

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS Y BRUCELOSIS EN CABRAS  
LECHERAS DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA.

TESIS PRESENTADA POR

BYRON EFRAIN GIL MORALES

A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA  
VETERINARIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA AL CONFERIRSELE EL TITULO  
MEDICO VETERINARIO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1996.

R  
10  
T(694)

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA  
Y ZOOTECNIA, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

Decano	Dr. José Perezcanto
Secretario	Dr. Humberto Maldonado
Vocal 1°	Lic. Romulo Gramajo
Vocal 2°	Dr. Otto Lima
Vocal 3°	Dr. Mario Motta
Vocal 4°	Br. Hannia Ruiz
Vocal 5°	Br. Luis Sandoval

Asesores	Dr. Lesbia Calderón A.
	Dr. Jaime Mendez
	Dr. David Orellana

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de tesis titulado:

PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS Y BRUCELOSIS EN CABRAS  
LECHERAS DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA.

Que me fuera aprobado por la junta directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia,  
previo a optar el título de:

MEDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES

Narciso Gil Pineda (Q.E.P.D.)  
Bertha Morales de Gil

A MI FAMILIA

Especialmente al Dr. Jose F. Morales R.

A MIS AMIGOS

TESIS QUE DEDICO

A MI PATRIA GUATEMALA

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

A MIS ASESORES

## AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES

Dra. LESBIA CALDERON  
Dr. JAIME MENDEZ  
Dr. DAVID ORELLANA

POR SU COLABORACION

AL INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS

AL PROGRAMA DE ESPECIES MENORES DEL ICTA QUETZALTENANGO POR  
EL APOYO BRINDADO PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AL PERSONAL TECNICO DE LA DIGESEPE REGION I Y VI

A LOS CAPRINOCULTORES QUE COLABORARON PARA ESTE TRABAJO POR  
SU AFAN Y ESMERO.

A TODAS LAS PERSONAS QUE COLABORARON PARA ESTE ESTUDIO

## INDICE

	PAGINA
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1    Generales	3
2.2    Específicos	3
III. REVISION DE LITERATURA	4
3.1    Tuberculosis	4
3.1.1    Generalidades	4
3.1.2    Epidemiología	4
3.1.3    Antecedentes de la situación de Tuberculosis en Guatemala.	5
3.1.4    Etiología	5
3.1.4.1 <u>Mycobacterium tuberculosis</u>	7
3.1.4.2 <u>Mycobacterium bovis</u>	7
3.1.4.3 <u>Mycobacterium avium</u>	7
3.1.5    Patogenia	8
3.1.6    Síntomas de la Tuberculosis caprina	9
3.1.7    Lesiones	10
3.1.8    Fuentes de infección y modo de transmisión	12
3.1.8.1 Inhalación	12
3.1.8.2 Ingestión	12
3.1.8.3 Infección de heridas	13
3.1.8.4 Tuberculosis congénita	13
3.1.9    Patología clínica	14
3.1.9.1 Tuberculina	14
3.1.9.2 Reacción a la tuberculina	16
3.1.10    Prueba de tuberculina	16
3.1.10.1 Pruebas intradérmicas de tuberculina	17
3.1.11    Reacciones cruzadas entre micobacterias	20
3.1.12    Sensibilidad paraespecífica	21
3.1.13    Otras pruebas de tuberculina	25
3.1.14    Factores que pueden influir en la respuesta alérgica	26
3.1.15    Salud pública	27
3.1.16    Tratamiento	28
3.1.17    Control	28
3.2    Brucelosis	29
3.2.1    Sinonimias	29
3.2.2    Historia	29
3.2.3    Etiología	30
3.2.4    Antecedentes de la Brucelosis en Guatemala	32
3.2.5    Distribución geográfica	33
3.2.6    Transmisión	33
3.2.7    Eritritol y virulencia	33

3.2.7.1	Resistencia a los agentes físico-químicos	34
3.2.7.2	Características de cultivo	34
3.2.7.3	Medio para el cultivo de las Brucelas	35
3.2.7.4	Aspectos de cultivo	35
3.2.8	Inmunidad contra Brucela	35
3.2.9	Patogenia	37
3.2.10	Signos clínicos y examen post-mortem	38
3.2.11	Diagnóstico	38
3.2.11.1	Pruebas bacteriológicas	39
3.2.12	Tratamiento	46
3.2.13	Control	46
3.2.14	Profilaxis	46
3.2.15	Salud pública	47
IV.	MATERIALES Y METODOS	48
4.1	Materiales	48
4.2	Recursos humanos	48
4.3	Componente animal	49
4.4	Material y equipo de laboratorio	49
4.5	Material de campo	49
4.6	Transporte y material de campo	49
4.7	Material de tipo biológico	50
4.8	Centros de referencia	50
4.9	Metodología	50
4.10	Interpretación de resultados	51
4.11	Análisis de resultados	52
V.	RESULTADOS Y DISCUSION	53
VI.	CONCLUSIONES	57
VII.	RECOMENDACIONES	58
VIII.	RESUMEN	59
IX.	BIBLIOGRAFIA	60
	ANEXOS	
	ANEXO 1 BOLETA DE ENCUESTA	69
	ANEXO 2 FORMULARIO OFICIAL PARA EL DIAGNOSTICO DE TUBERCULOSIS	70
	ANEXO 3 FORMULARIO OFICIAL PARA EL DIAGNOSTICO DE BRUCELOSIS	71
	ANEXO 4 MAPA DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA SEÑALIZANDO EL AREA DE ESTUDIO	72
	ANEXO 5 CUADROS Y GRAFICAS	73

## LISTADO DE CUADROS Y GRAFICAS

Cuadro	1	Localización geográfica y número de cabras lecheras muestreadas para diagnóstico de Tuberculosis y Brucelosis. 1995
Cuadro	2	Productores colaboradores del proyecto del ICTA por departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	1	
Cuadro	3	Resultados a la prueba comparativa cervical en relación al grupo etario (en años) de cabras lecheras del proyecto del ICTA del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	2	
Cuadro	4	Tenencia de otras especies pecuarias por productores del proyecto del ICTA en relación al departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	3	
Cuadro	5	Resultados a la prueba comparativa cervical en relación a la raza de cabras lecheras del proyecto del ICTA del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	4	
Cuadro	6	Resultado a la prueba comparativa cervical en cabras lecheras del proyecto del ICTA por departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	5	
Cuadro	7	Resultado a las pruebas de Brucelosis en relación al grupo etario (en años) de cabras lecheras del proyecto del ICTA del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Cuadro	8	Tenencia de macho cabrio por productores del proyecto del ICTA en relación al departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	6	
Cuadro	9	Practica de ordeño en cabras lecheras de productores del proyecto del ICTA por departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	7	
Cuadro	10	Consumo familiar de leche de cabra por productores del proyecto del ICTA en relación al departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	8	
Cuadro	11	Productores del proyecto del ICTA que hierven la leche de cabra por departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	9	

Cuadro	12	Venta de leche de cabra por productores del proyecto del ICTA en relación al departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	10	
Cuadro	13	Elaboración de subproductos lácteos por productores del proyecto del ICTA en relación al departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	11	
Cuadro	14	Amamantamiento del cabrito por productores del proyecto del ICTA en relación al departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	12	
Cuadro	15	Ingestión de leche en cabritos de productores del proyecto del ICTA por departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	13	
Cuadro	16	Duración del amamantamiento (en meses) en cabritos de productores del proyecto del ICTA por departamento del altiplano occidental de Guatemala. 1995
Gráfica	14	

## I. INTRODUCCION

Los rebaños caprinos distribuidos en las diferentes zonas del altiplano guatemalteco, contribuyen a través de su crianza, al sistema de producción de las pequeñas fincas de esta zona, caracterizándose por deficiencias en su manejo zootécnico; la alimentación está basada en el pastoreo que se realiza en áreas de soto bosque, las cuales debido a la extensión de la frontera agrícola, se van reduciendo paulatinamente.

La inexistencia de un manejo sanitario, es preocupante por el peligro que implican enfermedades zoonóticas como Tuberculosis y Brucelosis en la población que consume leche de cabra.

En la finca, las cabras tienen un estrecho contacto con otras especies domésticas como lo son los cerdos, bovinos, ovinos, perros y aves; considerados como foco de infección de la Tuberculosis tanto para los caprinos como para el hombre.

Actualmente, la especie caprina ha tomado gran auge en la zona por el aporte de proteína (leche) que hace al componente familiar, por lo que es importante conocer la prevalencia de Tuberculosis y Brucelosis en cabras lecheras, pues la transmisión del *Mycobacterium* al hombre puede llevarse a cabo por medio de la leche contaminada, o por la cohabitación con animales enfermos, y en este último caso, la transmisión puede ser recíproca hombre-cabra. El grupo mayormente afectado puede ser el infantil; además, son ellos los beneficiarios directos de la explotación de cabras lecheras en la región.

En Guatemala, el mayor número de cabras se encuentra en el altiplano occidental, comprendido por los departamentos de Huehuetenango, San Marcos, Totonicapán, Quetzaltenango, Sololá y Quiché y los sistemas de producción predominantes son estiercol-carne-leche y carne-leche, es decir que en los sistemas tradicionales de producción el objetivo primordial es el estiercol; sin embargo, debido al auge de las cabras lecheras en la región, se considera el riesgo que implica la cercanía con México, país donde la *Brucella melitensis* representa un grave problema para los humanos, juntamente con la introducción de machos provenientes de otros países, sin control sanitario efectivo o confiable.

La Brucelosis causada por *Brucella abortus*, es una zoonosis que en Guatemala afecta aproximadamente el 7.94% de las personas consideradas de alto riesgo como trabajadores de mataderos, personal técnico de laboratorio y médicos veterinarios; pero la *Brucella melitensis* es la más peligrosa desde el punto de vista de la salud pública.

Los diagnósticos en caprinos a la fecha se han hecho utilizando como antígeno B. abortus y por ello las pruebas realizadas hasta el presente han resultado negativas. Por ello es importante el empleo de B. melitensis para efectuar dichos diagnósticos con amplio margen de seguridad en su detección.

## II. OBJETIVOS

### 2.1 GENERALES:

Generar información respecto al estado de salud de los rebaños caprinos del altiplano occidental respecto a dos enfermedades zoonóticas de gran importancia.

### 2.2 ESPECIFICOS:

- Determinar serológicamente la prevalencia de Brucella melitensis en cabras lecheras de los usuarios del proyecto de cabras y árboles forrajeros del ICTA en el altiplano occidental.
- Determinar por reacción intradérmica, la prevalencia de Tuberculosis caprina en los rebaños de los mismos usuarios.
- Determinar el destino de la leche de cabra de dichos rebaños.
- Establecer si existe correlación entre la prevalencia de Brucelosis y Tuberculosis con las variables: raza, edad y área geográfica (departamento).

### III. REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 TUBERCULOSIS

##### 3.1.1 Generalidades:

La tuberculosis es una enfermedad infectocontagiosa en el hombre y los animales, de curso crónico y raramente agudo, la cual se caracteriza por la formación de lesiones granulomatosas llamadas tubérculos en los órganos internos y tejidos del órgano afectado, con tendencia a la necrosis caseosa (22).

A pesar de que la cabra es considerada un animal experimentalmente susceptible a la tuberculosis, la poca prevalencia de la enfermedad en condiciones naturales es tan grande que se permite la convivencia de ejemplares caprinos sin ensayar pruebas de tuberculinización. La infección que sufren las cabras es de asiento pulmonar y evolución semejante a la de tipo bovino (76).

En ocasiones se ha pretendido que las cabras son refractarias a la tuberculosis, pero aunque ofrecen resistencia, aproximadamente el 1% de ellas pueden llegar a infectarse y servir de portadores de la infección para otras especies (25, 59).

##### 3.1.2 Epidemiología:

La propagación de la tuberculosis de los animales al hombre hace que se considere este padecimiento una importante zoonosis. La infección en el hombre depende en gran medida del consumo de leche infectada, sobre todo por parte de la población infantil, aunque también puede ocurrir por inhalación. La transmisión al hombre puede evitarse casi por completo, mediante la pasteurización de la leche (13, 25).

Se observa tuberculosis en todos los países del mundo y adquiere importancia especial en el ganado lechero. Puede ocurrir el padecimiento en todas las especies, incluyendo el hombre y es de suma importancia por razones de salud pública, así como por su efecto nocivo en la producción de los animales (13, 16).

En los caprinos es poco frecuente el padecimiento de tuberculosis, pero la resistencia natural al mismo es menor que en equinos y en caso de exposición masiva a *M. bovis* pueden encontrarse una elevada morbilidad (13, 31).

Todas las especies son susceptibles a M. bovis pero sobre todo bovinos, caprinos y porcinos, ya que los ovinos y equinos presentan gran resistencia natural (19, 30).

Los caprinos son muy resistentes y si conviven con vacas infectadas, la incidencia puede alcanzar hasta un 28% (13).

La prevalencia en los caprinos parece ser baja. En los países que han avanzado en la erradicación de la tuberculosis bovina, se presta atención a la infección en los caprinos, ya que ésta especie es susceptible a M. bovis y sufre con cierta frecuencia de tuberculosis pulmonar, pudiendo reinfectar a los bovinos (1, 16).

Las cabras también desarrollan mastitis tuberculosa y su leche puede constituir un peligro para el consumidor (1).

Los caprinos son susceptibles también a M. avium y M. tuberculosis; poco se sabe de la ocurrencia de la enfermedad en los caprinos de América Latina, ya que estos animales son generalmente sacrificados en forma domiciliaria (1, 13, 22).

La tuberculosis de los porcinos, caprinos y ovinos tiene como fuente principal de infección a los bovinos, aves y a veces al hombre. Las cabras pueden ser fuente de infección para el bovino y para el hombre (1, 75).

### 3.1.3 Antecedentes de la situación de tuberculosis en Guatemala.

- Salvatierra (1972) en 900 bovinos del área rural de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango obtuvo una prevalencia de 0.9% positivos y 2.80% sospechosos, utilizando la intradermoreacción en el plieque ano caudal derecho (66).

- Maldonado (1974) en 1000 ovinos en San Marcos obtuvo una prevalencia de 6.4% positivos a la aplicación tuberculínica mamífera en el plieque ano caudal derecho y de 2.3% de reacción positiva a la aplicación de tuberculina aviar en el plieque ano caudal izquierdo (41).

- Díaz (1976) en 325 bovinos y 348 ovinos en el municipio de Tecpán Guatemala, Chimaltenango, obtuvo una prevalencia en bovinos de 1.84% positivos y 3.08% sospechosos; en ovinos 0% positivos y 0.57% sospechosos, a la prueba intradérmica con tuberculina mamífera en el plieque ano caudal derecho (19).

- Altuve (1981) en 225 bovinos de los municipios de Huehuetenango y la Democracia del departamento de

Huehuetenango, estableció una prevalencia de 0.89% positivos y 18.67% reactivos paraespecíficos, a la Prueba comparativa cervical utilizando tuberculina bovina PPD-B y aviar PPD-A (5).

- García (1986) en 877 hembras bovinas en el departamento de Sacatepéquez, obtuvo una prevalencia de 2.52% utilizando la Prueba anocaudal y una reacción específica de 66.38% y de reacción paraespecífica de 33.62% con la Prueba comparativa cervical (28).

- Noriega (1987) en 261 caprinos de la ciudad capital de Guatemala, obtuvo una prevalencia de 5.75% que reaccionaron positivamente a la tuberculina PPD-B y 17.62% sospechosos, utilizando la Prueba cervical simple intradérmica (59).

- Carrera (1993) en 242 caprinos de la ciudad capital obtuvo una prevalencia de 3.7% positivos y 1.7% con reacción paraespecífica. De estos animales 2.9% reaccionaron a la tuberculina PPD-A y 0.8% reaccionó a la tuberculina PPD-M, utilizando la Prueba doble comparativa cervical (15).

#### 3.1.4 Etiología:

Los agentes etiológicos de la tuberculosis son: Mycobacterium tuberculosis y especies afines M. bovis, M. avium, M. kansasii, M. aquas, M. batey (22).

Las bacterias del género Mycobacterium se diferencian de otras, por ser ácido resistentes, son aerobias estrictas y crecer en medios artificiales (22).

La familia Mycobacteriaceae comprende al género Mycobacterium. Los miembros de este género son unos bastoncillos aerobios, ligeramente encorvados o rectos, que algunas veces se ramifican. Generalmente se consideran grampositivos (31).

Con el nuevo concepto de la tuberculosis, así es denominado el proceso causado por M. tuberculosis; mientras que los procesos provocados por otras especies de micobacterias, se denominan micobacteriosis (16, 22, 32).

El M. tuberculosis, causa la tuberculosis en el hombre, pero puede afectar a los cerdos, monos y ocasionalmente vacunos, perros y pericos. El M. bovis causa la infección en el ganado vacuno, porcino, equino, hombre y a veces las ovejas y los gatos. El M. avium, produce la enfermedad principalmente en los pájaros, algunas veces también en cerdos, vacunos, ovejas y el hombre (31).

#### 3.1.4.1 Mycobacterium tuberculosis:

El tipo humano es primordialmente patógeno para el hombre, monos, todas las especies de simios y para ciertos papagayos. Se ha encontrado que es patógeno para bovinos naturalmente infectados, así como para el cerdo (31, 54).

La mayor parte de los casos de tuberculosis en los animales causadas por M. tuberculosis son transitorios y sin lesiones. La eliminación de los pacientes tuberculosos del medio, suele propiciar la desaparición de reactores positivos en los bovinos. Cuando existen lesiones son pequeñas y restringidas al aparato digestivo y respiratorio. Los ovinos, caprinos y equinos son resistentes (13, 19, 22).

#### 3.1.4.2 Mycobacterium bovis:

Causa la micobacteriosis de los bovinos, afecta también equinos, porcinos, caninos, felinos y simios. En todas estas especies, produce lesiones masivas o localizadas en los pulmones y otros órganos, o en la forma generalizada de la enfermedad. Es muy patógena para el hombre, en el que afecta preferentemente el sistema urogenital (16, 22).

Todas las especies y grupos de edades son susceptibles a M. bovis, pero sobre todo bovinos, caprinos y porcinos. Los caprinos son muy susceptibles y si conviven con vacas infectadas la frecuencia puede ascender (13, 31).

El M. bovis puede causar las mismas formas clínicas y lesiones patológicas en el hombre que el M. tuberculosis (1).

La patogenicidad de los bacilos tuberculosos bovinos para el hombre ha sido considerada como un problema de sanidad pública, ya que el hombre adquiere principalmente la infección por vía digestiva a través de la leche y subproductos lácteos crudos y en segundo término por vía aerógena (1, 54).

#### 3.1.4.3 Mycobacterium avium:

Es el agente causal de la micobacteriosis en gallinas, patos y palomas. Afecta también mamíferos, al hombre, bovinos, simios y ovinos. En los bovinos provoca lesiones locales diminutas y limitadas en linfonódulos del conducto digestivo (22).

En el ganado vacuno la infección natural puede sensibilizar lo suficiente para que se produzcan reacciones positivas a la tuberculina (54).

La tuberculosis causada por el bacilo tuberculoso aviario no plantea gran problema en el ganado vacuno, pero puede originar muchas dificultades en los programas de erradicación, ya que es posible sacrificar como reactores positivos a muchos animales valiosos (13, 16).

Caprinos y ovinos gozan, al parecer, de fuerte resistencia natural a la infección por M. avium, pero su relativa inmunidad a este procedimiento puede ser debida a la falta de contacto con aves infectadas. (19, 30, 54).

Se ha observado frecuencia elevada de tuberculosis aviar en un rebaño de caprinos y aunque la enfermedad avanza lentamente en esta especie los caprinos pueden actuar como propagadores para otras especies (30, 54).

### 3.1.5 Patogenia:

Luego de su penetración al organismo, las micobacterias inducen la formación de una inflamación específica que puede presentar tres variantes: proliferativa, exudativa y mixta (22).

La tuberculosis se propaga en el organismo en dos etapas, la del complejo primario y la diseminación postprimaria. El complejo primario es la lesión del punto de entrada con el ganglio linfático local. Cuando la infección es por vía digestiva es rara la lesión en dicho punto. Con frecuencia la única lesión que se observa, radica en los ganglios linfáticos mesentéricos o faríngeos. Los focos necróticos se calcifican y se rodean de tejido de granulación y linfocitos, y se establece el tubérculo patognomónico (20, 43).

En bovinos el foco primario se encuentra de un 90 a 95% en las vías respiratorias. En los terneros alimentados con leche infectada se localizan en los ganglios faríngeos o mesentéricos, siendo las lesiones hepáticas la principal manifestación de la propagación postprimaria (13, 74).

La diseminación postprimaria del complejo primario varía considerablemente, tanto en velocidad como en la vía a seguir. Puede adoptar las formas de tuberculosis miliar aguda, de lesiones nodulares discretas en diversos órganos, o de tuberculosis crónica de órganos causada por reinfección

endógena o exógena de tejidos alérgicos a la proteína tuberculosa (22, 65).

La reinfección puede limitarse a determinado órgano, causando una lesión granulomatosa difusa llamada tuberculosis crónica de los órganos y es de carácter proliferativo. Aquí la infección avanza por continuidad y por el sistema orgánico, y nunca por vía linfohemática, por lo que los linfonódulos regionales no son lesionados. No se presenta encapsulación ni calcificación (22, 74).

La necrosis tuberculosa pulmonar causa a menudo la perforación de los bronquios y bronquiolos; en este caso, el material caseoso penetra a las vías respiratorias y es expectorado. El esputo es purulento, contiene gran cantidad de bacilos tuberculosos. En tales circunstancias se dice que hay lesión abierta, ya que al toser las gotitas expectoradas contienen bacilos que se dispersan en el aire; el esputo es muy infectante. El hombre expectora con frecuencia, por lo que contamina el medio. Los animales degluten el esputo, pero eliminan bacilos con materiales fecales y de este modo infectan el ambiente (20, 31, 74).

Cuando el organismo ha logrado sobreponerse a la infección primaria, es sumamente resistente a una nueva infección; sin embargo ésta puede ser disminuida parcialmente por varios factores como la alimentación, efectos físicos y otros. La infección puede ser nueva invasión o por una infección endógena (22, 76).

### 3.1.6 Síntomas de la tuberculosis caprina:

La bronconeumonía es la forma más frecuente de la enfermedad en esta especie y se manifiesta por tos y dificultad respiratoria terminal. En algunos caprinos ocurre también ulceración intestinal, con diarrea e hipertrofia de los ganglios linfáticos del aparato digestivo. En esta especie la enfermedad progresa lentamente y en rebaños afectados se encuentran mucho más reactores y casos positivos a la necropsia de lo que se podría esperar de los casos clínicos manifiestos. En crías, la enfermedad progresa casi siempre con más rapidez y produce muertes tempranas (13, 20).

La tuberculosis de la cabra también se manifiesta por neumopatía crónica con enflaquecimiento, disnea, flujo nasal mucoso y hasta mezclado con sangre, estertores, respiración bronquial anfórica y débil (42).

Soliman y colaboradores describieron un brote en cabras en el año 1953, en Inglaterra. De 41 animales examinados,

32 mostraron lesiones macroscópicas. Las lesiones eran intestinales principalmente y la enfermedad fue de naturaleza progresiva sólo en cabritos jóvenes. No se determinó el tipo de microorganismo causante de la infección (31, 42).

Las cabras también desarrollan mastitis tuberculosa y su leche puede constituir un peligro para el consumidor (16, 31).

El proceso en la ubre se caracteriza por edematización de los linfonodos supramamarios y la formación de lesiones en el parénquima de la glándula y también nódulos que podrán ser apenas perceptibles y hasta aquellos voluminosos que causan deformación de la ubre. La localización de lesiones en éste órgano es un problema epidemiológico por la eliminación de agentes con la leche (22, 35, 76).

En las especies ovina y caprina, puede haber tuberculosis pulmonar generalizada; pero es común el hallazgo de tuberculosis en los nódulos linfáticos mesentéricos e hígado, apuntando la vía digestiva como principal vía de infección. En muchos casos hay tuberculosis esplénica (31, 59).

### 3.1.7 Lesiones:

La enfermedad se caracteriza por la formación de pequeñas masas de tejido inflamatorio o tuberculoso en los órganos infectados (31).

La necrosis caseosa se observa muy frecuentemente cuando el agente etiológico persiste durante mucho tiempo, y es particularmente común en el ganado bovino y en el ovino. Es el tipo más frecuentemente asociado con la tuberculosis en los animales (65).

El proceso tuberculoso pulmonar se inicia en la unión bronquioloalveolar, extendiéndose después a los alveolos. Las lesiones en rumiantes son amarillentas, por la necrosis caseosa, con tendencia a la calcificación; las lesiones iniciales pueden unirse, para formar áreas extensas de bronconeumonía caseosa. En casos crónicos se pueden desarrollar úlceras en la tráquea y bronquios, las cuales se originan como granulomas tuberculosos. Además, en los rumiantes se puede producir una pleuritis tuberculosa por extensión de las lesiones o por vía linfática o hemática. Las lesiones dan un aspecto perlado a los nódulos tuberculosos (22, 65, 74).

La imagen histológica es típica de una inflamación granulomatosa, por lo que el centro del granuloma inicial queda constituido por células epiteliales y células

gigantes; mientras que en la periferia se organizan linfocitos y células plasmáticas. Con el paso del tiempo se produce necrosis central del tubérculo así como fibrosis periférica (65, 74).

