

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

División de Ciencia Animal

**“Evaluación de la producción de Semen de Sementales  
Bovinos de la Región Tropical y Región Semiárida”**

Por:

**José Eduardo Pech Damián**

TESIS

Que se somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:

Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Presidente del jurado

---

MC. Laura Padilla González

Sinodal

Sinodal

---

MC. Alberto Rodríguez Hernández

---

MC. José Luis Berlanga Flores

Suplente

---

Lic. Laura Marisela Lara López

Coordinador de la División de Ciencia Animal

---

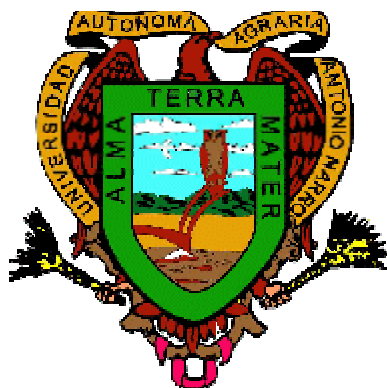
Dr. Ramón F. García Castillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Abril de 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**



**“Evaluación de la producción de Semen de Sementales  
Bovinos de la Región Tropical y Región Semiárida”**

**Por:**

**JOSÉ EDUARDO PECH DAMIÁN**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México**

**Abril del 2006**



## DEDICATORIA

A nuestro **Dios** por estar siempre en todo momento junto a mí, sobre todo en los más difíciles levantándome la mirada, los ánimos y alimentándome con su fortaleza para seguir paso a paso hacia delante y llegar hasta un fin, el cual me llena de alegría, pero que marca el principio de lo que pronto vendrá, y le pido me guíe como siempre lo ha hecho para ser un hombre de bien.

A mi madrecita linda que tanto adoro **Irma Damián de Pech** por darme todo su cariño y comprensión e ir forjando día a día largas jornadas de sacrificio para poder darme la más grade herencia y lograr formarme en lo que hasta hoy he podido ser.

A mi padre que tanto quiero **José Ángel Pech Sarricolea** por darme los consejos y buenos ejemplos de su vida para evitarme en todo momento que escoja el camino equivocado, ayudando e ir siempre al lado de mi madre para consolidar nuestra familia y todos esos largos momentos de trabajo y soledad han sido un sacrificio que hoy puedo compensar. Gracias padre.

*A mis hermanitas*

**Maria Victoria**, por la gran responsabilidad cuando niños sobre todos y cada uno de nosotros que sin reproche alguno logró desempeñar muy bien. Y que con su dedicación y esfuerzo es el modelo de superación profesional para todos los menores, por su gran fuerza para luchar y salir adelante sobre todos los obstáculos que como persona y profesionista se le han presentado, y sobre todo por tener y compartir los mismos ideales conmigo.

**Yolanda del Carmen**, por traer al mundo unos lindos sobrinos y la alegría de nuestra familia, por consentirme tantas veces, tenerme mucha confianza, por ser muy luchadora, salir de lo más difícil, seguir de frente y aun así apoyándome en todo momento.

**Angélica Lurlina**, aunque es mayor a mí pero la veo como mi hermanita menor y es por que como todo los más chiquitos se le protege más, por estar más tiempo a mi lado durante mi formación profesional dándome ánimos y cariño en todo momento, siempre preocupándote de mi, y mil disculpas si algunas vez haz sentido que te hago menos pero quiero que sepas que no es así, siempre estas en mi corazón y en mi mente como todas las demás pero es solo para que demuestre el talento que tiene y lo capaz que eres.

**Guadalupe Linor**, a ti lupita por ser la más chiquita a la que queremos todos incondicionalmente, por supuesto también traer un nuevo ser a nuestra familia, por demostrarme siempre tu cariño y preocuparte por todos nosotros.

***A todos ustedes por depositar toda su confianza en mí, quererme, respetar mis decisiones y darme lo necesario para lograr mis objetivos y llegar a la meta.***

A mis sobrinos

Mi querida sobrina **Leydi**, por ser la primera quien dio alegría a nuestra familia, y por hacerme sentir como un padre para ella. Te quiero chiquita.

**Ángel y Emmanuel** por dar también alegría con sus travesuras y ser los futuros hombres de bien para la familia.

## AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por brindarme lo mejor para mi formación, cobijarme durante mi estancia profesional, darme la oportunidad adquirir y seguir adquiriendo nuevos conocimientos, aprender a valorar cada una de las personas quienes nos son de gran utilidad para seguir avanzando en cada etapa de la vida.

A mi maestra **M.C. Laura Padilla González**, por ser una un gran maestro y transmitir muy claramente sus conocimientos lo que la hace muy especial entre los demás, su paciencia para dirigirme en este trabajo y sobretodo por motivarme a seguir superándome profesionalmente.

**Dr. Carlos De Luna Villarreal** por transmitir muchos de sus conocimientos sin condición alguna, sobretodo por el que me llevó a realizar este trabajo de investigación, y ser una gran persona que siempre voy agradecer por sus consejos como persona y como maestro.

**M.C. Alberto Rodríguez Hernández.** Por tomar parte de su tiempo, dedicar su atención para concluir este trabajo en la parte estadística, y por su paciencia para explicar los resultados.

**Lic. Marisela** por confiar en mí al apoyarme con el material del laboratorio y durante los resultados de este trabajo.

