGLING N.E.: Effect of hormones on - uterine eosinophilia in rats. Acta. Path. Microbiol. Scand, 60: 27-35, 1964.
16. BORGLING, N.E. and BJERSING L.; The pituitary and adrenal responses to administration of oestriol in gonadectomized rats. Acta Endocrinol, 38: 50, 1961.
17. BRANDON, J.M. and BIBBY M.C.A.: Study of changes in -- uterine mast cells during early pregnancy in the rat.

- Biology of Reproduction, 20: 977-80, 1979.
18. BRANDON, J.M. and EVANSS J.E.: Observation on uteri -- mast cells during early pregnancy in the vole (Microtus agrestis). The anatomical record. 208: 515-20, 1984.
  19. BRANDON, J.M. and EVANSS J.E.: Changes in uterine mast cells during the estrous cycle in the syrian hamster. The american journal of anatomy, 167: 241-47, 1983.
  20. BUTTERWORTH, A.E. and JOHN R.D.: Eosinophil function - New Engl. J. Med., 304: 154-156, 1981.
  21. CHRETIEN, F.C.: La glaire cervicale. J. Gynecol Biol. Reprod. 3: 711, 1974.
  22. CUP, P. et AGR K. H.: Les organes genitaux de la femelle zebú. Med. Vet. Pays Trop., 28: 3: 331-403, 1975.
  23. CZARNETZKI, B.M. and FIGDOR C.G.: Development of human connective tissue mast cells from purified blood monocytes. Immunology, 51: 549, 1984.
  24. DALE, D.F. and HUBERT R.T. and FAUCI A.: Eosinophil kinetics in the hipereosinophilic syndrome. J. Lab. Clin. Med., 87: 487-495, 1976.
  25. DANIEL, P., STITES M.D. and JOHN D.: Inmunología básica y clínica. Ed. Manual Moderno S.A. Méx. 1985.
  26. DE ALBA, J.: Reproducción Animal. La Prensa Méd. Mexicana, S.A. Méx. 1985.

27. DELPHINE, G.G. and MICHEL D.Y.: GERARD L.: Gut mucosal mast cell. *J. Exp. Med.*, 160: 12-28, 1984.
28. DELLMANN, H.D. and CARITHERS R.W.: Glands in the cervix uteri of the domestic goat (*capra hircus* I). *Am. J. Vet. Res.*, 29: 7, 1967.
29. DERIVAUX, J.: Reproducción de los animales domésticos. Ed. Acribia 1976.
30. DOWNING, S.J. and SHERWOOD O. D.: The physiological role of relaxin in the pregnant rat IV. The influence of relaxin on cervical collagen and glycosaminoglycans. *Endocrinology* 118: 2: 471-79, 1986.
31. DOWNING, S.J. and SHERWOOD O. D.: The physiological role of relaxin in the pregnant rat III. The influence of relaxin in the pregnant rat III. The influence of relaxin in cervical extensibility. *Endocrinology*, 116: 3, - 1985.
32. DUKES, H.H. y SENSON M.J.: Fisiología de los animales domésticos. Aguilar, España. 1978.
33. EIMER, B. H.: Mast cell distribution in the uterus of cycling and pregnant hamsters. *Anatomical record* 148: 507-15, 1964.
34. FOSANG, A.J. and HANDLEY C.J.: Pregnancy-related changes in the connective tissue of the ovine cervix. *Biology of Reproduction* 30: 1223-1235, 1984.

35. FRANDSON, R.D. y WHITTEN E.H.: Anatomía y Fisiología de los animales domésticos. Interamericana, Méx. 1984.
36. GALINA, C.: ¿Qué hay de nuevo sobre sincronización? Cebú, 12: 1, 1986.
37. GALINA, C.S.: Aspectos que afectan el éxito de la inseminación artificial. Cebú, 11: 9, 1985.
38. GALINA, C.: Comportamiento del estro en vacas cebú. Cebú, 10:10, 1984.
39. GATON, E., ZEJDEL L. and INSLER V.: The effect of estrogen on the mucus production of human endocervical cells: a histochemical study. Fertility and Sterility 38:5, -- 1982.
40. GIBONS, A.F.E. and XHANG M. C.: Number of mast cell in the rat uterus with special reference to its relation - to hormonal treatment and desidual response. Biology of Reproduction, 6: 193-203, 1972.
41. GIBON Y. and GARCIA C. J. Jr.: The cyclical changes in the physical properties of the cervical mucus and the - results of the postcoital test. Fertil Steril, 21:20, 1970.
42. GONZALEZ, R.E., SOTO B. and BOJORQUEZ R.: Patency of -- the cervical canal in crossbred female zebú x brown --- swiss selected for non-surgical recovery or transfer -