En caprinos, al igual que en bovinos y ovinos se presentan lesiones idénticas con distribución estandar. Pueden encontrarse granulomas tuberculosos en cualquiera de los ganglios linfáticos, pero sobre todo en los mediastínicos y bronquiales y en muchos órganos. En el pulmón, los abscesos miliares se extienden a veces para producir bronconeumonía supurada. El pus tiene color crema o anaranjado característico y su consistencia varía de la crema espesa a la del queso grumoso. Se observan a veces pequeños nódulos en la pleura y el peritoneo con pus tuberculoso, pero que carecen de líquido (13, 22, 43).

Los casos abiertos o activos son los diseminados, que son más peligrosos y se manifiestan por tuberculosis miliar. Procede considerar también, como casos activos, los de mastitis tuberculosa con emisión de secreciones (13).

Las lesiones cerradas también pueden presentar una importante fuente de infección (13).

El foco primario se observa principalmente en el lóbulo caudal, como nódulos firmes de 1 a 2 centímetros, que al corte vierten un líquido serofibrinoso. Los ganglios bronquiales aumentan de tamaño con áreas multifocales de necrosis. La infección se difunde en el pulmón por vía bronquial, produciéndose una bronquitis y bronquiolitis. Frecuentemente se presenta pleuritis, que al inicio es de tipo serofibrinoso o fibrohemorrágico. La superficie pleural muestra un engrosamiento uniforme de tipo nodular y que puede ser único o bilateral (13, 20).

La necrosis caseosa que se observa es el resultado de hipersensibilidad mediada por células (tipo IV), debida en parte a las linfotoxinas liberadas por los linfocitos T y a las enzimas lisosomales liberadas por los macrófagos. La precipitación de sales de calcio en el granuloma tuberculoso varía según la especie animal afectada: por ejemplo, en el bovino se observa comúnmente, mientras que en el perro no (74).

Antes de la erradicación de la tuberculosis de los bovinos, esta enfermedad se veía a menudo en las cabras en el matadero. Con frecuencia tenían tuberculosis pulmonar muy avanzada, con grandes cavidades llenas en parte de un exudado grisáceo (13, 16). Estos eran, así mismo, más húmedos que en los bovinos, donde las lesiones similares tenían una apariencia más seca y amarillenta (59). Las

lesiones caseosas suelen ser grandes en los nódulos, sin calcificación e histológicamente similares a las de los bovinos (16).

En cabras afectadas por M. avium, en la necropsia se observaron varios ganglios linfáticos engrosados y con calcificaciones caseosas; y en ocasiones también nódulos en el hígado y el bazo (49).

El bazo también puede contener tubérculos, sobre su superficie y/o en su parénquima. En los riñones se encuentran pocos o varios tubérculos al igual que en órganos genitales, en articulaciones, etc. Las costillas pueden estar agrandadas y frágiles (22, 31).

En la ubre el proceso tuberculoso varía: tubérculos esporádicos, tuberculosis miliar, tuberculosis crónica, granulomatosa y mastitis caseosa (13, 22).

### 3.1.8 Fuentes de infección y modo de transmisión:

La localización de las lesiones en la tuberculosis y el carácter de la enfermedad dependen mucho de la forma en que la infección penetra en el organismo. Existen diversas vías de introducción para el Mycobacterium (31).

#### 3.1.8.1 Inhalación:

El hecho de que las lesiones tuberculosas en los seres humanos adultos y en el ganado vacuno se localicen con mayor frecuencia en la cavidad torácica, sugiere que la infección se produce por inhalación (20, 31).

Se produce con facilidad espolvoramiento de los bacilos tuberculosos. El ganado vacuno al toser contamina el aire con gotitas que contienen bacilos tuberculosos, ésto ocurre principalmente en ganado vacuno lechero, los cuales se encuentran bajo un mismo techo (20, 31, 43).

Otra forma es expeler descargas de aerosoles, los cuales permanecen suspendidos en el aire suficiente tiempo para ser inhalados por los animales cercanos (31, 43).

#### 3.1.8.2 Ingestión:

La ingestión de grandes cantidades de leche infectada con el bacilo tuberculoso produce rápidamente

la enfermedad en los animales jóvenes. Antes de que se implantara la práctica de la pasteurización de leche descremada y del suero de la leche, muchas terneras y cerdos contraían la enfermedad por medio de estos productos. Tanto los seres humanos como los animales afectados con tuberculosis pulmonar primaria, a menudo desarrollan lesiones intestinales debido a la deglución del esputo infectado (31, 76).

La dosis para producir la infección por vía digestiva tiene que ser bastante grande, caso contrario a lo que sucede por la vía respiratoria, en donde para producir la enfermedad se necesita una dosis bastante pequeña (65).

#### 3.1.8.3 Infección de heridas:

La tuberculosis de piel se presenta ocasionalmente en el hombre. En éste la enfermedad se ha llamado Verruga del anatomopatólogo o del prosector. Esta presentación en los animales es muy rara. La lesión puede ser causada por bacilos ácidosresistentes (31).

La tuberculosis de la vaca se observa muy frecuentemente en la piel de la vulva y cuando está presente, hay una vulvitis crónica que contiene múltiples áreas de necrosis (65).

#### 3.1.8.4 Tuberculosis congénita:

Se han descrito unos cuantos casos de terneras recién nacidas infectadas con tuberculosis generalizada. En estos casos, la lesión tuberculosa se desarrolló en la placenta e invadió los vasos sanguíneos fetales, sembrando de microorganismos los tejidos del feto. Los animales murieron poco tiempo después de nacer (31).

La tuberculosis congénita debe distinguirse de la tuberculosis hereditaria de la que mucho se ha hablado, pero en realidad no existe. Ninguna enfermedad infecciosa puede ser hereditaria (65).

La infección penetra al cuerpo mas frecuentemente a través del tracto alimentario o del sistema respiratorio. Sin embargo, la infección puede penetrar a través de las heridas en la piel. Comumente la enfermedad se desarrolla sólo después de la infección repetida (65).

La tuberculosis entre los bovinos se transmite principalmente por vía aerógena; antes del destete es importante también la vía enterógena (65).

La tuberculosis de los porcinos, caprinos y ovinos tiene como fuente principal de infección a los bovinos, aves y a veces al hombre. Los cerdos se infectan por vía digestiva (64). Las cabras pueden ser fuente de infección para el bovino y para el hombre (1, 76).

No ocurre transmisión de la infección por M. avium de bovino a bovino o por lo menos es excepcional (1).

### 3.1.9 Patología clínica:

Debido a la subordinación absoluta a la prueba de tuberculina para el diagnóstico y el criterio de sacrificar a todos los reactores positivos, sean casos abiertos o no, en la actualidad se practican pocas pruebas clinicopatológicas. Pueden examinarse el esputo y las secreciones por inoculación a cobayos, pero las técnicas de cultivo mejoradas hacen innecesarias las pruebas de inyección de animales (20, 65).

El diagnóstico en vivo no es fácil y generalmente sólo se realiza por clínica de una manera presuntiva. Un diagnóstico seguro puede ser por medio de una radiografía, tuberculinización hasta ciertos límites y la demostración de microorganismos en exudados y excreciones e histopatológicamente, con biopsias. Además, los cultivos y tipificación del agente causal (65).

El cultivo de muestras de animales en vivo sólo puede realizarse en tuberculosis abierta (31).

Para el diagnóstico de la infección tuberculosa en animales las pruebas de la tuberculina son las más confiables; se usan con gran amplitud en vacunos, cerdos y pollos y de manera ocasional en otras especies (22, 31).

#### 3.1.9.1 Tuberculina:

La tuberculina es una proteína o mezcla de proteínas, producida por el bacilo tuberculoso durante su crecimiento. Se encuentra en cualquier extracto acuoso del bacilo, así como en los medios en los que se ha desarrollado el bacilo tuberculoso (31, 59).

Koch (1890) fue el primero en descubrir que la tuberculina era altamente tóxica para los animales tuberculosos y casi inócua para los animales sanos

(31). Los diferentes tipos de tuberculina han ido mejorando en calidad y efectividad con fines diagnósticos (5).

Hasta ahora se han usado cuatro tipos de éstas:

- a) La más antigua que se conoce, es la tuberculina vieja de Koch (K.O.T.). Se prepara a partir de bacilos tuberculosos, que generalmente son de la especie tuberculosis, que se cultivan en caldo glicerinado. Su fase activa es tuberculoproteína, la cual es una parte proveniente de productos metabólicos del bacilo en su fase activa y excretado al medio. Posteriormente se matan los gérmenes por calor y se eliminan por filtración; el producto finalmente se evapora 1/10 de su volumen original (48).
- b) La tuberculina HCSM (Heat Concentrated Synthetic Medium), es el cultivo mejorado pues el nitrógeno está en aminoácidos y no en proteínas; luego el proceso es similar a la tuberculina vieja. Es más pura que la anterior ya que la tuberculoproteína no posee proteína del medio. Dentro de estas tuberculinas varía la cantidad de nitrógeno total y de nitrógeno ácido precipitable (proteína) y la proporción entre ellos. La calidad es variable (48).
- c) El PPD (Derivado Protéico Purificado) puede prepararse a partir de diferentes especies de mycobacterias. La existencia de cepas mamíferas de producción son subcultivos en agar o caldo de carne glicerol; la cepa aviar se mantiene liofilizada o se cultiva en medio de huevo y glicerol modificada; se incuban los bacilos por 12 semanas a 27 grados centígrados y después se matan por vapor fluente. El líquido resultante es filtrado y posteriormente precipitado con ácido tricloroacético, se conserva con preservativos y se le ajusta el pH a 7 (48).
- d) Setulin: Se produce con cultivos de 6 semanas de edad de Mycobacterium bovis cepa AN5. El filtrado se hidroliza a la temperatura de ebullición, seguido de fraccionamiento electroforético, con lo cual es posible eliminar fracciones antigénicas comunes a las diferentes especies y responsables de reacciones paraespecíficas. Esta tuberculina se desarrolló en Hungría. En experimentos ha demostrado ser más específica que la PPD-B (48).

Los patrones de tuberculina internacionales dicen que una unidad internacional de tuberculina OT (Old Tuberculin o sea tuberculina vieja), es 0.01111 mg. del patrón internacional (16, 61).

Una unidad internacional de PPD-B es la actividad de 0.000028 mg. del patrón internacional. Una unidad internacional de PPD-A es la actividad contenida en 0.0000726 mg. (48, 61).

### 3.1.9.2 Reacción de la tuberculina:

Cuando se inyecta en la piel de animales sensibilizados determinado antígeno, puede presentarse en el punto de inyección una respuesta inflamatoria que tarda varias horas para instalarse. Puesto que esta reacción de hipersensibilidad tardía no es transferible de un animal sensibilizado a otro normal con el suero, sino solamente con el trasplante de linfocitos, no hay duda que ésta es debida a células (73).

La reacción a la tuberculina es una reacción inmunológica específica que se debe a células T. Se piensa que la acumulación de macrófagos en el punto de inyección se debe a la liberación de los factores quimiotácticos para macrófagos, quedando luego impedida su migración a partir de éste por la presencia de factores inhibidores de la migración. Estos macrófagos fagocitan el antígeno inyectado y finalmente lo destruyen, desapareciendo así el estímulo para que continúe la producción de linfocinas con lo cual los tejidos vuelven a su estado normal (73, 74).

La respuesta inicial de las células T también genera una linfocina que atrae basófilos y causa aglutinación local de células que se desgranulan. La serotonina de estas células, intensifica la migración de monocitos penetrando en la lesión (65, 73).

### 3.1.10 Prueba de tuberculina:

Es la principal herramienta en los planes de control y erradicación de la tuberculosis (16, 22).

Este tipo de prueba se comenzó a usar a finales del siglo pasado coincidiendo con la aparición de la tuberculina. Puede inocularse en cualquier sitio de la piel, pero algunos estudios han demostrado que no todos los sitios son igualmente sensibles, siendo la región del cuello más sensible que la región costal, vulvar, dorsal y caudal (54).

Los lugares más usados son el pliegue anocaudal y la región cervical en el límite entre el tercio posterior y el tercio medio del cuello, equidistante entre la cresta del cuello y el surco yugular (20).

### 3.1.10.1 Pruebas Intradérmicas de Tuberculina:

#### a) Prueba Intradérmica Única:

Consiste en una inyección intradérmica de 0.1 ml de tuberculina en el pliegue anocaudal, el cual se revisa entre las 72 a 96 horas después de la inoculación. La reacción positiva varía con los criterios de interpretación, pero de una manera general se puede describir como una inflamación en el punto inoculado. En Estados Unidos se acompaña de una inyección en el labio superior de la vulva, en la unión mucocutánea (13, 73).

La prueba de la tuberculina puede aplicarse de varias maneras en el ganado. Lo más sencillo es la prueba intradérmica única. En esta prueba se inyecta en el pliegue anocaudal 0.05 ml de tuberculina PPD, preparada con M. tuberculosis y M. avium y se examina el punto de la inyección al cabo de 72 a 96 horas. Es fácil comparar el pliegue donde se efectuó la inyección con los demás y se reconoce con facilidad una reacción positiva que se traduce a un hinchamiento difuso y duro (73).

Esta es la prueba oficial que se utiliza en Guatemala, usando 0.1 ml de PPD bovino a una concentración de 1 mg/ml (67, 68).

En Guatemala el criterio cuantitativo oficial de la lectura es el siguiente: reacción positiva, engrosamiento iguales o mayores de 3 mm. Un criterio de interpretación para registro del engrosamiento por medio de palpación es el siguiente: p-1 es un engrosamiento de 5 mm de diámetro; p-2 y p-3 indican engrosamientos 2 y 3 veces mayores que p-1, respectivamente (67).

Se ha empleado la prueba intradérmica única en ovinos y caprinos, pero es relativamente inexacta, ya que algunos animales tuberculosos dan reacción negativa. Suele aplicarse la inyección en el pliegue anocaudal como en los bovinos y se considera la reacción positiva cuando se comprueba el aumento del espesor del pliegue cutáneo (13, 35).

Correa (1972) ha detectado en esta prueba entre el 10 y el 50% de error segun factores como: quien aplica la tuberculina y el lugar de aplicación: Leslie (1975) afirma que la PPD bovina es 1.5 veces más potente que la PPD-humana, criterio que comparte Roswurn (16, 39).

La ventaja de esta prueba es su sencillez, pero no permite distinguir entre las infecciones producidas por las distintas variedades de micobacterias, que incluyen M. avium, M. paratuberculosis y el grupo de microorganismos Nocardia. Otro inconveniente es la proporción relativamente alta de animales que presentan una reacción positiva, pero en la necropsia no muestran ninguna lesión reconocible de tuberculosis (4, 58). Pueden presentarse pruebas falsas negativas en animales con tuberculosis muy avanzada o muy reciente, vacas muy viejas y en casos de animales sometidos a la prueba en las 10 semanas precedentes, así como la anergia en los casos avanzados (73).

b) Prueba de Stormont:

Se ha ideado esta prueba para seleccionar aquellos animales débilmente sensibilizados por cualquier motivo. Se ejecuta en forma similar a la intradérmica única en el cuello, con inyección ulterior en el mismo sitio siete días después. Se considera el resultado positivo cuando se aprecia un aumento de 5 mm o más en el espesor de la piel, 24 horas después de la segunda inyección. Se cree que el aumento de sensibilidad depende de la atracción de anticuerpos al punto inyectado por efecto de la primera inyección. Los bovinos infectados con M. avium no dan reacción positiva, la que si se observa en casos de tuberculosis cutánea (13, 16).

Se le atribuye error entre 3.5% y 10% con promedio de 6%. Las pruebas dudosas, están entre 7 a 11%. Es efectiva en vacas con anergia post-parto y/o en enfermedad muy avanzada (73).

Como dificultad práctica procede señalar la necesidad de efectuar tres visitas a la granja; para cubrir plenamente los requerimientos de la prueba, debe utilizarse una tuberculina especial purificada de potencia específica (20).

c) Prueba Doble Intradérmica Cervical:

Consiste en aplicar 0.1 ml de tuberculina con 5,000 UI; 72 a 96 horas después se mide y se aplica una nueva dosis, se vuelve a medir a las 24 horas y se toma el siguiente criterio: 0 a 3 mm negativo, de 3.1 a 5 mm sospechoso y mayores de 5 mm se clasifican como positivos (16).

Hay autores que la consideran la mejor para controlar y erradicar tuberculosis. El hecho de que pueda haber una disminución entre la primera y segunda medida al usar esta prueba y la Stormont es considerado como una muestra de su sensibilidad (30).

d) Prueba Cervical Comparativa:

Se utiliza cuando se sospecha de la presencia de la Enfermedad de Johne, Tuberculosis aviar o se comprueba la presencia de Tuberculosis cutánea. Puede ocurrir sensibilización transitoria en bovinos debido a la presencia de tuberculosis humana en el personal que cuida a los animales; pero la prueba no diferenciará esta sensibilidad de la correspondiente a la infección por la cepa bovina (13).

Los antígenos escogidos se aplican en el mismo lado del cuello, pero separados, más o menos doce centímetros en sentido vertical, cuando se usan dos tuberculinas y en triángulo cuando se usan tres. Se lee la prueba a las 72 horas postinoculación. Debe tenerse cuidado con el punto de la inyección, pues varía la sensibilidad entre pequeñas distancias en la piel del cuello. La reacción será acusada para la tuberculina homóloga a la especie responsable de la infección (13).

En cabras, puesto que el cuello es algo estrecho, al aplicar la prueba comparativa es aconsejable inyectar una tuberculina del lado izquierdo y la otra del lado derecho (49,59).

La tuberculina debe contener un colorante vital para distinguir fácilmente, debiéndose usar dos jeringas de tuberculina debidamente identificadas (59).

No suele utilizarse como prueba de carácter primario sino para vigilancia de reactores

conocidos, con el fin de determinar el microorganismo responsable de la sensibilización (59).

Se usa también para reclasificación de animales reaccionantes y sospechosos a la prueba Anocaudal (64).

Además, con ayuda de seguimiento en el rastro o matadero dá excelentes pautas del estado de reacciones no específicas de otras pruebas. También detecta animales con infecciones recientes. En 1920 se implementó en escala limitada en Estados Unidos, pero en la actualidad es aplicada masivamente por médicos veterinarios especialmente entrenados para manejarla (38).

### 3.1.11 Reacciones cruzadas entre micobacterias:

Las micobacterias tanto patógenas como saprófitas, están en mayor o menor grado relacionadas antigénicamente. Green en 1951 lo ha demostrado por sensibilizaciones cruzadas con tuberculinas PPD de diferentes micobacterias (humana, bovina, aviar, BCG, Johne, Phlei), en cobayos sensibilizados homóloga y heterológamente; pero hay una marcada diferencia cuantitativa entre algunas de éstas. Hay poca diferencia en la especificidad entre M. tuberculosis y M. bovis, pero para obtener la misma reacción con PPD aviar en animales sensibilizados con M. bovis se necesitan 40 unidades más que con una PPD homóloga y con M. phlei se necesitarían 150 veces más unidades (67).

El conocimiento que se deriva de éstos y otros ensayos es de capital importancia para interpretar la sensibilidad paraespecífica y entender la manera de hacer un diagnóstico diferencial entre sensibilización específica y paraespecífica (67).

CUADRO No. 1 SENSIBILIZACION CRUZADA CON TUBERCULINAS PPD DE DIFERENTES MICOBACTERIAS.

TIPO DE SENSIBILIZACION	ALERGENO					
	HUMANO	BOVINO	BCG	AVIAR	JOHNE	PHLEI
HUMANA	1	1/2	2	20	30	150
BOVINA	1	1	2	40	30	150
BCG	1	1/2	1	20	30	150
AVIAR	20	40	40	1	3	100
JOHNE	10	10	10	3	1	50
PHLEI	150	150	150	100	50	1

Número de Especificidad: Número de unidades de la PPD heteróloga requerida para la misma reacción intradérmica en cobayos que con una unidad de PPD homóloga (67).

Fuente: Green, H., citado por Salvatierra Colindres, J.R. 1985 (67).

### 3.1.12 Sensibilidad paraespecífica:

Es la reacción a la tuberculina mamífera no ocasionada por M. bovis. Esta definición implica que toda sensibilización o aún infección por otras micobacterias que no sea M. bovis, generalmente no debe producir una tuberculosis progresiva y no debe transmitirse de un bovino a otro. El bovino es poco susceptible a M. avium y rara vez le causa una tuberculosis evolutiva. Muchos bovinos expuestos a M. avium hacen sólo una infección pasajera, caracterizada sobre todo por la sensibilización a la tuberculina pero sin lesiones anátomo-patológicas. La sensibilización desaparece generalmente a los 6-8 meses. La reacción a la tuberculina mamífera en los bovinos sensibilizados por M. avium, es sobre todo intensa poco tiempo después de la infección. La sensibilidad paraespecífica es reconocida aplicando la prueba comparativa simultánea con tuberculina mamífera y tuberculina aviar. Una reacción positiva a la tuberculina aviar, no significa que el bovino fue sensibilizado necesariamente por M. avium, ya que pudo haberlo sido por otras micobacterias antígenicamente muy relacionadas tales como M. paratuberculosis o M. intracellulare (67).

Un animal va a reaccionar más fuertemente a la tuberculina que corresponde a su sensibilización homóloga que a la heteróloga (67).

La utilidad de la prueba comparativa difiere cuando ésta se aplica a animales de rebaños con alta tasa de tuberculosis bovina o a animales de rebaños en los cuales la tuberculosis bovina fue eliminada, pero se presentan reactores a la tuberculina mamífera con LNV (lesiones no visibles). En el primer caso, la prueba comparativa puede encubrir animales infectados con M. bovis. En tal rebaño, si hay sensibilidad paraespecífica; puede haber animales infectados por M. bovis y al mismo tiempo sensibilizados por micobacterias heterógenas. En la primera fase de sensibilización paraespecífica puede darse el caso que la reacción a la tuberculina aviar sea más fuerte que a la mamífera, en un animal infectado por M. bovis y a la vez sensibilizado paraespecíficamente. En cambio en un rebaño que haya sido saneado y originalmente libre la prueba comparativa puede ser de gran utilidad para el diagnóstico diferencial. Los animales con reacciones paraespecíficas pueden ser dejados en el rebaño, ya que si la infección es debida a M. avium, ésta no se transmitirá de bovino a bovino (67).

CUADRO No. 2 PRINCIPALES TIPOS DE MICOBACTERIAS ASOCIADAS CON LESIONES (LNV).

ESPECIES AFECTADAS	MICOBACTERIAS CAUSANTES DE LA ENFERMEDAD
HUMANA	M. tuberculosis      M. avium M. bovis                M. gordonae M. kansasii            M. scrofulaceum M. xenopei             M. fortuitum M. intracellulare
BOVINA	M. bovis                M. avium M. tuberculosis        M. intracellulare
AVIAR (gallinas y demás aves)	M. avium M. avium (serotipos 1,2,3)
EQUINA	M. bovis M. tuberculosis (raras veces) M. avium (raras veces)
PORCINA	M. avium M. bovis M. tuberculosis (raras veces)
CANINA (perros)	M. tuberculosis M. bovis

Fuente: Cotrina Pérez, N. 1987 (17).

Otra causa de la sensibilización paraespecífica es la infección por M. paratuberculosis, agente causal de la paratuberculosis o enfermedad de Johne. El M. paratuberculosis está estrechamente relacionado antígenicamente al M. avium. Según Green (1951), la diferencia sería de 1 a 3 en la sensibilidad homóloga entre ambas bacterias. Animales infectados por M. paratuberculosis darán por consiguiente, una reacción positiva a la tuberculina aviar en la prueba comparativa. Una segunda prueba entre los 3-6 meses con tuberculina aviar será generalmente negativa o de un nivel bajo. Cuando se trata de infección por M. avium la desaparición de la sensibilización se puede explicar, ya que la infección se elimina y con ella la sensibilización. No hay una explicación fácil para la desaparición de la sensibilización en animales infectados por M. paratuberculosis, ya que la infección persiste. Según Doyle (1975) el nivel alérgico en la enfermedad de Johne es bajo y la primera prueba con tuberculina aviar o con johnina posiblemente agote la capacidad de respuesta del organismo (67).

Tanto en la sensibilización por M. avium como por M. paratuberculosis, la repetición de la prueba tuberculínica es útil. El M. tuberculosis, es importante desde el punto de vista de sensibilización paraespecífica. El bovino es sumamente resistente al tipo humano del bacilo tuberculoso. La mayoría de las infecciones no se traducen por lesiones anátomo-patológicas y cuando ocurren regresan y curan rápidamente. No se observan procesos evolutivos por M. tuberculosis en el bovino. Se ha podido aislar M. tuberculosis de ganglios de reactivos positivos que no presentaban lesiones en el post-mortem. El número de aislamientos es en general bajo. La fuente de sensibilización es siempre un paciente humano que está en contacto con los animales, ya que M. tuberculosis no se transmite de un bovino a otro. La tasa de sensibilización paraespecífica es más o menos importante de acuerdo a la prevalencia de tuberculosis humana en el medio rural (67).