**M.V.Z. José Luís Berlanga Flores** por apoyarme y sugerirme las correcciones necesarias para mejorar la redacción de este trabajo.

A mi Tío **Álvaro Damián**, quien dedicó su tiempo y esfuerzo para conseguir los sementales, por tenerme confianza para realizar este trabajo y ayudarme en todo momento durante esta investigación, GRACIAS TÍO

Mi tía **Angelita Pech** por apoyarme económicamente, dándome ánimos siempre para seguir adelante, confiar en mí y estar ahí para escucharme cuando necesito.

**Eligio Damián** por ser como un hermano para mí, estar al pendiente siempre y compartir experiencias de la vida.

**A mis tíos y primos** que siempre están cerca de mí apoyándome con su cariño y consejos para que yo siga adelante.

**A Pavel, Oropeza, Lupita, Desire, Luis** y demás compañeros y amigos con quienes convivimos y compartimos una etapa más de nuestras vidas.

## ÍNDICE

Índice de cuadros.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de apéndice .....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
Características reproductivas de los sementales en zonas áridas.....	3
Características reproductivas de los sementales en zonas tropicales.....	4
Factores que influyen en la fertilidad de los sementales.....	5
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>9</b>
Área de estudio.....	9
MATERIALES.....	12
Variables a evaluar.....	13
METODOLOGÍA.....	14
Examen general.....	14
Examen de los órganos reproductores.....	14
Colección y evaluación de semen.....	15
Circunferencia escrotal.....	15
Motilidad del semen y del espermatozoide.....	16
Morfología del espermatozoide.....	17
Diseño experimental.....	18
<b>IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
Grado de fertilidad y circunferencia escrotal.....	22
Grado de fertilidad y motilidad.....	24
Grado de fertilidad y morfología.....	26
Efecto de las razas sobre la fertilidad.....	28
Efecto de la edad sobre la fertilidad.....	31
Comparación del grado de fertilidad de los toros de la región tropical y región norte.....	33
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>37</b>
<b>APÉNDICE.....</b>	<b>40</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> No. de sementales evaluados por regiones según las razas.....	12
<b>Cuadro 2.</b> Puntuación para circunferencia escrotal.....	16
<b>Cuadro 3.</b> Puntuación para motilidad espermática.....	16
<b>Cuadro 4.</b> Puntuación para morfología.....	17
<b>Cuadro 5.</b> Criterio de calificación.....	17
<b>Cuadro 6.</b> Clasificación de los sementales.....	18
<b>Cuadro 7.</b> Tabla de análisis de varianza.....	19



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Municipio Múzquiz, Coahuila, México.....	10
<b>Figura 2.</b> Municipio del Carmen, Campeche, México.....	12
<b>Figura 3.</b> Dispersión de circunferencia escrotal en relación al Grado de fertilidad de los sementales del trópico.....	22
<b>Figura 4.</b> Dispersión de circunferencia escrotal en relación al Grado de fertilidad de los sementales del norte.....	23
<b>Figura 5.</b> Dispersión del porcentaje de motilidad del semen en relación con el grado de fertilidad de los toros del trópico.....	24
<b>Figura 6.</b> Dispersión del porcentaje de motilidad del semen en relación con el grado de fertilidad de los toros del norte.....	25
<b>Figura 7.</b> Dispersión de la morfología de los espermatozoides en relación al grado de fertilidad de los sementales del trópico.....	26
<b>Figura 8.</b> Dispersión de la morfología de los espermatozoides en relación al grado de fertilidad de los sementales del norte.....	27
<b>Figura 9.</b> Representación gráfica de las medias del grado de fertilidad de los sementales del trópico con relación a la raza.....	29
<b>Figura 10.</b> Representación gráfica de las medias del grado de fertilidad de los sementales del norte con relación a la raza.....	30
<b>Figura 11.</b> Representación grafica de las medias del grado de fertilidad de los sementales del trópico con relación a la edad.....	31
<b>Figura 12.</b> Representación grafica de las medias del grado de fertilidad de los sementales del norte con relación a la edad.....	33
<b>Figura 13.</b> Representación gráfica de la media del grado de fertilidad de los sementales en la región norte y la región tropical.....	34
<b>Figura 14.</b> Representación grafica de la clasificación de los sementales según el grado de fertilidad.....	35

## INDICE DE APÉNDICE

<b>Cuadro 1 A.</b> Evaluación de la producción de semen de sementales bovinos en el municipio del Carmen, Campeche .....	41
<b>Cuadro 2 A.</b> Evaluación de la producción de semen de sementales bovinos en el municipio de Múzquiz, Coahuila .....	42
<b>Cuadro 3 A.</b> Análisis de varianza del efecto de la raza respecto al grado de fertilidad en los toros del trópico .....	43
<b>Cuadro 4 A.</b> Análisis de varianza del efecto de la raza respecto al grado de fertilidad en los toros del norte .....	44
<b>Cuadro 5 A.</b> Análisis de varianza del efecto de la edad respecto al grado de fertilidad en los toros del trópico.....	44
<b>Cuadro 6 A.</b> Análisis de varianza del efecto de la edad respecto al grado de fertilidad en los toros del norte.....	44
<b>Cuadro 7 A.</b> Prueba de rango múltiples Duncan.....	45
<b>Cuadro 8 A.</b> Prueba de hipótesis para medias del grado de fertilidad de los toros de la región tropical y norte.....	45

## I. INTRODUCCIÓN

A lo largo y ancho del territorio mexicano, en donde se practique la ganadería extensiva, semi-extensiva e incluso la intensiva y particularmente en la explotación de bovinos con la finalidad de una mayor producción de carne y/o leche, son muchos los factores negativos que intervienen para el logro de estos objetivos, de tal manera que la producción se ve severamente afectada y aunado a esto los ingresos económicos son cada vez menores.