- of embryos. Theriogenology 19:5, 1983.
43. GRAU, H. and WALTER P.: Histología y Anatomía microscópica comparada de los mamíferos domésticos. Editorial Labor, S.A., Méx., 1975.
  44. GUYTON, A.C.: Tratado de fisiología médica. Interamericana, Méx. 1987.
  45. GUZMAN, M.M.: Historia del Cebú. Cebú, 12:12, 1986.
  46. HAFEZ, E.S.E.: Reproducción e Inseminación artificial en animales. Interamericana, Méx., 1986.
  47. HAM, A.W.: Tratado de Histología. Interamericana, Méx. 8a. Edición 1983.
  48. HARTMAN, C.G.: Cyclic changes in the endocervix of the monkey and origin of the cervical mucosa. Ann. Acad. Sci., 97: 564-70, 1963.
  49. HENRICHS, K. and KENNEY, R.M.: Infertility due to foreign objects in the cervix of a cow. JAUMA, 185: 7, -- 1984.
  50. HENRY, Ph. D.: Principles and Techniques of histochemistry. Little Brown and Company, Boston, 1980.
  51. HERNANDEZ, B.C., GALINA C.S. and ESCOBAR J.: Estudio de la presencia de cambios anatómicos del cérvix en ganado

cebd utilizando material de rastro. Reunión de Inv. Pecuaria, Méx., 1984.

52. HERRICK, J.B.: The cytological changes in the cervical mucosa of the cow (*Bos-taurus*) throughout the estrous cycle. *Am. J. Vet. Res.* 12: 276, 1951.
53. HEYDON, R.A. and ADAMS R.A.: Comparative morphology and mucus histochemistry of the ruminant cervix: Differences between crypt and surface epithelium. *Biology Reproduction*, 21: 257-62, 1979.
54. HORST, D.D.; *Veterinary Histology*. Lea & Febiger. Philadelphia, 1971.
55. HORST, D.D. and ESTHER M.B.: *Text book of Veterinary Histology*. Lea & Febiger Philadelphia, 1981.
56. HUBSCHERT.: Role of the eosinophil polymorphonuclear in the allergic reaction II. Release of prostaglandins from human eosinophil leucocytes. *J. Immunol.*, 114: 1389: 93, 1975.
57. ISHIZAKA, T. and OLUDIRA H.: Development of rat mast cell in vitro I. Differentiation of mast cells from thymus cultures. *J. Immunol.* 116: 747, 1976
58. JARRET, E.E. and HAIG D. M.: Mucosal mast cell in vivo and in vitro. *Immunol.* 5: 115, 1984.
59. JOHN, E. N. and JOAN E. B.: Leucocyte-like cells of the

- vagina and uterus and their modification during the normal estrous cycle and by progestin and estrogen treatment. Anat. Rec. 155: 591-602, 1966.
60. JUDITH, A. ST. G., SUSAN J.N. and CHARLES E.P.: Carbohydrate cytochemistry of rhesus monkey tracheal submucosal glands. The anatomical record 216:60-67, 1986.
61. KARL, H. W. Dr.: Histologische, Histochemische and elektronenmikroskopische untersuchungen and der cervix uteri des rindes. Fortschritte der Veterinarmedizin, 15, 1971.
62. KITAMURA, Y., SHIMADA M. and MATSUDA S.G.H: Distribution of mast cell precursors in hematopoietic and lymphoietic tissues of mice. J. Exp. Med., 150: 482-90, 1979.
63. KRISHNA A. and TERRANOVA P.F.: Alterations in mast cell degranulation and ovarian histamine in the proestrus -- hamster. Biology of Reproduction, 32: 1211-17, 1985.
64. LEE, U.D.G., STERK A. and ISHIZAKA T.: Number and affinity of receptors for IgE on enriched populations of isolated rat intestinal mast cells. Immunology 55: 363-66, 1985.
65. LITTEERS, T.F.: El Cebú diferente al Europeo. Cebú, 10:11, 1984.