La prueba comparativa en éste caso no es de ninguna utilidad, ya que la sensibilización es a la tuberculina mamífera. Tampoco es posible diferenciar la sensibilización con el PPD humano y el PPD elaborado con M. bovis. La tuberculinización es en general pasajera y no dura más de 7-9 meses, si se retira el foco de infección. En rebaños libres de tuberculosis bovina donde aparezcan reactivos a la tuberculina mamífera mayores que a la aviar, se debe sospechar la sensibilización a M. tuberculosis y todo el personal debe ser reexaminado por los servicios de salud (67).

La tuberculosis cutánea o skin lesion origina un problema de sensibilidad paraespecífica. Esta lesión se caracteriza por nódulos subcutáneos o intracutáneos, sobre todo en la región inferior de los miembros y que forman una cadena a lo largo de los linfáticos. Histológicamente estas lesiones son granulomas tuberculosos con un centro necrótico calcificado; en estas lesiones se pueden observar microscópicamente bacilos ácido-resistentes que no pudieron hasta ahora ser aislados en medios de cultivo o por medio de inoculación a animales de laboratorio. Animales con tuberculosis de la piel dan a menudo una reacción positiva a la tuberculina mamífera. La sensibilidad relativa a la tuberculina mamífera y aviar varía, por lo que se sospecha que más de una especie de micobacterias puede originar esta condición. Es evidente, sin embargo, que la prueba comparativa es de poca utilidad en estos casos sobre todo si la prueba se aplica en animales individuales y no al rebaño (67).

En los cuatro grupos de micobacterias atípicas de Runyon se han encontrado especies que tienen significación patológica para el hombre, produciendo procesos

tuberculosos pulmonares, ganglionares o de la piel. Estas micobacterias son bacterias del suelo ó del agua, que parecen ser una fuente común de infección para el hombre y los animales. No hay transmisión interhumana de la infección como parece no haberla entre los animales. Se ha aislado M. intracellulare y M. xenopl de ganglios y de procesos tuberculosos de cerdos y bovinos. Estas dos especies micobacterianas, pertenecen al grupo II de Runyon, al cual se ha incluido últimamente el M. avium. Hay un estrecho parentesco antigénico entre M. intracellulare y M. avium, por lo que se explicaría la sensibilización del animal a la tuberculina aviar, M. xenopl que fue aislado de bovinos, en pocas ocasiones, podría tener las mismas propiedades. M. kansasii del grupo I y M. fortuitum del grupo IV, que fueron aislados también de bovinos, están mas relacionados antigénicamente con M. tuberculosis o M. bovis. Es importante el papel de las micobacterias atípicas en la sensibilidad paraespecifica; cuando se implantan y multiplican en el organismo animal producen sensibilidad a la tuberculina, de la misma manera como la producen en el hombre. Esto se atribuye a la subnutrición, intenso parasitismo intestinal y a otros factores de stress, comunes en el trópico (67).

Se atribuye también a los miembros ácidosresistentes del género Nocardia, el poder sensibilizar el ganado a la tuberculina (67).

Se debe tomar en cuenta que cuando hay sensibilización paraespecifica vamos a encontrar uno o más animales con reacción positiva a la tuberculina aviar y negativa a la tuberculina mamífera. No se ha descubierto una tuberculina que tenga una perfecta sensibilidad y sea a la vez completamente especifica. El problema de la sensibilización paraespecifica, lo tendremos que afrontar todavía por un largo tiempo (67).

### 3.1.13 Otras Pruebas de Tuberculina:

#### a) Prueba de Reacción Térmica Breve:

Es una prueba de tuberculina modificada, la cual consiste en aplicar por vía subcutánea un volumen importante de solución de tuberculina, buscando un aumento de temperatura en el animal de cuatro a seis horas más tarde. Las células T estimuladas por antígenos, liberan una linfocinina pirógena. Puede ser aplicada después del parto, siendo también de provecho para el estudio de animales intensamente infectados (38)

b) Prueba Intravenosa:

Para esta prueba requiere una tuberculina especial de investigación. Los reactores a esta prueba muestran elevada temperatura 4 a 6 horas después de la inyección, la cual persiste por lo menos durante 8 horas. La temperatura se eleva 1.7 grados centígrados como mínimo. Resulta difícil su interpretación y es necesario considerar cambios hematológicos para pruebas falsas negativas (38)

c) Prueba Oftálmica:

Esta consiste en depositar tuberculina en el saco conjuntival. Se emplea tuberculina concentrada, especialmente preparada para esta prueba. En esta prueba se requieren dos aplicaciones de tuberculina. La primera tiene por objeto sensibilizar, ya que se ha observado que con este proceder se obtienen reacciones más intensas.

La segunda aplicación se realiza 2 o 3 días más tarde con fines diagnósticos. El animal se mantiene en observación durante 8 horas, tras la instalación de la dosis diagnóstica. La reacción positiva se caracteriza por intensa conjuntivitis, lagrimeo abundante y exudado mucopurulento (38).

3.1.14 Factores que pueden influir en la respuesta alérgica:

Se ha comprobado que la prueba alérgica no es una panacea y presenta a veces sus dificultades para lograr determinar al máximo todos los animales que padecen tuberculosis. Los estudios sobre esta problemática admiten algunos factores que modifican la respuesta alérgica del animal, tanto por exceso como por defecto (17).

La edad de los animales parece ser un factor determinante y de los más estudiados. La respuesta alérgica tiene tendencia a aumentar regularmente hasta la edad de 4-5 años, para estabilizarse o sufrir una baja ligera con el envejecimiento, lo que de forma no concluyente se atribuye a la disminución del número total de leucocitos en la sangre, hecho que coincide con esta edad. En los terneros enfermos hemos visto que el grado de reacción es grande, casi siempre mayor que el alcanzado por el ganado adulto. También se ha correlacionado la disminución de la intensidad del grado de reacción en los bovinos infectados, con el envejecimiento (17).

En las vacas con 16 días de gestación hasta 1 día antes del parto, así como de 1-14 días postparto, se presenta el decaimiento de la actividad alérgica y posteriormente, estos mismos animales recuperan su sensibilidad alérgica. En ocasiones se ha podido observar la producción de reacciones exuberantes en animales tuberculosos con gestación avanzada y en días recientes al parto, como también este hecho ha ocurrido en animales con gestación avanzada pero con un proceso paralérgico (17).

El sitio de inoculación del alérgeno influye en la respuesta alérgica, disminuyendo el grado de sensibilidad de la piel progresivamente desde la cabeza hacia el pliegue caudal. El mejor sitio para la inoculación corresponde al tercio medio de la cara lateral del cuello (17).

Las altas dosis de tuberculina provocan respuestas alérgicas mayores que con dosis bajas; al menos esto se ha comprobado en animales con lesiones tuberculosas. En los bovinos que padecen el fenómeno de paralerqia, también se obtiene un índice de positividad menor al emplear la dosis de 2,500 UI que con 5,000 UI en pruebas alérgicas simples (17).

La vía de inoculación influye cualitativamente en la detección de los enfermos. Hay una respuesta menor al utilizar la vía conjuntival en lugar de la intradérmica. A veces no se obtiene una respuesta en animales infectados por encontrarse éstos en el periodo prealérgico (período de Debré-Jacquet), el cual no es más que el intervalo que se extiende desde el momento en que se ha producido el contagio del animal susceptible hasta la aparición de la sensibilidad o alergia y que puede variar entre 3 y 8 semanas aproximadamente (17).

El resultado negativo a la prueba en animales infectados se puede esperar cuando el proceso tuberculoso está en periodo de incubación (fase prealérgica); el organismo animal está en estado de anergia en la etapa de generalización tardía, con la saturación antiagénica tisular consecuente (20).

### 3.1.15 Salud Pública:

La tuberculosis extrapulmonar del hombre es a menudo producida por M. bovis. Estas infecciones acometen con más frecuencia a los niños que a los adultos, como resultado del consumo de leche infectada. A menudo se encuentra el bacilo tuberculoso bovino en las infecciones de los huesos y articulaciones, en la piel y en la meningitis tuberculosa. Los tejidos más comúnmente afectados son los ganglios linfáticos cervicales, abdominales y los huesos, aunque no

es rara la tuberculosis generalizada (31).

El hombre puede infectarse también por inhalación. La tuberculosis por el bacilo bovino ocurre con menos frecuencia, pero su incidencia no es desdeñable en grupos ocasionales que están en contacto con animales infectados, especialmente en países donde los animales se encuentran estabulados. Esta forma no se distingue clínica o radiológicamente de la causada por M. tuberculosis (13).

Es posible la transmisión interhumana de M. bovis, pero hay pocos casos fehacientemente comprobados. En general, se puede decir que, como la mayoría de las zoonosis, el hombre es sólo un huésped accidental de M. bovis y su infección depende de la fuente animal (1, 13).

El hombre puede transmitir el bacilo tipo humano a varias especies animales y producirles una tuberculosis evolutiva (1, 54).

La infección del hombre por el tipo aviar (M. avium) es rara y en total existen unos 150 casos registrados en el mundo. La mayor parte son casos de linfadenitis o de tuberculosis pulmonar, conociéndose algunos casos en América Latina. Se admite generalmente que este tipo tiene poca importancia en la tuberculosis humana (1, 54).

Las cabras son susceptibles a M. bovis y sufren con cierta frecuencia de tuberculosis pulmonar, pudiendo reinfectar a los bovinos. Las cabras también desarrollan mastitis tuberculosa y su leche puede constituir un peligro para el consumidor (1, 32).

En el hombre el M. bovis puede causar las mismas formas clínicas y lesiones patológicas que el M. tuberculosis. El M. bovis lo adquiere el hombre principalmente por la vía digestiva y no por la aerógena y las calcificaciones son mucho menos frecuentes en la tuberculosis pulmonar que por el tipo humano (1).

#### 3.1.16 Tratamiento:

Generalmente no se practica en cabras.

#### 3.1.17 Control:

Hay tres tipos principales de enfoques para el control de la tuberculosis: a) Prueba y sacrificio; b) Prueba y separación y c) Quimioterapia. Aunque la vacuna BCG (Bacilo de Calmette-Guerin), es un agente inmunizante usado en el hombre en algunas áreas de riesgo elevado, no impide completamente la infección en el ganado bovino (20).

### 3.2 BRUCELOSIS

La Brucelosis es una enfermedad infecto-contagiosa de curso crónico, producida por algunos de los miembros del género *Brucella*. Es una zoonosis de mucha importancia a nivel mundial. Afecta a la mayoría de los animales domésticos y silvestres, siendo de mayor importancia en los primeros, por su repercusión en la economía al causar grandes pérdidas a la industria pecuaria como lo son la disminución de la producción láctea, pérdidas de crías, aumento del periodo interparto y reemplazo de animales infectados (77).

El hombre se infecta al consumir productos contaminados de animales enfermos de Brucelosis (77).

#### 3.2.1 Sinonimias:

A la Brucelosis también se le conoce como: Fiebre de Malta, Fiebre Ondulante, Fiebre Mediterránea, Aborto Epizootico, Enfermedad de Bang, Tifomalaria, Aborto infeccioso y Aborto contagioso (77).

#### 3.2.2 Historia:

En 1862 Nocard fue el primero en reconocer la presencia de bacterias entre las membranas fetales y la pared uterina de vacas gestantes (68).

En 1897, el veterinario danés Bang, aisla del estómago de fetos, de las envolturas fetales y secreciones uterinas de vacas recién abortadas, un pequeño bacilo al que se dió el nombre de bacilo de Bang o *Bacillus abortus* (Durante muchos años la enfermedad fue conocida como enfermedad de Bang). Más tarde concluye que tal germen ocasiona el aborto y es el agente específico de la enfermedad llamada aborto epizootico, ignorándose que pudiera ser patógeno para la especie humana. Fue Stribolt quien lo aisló de las vacas enfermas (68).

En 1897, Wright y Semple desarrollaron un método de diagnóstico basado en la propiedad aglutinante del suero de humanos enfermos sobre cultivos de la bacteria. En 1904 Zammit, veterinario inglés encontró que el suero de la cabra tiene un alto poder aglutinante, llegando a separar gérmenes de su sangre y con ello, a demostrar que la cabra era el único medio de contagio, al consumir el hombre leche cruda, comprobando la naturaleza zoonótica de la enfermedad (68).

En 1911 Schroeder y Cotton aislaron el bacilo de la leche de vacas aparentemente sanas. Moheler y Traum hicieron lo mismo de amígdalas de niños que se alimentaban

con leche de vacas infectadas, lo que también sugirió que se trataba de una zoonosis (68).

En 1914 Traum aisla de hígado, riñón y estómago de fetos expulsados prematuramente por cerdas en gestación, un ácido que, aunque pareciéndose cultural y serológicamente al de Bang, era menos exigente éste en CO<sub>2</sub> para su desarrollo. A tal germen le denomina Brucella suis (68).

La relación entre los microorganismos que afectan a vacas, cabras y cerdos era desconocida, hasta que en 1918 Alice Evans comprobó las estrechas relaciones bacteriológicas y serológicas existentes entre Brucella melitensis y Brucella abortus y que podían ser diferenciadas por métodos serológicos. Se continuaron sus investigaciones y en 1920 Meyer y Shaw establecieron el género Brucella, nombrándolo así en honor a Sir David Bruce, descubridor del primer miembro de este género (68).

En 1931-34 Thonsen en Dinamarca, descubre un tipo de aborto en la cerda determinado por un agente ligeramente distinto a la cepa de Brucella abortus y Brucella suis, descubierta por Traum en 1914. El tipo americano fue identificado en Europa por Thonsen y en América del Sur y en Austria por King en 1934 (68).

En 1952, McFarlane y colaboradores de Nueva Zelanda, descubrieron un cocobacilo con características similares aislado de carneros. Buddle y Boyes en 1953 aislaron el microorganismo considerándolo una cepa mutante de Brucella melitensis, pero en 1956 se clasificó como Brucella ovis (68).

En 1957 Stoenner y Lackman descubrieron una bacteria aislada de una rata del desierto, Nestana lipida. Por sus características, concluyeron que pertenecía al género Brucella, y la denominaron Brucella neotomae (68).

En 1966 Carmichael aisló un cocobacilo de los tejidos de un feto abortado por una perra y se clasificó como Brucella canis (68).

En la actualidad se reconocen seis especies dentro del género Brucella: Brucella abortus con nueve biotipos, Brucella melitensis con tres biotipos, Brucella suis con cuatro biotipos, Brucella ovis, Brucella canis y Brucella neotomae con un biotipo cada una (68).

### 3.2.3 Etiología:

Esta enfermedad es causada por alguna de las especies del género Brucella, tal y como se muestra a continuación:

CUADRO No. 3 RELACION DE LAS DIFERENTES ESPECIES Y BIOTIPOS DE LAS BRUCELAS Y ESPECIES A LAS QUE AFECTAN.

Agente	Biotipos	Hospederos-reservorio	Especies susceptibles
Brucella melitensis	1	caprinos-ovinos	caprinos, ovinos,
	2	caprinos-ovinos	bovinos y humanos
	3	caprinos-ovinos	
Brucella abortus	1	Bovinos	Bovinos
	2	"	Equinos
	3	"	Caprinos (raro)
	4	"	Porcinos
	5	"	Caninos
	6	"	Ovinos
	7	"	Humanos
	8	"	
	9	"	
Brucella suis	1	Porcinos	Porcinos
	2	Porcinos-liebre	Bovinos
	3	Porcinos	Humanos
	4	Renos	
Brucellas silvestres	1	Rata del desierto	Especie neotomae
Brucella ovis	1	Ovinos	Ovinos
Brucella canis	1	Caninos	Caninos-humanos

Fuente: Yañez, J. L. y Laguna, R. 1985 (77).

CUADRO No. 4 CEPAS DE REFERENCIA FAO/OMS DE LAS ESPECIES  
Y BIOTIPOS DE BRUCELLA

Especie	Biotipo	Cepa	No. de la NCTC <sup>1</sup>	No. de la ATCC <sup>2</sup>
Brucella melitensis	1	16M	10094	23456
	2	63/9	10508	23457
	3	Eter	10509	23458
Brucella abortus	1	544	10093	23448
	2	86/8/59	10501	23449
	3	Tuyta	10502	23450
	4	292	10503	23451
	5	B3139	10504	23452
	6	870	10505	23453
	7	63/75	10506	23454
	8a	----	10506	-----
	9	c68	10507	23455
Brucella suis	1	1330	10316	23444
	2	Thomsen	10510	23445
	3	686	10511	23446
	4	40	-----	23447
Brucella neotomae		5K33	10084	23459
Brucella ovis		63/290	10512	23840
Brucella canis		RM 6/66	-----	23365

Fuente: FAO/OMS, citado por Drozco, I. C. 1993 (60).

<sup>1</sup> NTCT National Collection of Type Culture.

<sup>2</sup> ATCC American Type Culture Collection (60).

#### 3.2.4 Antecedentes de la Brucelosis en Guatemala

- Salvatierra, J. R. (1972) en 900 bovinos, por medio de la Prueba aglutinación rápida en placa, estableció la no prevalencia en el área rural de San Martín Jilotepeque, Chimaltenango, Guatemala (66).

- Braaton, C. B. (1986) en 301 personas por medio de la Prueba aglutinación lenta en tubo, obtuvo una prevalencia de 7.95% en Guatemala (14).

- Orozco, I. C. (1993) en 131 cabras, por medio de la Prueba card test y Prueba rápida en placa, obtuvo una prevalencia a Brucella melitensis de 2.29% en el departamento de San Marcos (60).

### 3.2.5 Distribución geográfica:

En México la enfermedad se encuentra difundida por casi todo el país (1, 3, 77).

### 3.2.6 Transmisión:

Esta enfermedad es transmitida ya sea por contacto directo o indirecto (1, 3, 13, 16).

En animales la principal vía de infección es la oral, siguiéndole en importancia las mucosas conjuntivales y los genitales externos, la vía cutánea como solución de continuidad y la vía respiratoria. Ingestión o contacto con fetos, envolturas fetales, descargas vaginales, leche, materias fecales, pastos, forrajes y agua contaminados. Al lamer a los terneros recién nacidos y los órganos genitales, por contacto directo con secreciones nasales, orina y semen (1, 2, 3, 9, 13, 16, 20, 26).

### 3.2.7 Eritritol y Virulencia:

Los niveles de eritritol son más elevados en la placenta de las hembras que sufren placentitis durante la infección por brucela. Sin embargo, la Brucella canis generalmente se localiza en la placenta de las perras afectadas, en donde el índice de eritritol es nulo o sólo existe en cantidades muy pequeñas, esto es lo que hace dudar acerca de la verdadera influencia del eritritol, lo que hace pensar que el eritritol y la patogenicidad son factores independientes (73).

Ha sido demostrado que la cepa Rev-1 de Brucella melitensis, cuya patogenicidad es relativamente baja, es estimulada por el eritritol (73).

CUADRO No. 5 RELACION ENTRE LA PRESENCIA DEL ERITRITOL Y EL ABORTO EN LAS DIFERENTES ESPECIES

Especie	Concentración de eritritol	Aborto
Bovinos	+ + + +	si
Caprinos	+ + + +	si
Cerdos	+ + + +	si
Equinos	+	raro
Ovinos	+ + + +	si
Perros	+ o -	no
Mujer	-	no

Fuente: Yañez, J. L. y Laquna, R. 1985 (77).

### 3.2.7.1 Resistencia a los Agentes Fisico-Quimicos:

Las especies del género *Brucella* son susceptibles a la acción directa de los rayos solares; sólo bastan 4-5 horas para inactivarlas. La luz ultravioleta las mata en 25 minutos. Las brucelas son muy sensibles a temperaturas superiores a 55°C, 20 minutos a una temperatura de 60°C las destruye. En el suelo, en ambiente seco y protegido de la acción de los rayos solares, resisten por 2-3 meses. A bajas temperaturas, en agua, leche, orina y otras secreciones pueden vivir por 2 años o más y en la leche fría viven por semanas (16, 18, 22, 36, 43, 57, 70).

Las brucelas son muy susceptibles a las sulfas en placa de vidrio; sin embargo, en los pacientes tratados con estos antibióticos los resultados no son satisfactorios. Los resultados en placa de vidrio y en vivo radican o indican la capacidad que tienen estos gérmenes de vivir y dividirse intercelularmente, donde están protegidos de los antibióticos y anticuerpos. En el suelo, los hongos microespecíficos y algunos productos de ellos, atacan a las brucelas y las destruyen (terramicina, estreptomycin, penicilina, etc.) (6, 22, 43, 63).

En tejidos necróticos de fetos o placentas, son capaces de vivir por un período de 6 meses (6, 22, 63).

### 3.2.7.2 Características del cultivo:

Las brucelas se desarrollan en forma óptima a un pH de 6.8 y a una temperatura de 36-37°C, aunque pueden

desarrollarse entre 20 y 40°C. Algunas brucelas son microaerofílicas por lo que necesitan para su crecimiento del 5-10% de CO<sub>2</sub>, (9, 34, 54, 71).

### 3.2.7.3 Medios para el cultivo de las Brucelas:

Entre los más recomendados se encuentran:

- Medio de papa.
- Medio doble de Castañeda.
- Medio tripticasa soya agar.
- Medio de bacto triptosa.
- Medio de dextrosa suero agar.
- Medio de Stafseth.
- Medio de Kudaz-Morse. (9, 34, 54, 71).

### 3.2.7.4 Aspectos del cultivo:

Las brucelas son microorganismos de desarrollo lento y solamente pueden cultivarse en medios y condiciones adecuados. En las siembras de sangre en caldo de cultivo no se nota el crecimiento, sino hasta después de varios días; por este motivo no conviene descartarlos como negativos antes del vigésimo día. En medio sólido, el desarrollo es más lento que el de bacterias como salmonelas y estafilococos. Se acostumbra hacer lecturas de los cultivos a las 48 horas, tiempo suficiente para que muestren un buen desarrollo (34, 54, 71).

### 3.2.8 Inmunidad contra Brucela:

El organismo tiene 2 sistemas de defensa, que actúan de manera coordinada para combatir una infección, estos sistemas son:

- 1) Mecanismo de resistencia:
  - A. Barreras anatomo-fisiológicas.
  - B. Barreras bioquímicas.
  - C. Barreras celulares.
- 2) Mecanismos de inmunidad:
  - A. Humoral.
  - B. Celular.

#### 1.A) Barreras anatomo-fisiológicas:

Las brucelas penetran al hospedero principalmente por la vía oral, mucosas y heridas. En el caso de la vía oral, esta carece de este tipo de barreras y en el caso de las heridas, la piel pierde su defensa mecánica al perder su integridad morfológica (73)

### 1.B) Barreras bioquímicas:

La vía oral tiene una serie de enzimas y sustancias químicas (la amilasa salival, el HCl estomacal, enzimas digestivas intestinales y las sales biliares) por su acción detergente y por su poder inhibidor de ciertas bacterias y virus envueltos (73).

Sin embargo, a pesar de todas estas barreras, las brucelas son capaces de establecer una infección entrando por la vía oral, lo cual sugiere que estos gérmenes son muy resistentes a estos mecanismos, o que la vía oral permite el acceso directo a través de las amígdalas, realizando el efecto de las defensas estomacales e intestinales. Una vez que llegan a la sangre a través del intestino o de una herida, las brucelas se encuentran con la lisosima y sustancias oxidantes (73).

### 1.C) Barreras celulares:

La barrera inespecífica mas importante es la fagocitosis que está mediada por los polimorfonucleares; también participan neutrófilos pero en menor grado. En la mayoría de las brucelas, la presencia de una cápsula las previene de ser fagocitadas al generar una unidad ionizada e hidrofílica, a la cual el fagocito no se puede acercar con facilidad. Sin embargo, los polimorfonucleares llevan a cabo una fagocitosis importante (73).

La destrucción final de la brucela es aparentemente llevada a cabo por los macrófagos y en especial por los macrófagos activos, en los que se observa un aumento en el contenido de enzimas hidrolíticas (73).

### 2.A) Inmunidad humoral:

Las brucelas estimulan grandemente la reacción humoral, que se demuestra por elevados títulos de los anticuerpos producidos. Estos anticuerpos son de las clases IqG e IqM en caso de una infección natural y sólo IqM en caso de vacunación con la cepa 19 (3, 40, 77).

Aparentemente, después de la vacunación aparecen títulos tanto de IqG como de IqM. Sin embargo, los títulos de IqG son bajos y desaparecen con rapidez, contrario a lo que sucede normalmente donde la IqM es la que desaparece (3, 40, 77).

### 2.B) Inmunidad celular:

La habilidad que tienen las brucelas para penetrar a las células, especialmente a los polimorfonucleares, las

protege de sustancias bioquímicas inespecíficas y de los anticuerpos; en este caso el organismo reacciona desarrollando una defensa basada en la inmunidad celular. Esta defensa está concentrada en la actividad de los linfocitos T y los macrófagos (73).

Los linfocitos T, al contacto con el antígeno se dividen formando por lo menos 5 diferentes tipos de células: Las células T represoras, T ayudantes, T de memoria, T secretoria y T citotóxicas. De éstas, las que tienen una acción directa son las células blanco. En el caso de linfocito K existe una estrecha colaboración con los anticuerpos. La célula blanco modificada por la infección bacteriana estimula la formación de anticuerpos que actúan en contra de su superficie; posteriormente el linfocito K establece contacto con ellas a través del fragmento Fc del anticuerpo y quizás pueda ser destruida por el complemento a través de las fosfolipasas C'8 y C'9. Sin embargo, es probable que sea más importante la actividad citoadherente del fragmento Fc del anticuerpo y las actividades de conglutinación y adherencia a monocitos de las fracciones C'3a y C'5a (73).