La eficiencia reproductiva es el factor de mayor impacto económico en la producción, y la rentabilidad del núcleo ganadero está determinada precisamente por la capacidad reproductora de los sementales. La mayoría de las causas de baja producción debidas a la infertilidad pueden descubrirse y eliminarse si se diagnostica a tiempo.

El factor dominante para la producción eficiente de becerros es un alto nivel de fertilidad en cada animal reproductor, así una deficiencia en la capacidad de reproducción de un semental tendrá un impacto mayor en productividad del hato, en comparación a los problemas de fertilidad en una sola hembra. La atención prestada a los casos de infertilidad se inclina mayormente hacia los vientres, cuando un vientre solo es responsable del 50 % del valor genético de un becerro, mientras que un semental es responsable del valor genético de 20 a 25 becerros anualmente.

Por tal motivo es necesario conocer el grado fertilidad de los sementales que se emplean en nuestros hatos, ya que es una herramienta que nos ayuda mejorar la productividad, permitiendo juzgar y eliminar los sementales con

problemas reproductivos que puedan ser las causas del fracaso económico en la empresa. Para lo cual, se han planteado los siguientes objetivos para este trabajo.

### OBJETIVO GENERAL

- ✓ Evaluar la calidad seminal de los sementales bovinos en las regiones tropical y semiárida.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Detectar los sementales infértiles y/o subfértiles según la calidad del semen.
- ✓ Comparar el grado de fertilidad entre las razas, edades y diferentes regiones climáticas

### HIPÓTESIS

Sementales bovinos en regiones tropicales presentan menor calidad seminal, con mayor grado de subfertilidad e infertilidad que los sementales de zonas semiáridas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **Características reproductivas de los sementales en zonas áridas.**

Gastelum y otros. (1999) realizaron pruebas de capacidad reproductiva (CARE) de sementales bovinos en Sonora durante dos años (1998-1999) de acuerdo con las normas internacionales de la Sociedad de Teriogenología, comparando los niveles de CARE, entre razas y edades. Para esto utilizaron las siguientes razas: Charolais, Simental, Cruzas, Brangus, Beefmaster, Gelviah, Limousin, Pardo Suizo, Herford, Brahman, Romagnola, Angus y White Park. Encontrando el 65% de toros satisfactorio, 25% diagnostica diferido y 9% no aptos reproductivamente. Reportando con mayor porcentaje de toros satisfactorio las razas Simental, Charolais y Beff master. Los toros menores de 15 meses presentaron una mayor proporción de animales diferidos.

Cervantes (2003) en Nuevo León ha encontrado en pruebas de fertilidad en campo, que hasta el 25% de los toros no funcionan correctamente como sementales en los ranchos, por lo que las vacas que deben de parir todos los años no lo hacen.

Smith (2001) menciona que la proporción de infertilidad de los toros en los Estados Unidos y en Canadá se juzga ser entre el 15 y 25%. Los factores que pueden afectar la futura fecundidad de cualquier toro puede ser el estado de salud, nutrición, edad y heridas entre otras.

Un semental fértil debe tener los atributos masculinos, musculosos y robustos, dichos rasgos deben estar siempre presentes, la cabeza de estos debe ser de aspecto tosco y se caracteriza por su pelo más grueso, un amplio espacio entre los ojos. El grosor muscular es el resultado del efecto de la testosterona sobre el desarrollo de los músculos. (Sorensen, 1982)

### **Características reproductivas de los sementales en el trópico.**

Estrada y Silva (1999) en Yucatán estudiaron los resultados de 450 toros evaluados en un lapso diez años (1984-1995). Comparando las categorías, entre los tipos raciales y entre las épocas del año. Las razas representadas fueron Indobrasil, Brahman, Pardo Suizo, Charolais y Simental, y un quinto grupo (Guzerat, Gyr, Nelore-Holstein y Gelbvieh), encontrando un 56.44 % de toros satisfactorio, 16.44% cuestionables y 27% de toros no satisfactorio. Concluyendo que el porcentaje de satisfactorio es menor a lo reportado por otros autores, lo que fue más notorio en las razas europeas y que la época del año parece tener un efecto sobre el porcentaje de toros juzgados satisfactorios dentro las razas europeas estudiadas, siendo la época cálida húmeda (junio-octubre) donde el porcentaje de toros satisfactorio es menor, y los toros suizos y los toros clasificados en el quinto grupo presenta el menor porcentaje de toros satisfactorio en la época cálida seca (marzo-junio).

Según Peñafor y Bavera (2003), en las explotaciones de cría donde nunca se ha efectuado el examen de fertilidad más del 50 % de los toros pueden presentar problemas que limitan su capacidad de servicio en campo. Y en los campos donde se realizan anualmente, puede encontrarse hasta 20% de toros con problemas. Por otra parte, los toros aptos varían entre ellos enormemente, y en el tamaño testicular, lo que esta asociado con aumentos de la fertilidad del hato. La eliminación anual de ese porcentaje de toros no aptos redundan en un aumento promedio de por lo menos el 6 % de preñez y un aumento de parición de más del 10 %. Si se compran toros sin examen de fertilidad, podemos incorporar a nuestros rodeos estos promedios 10 % de pobre fertilidad, 40 % de media fertilidad, 50 % de alta fertilidad.