66. LUBOS- H./: Bases biológicas de la reproducción bovina, Ed. Diana, Méx. 1983.
67. MARASPIN, L.E. and Bo W.J.: Effect of hormones pregnancy and pseudopregnancy on the mast cell count in the -- rat uterus. *Life Sci.* 10: 111-20, 1971.
68. MARTINEZ, C.C.S., FRATI M.A. y ESPINOSA A.J.: Biología del eosinófilo. *Prensa Médica Mexicana*, 43: 3-10, 1978.
69. MC. DONALD, L.E.: Reproducción y Endocrinología Veterinarias. Interamericana, Méx. 1978.
70. MENDENHALL, W.R. Estadística para administración y Economía. Iberoamericana, 1981.
71. MICHEL, F. and ANDREW L.: Cervical mucus related infertility treated by pulsatile administration of gonadotropin releasing hormone. *Fertility and Sterility*, 41: 1, 1984.
72. MURRAY, R.S.: Estadística. Mc. Graw Hill Méx. 1970 ;
73. NATHAN, S.: Carbohidratos. *Investigación y Ciencia*. 52: Enero 1981.
74. NICOSIA, S.V.: An in vivo and in vitro structural-functional analysis of cervical mucus secretion. *Reproduction*, 5: 261-80, 1981.
75. NICOSIA, B.S. and LAUFFER M.R.: Effects of estradiol -- 17B on endocervical cytodifferentiation and glicopra--

- tein biosynthesis in the ovarietomized rabbit. Biol. Reprod. 23: 677-86, 1980.
76. PALEOLOGOU, A.M.: A. M.: A study of the cervicovaginal secretions of cows during the different phases of the estrus cycle. J. Inst. Anim. Tech., 30: 83-93, 1979.
77. PETER, F.M. and EDWARD J. G.: The regulatory and effector roles of eosinophils. Advances in immunology 27: 339-71, 1979.
78. PIMENTA, P.F.P., LOURDES M. A. L.: and DE SOUZA W.: Ultrastructural localization of basic proteins in cytoplasmic granules of rat eosinophils and mast cells. The Journal of Histochemistry and Cytochemistry, 28: 3, 1980.
79. POOLE, C.A., MICHEL H. F. and BRENT W.B.: Morphology of the pericellular capsule in articular cartilage revealed by hyaluronidase digestion. Journal of ultrastructure research 91: 13-23, 1985.
80. PRESENTEY, B., JEROSHAIM E.: Genesis, Ultrastructure and cytochemical study of the cat eosinophil. The Anatomical record, 196: 119-127, 1980.
81. RAMIREZ, V.M.E. y TOLOSA S.J. Características morfométricas e histoquímicas del cérvix de la vaca tipo cebú (Bos Indicus) en el ciclo estral. Tesis, Fac. Med. Vet. y Zoot. UNAM. 1985.

82. RIOJA, L.B.E. y RUIZ O.M.: Tratado elemental de zoolo--  
gía. Ed. ECLALSA. Méx. 1984.
83. ROBERTS, S.J.: Obstetricia Veterinaria y Patología de -  
la Reproducción. Ed. Hemisferio Sur S.A., Argentina  
1979.
84. ROBERTS, S.J.: Veterinary Obstetrics and Genical Disea-  
ses. Edwards Brothers Inc., 1971.
85. RONALD, L.U. Ph. D. and Richard G.M. A comparison of --  
the penetration of human sperm into bovine and artifi--  
cial cervical mucus. Fertility and Sterility, 54: 1, --  
1986.
86. SAID, I.G. y ZARATE DE L.P.: Métodos estadísticos. Tri-  
llas Méx. 1984.
87. SARH: V Censo ganadero y agrícola. 1980.
88. SCHALM, D.W. JAIN N.C. and CARROLL E.J.: Veterinary He-  
matology. Lea & Febiger, Philadelphia, 1975.
89. SCHILLER, S.: Mucopolysaccharides of normal mast cells.  
Anales of the New York Academ y of Sciences, 103:  
199-208, 1972.
90. SHARMAN, D.F. and KELLY M.J.: T e metabolism of dopami-  
ne in the blood of ruminant animals: an enzyme system  
to metablize dopamine relased from the mast cells in --  
these species. Comp. Biochem. Physiol., 75: 217-22,  
1983.