La vacunación genera linfocitos B y linfocitos T de memoria, los que en caso de un segundo contacto con la brucela, desarrollan en un periodo de 3-5 días una respuesta secundaria. Una actividad importante de los anticuerpos, es la capacidad de adherirse a los macrófagos (opsonización) (73, 77).

### 3.2.9 Patogenia:

Cualquiera que sea la vía de entrada, las brucelas son fagocitadas por los polimorfonucleares los cuales las transportan a los nódulos linfáticos regionales, en donde una parte de bacterias es destruida, liberando material antigénico que activa el mecanismo formador de anticuerpos, como un nuevo intento para eliminar los agentes, llevado a cabo por los polimorfonucleares y monocitos (13, 16, 22, 31, 43, 65, 74, 76).

Las bacterias que no son destruidas por los macrófagos se multiplican dentro de éstos y una vez que lo han hecho se hacen más resistentes a la acción bactericida del suero normal. Una vez superada la barrera linfática se diseminan a través del sistema reticulo endotelial vía conducto torácico a la circulación y de aquí se pueden localizar en el bazo, hígado, nódulos linfáticos, médula ósea, cerebro, vértebras, articulaciones, cápsulas sinoviales, testículos, epididimo, vesícula y próstata. En hembras gestantes en útero, placenta, ubre, órganos genitales, leche, sangre, descargas vaginales y abomaso e intestinos de fetos

abortados (13, 16, 22, 31, 43, 65, 74, 76).

### 3.2.10 Signos clínicos y examen post-mortem:

El signo más importante y sospechoso es el aborto, pudiendo presentarse hasta en el 15% de las cabras del hato y ocurre entre los 4 y 5 meses de gestación; otro es el parto prematuro, acompañado en muchos casos de retención placentaria, teniendo como consecuencia la secuela de infertilidad (13, 16, 22, 31, 43, 74).

La temperatura puede aumentar hasta 41°C durante los estados febriles y las cabras muestran hiporexia. La mortalidad en adultos es baja y puede ser por espondilitis, meningitis o neumonías. Los machos rara vez se afectan presentando orquitis y/o neumonías (13, 16, 74).

Las crías pueden contraer la infección en el útero o después del nacimiento, pero normalmente se recuperan de manera espontánea antes de llegar a la madurez sexual, sin embargo, en ocasiones la infección puede persistir por largos períodos (2, 3, 16, 22, 31).

Las hembras muestran el útero hinchado y edematoso a la necropsia; si es reciente el aborto y la placenta está retenida se puede notar además en la membrana corioalantoidea, exudado opaco alrededor de los placentomas además de hematomas. Generalmente existe espondilitis y meningitis adyacentes a la médula espinal, algunas articulaciones y cápsula sinovial están hinchadas, con exceso de líquido y placas de fibrina (13, 16, 22, 31, 43, 65, 74, 76).

Los fetos se ven edematosos en su tejido subcutáneo, músculo y en el bazo e hígado abundantes hemorragias en las serosas. En los machos se observa con frecuencia orquitis con degeneración del epitelio seminífero, hipoplasia y atrofia testicular (64, 74).

Histopatológicamente los cambios más importantes se localizan alrededor de los placentomas (zona hiliar) pudiéndose observar colonias de la brucela en las lagunas, edema entre el septo materno y el vello fetal y necrosis de las células coriónicas. La placentitis hemorrágica con necrosis cotiledonaria es la que produce generalmente la retención placentaria (64, 73).

### 3.2.11 Diagnóstico:

Son numerosos los autores que se han ocupado de estudiar la utilización de los métodos de diagnóstico en la brucelosis animal (6).

-Diagnóstico Clínico: Los datos de mayor valor son los abortos tardíos o partos prematuros con retención placentaria, pueden inducir a sospechar de brucelosis (19, 22, 35).

-Diagnóstico Anatomopatológico: Los datos mas valiosos son las lesiones en las cubiertas fetales y en los cotiledones, los que presentan un exudado gelatinoso amarillo con focos de fibrina y pus, en el abomaso de los fetos hay un depósito de moco blanco amarillento, así como petequias y hemorragias en la mucosa gastrointestinal (35).

-Diagnóstico Bacteriológico: El diagnóstico de certeza lo establece el aislamiento de la brucela. El método más utilizado es el hemocultivo, pero puede identificarse en cultivo de médula ósea, orina o líquido cefalorraquídeo, así como el material obtenido de absceso o biopsias hepática y ganglionar, de la leche, placenta y semen. En los fetos, del contenido abomasal, pulmón, bazo e intestino (9, 35).

-Diagnostico Serológico: Las pruebas serológicas se usan ampliamente en el diagnóstico de las brucelosis. Existe gran variedad de pruebas diagnósticas para detectar anticuerpos específicos antibrucela en el suero sanguíneo, leche, suero de leche, moco vaginal y plasma seminal (2, 3, 4, 12, 23, 24, 26, 27, 33, 34, 58, 70, 73, 77).

Entre las Pruebas más utilizadas en el diagnóstico serológico de la Brucelosis caprina, se tienen:

**Cuantitativas:**

Prueba de aglutinación lenta en tubo .. IqM e IqG  
Prueba de aglutinación rápida en placa IqM, IqG2 e IqG1  
Prueba de fijación de complemento ..... IqG e IqM.

**Cualitativas:**

Prueba de antígeno acidificado tamponado IqG1 e IqM  
Prueba de la placa con Rosa de Bengala .. IqG1, IqM, IqG2 e IqG  
Prueba de Mercaptoetanol ..... IqG  
Prueba de Rivanol ..... IqG (73).

**3.2.11.1 Pruebas Bacteriológicas:**

**Metodos microbiologicos:**

A.- TINCION: Utilizando los métodos de Zielh Neelsen (modificación de Stamp), Koster modificado o Macchiavello, se realizan frotis de los

cotiledones, contenido del estómago del feto, exudado del útero, sangre y médula esternal (54).

B.- Inmunofluorescencia: Presenta la ventaja de ofrecer resultados rápidos, pero las dificultades que presenta como método de diagnóstico son varias:

- La fluorescencia del tejido de fondo que dificulta la interpretación de la prueba.
- La presencia de anticuerpos en la leche infectada y a veces en los tejidos que impide la reacción de anticuerpos fluorescentes (AF).
- El método AF es menos sensible por lo que si el resultado da negativo, debe examinarse las muestras por cultivo para poder confiar en el diagnóstico (54, 73).

C.- Cultivo: Haciendo un aislamiento en la leche, contenido del estómago fetal, semen, líquido de higromas y flujo de órganos genitales; éstos en medios de cultivo selectivos o por inoculación en cobayos y en ratones (54, 73).

Los medios de cultivo más utilizados son: Agar tripticosa soya (BBL), Agar triptosa (DIFCO) y el Agar Brucella (ALBIMI), en todos éstos es recomendable adicionar un 5% de suero normal estéril. Algunas cepas de brucella, sobre todo en el primer cultivo, sólo se desarrollan en presencia de suero (54, 73).

Medios selectivos: Se preparan agregando antibióticos y/o colorantes bacteriostáticos a los medios de cultivo mencionados anteriormente (numeral 3.2.9.6 página 38). Como ejemplo se puede mencionar el medio de Kuzdaz y Morse, que consiste en agar Albimi+ciclohexamida (100 mg/Lt), bacitracina (25,000 U/Lt) y polimixina B (6,000 U/Lt). También se agrega violeta de metilo en proporción de 1/800,000 según la modificación de Renoux. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que algunos biotipos son muy sensibles a los colorantes (54).

D. Inoculación de roedores: Otro método para aislar la brucela consiste en inocular a ratones o cobayos, por la vía intraperitoneal o bien subcutánea o intramuscular. En esta prueba se inoculan dos roedores, sacrificando uno a las 3

semanas y el otro a las 6 semanas; se buscan anticuerpos y se cultivan el bazo, hígado, ganglios, etc. (73).

- Metodos serológicos:

A.- Prueba de aglutinación lenta en tubo: Esta prueba detecta inmunoglobulinas tipo IgG e IgM, midiendo la cantidad total de aglutininas y expresando los resultados en unidades internacionales (UI); una reacción positiva se registra como (+), una reacción incompleta como (I), y una reacción negativa como (-). Sin embargo la inmunoglobulina que se produce como respuesta a una infección es la IgG1 y ésta produce poca aglutinación de IgM. Por otro lado, esta prueba puede dar reacciones falso positivas relacionadas con anticuerpos residuales debido a la vacunación. Se recomienda adicionar solución salina fenolada, para reducir el apareamiento de prozona. Esta prueba es utilizada como prueba tamiz para diagnóstico de brucelosis en rebaños (2, 3, 4, 12, 23, 26, 27, 33, 34, 58, 71, 73, 77).

En esta prueba, si cualquier cabra del rebaño muestra un título de 1:100, todas las demás que reaccionen a 1:50 ó 1:25 también deben considerarse infectadas. Las suspensiones bacterianas se preparan generalmente matando las bacterias por el calor o por el formol. Es por ello que tienen gran periodo de conservación (25, 77).

Después de adicionar el antígeno y mezclarlo, se incuban los tubos durante un periodo de tiempo de 48 horas a 37°C. Tras la incubación, se examinan los tubos de ensayo bajo una luz oblicua. Cuando se halla presente el anticuerpo y ha reaccionado con las células, se observa que éstas se han agrupado y se han depositado en el fondo del tubo, quedando clara la solución salina de encima. Si no se ha producido la aglutinación, las células se hayan todavía en la solución salina en suspensión uniforme; si bien pueden haber sedimentado ligeramente para alterar los flóculos aglutinados y hacer más fácil la elección del punto final de titulación, también tiene una aplicación práctica en el diagnóstico de la brucelosis en otras especies animales incluyendo camellos, venados, etc. (2, 3, 4, 12, 23).

B.- Prueba de aglutinación rápida en placa: Es una modificación de la prueba de aglutinación en tubo, adaptada para detectar aglutinación rápida sobre una placa de vidrio. Es una prueba sencilla y más rápida que la de aglutinación en tubo. Sin embargo, es muy afectada por las condiciones del medio, aunque su sensibilidad se sigue comparando con ésta. Detecta inmunoglobulinas IgM e IgG, los resultados se miden como positivo, sospechoso y negativo. Y es poco específica. Se colocan: 0.08 ml, 0.04 ml, 0.02 ml y 0.01 ml de suero en forma vertical agregándole 0.03 ml de antígeno; y se mezcla con un palillo de dientes de la dilución más alta a la más baja; se le dan rotaciones cada 4 minutos y al final de los 8 minutos se realiza la lectura, la cual se interpreta en positivo (+), incompleto (1) y negativo (-) (2, 3, 4, 12, 23, 24, 26, 27, 33, 34, 58, 71, 73, 77).

C.- Prueba de fijación de complemento: La técnica más común para la fijación del complemento se basa en la fijación en frío a 0-4°C durante 14-18 horas, pero en el caso de brucelosis bovina, muchos laboratorios prefieren recurrir a la fijación en caliente durante un periodo más corto (media hora a 37°C). Esta prueba posee alta sensibilidad y especificidad; se considera positivo un título de 1 en 40 y sospechoso un título de 1 en 20. El suero de animales infectados con brucelosis contiene anticuerpos específicos IgG1 e IgG2 y algunas veces pequeñas cantidades de IgM; sin embargo, si la concentración de IgG2 es mayor a la de IgG1 o más elevada, se pueden observar fenómenos de prozona en el procedimiento. Este fenómeno puede evitarse reduciendo la dosis de las IgG2 en la muestra. Esta prueba no puede emplearse para la detección de anticuerpos de las clases de inmunoglobulinas que no fijan el complemento (IgA e IgG2), ni en los casos en que el antígeno sea una toxina que determine la lisis de los glóbulos rojos del sistema, ni puede aplicarse al diagnóstico de los estados de hipersensibilidad o a las reacciones de bases celulares (2, 3, 4, 12, 23, 24, 26, 27, 33, 34, 58, 71, 73, 77).

D.- Prueba de aglutinación con 2 mercaptoetanol: El tratamiento de muestras de suero con 2 mercaptoetanol destruye las inmunoglobulinas tipo IgM, proporcionando con eso un medio de diferenciación entre los títulos en el suero, como resultado de una infección o vacunación reciente y

aquellos que están asociados con infecciones establecidas desde antes. Durante la infección activa después de la vacunación, dominan los de la clase IqG, mientras que posteriormente sólo se encuentran anticuerpos de la clase IqM. En la forma crónica tras la curación se encuentran solamente anticuerpos resistentes al mercaptoetanol, es decir del tipo IqG, por lo que el título del suero no se altera por dicho tratamiento (2, 3, 4, 23, 26, 77).

E.- Prueba de rivanol: El rivanol produce una precipitación de las inmunoglobulinas tipo IqM, midiendo únicamente las IqG. Tiene una alta especificidad. El procedimiento de esta prueba se reduce a colocar 0.4 ml de suero + 0.4 ml de rivanol y agitar el tubo, para dejarlo reposar durante 5 minutos a 22°C; se centrifuga por 5 minutos a 1,500 revoluciones; el sobrenadante posee únicamente IqG, luego se hacen las mismas diluciones que en la prueba rápida en placa (51, 77).

F.- Prueba de tarjeta o rosa de bengala: Es conocida también con el nombre del antígeno acidificado y fue descrita por Rose y Roepke en 1957. Esta prueba sólo detecta IqG; el antígeno que se utiliza se colorea con rosa de bengala tamponada a un pH de 3.65 y la concentración de la Br. abortus es del 8%. Esta prueba es sensible y específica y da reacciones positivas mucho antes que con la prueba de aglutinación en tubo y otras pruebas; esto se debe a que la acidez del antígeno inactiva a las IqM y sólo deja aglutinar a las IqG. Debe usarse como prueba complementaria; los resultados se leen como positivo (+) y negativo (-). Waqhela et al. compararon las pruebas de rosa de bengala, aglutinación en tubo, doble difusión en gel y fijación de complemento, encontrando que la prueba de rosa de bengala es la más sensible y la de doble difusión en gel, la más específica comparando estas características con la prueba de fijación de complemento. Además, si la prueba de la tarjeta se utiliza con antígeno poly B de Br. melitensis la sensibilidad y especificidad se comparan con la prueba de inmunodifusión doble. El antígeno poly B de Br. melitensis 115R posee una sensibilidad mayor para las pruebas de aglutinación y puede compararse con la prueba de fijación de complemento (2, 3, 4, 12, 23, 24, 26, 27, 33, 34, 58, 71, 73, 77).

G.- Prueba de Coombs: Se utiliza un reactivo del mismo nombre y produce aglutinación de anticuerpos incompletos o no aglutinantes. El reactivo de coombs es un antisuero específico contra la globulina o el suero completo de las especies animales, cuyo suero se analiza; este antisuero puede formarse en el suero de otros animales. Cuando se hallan presentes anticuerpos incapaces de realizar una aglutinación directa de células, pueden producir el fenómeno de prozona que con frecuencia se ve en las reacciones cuantitativas de aglutinación de brucela (2, 24, 34, 71).

Esta prueba se basa en la presencia de moléculas de inmunoglobulinas no aglutinantes sobre las células, que pueden descubrirse mediante una extensión de la reacción de aglutinación. Si las células que han absorbido los anticuerpos no aglutinantes se lavan y se vuelven a suspender después en solución salina que contenga antioglobulina, aglutinarán porque la antioglobulina es capaz de reunir las moléculas de anticuerpo antibrucela que a su vez se hallan firmemente fijadas a las células bacterianas (2, 3, 4, 12, 23, 24, 27, 33, 34, 58, 71, 73, 77).

H.- Prueba del anillo: Es para detectar presencia de inmunoglobulinas en la leche y crema. Su principio se basa en una técnica de emulsión. Debido a la prolongada persistencia de la infección en la glándula mamaria, al menos en la cabra, se considera una prueba muy confiable. Se emplea una suspensión al 4% de la cepa lisa de gérmenes de Br. abortus 1119-3 teñidos con hematoxilina para la leche de vaca, mientras que para la leche de oveja y cabra se prefiere el antígeno teñido por tetrazolio. Se llena un tubo de ensayo a una altura de unos 3 cm con una muestra tomada de la leche bien mezclada y se añade a ella una gota de reactivo, se agita la mezcla y se incuba seguidamente a 37°C durante 40-50 minutos. Si se hallan presentes anticuerpos contra Br. abortus, se aglutinan los gérmenes teñidos y son elevados en el tubo con los glóbulos grasos, formando un anillo azul en la parte inferior de la capa de nata por encima de la leche blanca. Si no existen anticuerpos, la nata que se separa es blanca y la leche desnatada inferior es azul. Aspectos intermedios indican concentraciones bajas de anticuerpos. La reacción del anillo en la leche es muy sensible y puede realizarse sobre muestras conjuntas de leche; pero si se encuentra

### 3.2.12 Tratamiento;

En los animales no se lleva a cabo; se recomienda localizar a las cabras infectadas para desecharlas (13, 63).

### 3.2.13 Control;

Algunas medidas llevadas a cabo en el control, son las siguientes:

- Medidas destinadas a evitar la manipulación de fetos y restos abortivos.
- Evitar el pastoreo con otras especies, ya que las diferentes brucelas se transmiten de una especie a otra.
- Estimular el hábito de lavado de manos después de la ordeña.
- Prohibición del consumo de alimentos contaminados.
- Segregación de las hembras próximas al parto.
- Desinfección de instalaciones.
- Vacunación de las hembras.
- Muestreos serológicos continuos para poder detectar los animales infectados.
- Aislamiento de los animales y descarte de los positivos.
- Cuarentena a animales de nuevo ingreso al hato, hasta no darlos como negativos a brucela (13, 16, 20, 22, 31, 36, 43, 57).

### 3.2.14 Profilaxis:

La vacuna Rev-1 Brucella melitensis, fue elaborada a través de una cepa mutante de Brucella melitensis que no requería la presencia de la estreptomycinina para su desarrollo. Se aisló a partir de una colonia de Brucella melitensis que si requería dicho antibiótico. Una sola dosis aplicada a la edad de 3-6 meses confiere una protección de por vida aplicada por vía subcutánea, sin embargo, la Rev-1 es estable, no revierte a patógena por pasajes continuos, aplicando una dosis de  $1 \times 10^{6.5}$  células viables, protege de por vida a las hembras vacunadas de 3-6 meses de edad. Si es usada en hembras gestantes puede causar aborto o puede ser excretada en la leche (3, 40).

### 3.2.15 Salud Pública:

Es una zoonosis de distribución mundial; en México la Brucella melitensis es el agente causal del 90% de los casos de brucelosis en el humano (1, 14, 37).

En los humanos puede producir incapacidad dada por complicaciones como: artritis, osteomielitis, bronquitis, meningitis, nefritis, cistitis, orquiepididimitis, endocarditis, hepatitis e hiperesplenismo, y en algunas ocasiones pueden llegar a producir la muerte. Afecta más al sexo masculino por razones ocupacionales; tal es el caso de los pastores, trabajadores del rastro y empacadoras de carne. El riesgo de adquirir la enfermedad entre los veterinarios es muy alto. Observándose que un 50-60% de las personas relacionadas con la explotación de caprinos manifestaron haber padecido la enfermedad (1, 14, 37, 77).

Por consiguiente, la brucelosis es una enfermedad de suma importancia ya que lesiona gravemente su economía al frenar el desarrollo de la ganadería nacional, ocasionando pérdidas en la producción de fuentes de proteína de origen animal y de ingresos (1, 14, 37, 77).

En el humano es transmitida a través de lesiones en la piel por contacto con animales enfermos o sus tejidos, sangre, placenta, fetos abortados y orina, por inhalación de gotas o aerosoles y a través del consumo de alimentos contaminados, leche no pasteurizada, queso y mantequilla. La transmisión interhumana es rara pero puede ocurrir a través de transfusiones sanguíneas. Por vía venérea causa una prolongada incapacidad y reduce la habilidad física en el trabajo (1, 14, 37, 77).

En los humanos las causantes de la infección son: La Brucella melitensis, Brucella suis, Brucella abortus y Brucella canis, produciéndose en la infección aguda, debilidad, sudoración muchas veces profusa, calosfríos, cefaleas, astenia, malestar general, fiebre, esplenomegalia y hepatomegalia. En la presentación crónica, granulomas en diferentes órganos y formación de abscesos en los granulomas; los de cerebro e hígado desorientan el diagnóstico de la brucelosis (1, 14, 37, 77).

La orquitis y la epididimitis no son distintas a las provocadas por la tuberculosis; hay presencia de osteomielitis en huesos largos y vértebras, embolismo pulmonar, cirrosis portal por flebitis, esplenomegalia, hiperesplenomegalia y endocarditis (1, 14, 37, 73).

La brucelosis en el humano es una enfermedad crónica y es adquirida por ingerir leche de vaca o cabra cruda (10).

## VI. MATERIALES Y METODOS

### 4.1 Materiales:

4.1.1. El presente trabajo se realizó en las comunidades en donde se ubican los usuarios del proyecto de cabras y árboles forrajeros del ICTA en el altiplano occidental, que incluyen:

- En el departamento de Totonicapán, el caserío Xolnahualá; y los caseríos Chuiqarcía y Chuijox pertenecientes a la aldea Pachoc.
- En el departamento de Quetzaltenango, Labor Ovalle y el caserío La Libertad, pertenecientes al municipio de Olintepeque.
- En el departamento de San Marcos, aldea Villa Hermosa correspondiente al municipio de Esquipulas Palo Gordo y aldea San José Caben correspondiente al municipio de San Pedro Sacatepéquez.
- En el departamento de Huehuetenango, el municipio de Nentón y las aldeas Chanquejelvé, Castavi, Subajasún, Nentón, Las Palmas, El Aquacate y Yalambojoch; en el municipio de Jacaltenango la aldea Nueva Catarina y en el municipio de Chiantla la aldea Sibilá.
- En el departamento de Sololá los municipios de San Marcos La Laguna y San Juan La Laguna; en el municipio de Santa Clara La Laguna la aldea Monte Cristo; y en el municipio de Nahualá la aldea Balam-abai.

### 4.2 Recursos Humanos:

- 3 Catedráticos asesores investigadores.
- Estudiante de Medicina Veterinaria.
- Personal Técnico del ICTA en Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá y Huehuetenango.
- Personal Técnico de los laboratorios de la DIGESEPE en Bárcenas, Villa Nueva. Guatemala.
- Usuarios del proyecto de cabras y árboles forrajeros del ICTA en el altiplano occidental (Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá y Huehuetenango).

#### 4.3. Componente animal:

Criterios de inclusión:

- Animales mayores de 6 meses, debido al comportamiento de la Brucelosis en esta especie y al período de incubación tan irregular.
- Hembras que hubieran presentado algún problema de tipo reproductivo o no.
- Hembras de más de un parto.
- Hembras que estén lactando.
- Animales de productores usuarios del proyecto de cabras y árboles forrajeros del ICTA anuentes a colaborar en ésta investigación.

#### 4.4. Material y equipo de laboratorio:

- Centrífugas.
- Tubos de ensayo.
- Gradillas para tubos de ensayo.
- Viales de 3 cc para sueros.
- Pipetas calibradas.
- Accesorios varios de limpieza.
- Pipeta de Bang.
- Solución salina fenolada estéril.

#### 4.5. Material de campo:

- Hieleras.
- Aguja.
- Algodón.
- Alcohol.
- Tubos de ensayo al vacío.
- Gradilla.
- Cinta adhesiva.
- Lapicero.
- Rasuradora.
- Cutímetro.
- Jeringa de tuberculina de 1 cc.
- Lazos.
- Boleta de control.

#### 4.6. Transporte y material de campo:

- Vehículos proporcionados por el ICTA en Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá y Huehuetenango.

#### 4.7. Material de tipo biológico:

- Antígeno Poly-B de Brucella melitensis cepa R115 para Prueba lenta en tubo.
- Antígeno de Brucella abortus cepa 1119-3 para Prueba de la tarjeta.
- Tuberculina mamífera (PPD-B) y aviar (PPD-A)\*.

#### 4.8. Centros de Referencia:

- Universidad de San Carlos, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas en Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá y Huehuetenango.
- Laboratorio de la Dirección General de Servicios Pecuarios en Bárcenas.

#### 4.9. Metodología:

Se procedió a ubicar los lugares donde hay usuarios del proyecto de cabras y árboles forrajeros del ICTA en el altiplano occidental de Guatemala (Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá y Huehuetenango).

Los animales que ingresaron al estudio fueron sanqrados por la vena yuquilar obteniendo un volumen de 5 cc. Los sueros fueron centrifugados para su análisis en el laboratorio de la DIGESEPE en Bárcenas, donde se corrieron las pruebas siguientes:

##### 1. Para el diagnóstico de Brucelosis:

##### a) Prueba lenta en tubo:

- Con una pipeta de Bang se introdujieron en el primer tubo 0.08 ml de suero, en el segundo tubo 0.04 ml, en el tercer tubo 0.02 ml y en el cuarto tubo 0.01 ml.
- Se agregaron en cada tubo 2 ml de antígeno.
- Los tubos se agitaron levemente para que se mezcle el suero con el antígeno.
- Se incuban por 48 horas a 37°C.
- Efectuar la lectura.