Bastidas y Mendoza (1997), en Venezuela realizaron una evaluación reproductiva de 838 toros Brahman de dos años, mantenidos en condiciones de pastoreo en sabana y sin selección previa por el potencial reproductivo, señalan que las tasas de eliminación de toretes son de 31% principalmente por características seminales y bajo tamaño testicular para la edad. y enfatizan la necesidad de realizar una evaluación del potencial reproductivo de los toros en condiciones tropicales, lo cual permitirá aumentar la eficiencia económica y genética de la explotación, al utilizar toros de alto potencial reproductivo.

### **Factores que influyen en la capacidad reproductiva de los sementales.**

González (1982) en su investigación reporta que el perímetro escrotal presentó una correlación muy baja en relación con las características del semen, esto aparentemente ocurre en los animales puberales lo cual coincide con lo que han confirmado otros autores, obteniendo una correlación media entre el volumen del eyaculado y el perímetro escrotal.

Tayarol y Santana (2002) demuestran que la medida de la circunferencia escrotal (C. E.) es un buen indicador de la cantidad y calidad de semen de bovinos jóvenes, así como de la precocidad sexual de las hijas. Resaltando que la medida de la (C. E.) es influenciada por la raza, peso del animal y nivel de depósito adiposo en la bolsa escrotal.

Vázquez y Aragón (2000) en Venezuela, en sus estudios confirman la íntima relación existente entre el desarrollo corporal y testicular, en toros Brahman jóvenes, ambas características dependen del genotipo y la alimentación postdestete. El peso, altura de la cruz, altura de la grupa y largo del cuerpo muestran una relación positiva con el tamaño testicular.

Entwistle y Holroy (1992) citado por Tayarol y Santana (2002), llama la atención por el hecho de que el desarrollo testicular pre y pospubertad puede ser

adversamente afectado por la subnutrición. Eso está asociado a la reducción en el peso de los testículos en sí, baja secreción de las glándulas sexuales accesorias, motilidad y concentración del esperma.

El mismo autor cita a Christensen y otros, (1980) quienes mencionan que el desarrollo testicular se acelera hasta cerca de los 120 días de edad en *Bos taurus* y un poco más tarde en *Bos indicus*. De tal modo, la nutrición adecuada es la base para la precocidad en la pubertad, tamaño de testículos y producción de semen futura. En toros jóvenes puede ser perjudicial el exceso de alimentación, y eso ocurre con gran frecuencia cuando el objetivo (erróneo sin dudas) es simplemente una mayor ganancia de peso y ser premiados en exposiciones. Los factores nutricionales son de suma importancia ya que un buen reproductor debe estar en buen estado de mantenimiento, en un punto medio entre el engrasamiento excesivo y la delgadez, ya que tanto los dos extremos mencionados pueden ser una causa de infertilidad.

La restricción alimentaria es una condición común en la estación seca, lo que puede resultar en la traducción del tamaño testicular y de la producción de esperma. En el período de seca, los toros pueden perder cerca de 60 Kg y eso causa reducción en la producción de esperma. Ese efecto puede durar cerca de 90 días, aún después de corregir la pérdida de peso. La libido no está influenciada por la restricción alimentaria, de modo que los toros debilitados pueden estar aún más afectados al entrar en el periodo de servicio. Entwistle y Holroy, (1992) la degeneración del epitelio germinativo del testículo y el mayor porcentaje de espermatozoides anormales son comunes en la deficiencia de Vitamina A, condición común en el periodo de seca. De acuerdo a Perón, (1978) con relación a los minerales, se debe tener en mente los efectos generales sobre el aspecto reproductivo. Es el caso del fósforo en el metabolismo energético, y de micro elementos que pueden causar problemas con la libido, volumen de eyaculado y calidad del semen, citado por (Tayarol y Santana, 2002).



Chenoweth *et al.* (1996), compararon resultados de BSE (evaluación de la capacidad reproductiva) para evaluar toros Brahman, Angus, Herford y Senepol, encontraron que los Brahman tenían puntuaciones más bajas que los bos taurus a la misma edad. Los hijos de los toros Senepol presentaban testículos más grandes al destete que los hijos de los toros Brahman y Tuli, según los resultados de Browning *et al.* (1997). El ganado tuli es una mezcla de Bos taurus y Bos indicus y su progenie macho tuvo valores intermedios entre los hijos de los toros Senepol y Brahman. Estos resultados están de acuerdo con las conclusiones de Wildeus (1993) que encontró que los toros Senepol eran más parecidos en sus puntuaciones BSE a los Bos taurus, aun cuando están aptos a ambientes tropicales, citado por (Godfrey y Dodson, 2002)

Los valores límites establecidos para la circunferencia escrotal (CE) y características de semen se determinaron utilizando razas continentales e inglesas de ganado Bos taurus. En algunos casos el límite mínimo de CE no es el mismo para todas las razas. Bruner *et al.* (1995) descrito por Godfrey y Dodson (2002) han informado que toros Simmental tenían CE más grande que Angus, Charolais y polled Hereford a los 11-15 meses de edad.