91. SHIRLEY, M.J. and JOHN E.N.: Changes in numbers of acidophilic and basophilic connective tissue granulated cells in the intestine of the rat during the estrous cycle. *Anat. Rec.* 3: 183, 1975.
92. SHUMACHER, F.: Biochemistry of cervical mucus. *Fertil Steril* 21: 697, 1970.
93. SISSON, S. and TROSMAN J.D.: Anatomía de los Animales domésticos. Salvat, 1974.
94. SOMAN, N.A. and EDWIN H.E.: Host defenses against adhesion of bacteria to mucosal surface. *Advances in host defense mechanisms* Vol. 4, Edited by J.I. Gallin and -- A.S. Fauci. Raven. Press. New York, 1985.
95. STEVEN P.L. and NEAL L.F.: Inhibition of sperm migration through cervical mucus in vitro. *Fertility and Sterility*. Vol 28 No. 12 1977.
96. SULLIVAN, A.L. and GRIMLEY P.M.: Electron microscopic - of immunoglobulin E on the surface of human basophils. *J. exp. med.* 134: 1403-16, 1971.
97. TERUKO, I., ALAH R.S. AND KIMISHIEGE I.: Demonstration - of Fc $\gamma$  receptor on human basophil granulocytes. *The J. of Immun.* 123: 2, 1979.
98. THOMAS, C.W. Jr. and TERESA V.J.: Inhibition of rat cervical epithelial cell growth by heparin and its rever--

- sal by EGF. J. of cellular physiology 125 :499-506, 1985.
99. TIZARD, R.K.: *Inmunología Veterinaria. Interamericana. Méx.*, 1983.
100. TRAMONT, E.C., CIAK J. and BOSLEGO J., Antigenic specificity of antibodies in vaginal secretions during infection with neisseria gonorrhoeae. J. Infect. Dis., 142: 23-31, 1980.
101. VARNER, K.B. and GARCIA H.G.: Comparison between cervical dimensions of pregnant and nonpregnant santa gertrudis and Bos Taurus cows. Theriogenology, 24: 1, 1985.
102. VATTI, G.: *Ginecología y Obstetricia Veterinarias. UTEA. México*, 1980.
103. WAYNE, W.P., JOHN B. and COSHEN A. PA. D.; Variances -- in mucus architecture as a cause of cervical factor infertility. Fertility and Sterility, 44: 3, 1985.
104. WARNER, N.L. and OVARY Z.: Immunoglobulin receptors on mouse mast cell. Scand. J. Immunol, 1: 41-52, 1972.
105. WELSH, R.A. and Geer J.C.: Phagocytosis of mast cell -- granules by the eosinophilic leucocyte in the rat. Am. J. Pathol., 35: 103, 1958.
106. WELLER, P.F. and GOEZTL E.J.: The regulatory and effector roles of eosinophils. Adv. Immun. 27: 339-71,

- 1979.
107. WELLER, P.F. and GOEZTL E.J.: The human eosinophil: Roles in host defense and tissue injury. *Am. J. Pathol.* 100: 791-820, 1980.
108. WILLIAMS, C.W.: Ganado Bovino para Carne. LIMUSA. Méx. 1979.
109. WILLIAMS, J.B.: Histología Veterinaria Aplicada. Manual Moderno, S.A. Méx. 1986.
110. WORDINGER, R.J. and DICKEY J.F.: Influence of under nutrition on the histology and histochemistry of the bovine endometrium. *J. Anim. Sci.*, 34: 453, 1972.
111. WORDINGER, R.J., DICKEY J.F. and HILL J.R.: Influence of a progestogen on the histology and carbohydrate -- histochemistry of the bovine cervical mucus. *J. Anim. Science*, 35: 4, 1972.
112. WORDINGER, R.J. and RAMSEY J.B.: On the presence of a ciliated columnar epithelial cell type within the bovine cervical mucosa. *J. of Animal Science*, 36:3, 1973.
113. YONG, L.C., WATKINS S. and WHILHELM D.I.: The mast cell: Distribution and maturation in the peritoneal cavity of the adult rat. *Pathology*, 4: 305-18, 1975.
114. ZEPEDA, D.L. y TOLOSA S.J.: La Biología del eosinófilo (Estudio recapitulativo). Tesis. Fac. Med. Vét. y Zoot. UNAM. 1985.