Se usó antígeno específico de Brucella melitensis cepa R115.

##### b) Prueba de la Tarjeta:

- Se depositó una gota de 0.03 ml del suero problema sobre la placa.

---

\* Weihnridqs - Inglaterra

- Luego se depositó una gota de 0.03 ml de antígeno acidificado tamponado.
  - Se mezclaron el antígeno con el suero.
  - Se agitaron por 4 minutos.
  - Se efectuó la lectura
- Se usó antígeno de Brucella abortus cepa 1119-3

II. Para el diagnóstico de tuberculosis, se empleó la Prueba comparativa cervical, habiéndose procedido así:

- Con una tijera se corto el pelo en el área del cuello del sitio de inoculación.
- Luego se midió la piel con un cutímetro para tener un valor preinoculación.
- Se inoculó 0.1 ml de tuberculina bovina (PPD-B) en el lado derecho, y en el lado izquierdo 0.1 ml de tuberculina aviar (PPD-A).
- A las 72 horas se procedió a la lectura, utilizando el cutímetro para tener un valor post inoculación.

Esta prueba se hizo por las siguientes razones:

- Por el alto costo que representa realizar la prueba intradérmica única, hacer la lectura y luego hacer la prueba comparativa cervical.
- Porque las comunidades en las cuales se va a realizar la investigación quedan muy distantes unas de otras y son de difícil acceso.
- Además por razones de tipo cultural, a los propietarios de cabras no les agrada la manipulación excesiva de sus animales.
- Por la convivencia que tienen las cabras con otras especies y por lo tanto se hace necesario descartar reactores inespecíficos.

La determinación de las condiciones del destino y forma de utilización de la leche de cabra se hizo por medio de una boleta para encuestar a los usuarios. (Anexo 1)

#### 4.10. Interpretación de resultados:

Los parámetros de interpretación de resultados fueron los siguientes:

- Prueba lenta en tubo: positivo (+), negativo (-), incompleta (I).

Hay reacción positiva cuando la mezcla antígeno-anticuerpo es clara y una leve agitación no separa los flóculos. Es incompleta cuando la mezcla es parcialmente clara y al agitarla no disgrega los flóculos. Cuando la mezcla no muestra claridad alguna y la agitación no revela la existencia de flóculos es negativa.

- Prueba de la tarjeta: no aglutinación (-), cualquier grado de aglutinación (+).
- Prueba comparativa cervical:  
 Cuando la diferencia en el grosor del pliegue cutáneo del lado de la tuberculina bovina es mayor de 6 mm a la diferencia del grosor del pliegue en el lado de la tuberculina aviar, es resultado positivo.  
 Cuando las diferencias en el grosor del pliegue de ambos lados son de valores que alcanzan o sobrepasan los 6 mm es resultado positivo para tuberculosis bovina.  
 Cuando no llegan a los 6 mm es resultado sospechoso.  
 Cuando la diferencia en el grosor del pliegue del lado de la tuberculina aviar es mayor de 6 mm a la diferencia del grosor del pliegue del lado de la tuberculina bovina es resultado negativo para tuberculosis bovina y positivo para tuberculosis aviar o cualquier otra micobacteriosis.  
 La recolección de datos se hizo en los formularios oficiales (Anexo 2,3)

#### 4.11. Análisis de resultados:

Los resultados obtenidos fueron expresados en forma porcentual para estimar la prevalencia de Brucelosis y Tuberculosis. Para medir la asociación de las variables raza, edad y área geográfica (departamento) se hizo uso de las pruebas de Chi cuadrado (68).

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

## V. RESULTADOS Y DISCUSION

Fueron estudiadas 140 cabras lecheras de las razas Alpina, Nubiana, Saanen y Toggenburg comprendidas entre las edades de uno y siete años, de los módulos caprinos del ICTA distribuidas en los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango, Sololá y San Marcos, del altiplano occidental de Guatemala (Anexo 4, Cuadro 1).

Cada departamento tiene sus características sobre la cría, manejo y explotación de cabras lecheras; los datos recabados mediante boleta de encuesta corrida al productor con respecto al destino de la leche, variaron según el departamento. El número total de productores que colaboraron en este estudio estuvo distribuido de la siguiente manera: en Huehuetenango 45.76%, Sololá 32.20%, San Marcos 8.47%, Quetzaltenango 6.78% y Totonicapán 6.78% (Cuadro 2 y Gráfica 1).

### Investigación de tuberculosis:

Al realizar la Prueba comparativa cervical para el diagnóstico de tuberculosis en el total de cabras (140), no se encontraron animales Reactores Positivos a la prueba tuberculínica con PPD-B; sin embargo hubo una prevalencia estimada del 26.47% de animales que presentaron una reacción paraespecífica (Cuadro 3).

La edad de los animales oscilaba entre uno y siete años, encontrándose una mayor Prevalencia (17.65%) en animales

Reactores Paraespecíficos de tres a cuatro años (Cuadro 3 y Gráfica 2), no encontrándose relación estadística entre la edad y reacción a la tuberculina. Pese a lo anterior, se encontro mayor porcentaje de animales adultos con Reacción Paraespecifica, probablemente porque tuvieron más oportunidad de estar en contacto con las Micobacterias saprófitas, relacionadas en mayor o menor grado antiqénicamente con las Micobacterias pátogenas.

Al realizar la encuesta se pudo establecer que el 36.53% de los productores además de caprinos tienen gallinas y otras aves, las cuales no estan confinadas aumentando el riesgo de diseminar Mycobacterias y contaminar el pasto con sus heces fecales y de esta manera sensibilizar a los caprinos (Cuadro 4 y Gráfica 3). Al respecto, Green, demostró que existe una marcada diferencia cuantitativa entre algunas de ellas mediante sensibilizaciones cruzadas con tuberculinas PPD de diferentes Micobacterias (Humana, Bovina, Aviar, BCG, Johne, Phlei), con cobayos sensibilizados homólogoa y heterólogoamente.

De las cabras muestreadas la raza que dió mayor Reacción Paraespecifica fué la Alpina con 12.50% (Cuadro 5 y Gráfica 4). Esta raza se ha difundido en el área rural, debido a que son buenas productoras de leche, se adaptan al medio y hay mayor disponibilidad de machos.

El departamento de Huehuetenango mostró un mayor porcentaje de cabras lecheras Reactoras Paraespecíficas, con 10.00% (Cuadro 6 y Gráfica 5), no encontrándose relación estadística entre

raza y departamento. En este departamento se encuentra el mayor número de módulos caprinos, en los cuales los productores tienen de una a tres cabras lecheras.

#### Investigación de Brucelosis:

Se efectuaron los estudios serológicos en las 140 cabras, utilizando dos pruebas: lenta en tubo con antígeno específico de *Brucella melitensis* con las siguientes diluciones 1:25, 1:50, 1:100 y 1:200 y la prueba de la tarjeta con antígeno de Brucella abortus como prueba complementaria por tener antigenicidad cruzada, en base a la composición química de la pared bacteriana que tiene antígenos A y M. Los resultados fueron negativos en ambas pruebas (Cuadro 7).

#### Información de la boleta a los productores:

El 50.84% de productores poseen macho cabrío (Cuadro 8 y Gráfica 6); observándose que la mayoría eran del tipo criollo o Alpino cruzado con criollo.

El 69.48% de productores ordeñaban las cabras (Cuadro 9 y Gráfica 7) y el 70.98% de ellos utilizaban la leche para consumo familiar; los restantes dejaban la leche para amamantar a las crías (Cuadro 10 y Gráfica 8). El 50.84% de los productores hervían la leche antes de consumirla (Cuadro 11 y Gráfica 9) como resultado de múltiples campañas llevadas a cabo por el Ministerio de Salud Pública en años anteriores.

Se observó que el 84.74% de los productores no vendían leche (Cuadro 12 y Gráfica 10) y que solamente el 20.34% producía quesos por no tener asesoría para la elaboración de estos subproductos (Cuadro 13 y Gráfica 11).

En cuanto al manejo el 67.79% de los productores practicaba el amamantamiento del cabrito (Cuadro 14 y Gráfica 12); y el 82.98% proporcionaba 0.5 litros de leche/día a la cría (Cuadro 15 y Gráfica 13), con una duración de la lactancia de dos meses en el 42.53% de los productores (Cuadro 16 y Gráfica 14). Atribuible a la mala alimentación de las cabras lecheras y porque su manejo es similar al de la cabra criolla.

## VI. CONCLUSIONES

- El total de cabras lecheras investigadas resultaron negativas a Mycobacterium bovis a través de la Prueba Comparativa Cervical.
- El 26.47% de animales presentó Reacción Paraespecífica a Mycobacterium avium.
- El grupo que presentó más animales con Reacción Paraespecífica fue el de tres a cuatro años.
- El 100% de los caprinos estudiados resulto negativa a Brucelosis mediante la Prueba estandar lenta en tubo y Prueba complementaria de la tarjeta.

## VII. RECOMENDACIONES

- Es conveniente realizar la prueba comparativa cervical en caprinos cada 6 meses para el diagnóstico de Tuberculosis, y efectuar la Prueba estandar lenta en tubo y Prueba complementaria de la tarjeta para el diagnóstico de Brucelosis, a todo caprino que ingrese a los rebaños por encontrarse éstos libres de ambas enfermedades.
- Dar seguimiento a los animales que presentaron una Reacción Paraespecifica, para determinar la posible fuente de sensibilización a Micobacterias.

## VIII. RESUMEN

En 140 cabras lecheras de las razas Alpina, Nubiana, Saanen y Toggenburg, de los módulos caprinos del ICTA en los departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, Huehuetenango, Sololá y San Marcos, del altiplano occidental de Guatemala, se efectuaron pruebas diagnósticas con fines de detectar prevalencia de Tuberculosis y Brucelosis.

Para el diagnóstico de Tuberculosis se corrió la Prueba comparativa cervical usando tuberculina bovina ó PPD-B y tuberculina aviar ó PPD-A; no se encontraron animales positivos a PPD-B, pero 26.47% de animales resultaron positivos a la PPD-A siendo ésta una reacción paraespecífica.

Para establecer la prevalencia de Brucelosis, se utilizó la Prueba estandar lenta en tubo (SAT-A) con antígeno específico de Brucella melitensis y la prueba confirmativa de la tarjeta con antígeno de Brucella abortus, obteniéndose resultados negativos en ambas pruebas.

## IX. BIBLIOGRAFIA

1. ACHA, P.N.; SZYFRES, B. 1986. Zoonosis y enfermedades transmisibles comunes al hombre y los animales. 2 ed. Washington, EE.UU., OPS/DMS. 989 p.
2. ALTON, G.G. 1982. An introduction to caprine brucellosis. In Proceedings of the III third international conference on goat production and disease. [Proceedings]. Tucson, Arizona, The University of Arizona. p. 431-432.
3. -----, s.f. Brucella melitensis. EE.UU., USDA. p.383-409.
4. -----, s.f. Brucella melitensis. Inglaterra. s.n. 205-216.
5. ALTUVE ESCOBAR, R. 1981. Prevalencia de tuberculosis bovina en hatos lecheros de los municipios de Huehuetenango y la Democracia del departamento de Huehuetenango, determinado con la prueba comparativa cervical. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 41 p.
6. AMOSSON, S.H.; DIETRICH, R.A. s.f. Regulatory program decision making through brucellosis epidemiologic and econometric simulation modeling. EE.UU., USDA. p. 338-356.
7. ARBIZA, S. 1986. Producción de caprinos. México, AGT p.575-577.
8. ARIAS, A.R. 1987. Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina, predominantes en la región del altiplano occidental de Guatemala. Tesis Mag. Sc. Costa Rica, CATIE., Departamento de Producción Animal. 155 p.
9. BARILLAS FRIELY, F. 1987. Siembra de mucus vaginales para el aislamiento de brucellas. In Boletín; laboratorio central de diagnóstico de Sanidad Animal. Guatemala, MAGA/DIGESEPE/PRODESA. 1(1):16-18.
10. BARRERA CACERES, N. 1993. Evaluación microbiológica y físico química de la leche de cabra destinada para consumo directo en la ciudad de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 31 p.

11. BELANGER, J. 1984. Cria moderna de cabras lecheras. Trad. por Eduardo Telles y Reyes Retana. México, Continental 171 p.
12. BLASCO, J.M. s.f. Diagnosis of brucella melitensis infection in small ruminants. Zaragoza, Esp. Departamento de Producción Animal. p. 272-278.
13. BLOOD, D.C.; HENDERSON, M.; RADUSTITS, G.M. 1987. Medicina veterinaria. Trad. por Fernando Colchero. 6 ed. México, Interamericana. 1410 p.
14. BRAATON, C.B. 1986. Prevalencia de brucelosis humana en grupos de personas de alto riesgo. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 94 p.
15. CARRERA BARILLAS, L.B. 1993. Prevalencia de tuberculosis caprina del ganado deambulante en las zonas periféricas de la capital de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 65 p.
16. CORREA, W.; CORREA, C. 1983. Enfermedades infecciosas de los animales domésticos. 2 ed. Botucatu, Bra., Varela. 823 p.
17. COTRINA PEREZ, N. 1987. Epizootiología de la tuberculosis bovina. Cuba, Científico-Técnico. 135 p.
18. DALRYMPLE, M. s.f. Model for assesing risk of introducing brucellosis into a free area. EE.UU., USDA. 19 p.
19. DIAZ MONGE, F. 1976. Diagnóstico de la tuberculosis en bovinos y ovinos de Tecpan Guatemala, Chimaltenango. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 27 p.
20. EL MANUAL merk de veterinaria; un manual de diagnóstico, tratamiento, prevención y control de las enfermedades, para el veterinario. 1988. Ed. por Clarence M. Fraser. 3 ed. Madrid, Esp. Centrum. 1118 p.
21. FAO (Chile). 1983. Animales menores para granjas pequeñas; algunas nociones sobre crianza de cabras. Santiago, Chile. 20 p.
22. FIGUEROA, M. 1984. Enfermedades infecciosas de los animales domésticos en Centroamérica. Costa Rica, Universidad Estatal a Distancia. 691 p.

23. FLORES CASTRO, R. 1986. Brucelosis. In Principales enfermedades de los ovinos y caprinos. Ed. por P. Pijoan y J. Tortora. México, UNAM. p. 173-177.
24. -----, 1987. Brucelosis en caprinos. In Productividad caprina. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 78-83.
25. FRENCH, M.H. 1970. Observaciones sobre las cabras. Roma, Italia, FAO. 234 p.
26. GALINA, M. 1985. Brucellosis. In Enfermedades de los ovinos y los caprinos. Cuautitlán, Méx., UNAM. p. 158-166
27. -----, s.f. Brucellosis. In Producción caprina en el trópico; nutrición, reproducción, genética, sanidad. Turrialba, C.R., CATIE, Departamento de Producción Animal. p. 210-213.
28. GARCIA REYES, H.L. 1986. Prevalencia de reacciones específicas y paraespecíficas de tuberculosis en el ganado bovino del departamento de Sacatepéquez. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 53 p.
29. GIRON, M.A. 1978. Prevalencia de brucelosis en caprinos del departamento de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 59 p.
30. GOTTSCHALK, A.F.; CORREA, C.N. 1972. Tuberculosis bovina; diagnóstico pelaprova tipo mantoux de pelaprova de stormont. Instituto Sao Paulo (Bra). 38:400-413.
31. HAGAN, W. et al. 1981. Enfermedades infecciosas de los animales domésticos. Trad. por Santiago Sapina. 4 ed. México, Prensa Medica. p. 228-243.
32. HALL, M.; THOEN, C. 1986. Use of sodium deoxycholate to extract cell wall components of virulent. American Journal of Veterinary Reserch. (EE.UU). 47(12):2572.
33. JONES, L.M. 1981. Brucellosis. In Goat production. Londres, G.B., Academic Press. p. 477-481.

34. -----, 1982. Review of current diagnostic techniques. In Proceedings of the III third international conference on goat production and disease. [Proceedings]. Tucson, Arizona, The University of Arizona. p. 442-444.
35. KELLY, W.R. 1983. Diagnóstico clínico veterinario. Trad. por R.M. Barberán. México, Continental. 444 p.
36. KOLLAR, J. 1982. The control of brucellosis in nomadic animal husbandry with experiences in Mongolia. In Proceedings of the III third international conference on goat production and disease. [Proceedings]. Tucson, Arizona, The University of Arizona. p. 435-441.
37. -----, 1987. Goat brucellosis and human health. In Proceedings of the IV international conference on goats. Brasilia, Bra.. Departamento de Difusao de Tecnologia. p. 505- 512.
38. KONYHA, D. 1975. Comparativa cervical retest of tuberculosis suspects. Journal American Veterinary Medical Asociation (EE.UU). 166(3):238.
39. LESSLIE, I.W. et al. 1975. Comparison of especificity of human and bovine tuberculin PPD for testing cattle. Veterinary Reserch American Veterinary Medical Asociation (EE.UU). 96:332-341.
40. LU, B.K. 1982. Study on inmunization of goats with brucella suis strain 2 vaccine. In Proceedings of the III third international conference on goat production and disease. [Proceedings]. Tucson, Arizona, The University of Arizona. p. 442-444.
41. MALDONADO CACERES, H.I. 1974. Estudio sobre tuberculosis ovina en el altiplano de San Marcos. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 31 p.
42. MAREX, J.; MOCSY, J. 1973. Tratado de diagnóstico clínico de las enfermedades internas de los animales domésticos. Trad. por Clemente Sánchez. 4 ed. España, Labor. 219 p.
43. MASCAO, L.A. 1975. Enfermedades infecciosas de los animales domésticos. Buenos Aires, Arg., Albatros. 331 p.

44. MEMORIAS DEL CONGRESO NACIONAL. ASOCIACION MEXICANA DE ZOOTECNISTAS Y TECNICOS EN CAPRINOCULTURA: AZTECA. (1, 1984, Queretaro, México). 1984. La brucelosis caprina en México, situación actual y perspectivas de control. Ed. por Jaime A. del Rio y Gustavo A. Rodríguez. México, Dirección General de Sanidad Animal S.A.R.H. p. 246-259.
45. ----- (2, 1986, Mazatlán, México). 1986. Diagnóstico de brucelosis caprina en Ciudad Altamirano, Guerrero. Ed. por Esteban Mireles y David Antonio Reyes Peña. México, s.n. p. 152-154.
46. ----- (2, 1986, Mazatlán, México). 1986. Evaluación de tres diferentes pruebas de laboratorio en la detección de la incidencia de brucella melitensis en el municipio de Culiacán, Sinaloa. Ed. por Gilberto López Valdez y Guillermo Armenta Velarde. México, s.n. p. 161-177.
47. MEMORIAS DEL ENCUENTRO NACIONAL SOBRE PRODUCCION DE OVINOS Y CAPRINOS. (1, 1981, México). 1981. Brucellosis. Ed. por Miquel Galina. México, UNAM y Dirección General de Sanidad Animal S.A.R.H. p. 156-157.
48. MEMORIAS DEL SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE TUBERCULOSIS BOVINA PARA LAS AMERICAS. (1, 1970, Chile). 1970. Métodos de producción de tuberculina. Ed. por H. Huitema. Chile, s.n. p. 185-203.
49. ----- (1, 1970, Chile). 1970. Tuberculosis en animales domésticos y salvajes a excepción de los bovinos; su relación con la erradicación con respecto a la salud pública. Ed. por H. Huitema. Chile, s.n. p. 179-184.
50. MEMORIAS DEL SEMINARIO NACIONAL DE GANADO CAPRINO. (1, 1980, República Dominicana). 1980. Brucelosis. Santo Domingo, República Dominicana, SEA/FAO/PNUD. p. 94-95.
51. MEMORIAS DEL SEMINARIO NACIONAL DE PRODUCCION CAPRINA. (1, 1989, Quetzaltenango, Gua). 1989. Brucelosis caprina. Ed. por Monje Aquero. Guatemala, ICTA/FMVZ/USAC/DIGESEPE. p. 13,29.
52. MEMORIAS DE LA REUNION NACIONAL SOBRE CAPRINO CULTURA. (3, 1987, Cuautitlán, México). 1987. Investigación estadística e inmunológica de la brucelosis caprina en el municipio de Matamoros, Cuau., México. Ed. por Juan Manuel Campos Terrón et al. México, s.n. p. 180-184.

53. ----- (3, 1987, Cuautitlán, México). 1987. Incidencia de brucelosis caprina en la zona de Huamantla, Tlax., México. Ed. por Guillermina Bañuelos Sanches y Jesus Francisco Preciado de la Torre. México, s.n. p. 192-198.
54. MERCHANT, J.A.; PACKER, R.A. 1970. Bacteriología y virología veterinaria. Trad. por Miquel Cordero. 3 ed. Zaragoza, Esp. Acribia. p. 455-467.
55. MIRSKY, M.L. et al. 1992. Mycobacterium bovis infection in a captive herd of sika deer. Journal of the American Veterinary Medical Association (EE.UU). 200(10):1540-1542.
56. MONGE, A. 1981. Prevalencia de brucelosis caprina en el altiplano de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. p. 54.
57. NICOLETTI, P. 1982. Problems in the control of caprine brucellosis. In Proceedings of the III third international conference on goat production and disease. [Proceedings]. Tucson, Arizona, The University of Arizona. p. 433-434.
58. -----; TANYA, V. 1993. Comparison of enzyme labeled inmunosorbent assay and particle concentration fluorescence immunoassay with standard serologic methods and bacteriologic culture for detection of brucella sp infected cows in herds with brucellosis. Journal of the American Veterinary Medical Association (EE.UU). 200(12):1975-1977.
59. NORIEGA MORALES, C.A. 1987. Primer estudio de tuberculosis caprina determinado por la prueba cervical simple intradérmica, en la ciudad capital de Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 72 p.
60. GROZCO GODINEZ, I.C. 1993. Determinación de la prevalencia de reactores positivos a antígenos de Brucella melitensis y Brucella abortus en cabras adultas de usuarios del proyecto Heifer de los departamentos de Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 66 p.

61. PREPARACION Y estandarización del derivado protéico purificado (PPD) de tuberculina. 1972. Argentina. OPS/OMS. 25 p. (Nota Técnica no.17).
62. PROGRAMA DE sanidad animal. 1985. Curso de actualización sobre brucelosis y tuberculosis en animales domésticos. Guatemala, PRODESA. 34 p.
63. RADWAN, A.I. et al. s.f. Experimental treatment of brucella melitensis infection in sheep with oxytetracycline alone or combined with streptomycin. EE.UU., USDA. p. 211-216.
64. ROSWURN, J.D.; KONYHA, D.V.M. 1973. The comparative cervical test as and to diagnosis of bovina tuberculosis 77 anual meeting united states animal health asociation. Saint Louis, Missouri, EE.UU., s.n. 42 p.
65. RUNNELLS, R.; MONLUX, W.; MONLUX, A. 1984. Principios de patologia veterinaria. Trad. por Guillermo Quezada. 10 ed. México, Continental. 814 p.
66. SALVATIERRA COLINDRES, J.R. 1972. Prevalencia de brucelosis y tuberculosis en bovinos del area rural de San Martin Jilotepeque, Chimaltenango, Guatemala. Tesis Med. Vet. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 23 p.
67. ----- . 1985. Curso de actualización sobre tuberculosis en animales domésticos. In Boletín; Programa de sanidad animal. Guatemala, DIGESEPE/PRODESA. p. 38-51.
68. ----- . 1985. Curso de actualización sobre brucelosis en animales domésticos. In Boletín; Programa de sanidad animal. Guatemala, DIGESEPE/PRODESA. p. 1-19.
69. SHEAFER, R.L.; MENDENHALL, W.; OTT, L. 1986. Elementos de muestreo. Trad. por Jilberto Rendón Sánchez y José Roberto Gómez Aquilar. México, Iberoamérica. 321 p.
70. SMITH, M.C. 1990. Exclusion of infections diseases from sheep and goat farms. Veterinary clinics of Nort America: Food Animal Practice (EE.UU). 6(3):705-720.
71. SUAREZ, G.F. 1988. Brucella spp.: consideraciones generales en diagnóstico. In Boletín; laboratorio central de diagnóstico de sanidad animal. Guatemala, IICA/PRODESA/DIGESEPE. 2(3):28-37.

72. THEDFORD, T.R. 1983. Manual de salud caprina. Trad. por Eduardo Serrano Pérez. EE.UU., Winrock International. 200 p.
73. TIZARD, I. 1986. Inmunología veterinaria. Trad. por F.R. Folch. 2 ed. México, Interamericana. 429 p.
74. TRIGO, F. 1986. Patología sistemática veterinaria. Mexico, UNAM. v.1., 272 p.
75. WILLAR, D. 1987. Risk factors associated with mastitis in dairy goats. Veterinary Reserch American Veterinary Medical Asociation (EE.UU). 48:776-778.
76. WOOLDRIGE, W. 1976. Enfermedades de los animales domésticos. Trad. por Jaime Roig. México, Continental. 331 p.
77. YAÑEZ DOMINGUEZ, J.L.; LAGUNA RIOS, R. 1985. Estudio de la brucelosis caprina y su diagnóstico en un hato en el municipio de Tejupilco, Estado de México y evaluación preliminar en hembras adultas gestantes y no gestantes con vacuna brucella melitensis; cepa rev. 1 dosis reducida ( $5 \times 10^{-4}$ ). Tesis Med. Vet. México, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 50 p.