Según Derivaux, (1976), la fertilidad normal depende principalmente de factores ambientales. Las variaciones que se observan en un toro a lo largo de toda su vida dependen esencialmente del medio, los sementales que se trasladan de una región templada a una región tropical ven su fertilidad gravemente disminuida e incluso abolida, debido a las variaciones y modificaciones del clima, (temperatura, la luz, el grado de humedad y los vientos), mientras que las diferencias permanentes de diversos trastornos sexuales como hipoplasia, libido insuficiente, anomalías espermáticas observadas entre toros dependen de la herencia.

También el autor anterior señala que el primer eyaculado que se obtiene de los toros en reposo proporciona un espermatozoide menos concentrado, de volumen reducido y en el cual los espermatozoides tienen una motilidad reducida. En caso de excesos sexuales la fecundidad del macho se ve comprometida, pues el trastorno no se manifiesta necesariamente durante el periodo de trabajo exagerado, sino durante el periodo que le sigue. Y los machos de edad avanzada disminuyen su fecundidad, alcanzando una mayor y mejor fecundidad a los 4-5 años.

Según Fricke (1997) el estrés calórico durante el verano en muchas áreas de los EEUU puede afectar severamente la fertilidad del toro. La calidad del semen en los toros se reduce con la continua exposición a temperaturas ambientales de 30 °C por cinco semanas o 37-38 °C por dos semanas sin efecto aparente en la libido. El estrés calórico afecta la fertilidad del toro disminuyendo la motilidad espermática, e incrementando el porcentaje de anomalías morfológicas del espermatozoide. Cuando el estrés calórico ocurre, la calidad del semen no retorna a sus condiciones normales hasta los dos meses. Este efecto prolongado interactúa con el estrés calórico de las vacas para reducir las tasas de concepción aún más.

El descenso incompleto de los testículos, hipoplasia testicular, carencia de epidídimo, conducto deferente y órganos reproductores accesorios, así como determinadas anomalías de los espermatozoides han sido mencionadas por Herrick y Self (1965) como factores posiblemente hereditarios. Por lo que no es conveniente someter a tratamiento ninguna anomalía anatómica del aparato reproductor del macho considerado como hereditaria, ya que con ello se favorece la perpetración del efecto en la descendencia.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó en explotaciones extensivas del municipio de Múzquiz Coahuila y el municipio del Carmen Campeche, dos regiones con ambientes diferentes (trópico húmedo y seco semicálido).

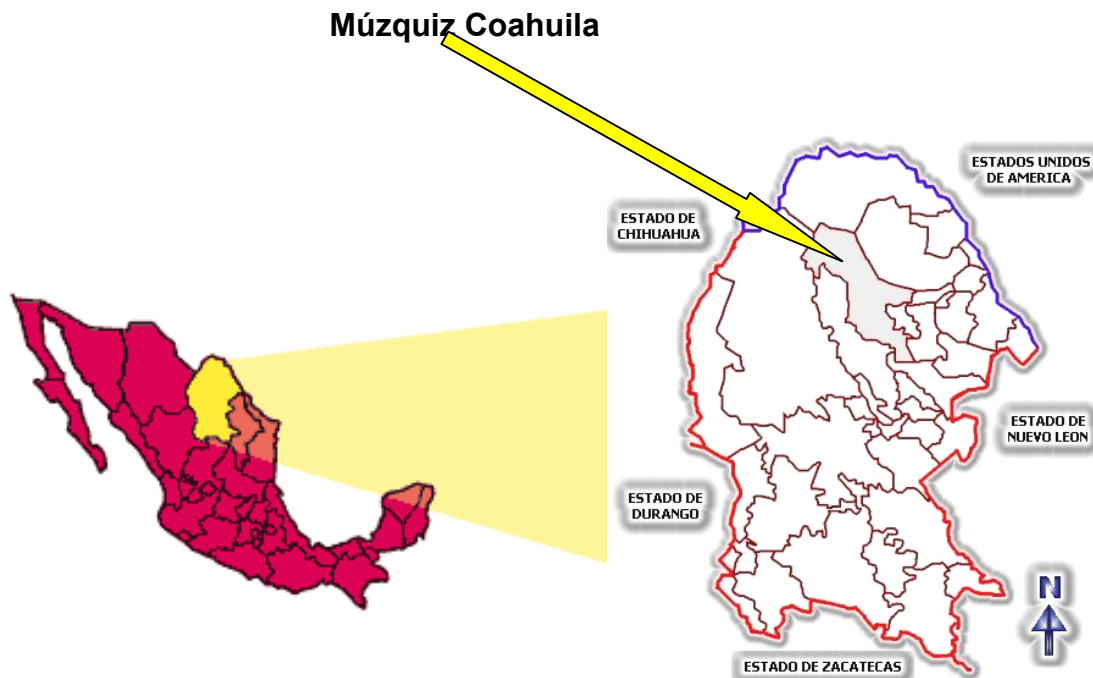
#### Municipio de Múzquiz Coahuila

El municipio de Múzquiz se localiza en la parte central del norte del estado de Coahuila, entre los paralelos 101°31'2" longitud oeste y 27°52'43" latitud norte, a una altura de 490 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Acuña; al sur con el de San Buenaventura, al este con los de Zaragoza y San Juan de Sabinas; al oeste con el de Ocampo y al suroeste con el de San Buenaventura y Progreso. (Figura 1)

El clima es seco semicálido y semiseco semicálido. La precipitación media anual se encuentra en el rango de los 400 a 500 milímetros, con lluvias predominantes de mayo a octubre, la frecuencia de heladas es de 0 a 20 días y las temperaturas oscilan entre 11.3 y 26.2 ° C. Su vegetación es boscosa compuesta de pino, encino, oyamel, cedro, alamillo, con pastizal mediano abierto predominando la bouteloa, eragrostis, matorral espinoso, chaparro, cenizo, costilla de vaca huisache, mezquite entre otras.