A N E X O S

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
Biblioteca Central

Anexo 1.

ESTUDIO DE PREVALENCIA DE TUBERCULOSIS Y BRUCELOSIS EN  
CABRAS LECHERAS DE USUARIOS DEL PROYECTO DE CABRAS Y  
ARBOLES FORRAJEROS DEL ICTA EN EL ALTIPLANO OCCIDENTAL  
DE GUATEMALA. 1995

BOLETA DE ENCUESTA

FECHA: \_\_\_\_\_

NOMBRE DEL PROPIETARIO: \_\_\_\_\_

UBICACION: \_\_\_\_\_

# DE CABRAS: \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ H \_\_\_\_\_

CABRA #: \_\_\_\_\_ RAZA: \_\_\_\_\_ COLOR: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ PROCEDENCIA: \_\_\_\_\_

CONDICIONES: \_\_\_\_\_

OTRAS ESPECIES: \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

UTILIZACION DE LA LECHE:

PRODUCE LECHE: Si \_\_\_ No \_\_\_

CONSUMO FAMILIAR: Si \_\_\_ No \_\_\_ PASTEURIZA: Si \_\_\_ No \_\_\_

VENTA: Si \_\_\_ No \_\_\_ SUBPRODUCTOS: \_\_\_\_\_

LACTACION DEL CABRITO: Si \_\_\_ No \_\_\_ DURACION: \_\_\_\_\_

CUANTO DE LECHE BEBE EL CABRITO: \_\_\_\_\_

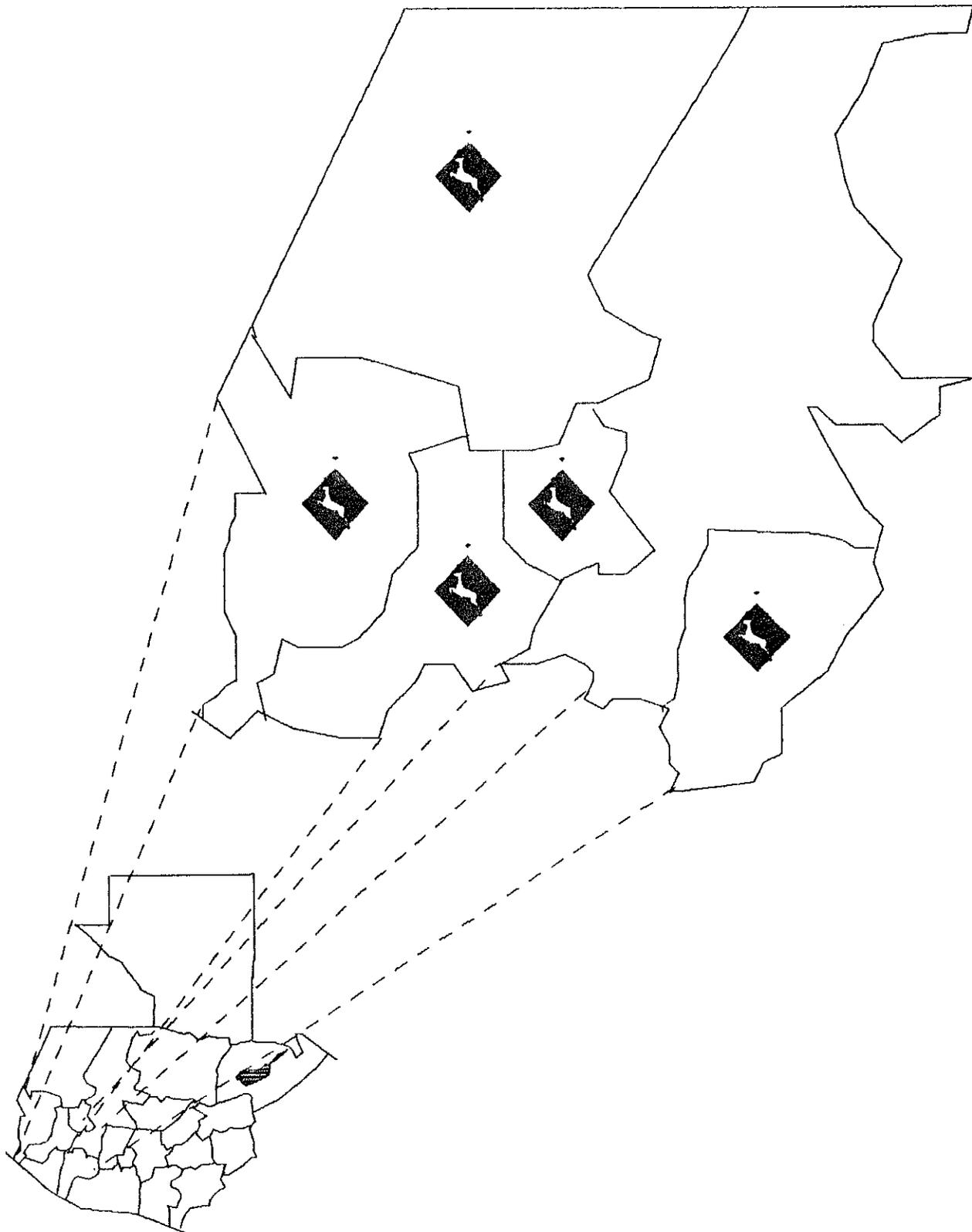
OBSERVACIONES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_





**ANEXO 4.**  
**Mapa de la República de Guatemala**  
**señalizando el área de estudio.**



CUADRO 1.

LOCALIZACION GEOGRAFICA Y NUMERO DE CABRAS LECHERAS MUESTREADAS PARA DIAGNOSTICO DE TUBERCULOSIS Y BRUCELOSIS. 1995.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	No. ANIMALES	% MUESTRA
Quetzaltenango	Ulintepeque	Labor Ovalle	29	20.71
		La Libertad	03	2.14
		Sub-total .....	32	22.85
Totonicapán	Totonicapán	Pachoc	02	1.43
		Xol Nahualá	03	2.14
		Chuijox	01	0.71
		Sub-total .....	06	4.28
San Marcos	San Pedro	San José Caben	02	1.43
		Piedra Grande	07	5.00
		Villa Hermosa	11	7.86
	E.P.G. <sup>1</sup>	Sub-total .....	20	14.29
Sololá	S.M.L.L. <sup>2</sup>	S.M.L.L.	10	7.14
	S.J.L.L. <sup>3</sup>	S.J.L.L.	05	3.57
	S.C.L.L. <sup>4</sup>	Monte Cristo	02	1.43
	Nahualá	Balam-Aba j	05	3.57
	Sub-total .....	22	15.71	
Huehuetenango	Chiantla	Sibilá	09	6.43
		Chiantla	06	4.29
		Chanquejelve	11	7.86
	Nentón	Cajtaví	01	0.71
		Subajasún	16	11.43
		Nentón	06	4.29
		Las Palmas	01	0.71
		El Aguacate	04	2.86
		Yalambojoch	05	3.57
	Jacaltenango	Nueva Catarina	01	0.71
		Sub-total .....	60	42.86
	TOTAL .....			140

<sup>1</sup> Esquipulas Palo Gordo

<sup>2</sup> San Marcos La Laguna

<sup>3</sup> San Juan La Laguna

<sup>4</sup> Santa Clara La Laguna

CUADRO 2

PRODUCTORES COLABORADORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup>  
POR DEPARTAMENTO<sup>2</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL  
DE GUATEMALA, 1995

DEPARTAMENTO	EXPRESION PORCENTUAL
QUETZALTENANGO	6.78
TOTONICAPAN	6.78
HUEHUETENANGO	45.76
SOLOLA	32.20
SAN MARCOS	8.47
TOTAL	100.00

<sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.

<sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 3.

RESULTADOS A LA PRUEBA COMPARATIVA CERVICAL EN  
RELACION AL GRUPO ETARIO (EN AÑOS) DE CABRAS  
LECHERAS DEL PROYECTO DEL ICTA <sup>1</sup> DEL ALTIPLANO  
OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

GRUPO ETARIO EN AÑOS	PPD-B		%	PPD-A <sup>2</sup>		%	TOTAL MUESTREADOS
	+	-		+	-		
1-2	0	15	11.03	4	0	2.94	19
3-4	0	69	46.53	24	0	17.65	93
5-6	0	15	11.03	8	0	5.88	23
7	0	1	0.73	0	0	0.00	1
TOTAL	0	100	69.32	36	0	26.47	136

NOTA: A 4 animales no fué posible hacerles la lectura por no estar presentes al momento de realizarla.

LA REACCION A TUBERCULOSIS ES INDEPENDIENTE A LA EDAD.  
 $\chi^2 = 1.46 < 7.81$

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
<sup>2</sup> REACTORES PARAESPECIFICOS.

CUADRO 4

TENENCIA DE OTRAS ESPECIES PECUARIAS POR PRODUCTORES  
DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>2</sup>  
DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	OVI	EQUI	BOV	AVES	CAN	FEL	SUI
QUETZAL- TENANGO	0.00	0.00	5.71	8.57	2.86	0.00	2.86
TOTONI- CAPAN	8.57	0.00	2.86	5.71	0.00	0.00	2.86
HUEHUE- TENANGO	1.14	3.71	2.28	6.00	3.14	0.28	3.43
SOLOLA	0.74	0.74	1.48	10.37	5.19	0.74	0.74
SAN MARCOS	1.18	4.71	2.35	5.88	3.53	1.18	1.18
TOTAL	11.63	9.16	14.68	36.53	14.72	2.20	11.07

<sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.

<sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 5

RESULTADOS A LA PRUEBA COMPARATIVA CERVICAL EN RELACION  
A LA RAZA DE CABRAS LECHERAS DEL PROYECTO DEL ICTA <sup>1</sup>  
DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA, 1995.

RAZA	PPD-B		%	PPD-A <sup>2</sup>		%	TOTAL MUESTREADOS
	+	-		+	-		
SAANEN	0	6	4.41	2	0	1.47	8
NUBIANA	0	31	22.80	12	0	8.82	43
ALPINA	0	48	35.29	17	0	12.50	65
ALPINA+ NUBIANA	0	9	6.62	5	0	3.68	14
TOGGEM- BURG	0	3	2.21	0	0	0.00	3
ALPINA+ TOGGEM- BURG	0	1	0.73	0	0	0.00	1
TOGGEM- BURG+ CRIDILLO	0	2	1.47	0	0	0.00	2
TOTAL	0	100	73.53	36	0	26.47	136

NOTA: A 4 animales no fué posible hacerles la lectura por no estar presentes al momento de realizarla.

LA REACCION A TUBERCULOSIS ES INDEPENDIENTE A LA RAZA  
 $\chi^2 = 11.73 < 12.59$ .

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
<sup>2</sup> REACTORES PARAESPECIFICOS.

CUADRO 6

RESULTADO A LA PRUEBA COMPARATIVA CERVICAL EN CABRAS  
LECHERAS DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> POR DEPARTAMENTO<sup>2</sup>  
DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	PPD-B		%	PPD-A <sup>3</sup>		%	TOTAL MUESTREADOS
	+	-		+	-		
QUETZAL-TENANGO	0	24	17.14	8	0	5.71	32
TOTONICAPAN	0	3	2.14	3	0	2.14	6
HUEHUE-TENANGO	0	44	31.43	14	0	10.00	58
SOLOLA	0	16	11.43	4	0	2.86	20
SAN MARCOS	0	13	9.29	7	0	5.00	20
TOTAL	0	100	71.43	36	0	25.71	136

NOTA: A 4 animales no fué posible hacerles la lectura por no estar presentes al momento de realizarla.

LA REACCION A LA TUBERCULOSIS ES INDEPENDIENTE DEL DEPARTAMENTO.  
 $\chi^2 = 3.07 < 9.48$

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.
- <sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.
- <sup>3</sup> REACCION PARAESPECIFICA.

CUADRO 7

RESULTADO A LAS PRUEBAS DE BRUCELOSIS EN RELACION AL GRUPO ETARIO (EN AÑOS) DE CABRAS LECHERAS DEL PROYECTO DEL ICTA <sup>1</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

GRUPO ETARIO EN AÑOS	ANIMALES MUESTREADOS	PRUEBA SAT <sup>2</sup>				PRUEBA DE LA TARJETA <sup>3</sup>
		25 UI	50 UI	100 UI	200 UI	
1-2	19	-	-	-	-	-
3-4	97	-	-	-	-	-
5-6	23	-	-	-	-	-
7	01	-	-	-	-	-
TOTAL	140					

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
<sup>2</sup> ANTIGENO DE *Brucella melitensis* CEPA R115.  
<sup>3</sup> ANTIGENO DE *Brucella abortus* CEPA 1119-3.

CUADRO 8

TENENCIA DEL MACHO CABRIO POR PRODUCTORES DEL  
 PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>2</sup>  
 DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	SI	%	NO	%	TOTAL
QUETZALTENANGO	1	1.70	3	5.08	4
TOTONICAPAN	2	3.39	2	3.39	4
HUEHUETENANGO	19	32.20	8	13.56	27
SOLOLA	5	8.47	14	23.73	19
SAN MARCOS	3	5.08	2	3.39	5
TOTAL	30	50.84	29	49.15	59

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
 MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
 FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.  
<sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 9

PRACTICA DE ORDEÑO EN CABRAS LECHERAS DE PRODUCTORES DEL  
 PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> POR DEPARTAMENTO<sup>2</sup> DEL ALTIPLANO  
 OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	SI	%	NO	%	TOTAL
QUETZALTENANGO	4	6.78	0	0.00	4
TOTONICAPAN	4	6.78	0	0.00	4
HUEHUETENANGO	21	35.59	6	10.17	27
SOLOLA	7	11.86	12	20.34	19
SAN MARCOS	5	8.47	0	0.00	5
TOTAL	41	69.48	18	30.51	59

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
 MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
 FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.
- <sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 10

CONSUMO FAMILIAR DE LECHE DE CABRA POR PRODUCTORES  
DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>2</sup>  
DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	SI	%	NO	%	TOTAL
QUETZALTENANGO	4	6.78	0	0.00	4
TOTONICAPAN	4	6.78	0	0.00	4
HUEHUETENANGO	22	37.09	5	8.67	27
SOLOLA	7	11.86	12	20.34	19
SAN MARCOS	5	8.47	0	0.00	5
TOTAL	42	70.98	17	29.01	59

<sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.

<sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 11

PPRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA <sup>1</sup> QUE HIERVEN  
LA LECHE DE CABRA POR DEPARTAMENTO <sup>2</sup> DEL  
ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	SI	%	NO	%	TOTAL
QUETZALTENANGO	2	3.39	2	3.39	4
TOTONICAPAN	3	5.08	1	1.69	4
HUEHUETENANGO	19	32.20	8	13.56	27
SOLOLA	6	10.17	13	22.03	19
SAN MARCOS	0	0.00	5	8.47	5
TOTAL	30	50.84	29	49.14	59

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.
- <sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 12

VENTA DE LECHE DE CABRA POR PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>2</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	SI	%	NO	%	TOTAL
QUETZALTENANGO	0	0.00	4	6.78	4
TOTONICAPAN	1	1.70	3	5.08	4
HUEHUETENANGO	4	6.78	23	38.98	27
SOLOLA	0	0.00	19	32.20	19
SAN MARCOS	4	6.78	1	1.70	5
TOTAL	9	15.26	50	84.74	59

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
 MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
 FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.
- <sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 13

ELABORACION DE SUBPRODUCTOS LACTEOS POR PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> EN RELACION AL DEPARTAMENTO <sup>2</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	SI	%	NO	%	TOTAL
QUETZALTENANGO	2	3.39	2	3.39	4
TOTONICAPAN	1	1.70	3	5.08	4
HUEHUETENANGO	7	11.86	20	33.90	27
SOLOLA	0	0.00	19	32.20	19
SAN MARCOS	2	3.39	3	5.08	5
TOTAL	12	20.34	47	79.65	59

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
 MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
 FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.
- <sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 14

AMAMANTAMIENTO DEL CABRITO POR PRODUCTORES DEL  
 PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>2</sup>  
 DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

DEPARTAMENTO	SI	%	NO	%	TOTAL
QUETZALTENANGO	4	6.78	0	0.00	4
TOTONICAPAN	4	6.78	0	0.00	4
HUEHUETENANGO	27	45.76	0	0.00	27
SOLOLA	0	0.00	19	32.20	19
SAN MARCOS	5	8.47	0	0.00	5
TOTAL	40	67.79	19	32.20	59

<sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
 MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.

FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.

<sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 15

INGESTION DE LECHE EN CABRITOS DE PRODUCTORES  
DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>1</sup> POR DEPARTAMENTO<sup>2</sup> DEL  
ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

INGESTION DE LECHE	EXPRESION PORCENTUAL DE LOS PRODUCTORES QUE REALIZAN MANEJO DE CABRITOS.					TOTAL
	QUETGO.	TOTO.	HUEHUE.	SOLOLA	SnM.	
0.5 LTS	8.51	8.51	44.68	12.77	8.51	82.98
1.0 LTS	0.00	0.00	12.76	2.13	2.13	17.02
TOTAL	8.51	8.51	57.44	14.90	10.64	100.00

- <sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS  
MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.  
FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.
- <sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

CUADRO 16

DURACION DEL AMAMANTAMIENTO (EN MESES) EN CABRITOS DE PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA <sup>1</sup> POR DEPARTAMENTO <sup>2</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

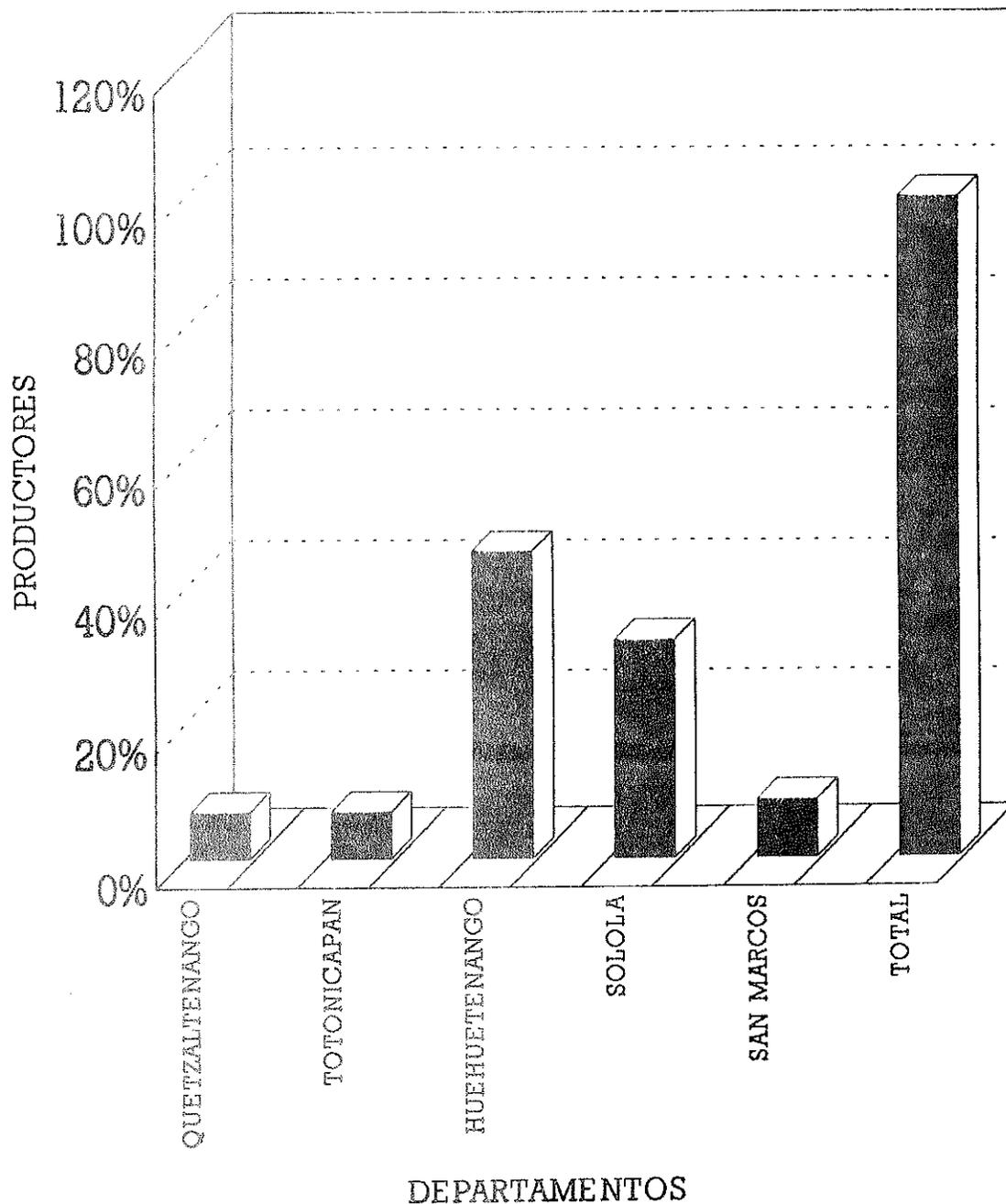
DURACION DEL AMAMANTAMIENTO	% DE PRODUCTORES POR DEPARTAMENTO					TOTAL
	QUETGO.	TOTO.	HUEHUE.	SOLOLA	SnM.	
2 MESES	6.38	2.12	25.53	4.25	4.25	42.53
3 MESES	2.12	4.25	21.28	0.00	2.12	29.77
4 MESES	0.00	2.12	8.51	2.12	2.12	14.87
5 MESES	0.00	0.00	2.12	0.00	0.00	2.12
6 MESES	0.00	0.00	0.00	8.51	2.12	10.63
TOTAL	8.50	8.49	57.44	14.88	10.61	99.92

<sup>1</sup> PROYECTO DE CABRAS Y ARBOLES FORRAJEROS MODULOS CAPRINOS DEL ICTA.

FUENTE: BOLETA DE ENCUESTA.

<sup>2</sup> AREA GEOGRAFICA.

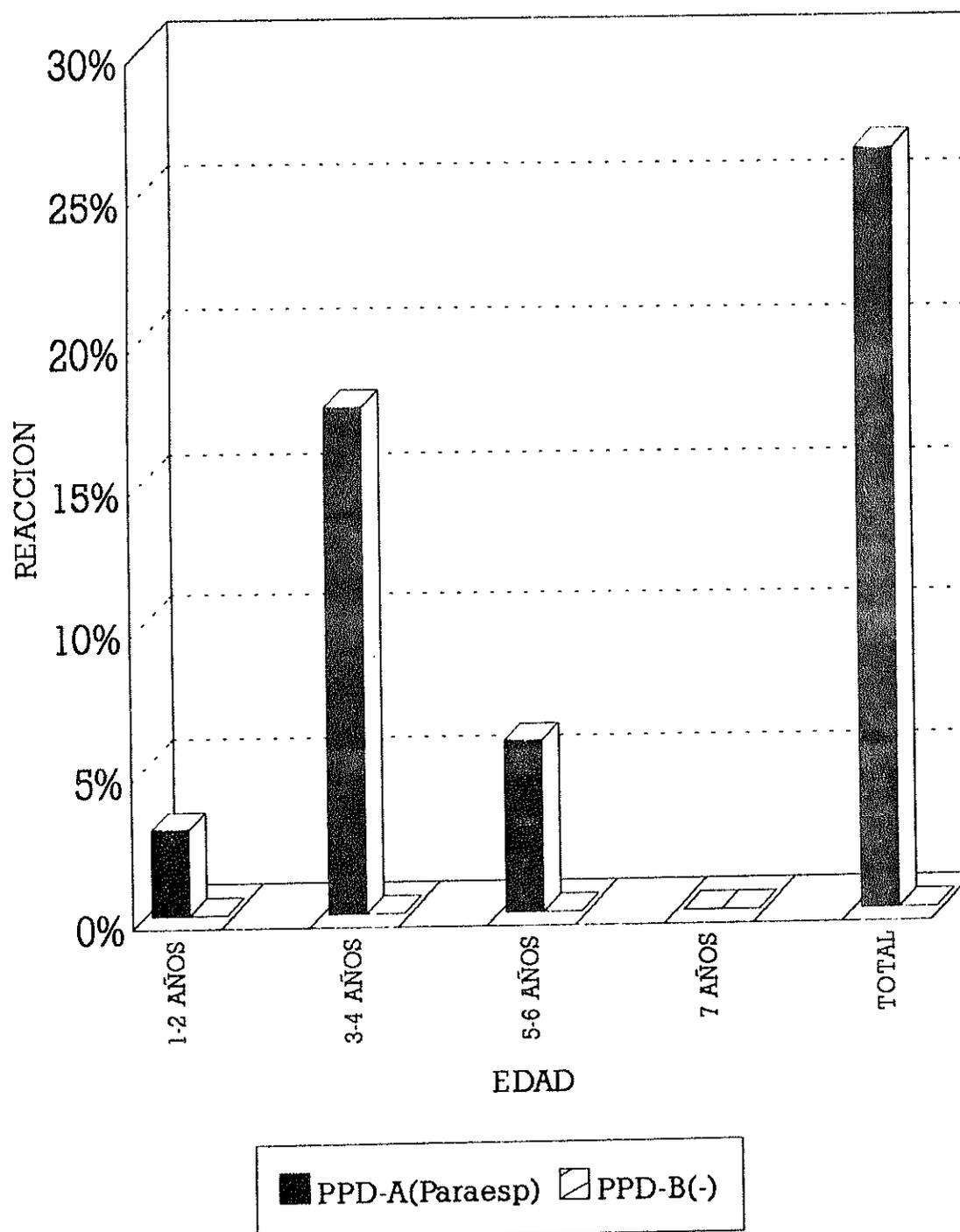
GRAFICA 1  
PRODUCTORES COLABORADORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup> POR DEPARTAMENTO <sup>(2)</sup>  
DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.