En el municipio se encuentra la las sierras el Carmen, la Babia y Santa Rosa. Los principales ríos son La Babia, Los Álamos. Y se pueden distinguir los siguientes tipos de suelo: Xerosol, Rendzina, Litosol, Vertisol, Planosol.

Fuente: [www.múzquiz.com](http://www.múzquiz.com)



**Figura 1.** Municipio de Múzquiz, Coahuila, México.

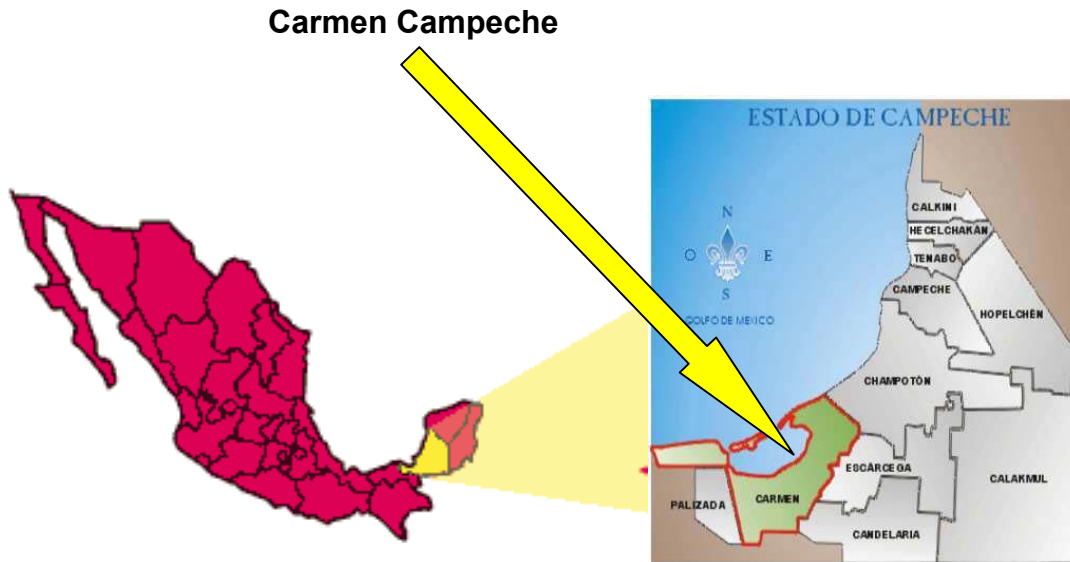
Fuente: <http://www.kokone.com.mx/viaja/estados/coahuila.html>

### Municipio del Carmen Campeche

El municipio del Carmen se localiza al suroeste del estado de Campeche, limita al norte con el Golfo de México y el municipio de Champotón, al sur con el estado de Tabasco y la República de Guatemala, al este con los municipios de Escárcega y Candelaria y al oeste con el municipio de Palizada. Se ubica entre los paralelos 17° 52' y 19° 01' de latitud norte y los meridianos 90°29' y 92°28' de longitud oeste de Greenwich. (Figura 2)

Clima es cálido húmedo y subhúmedo con una temperatura mínima de 19 °C grados y una máxima de 33 °C, y una precipitación que va desde los 1100 a 1500 mm. con abundantes lluvias en verano, en consecuencia el municipio presenta una vegetación compuesta por Selva alta subperennifolia, Selva

mediana subperennifolia, Sabanas (compuestas por gramíneas ásperas, amacolladas, cyperaceas, andropogon y pastulum entre las más importantes), Manglares, y Tular. El Carmen carece de sistemas montañosos, su superficie es plana con pendientes menores al 0.3%, La altitud va de un metro en la región costera y se incrementa a medida que se adentra al municipio, alcanzando una altura máxima de 85 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 2.** Municipio del Carmen Campeche México.

Fuente: <http://www.kokone.com.mx/viaja/estados/campeche.html>

En el municipio se localiza la región hidrológica Grijalva-Usumacinta, el Chumpan y Mamantel. Los ríos de menor importancia son: San Pedro y San Pablo, Piña de Vapor, Chivoha Chico y Chivoha Grande. Las lagunas que destacan son: Pom, Panlao, Balchacah, Atasta y de Términos.

Las clases de suelo que se encuentran en el municipio son: Gleysol sálico, Vertisol pelico, Rendzinas liticas, Luvisol gleyco, Regosol eutrico, Litosol.

Fuente: [www.hotelesmexico.com/climas](http://www.hotelesmexico.com/climas)

[www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/campeche/Mpios/04003a.htm](http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/campeche/Mpios/04003a.htm).

## MATERIALES

Se sometieron a la prueba de fertilidad 76 sementales de las razas Brahman, Sardo negro, Indobrasil, Gyr, Simbrah, Simmental, Suizo, Holandés, Suizo x Cebú, Charoláis, Beefmaster, Limousine, Herford y Angus. 50 de ellos pertenecen a dos ranchos ubicados en el municipio de Múzquiz Coahuila, y los otros 26 sementales pertenecen a 13 ranchos ubicados en municipio del Carmen Campeche, como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro1.** No. de sementales evaluados por regiones según las razas.

Región \ Razas	Tropical No. de sementales	Noroeste No. de sementales
Brahman	1	0
Sardo negro	4	0
Indobrasil	1	0
Simbrah	2	0
Gyr	1	0
Simmental	4	0
Holandés	1	0
Suizo x Cebú	3	0
Suizo	5	0
Charoláis	3	11
Beefmaster	1	25
Limousine	0	3
Herford	0	5
Angus	0	6
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>50</b>

Los materiales que se usaron para realizar la prueba de fertilidad a los sementales son los siguientes.

Electroeyaculador	Aceite de inmersión
Inversor de corriente	Citrato de sodio
Microscopio	Lubricante
Bastón colector	Eosina-nigrosina
Embudo látex	Cubre objetos
Cinta métrica	Porta objeto
Guantes para palpar	Caja de pipetas pasteur
Tijeras	Tubos graduados cónicos
Toallas sanitas	Canastilla para tubo de ensaye
Atomizador de agua	

### **Variables a evaluar**

Las variables a evaluar en los 76 toros se describen a continuación, cuyos resultados se someterán al análisis estadístico.

$X_1$	Grado de fertilidad
$X_2$	Razas
$X_3$	Edad
$X_4$	Efecto del medio ambiente (tropical y templado)
$Y_5$	Circunferencia Escrotal
$Y_6$	Motilidad del semen
$Y_7$	Morfología del espermatozoide

El grado de fertilidad es la suma de los puntos obtenidos en la evaluación de la Circunferencia Escrotal, Motilidad y Morfología del espermatozoide, otorgando una puntuación total a cada semental, que permite clasificarlo como fértil, subfértil o infértil.

Las variables que se someterán al análisis de correlación serán: el grado de fertilidad en relación a la Circunferencia escrotal, Motilidad del semen y morfología de los espermatozoides.

Las variables que se someterán al análisis de varianza serán: las razas, edad, y el grado de fertilidad, buscando si hay diferencia significativa entre el grado de fertilidad por efecto de las razas, edad y el medio ambiente.

## **METODOLOGÍA**

La metodología para realizar la prueba de fertilidad, es el método sugerido por la Society Internacional of Theriogenology, Hastings, Nebraska (1976). Esta metodología se aplicó a los sementales del norte en los meses febrero a abril del 2005 y a los sementales del trópico en de junio y julio del mismo año, dicha metodología consiste en:

### **EXÁMEN GENERAL:**

En particular se considera la conformación de las patas (arqueadas o rectas), aspectos sanitarios y sobre todo la condición corporal (sub y sobre alimentados).

### **EXÁMEN DE LOS ÓRGANOS REPRODUCTORES**

Los toros se llevan al chute y se coloca una barra por detrás para evitar los movimientos ya estando sujetos se procede a examinar la palpación y evaluación visual. Observando la ausencia, inflamación o anomalías de los órganos reproductores y palpando las glándulas accesorias, testículos, epidídimo, pené y prepucio.



## **COLECCIÓN Y EVALUACIÓN DEL SEMEN**

El semen se obtuvo por el método de electroeyacuación, el cual consiste en una sonda con electrodos digitales que se introducen en el recto del semental y estimula los centros nerviosos específicos para provocar la eyacuación sin provocar efectos colaterales. (Sorensen 1982).

Para obtener una buena muestra de semen, se cortan los pelos del prepucio del semental, se lava el prepucio y se seca, posteriormente se realiza la palpación rectal y estimulación de los órganos encargados de la erección y eyacuación, se introduce el electrodo lubricado, se procede a encender el electroeyacuador, se empieza a estimular rítmicamente a bajo nivel de voltaje haciendo pausas de segundos para la relajación del semental, se mantiene el ritmo hasta que al animal eyacula, si no responde se debe incrementar gradualmente el voltaje. Al inicio de la estimulación otra persona debe estar preparada cerca del prepucio con el bastón colector aunado al embudo látex y tubo de ensayo para coleccionar el semen.

Las características a evaluar incluyen:

### **CIRCUNFERENCIA ESCROTAL**

Para medir la circunferencia escrotal se coloca por detrás del semental, se toman de la parte superior los testículos y se bajan, se coloca la cinta métrica en la parte más ancha y se toma la medida. Al mismo tiempo se puede palpar y observar alguna anomalía en ellos. En el cuadro 2 se muestran los puntos

asignados a cada semental de acuerdo con la edad y centímetros de la

<b>CIRCUNFERENCIA ESCROTAL (cm.)</b>							
<b>EDAD EN MESES</b>	<b>8-9</b>	<b>10-11</b>	<b>12-14</b>	<b>15-20</b>	<b>21-30</b>	<b>&gt;30</b>	<b>PUNTOS</b>
<b>Muy buena</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>&gt;34</b>	<b>&gt;36</b>	<b>&gt;38</b>	<b>&gt;39</b>	<b>40</b>
<b>Buena</b>	<b>23</b>	<b>27</b>	<b>30-34</b>	<b>31-36</b>	<b>32-38</b>	<b>34-39</b>	<b>24</b>
<b>Pobre</b>	<b>&lt;22</b>	<b>&lt;25</b>	<b>&lt;30</b>	<b>&lt;31</b>	<b>&lt;32</b>	<b>&lt;34</b>	<b>10</b>

circunferencia escrotal.