- (1) Proyecto de Cabras y Árboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.  
(2) Area Geográfica.

## GRAFICA 2

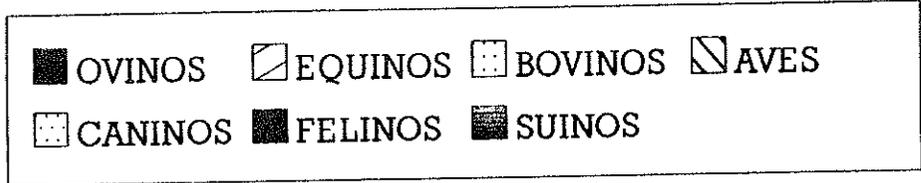
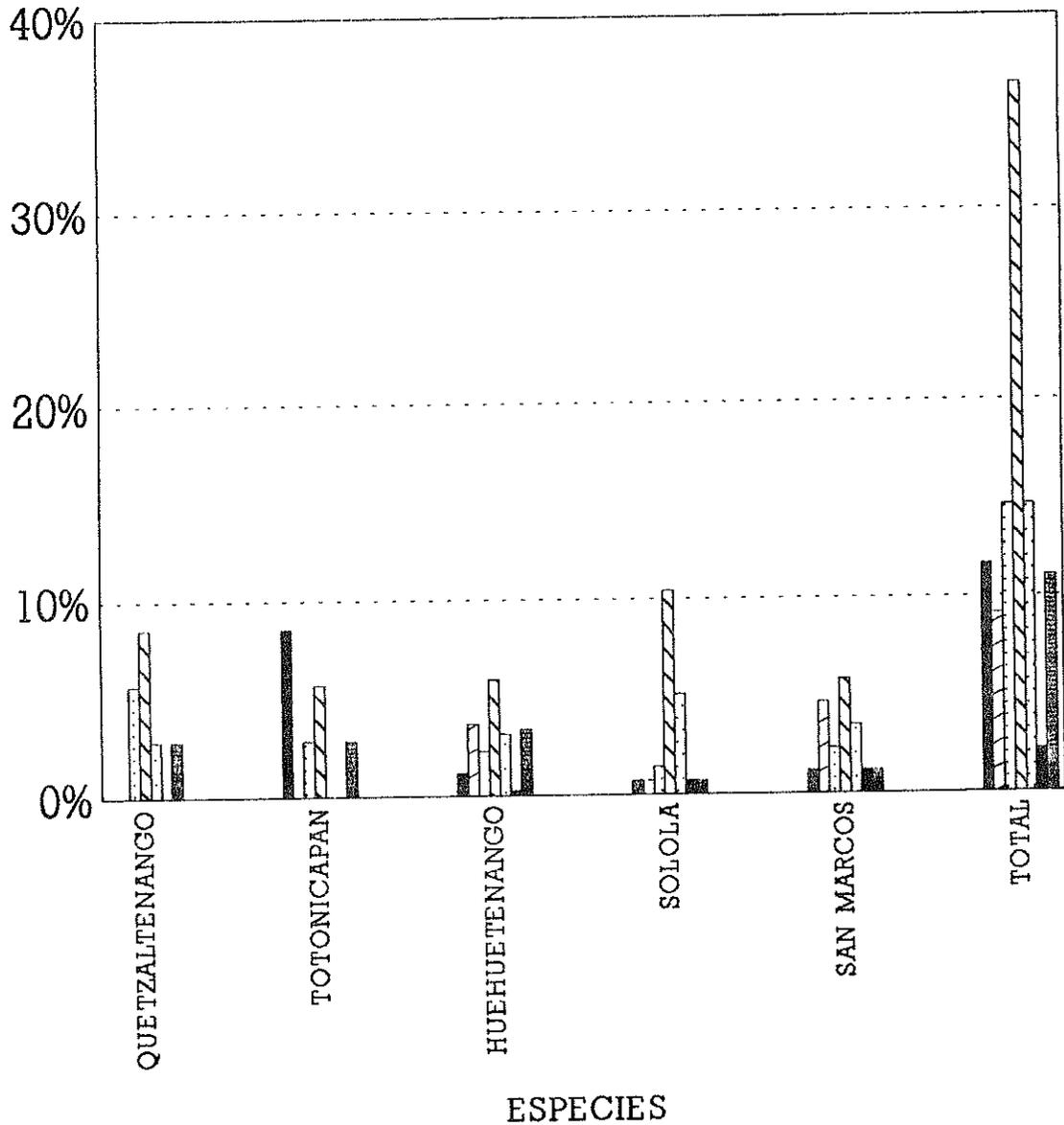
RESULTADOS A LA PRUEBA COMPARATIVA CERVICAL EN RELACION AL GRUPO ETARIO (en años)  
DE CABRAS LECHERAS DEL PROYECTO DE ICTA<sup>(1)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1998.



(1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.

### GRAFICA 3

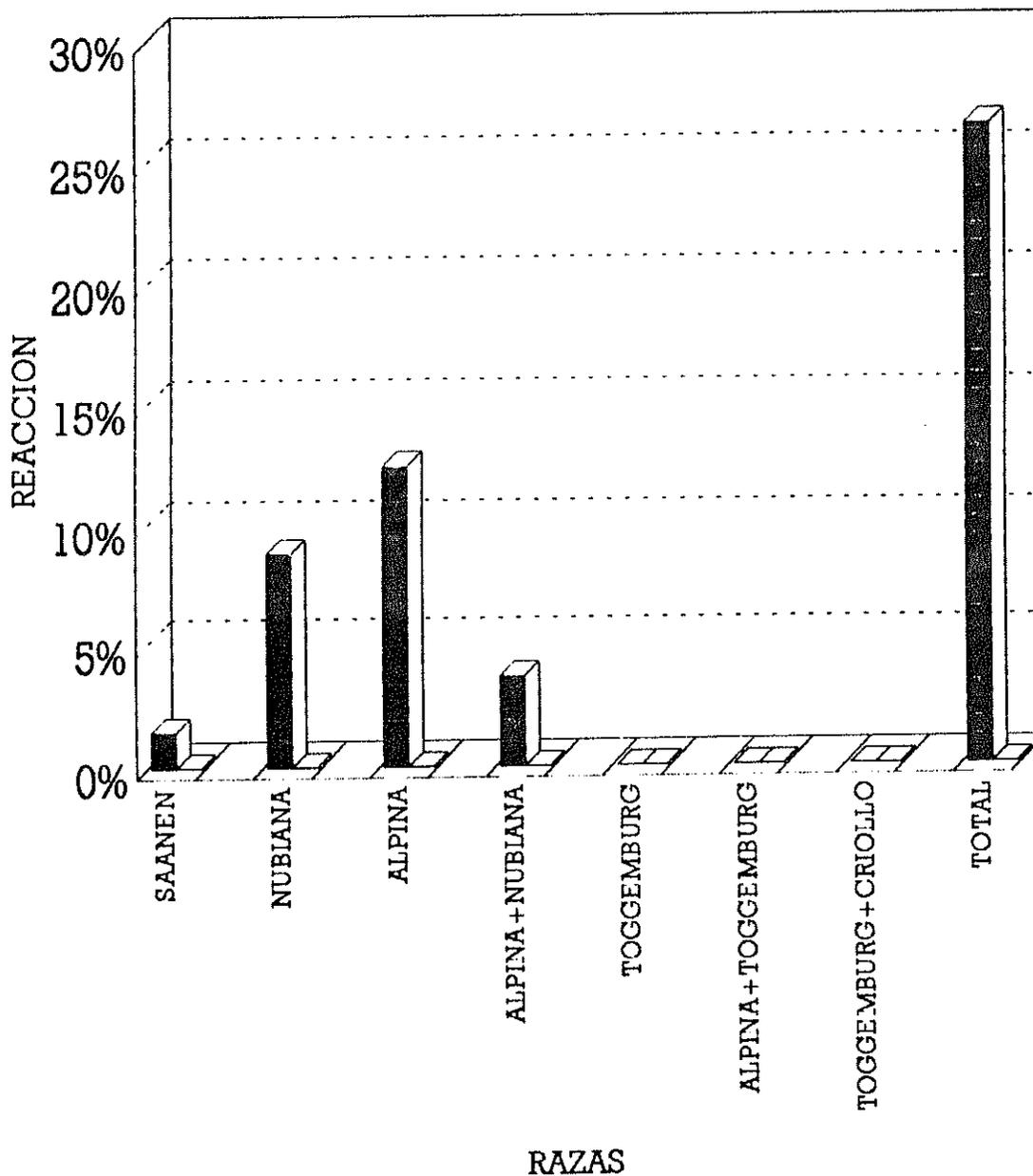
TENENCIA DE OTRAS ESPECIES PECUARIAS POR PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup> EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.



(1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros  
Módulos Caprinos del ICTA.

(2) Area Geográfica

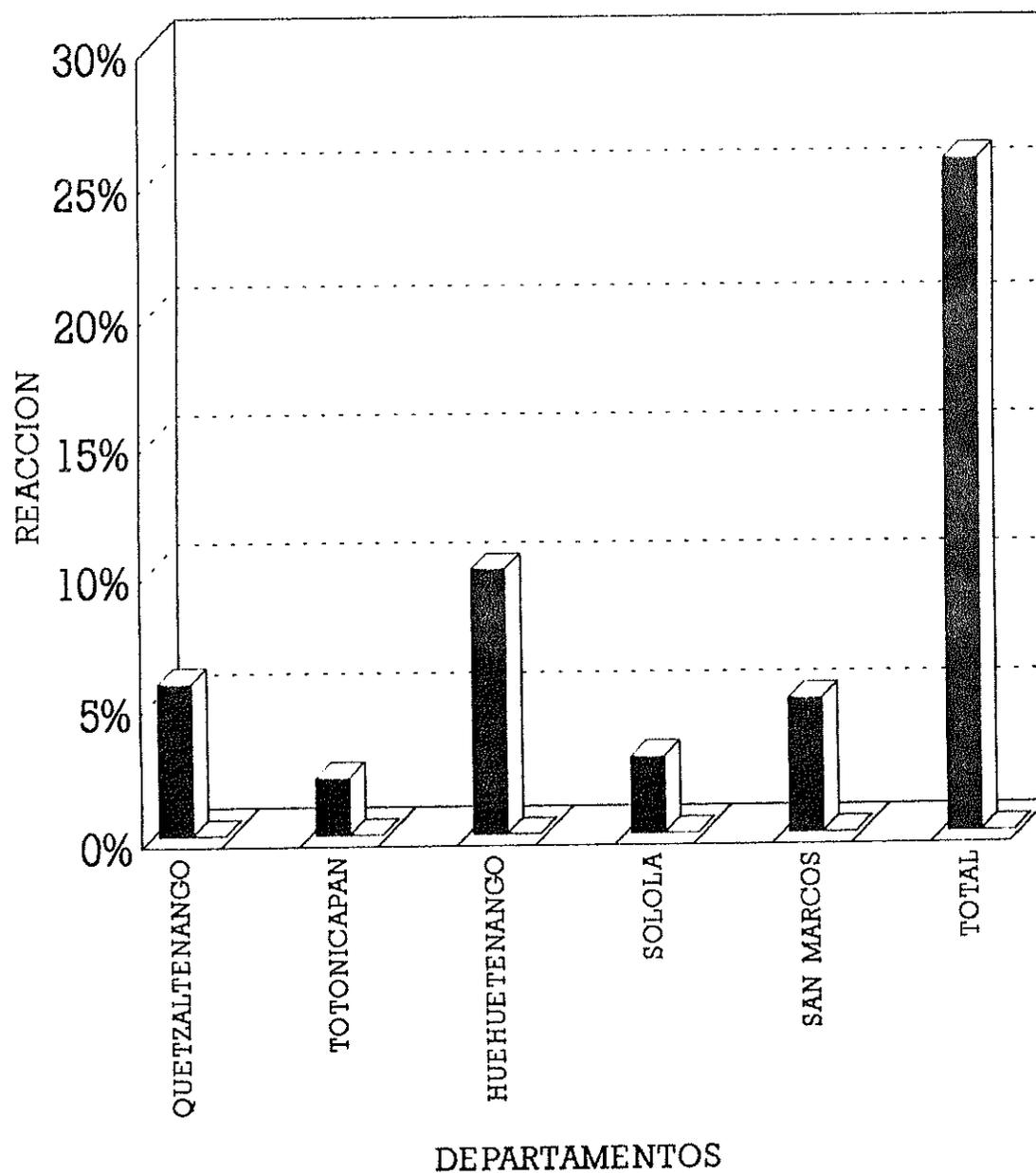
**GRAFICA 4.**  
**RESULTADOS A LA PRUEBA COMPARATIVA CERVICAL EN RELACION A LA RAZA DE**  
**CABRAS LECHERAS DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1996.**



PPD-A(Paraesp)
  PPD-B(-)

(1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
 Módulos Caprinos del ICTA.

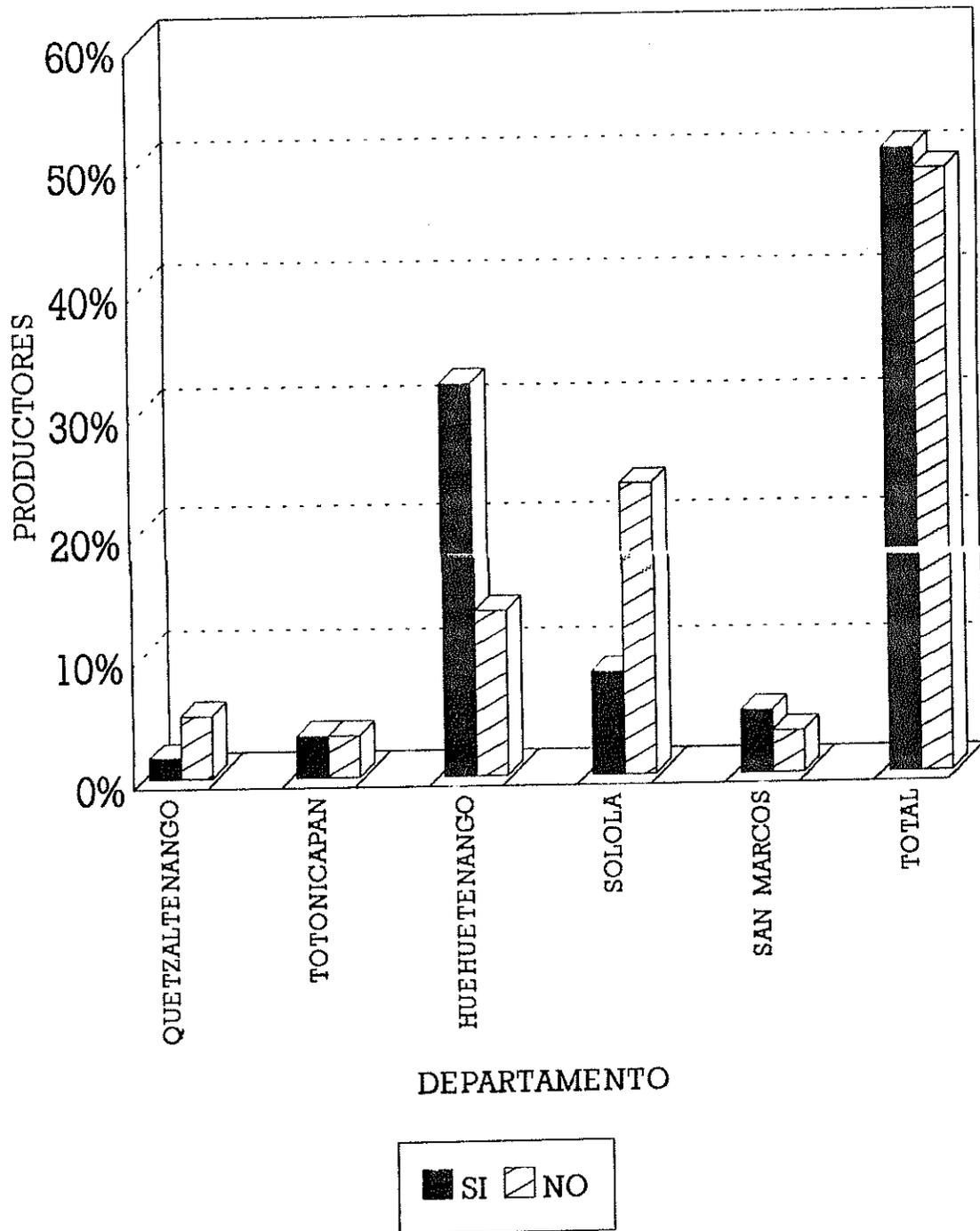
GRAFICA 5.  
 RESULTADOS A LA PRUEBA COMPARATIVA CERVICAL EN CABRAS LECHERAS DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup>  
 POR DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1998.



■ PPD-A(Paraesp)    ▨ PPD-B(-)

- (1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
 Módulos Caprinos del ICTA.  
 (2) Area Geográfica.

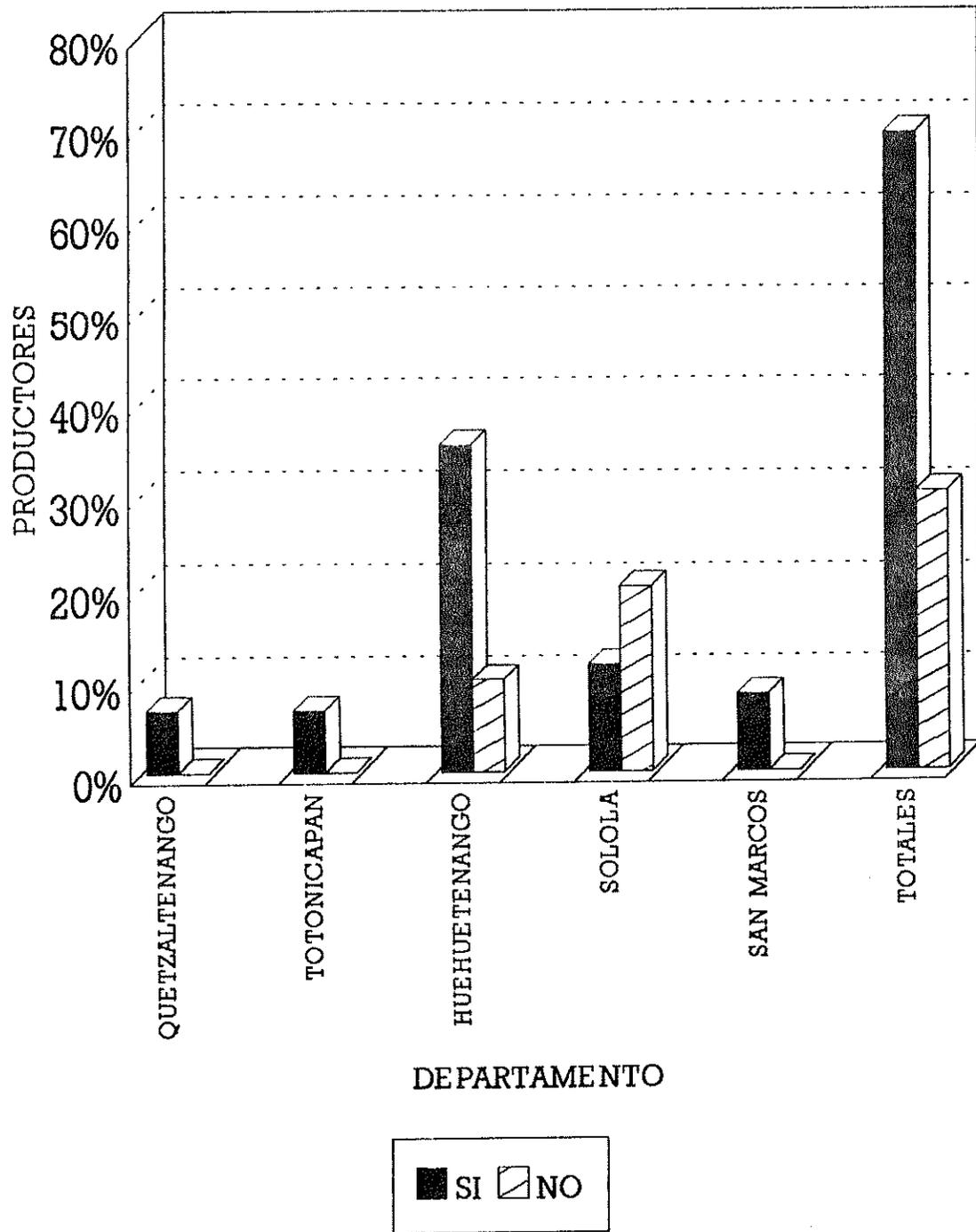
**GRAFICA 6.**  
**TENENCIA DE MACHO CABRIO POR PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup>**  
**EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1998.**



(1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.  
(2) Area Geográfica.

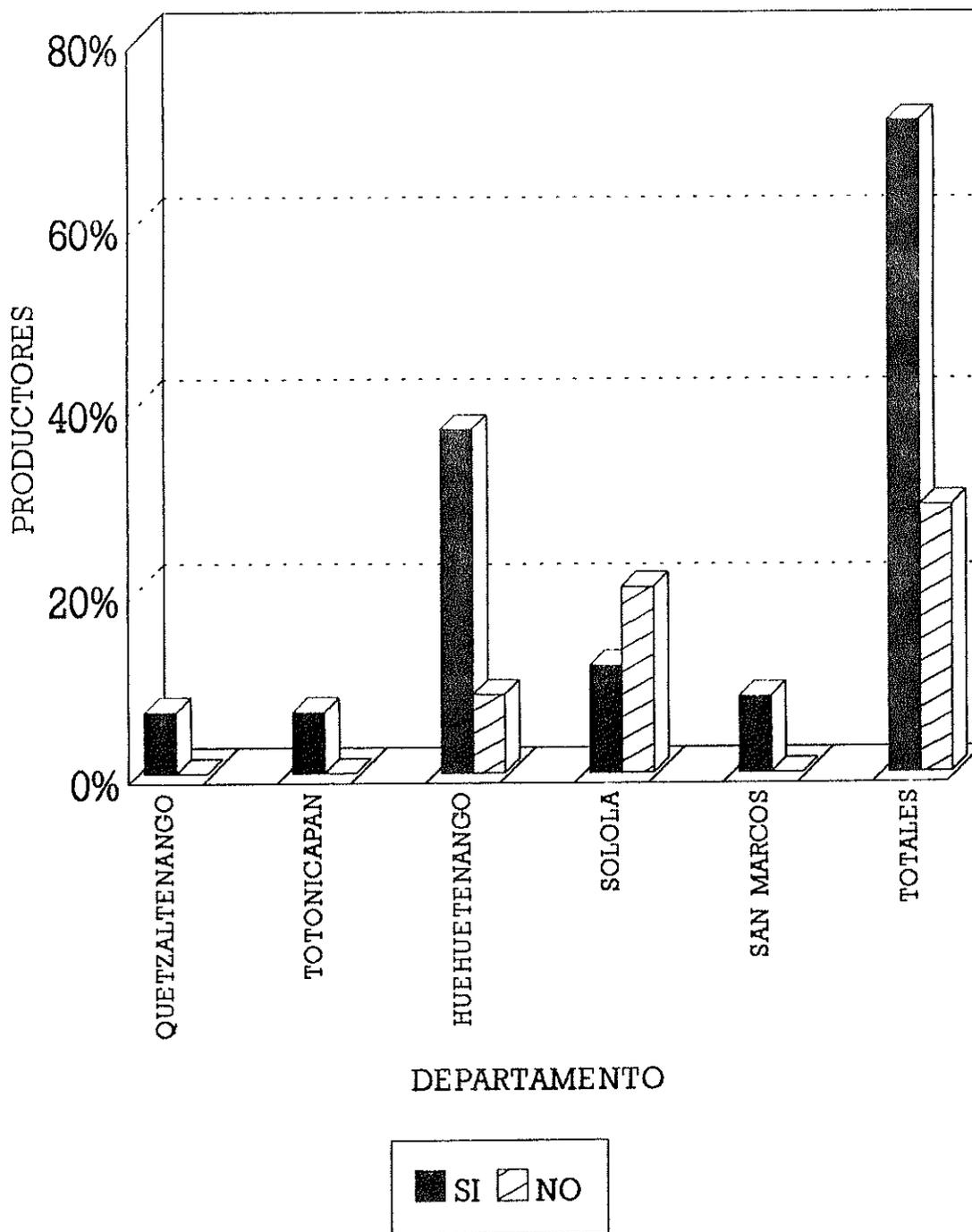
### GRAFICA 7.

PRACTICA DE ORDEÑO EN CABRAS LECHERAS DE PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup>  
POR DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1998.



- (1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.
- (2) Area Geográfica.

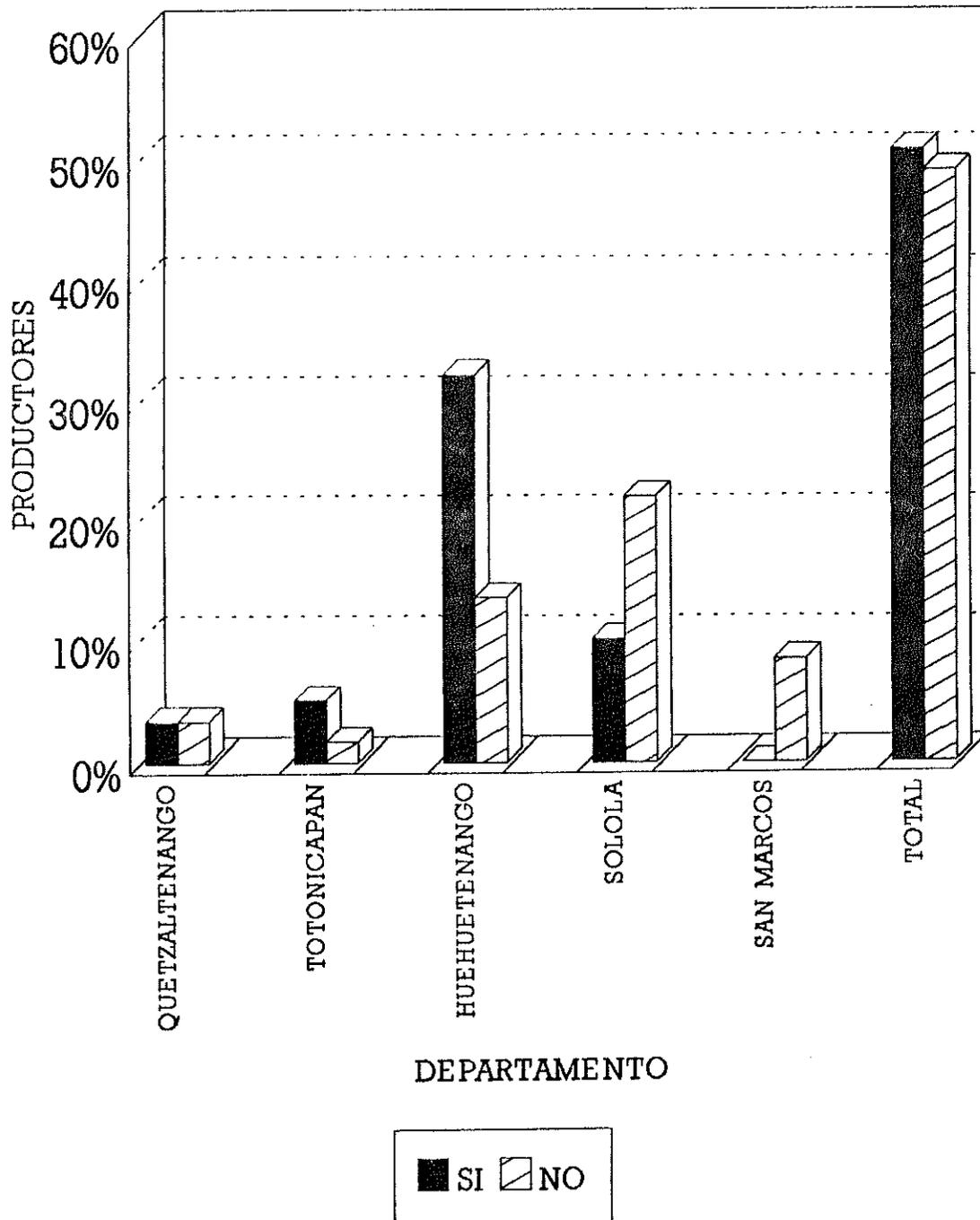
**GRAFICA 8.**  
**CONSUMO FAMILIAR DE LECHE DE CABRA POR PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup>**  
**EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1996.**



(1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.  
(2) Area Geográfica.

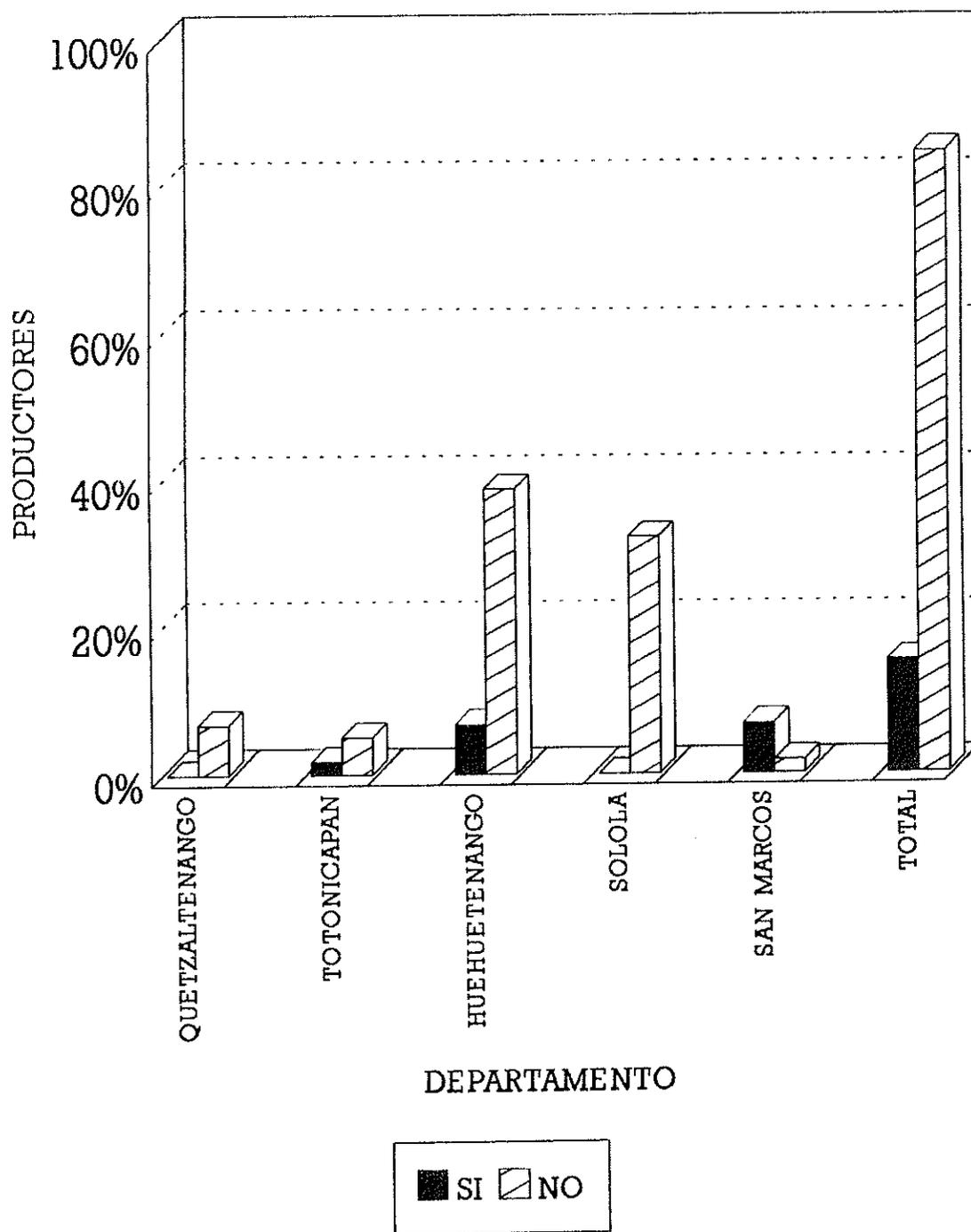
### GRAFICA 9.

PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup> QUE HIERVEN LA LECHE DE CABRA POR DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.



- (1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.
- (2) Area Geográfica.

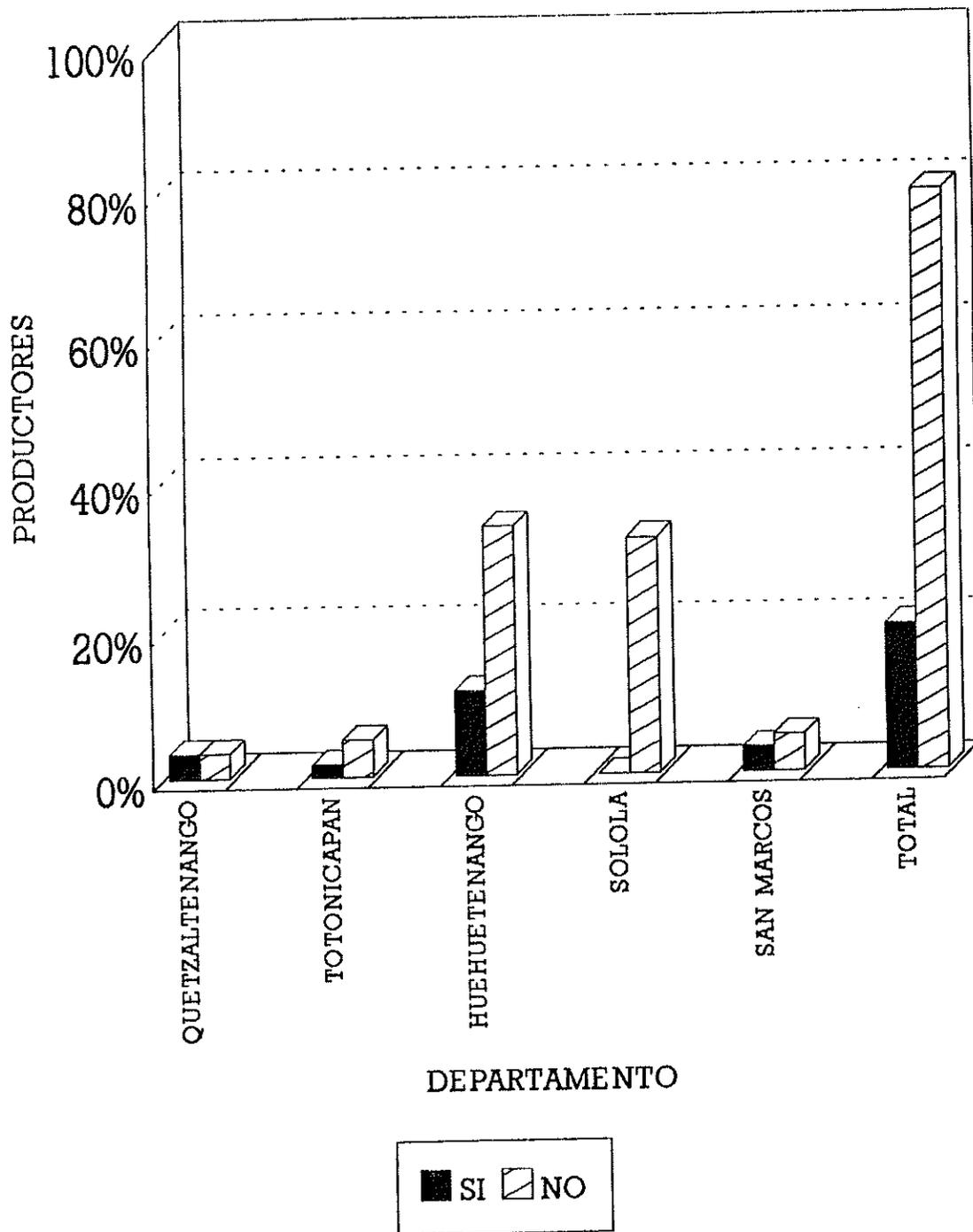
**GRAFICA 10.**  
**VENTA DE LECHE DE CABRA POR PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup>**  
**EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1998.**



- (1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
 Módulos Caprinos del ICTA.  
 (2) Area Geográfica.

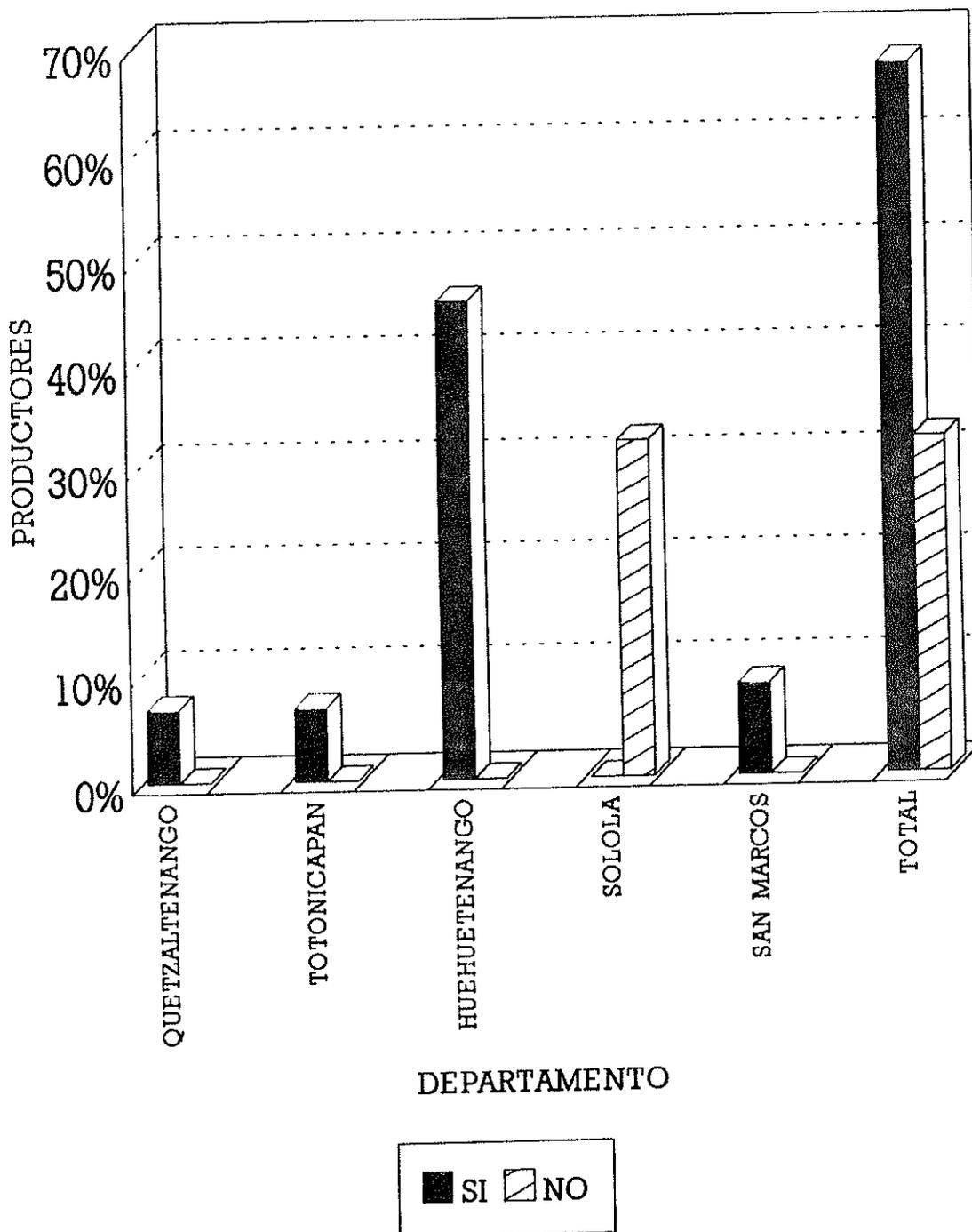
GRAFICA 11.

ELABORACION DE SUBPRODUCTOS LACTEOS POR PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup>  
EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1998.



- (1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.
- (2) Area Geográfica.

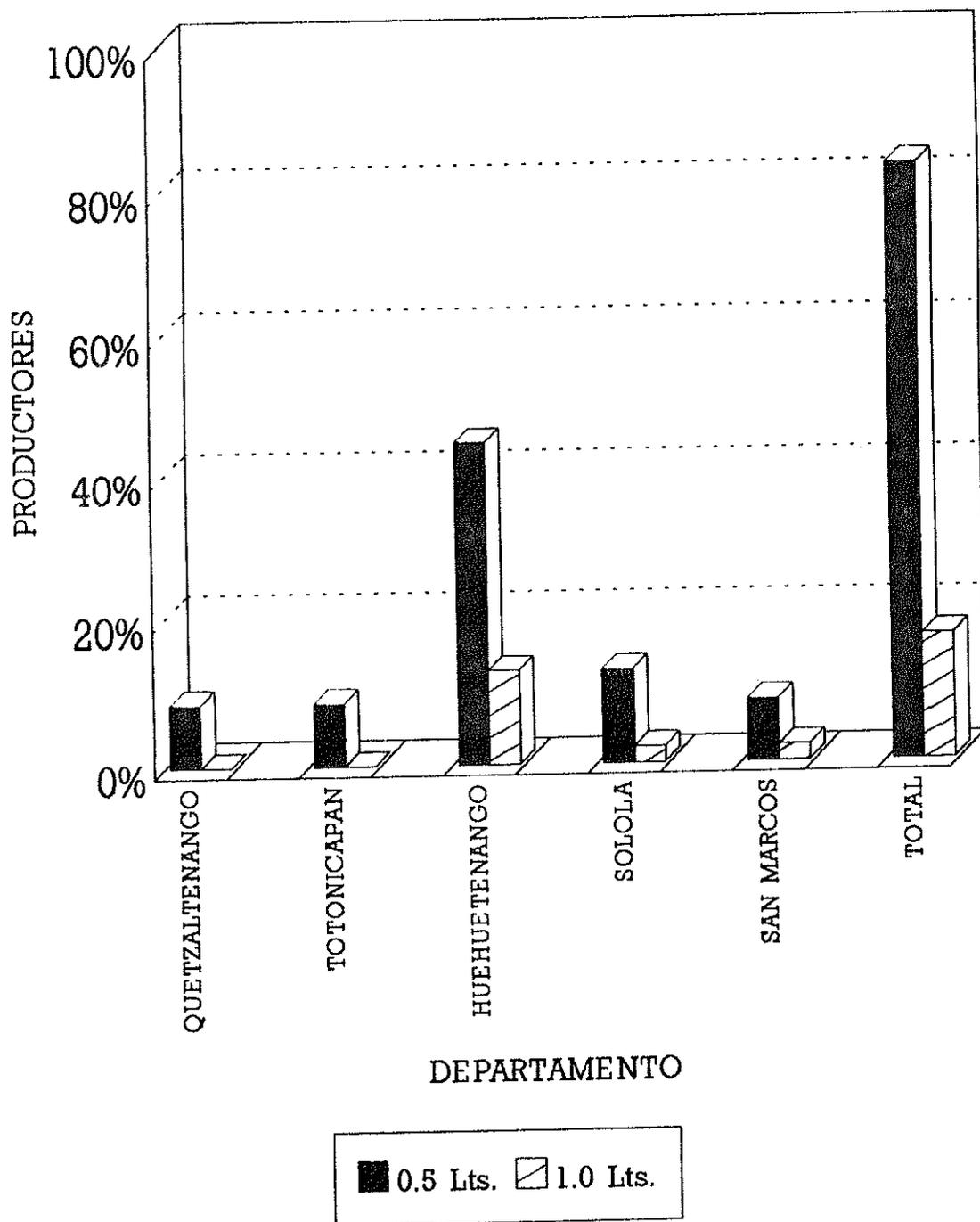
**GRAFICA 12.**  
**AMAMANTAMIENTO DEL CABRITO POR PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup>**  
**EN RELACION AL DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1998.**



- (1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.
- (2) Area Geográfica.

GRAFICA 13.

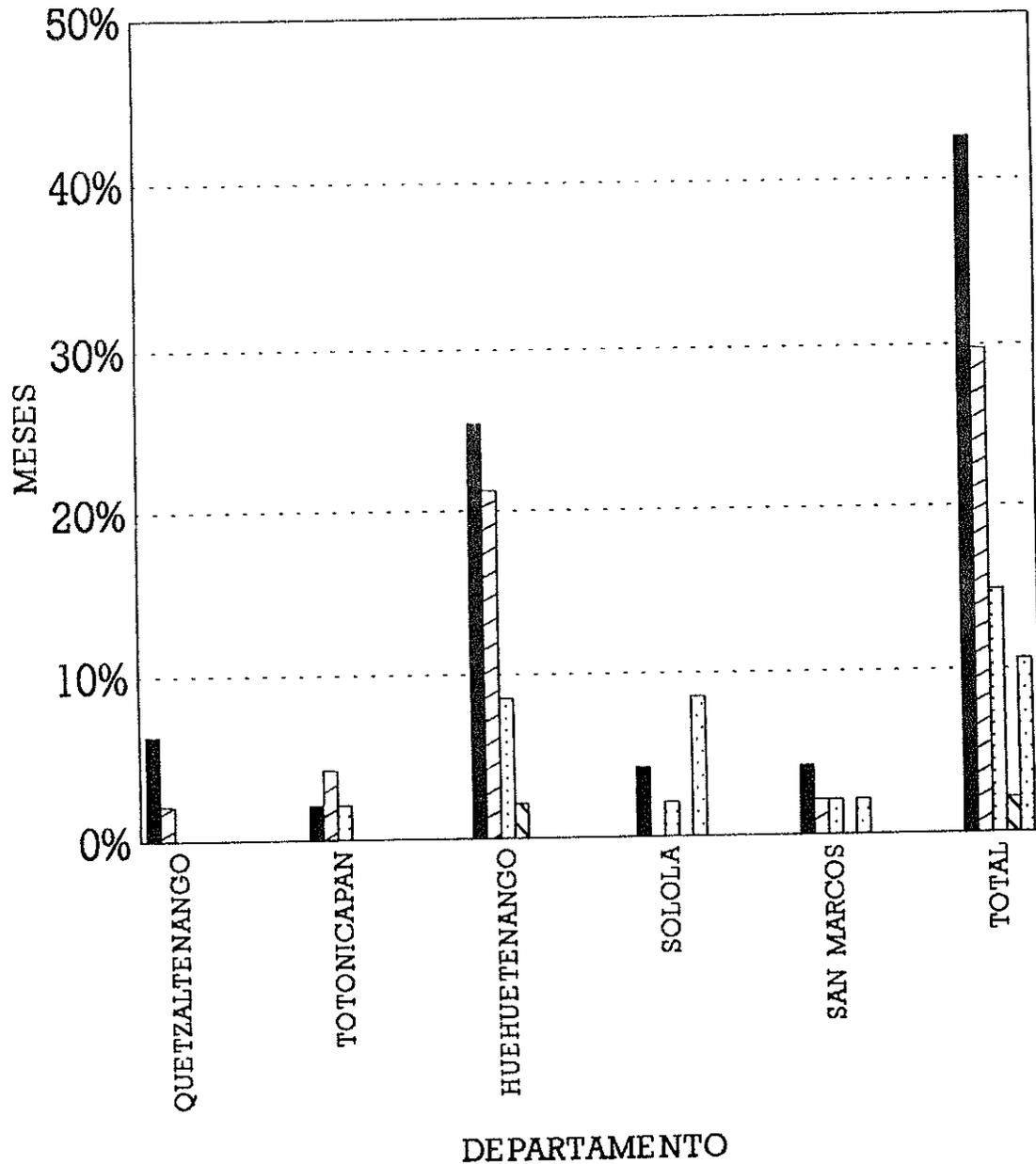
INGESTION DE LECHE EN CABRITOS DE PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA<sup>(1)</sup>  
POR DEPARTAMENTO<sup>(2)</sup> DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.



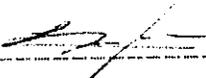
- (1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.  
(2) Area Geográfica.

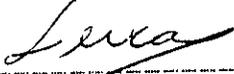
GRAFICA 14.

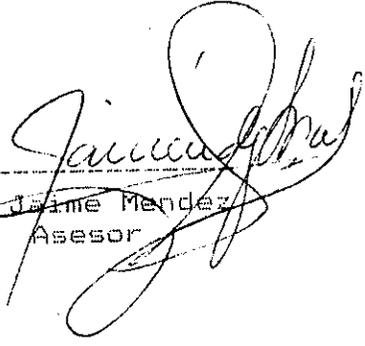
DURACION DEL AMAMANTAMIENTO (en meses) EN CABRITOS DE PRODUCTORES DEL PROYECTO DEL ICTA (1)  
 POR DEPARTAMENTO(2) DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA. 1995.

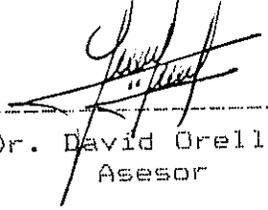


- (1) Proyecto de Cabras y Arboles Forrajeros.  
Módulos Caprinos del ICTA.
- (2) Area Geográfica.

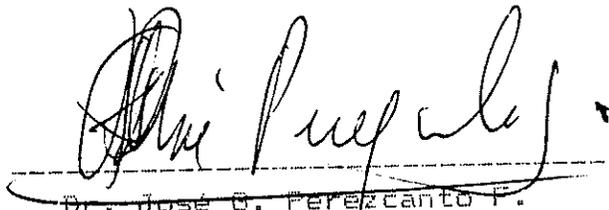
  
-----  
Br. Byron Efrain Gil Morales

  
-----  
Dra. Lesbia Calderón A.  
Asesora Principal

  
-----  
Dr. Jaime Méndez  
Asesor

  
-----  
Dr. David Orellana  
Asesor

IMPRIMASE:

  
-----  
Dr. José O. Pérezcano F.  
DECANO