**Cuadro 2.** Puntuación para Circunferencia Escrotal

Fuente: Sorensen 1982

**MOTILIDAD DEL SEMEN Y DEL ESPERMATOZOIDE**

Muy rápidamente después de colectar el semen, se toma una muestra con una pipeta y se coloca en el portaobjeto, observando en el microscopio en el objetivo 10X el movimiento masal, posteriormente se le agrega una gota de citrato de sodio para diluir la muestra y observar al el objetivo 40X el movimiento individual de los espermatozoides.

La motilidad del espermatozoide define la capacidad de alcanzar un óvulo disponible a fertilizarse. Cuando la motilidad del semen es vigorosa y circulatoria, y la del espermatozoide es rápida y lineal, es cuando tiene la máxima puntuación. Como se muestra en el cuadro 3.

**Cuadro 3.** Puntuación para motilidad espermática.

<b>MOTILIDAD</b>	<b>GENERAL</b>	<b>INDIVIDUAL</b>	<b>PUNTOS</b>
Muy buena	Vigoroso, circulatorio	Rápido, lineal	20
Buena	Lento, circulatorio	Moderado, lineal	12
Regular	No circulatorio, poca oscilación	Lento, lineal	10
Pobre	Poco movimiento, oscilación	Muy lento, errático	3

	esporádica		
--	------------	--	--

Fuente: Sorensen 1982

## MORFOLOGÍA DEL ESPERMATOZOIDE

Del eyaculado se toma una muestra con una pipeta, se coloca una gota de semen en un porta objeto y una gota de Eosina – nigrosina realizando un frotis y dejando que se seque al aire libre, posteriormente se deposita una gota de aceite de inmersión sobre la tinción para observar en el microscopio con el objetivo de 100X la morfología de 100 espermatozoides, determinando espermatozoides normales, vivos y muertos, bicéfalos, sin cromosoma, cabeza desprendidas, colas chuecas, espirales o desprendidas, entre otras características. En el cuadro 4 se muestra la puntuación para morfología de acuerdo con los porcentajes de espermatozoides con anomalías primarias y secundarias.

**Cuadro 4.** Puntuación para morfología.

MORFOLOGÍA	% Anormalidades Primarias	% Anormalidades Secundarias	PUNTOS
Muy buena	< 10	<25	40
Buena	10-19	25-40	24
Regular	20-29	41-60	10
Pobre	>29	>60	3

Sorensen 1982

### Criterio de calificación

La calificación que se le otorga a cada semental depende de la suma de la puntuación de las tres características que se mencionan en el cuadro 5, de acuerdo a la puntuación alcanzada en cada una de ellas reflejaran su potencial cada semental.

**Cuadro 5.** Criterio de calificación

## **Clasificación sementales**

Criterio	Máxima calificación
Circunferencia escrotal	40
Morfología	40
Motilidad	20

de los

Los sementales se clasifican en tres categorías de acuerdo con la calificación otorgada en la prueba de fertilidad como se muestra en el cuadro 6, los sementales clasificados como satisfactorios son los que se mencionan como fértiles, los dudosos son los subfértiles y los insatisfactorios son los que se clasifican como infértiles.

**Cuadro 6.** Clasificación de los sementales

Clasificación	Calificación
Satisfactoria	> 60
Dudosa	30 – 60
Insatisfactoria	< 30

Sorensen 1982

## **DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se empleo el diseño completamente al azar con diferente numero de unidades por tratamiento.

A veces se presenta el caso de que por insuficiencia de material para todos los tratamientos, o porque se han perdido unidades experimentales, no se dispone de igual número de observaciones por tratamiento. Esta es una de las ventajas del diseño completamente al azar, ya que los datos se pueden analizar sin tener que

estimar datos perdidos. Se usa cuando las unidades experimentales son homogéneas, y la variación entre ellas es muy pequeña.

### Análisis de Varianza:

El modelo estadístico para este diseño es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \begin{cases} i = 1, 2, 3, \dots, a. \\ j = 1, 2, 3, \dots, n. \end{cases}$$

donde:

$y_{ij}$  = la  $j$  - ésima observación del tratamiento  $i$ .

$\mu$  = la media general.

$\tau_i$  = el parámetro único llamado efecto de tratamiento  $i$ .

$\varepsilon_{ij}$  = el error experimental que se presenta al efectuar la  $j$  - ésima observación del  $i$  - ésimo tratamiento.

donde :  $\varepsilon_{ij} \approx DNI(\mu = 0, \sigma^2)$

$a$  = número de tratamientos.

$n$  = número de repeticiones.

Hipótesis a evaluar.

Interesa saber si existen diferencias entre los tratamientos, denotándolos en forma de hipótesis estadística cuando se refieren a los efectos de los tratamientos  $\tau_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots, a$ ). Entonces:

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \dots = \tau_a$$

$$H_1 : \tau_1 \neq \tau_2 \neq \dots \neq \tau_a$$

Una forma equivalente de expresar lo anterior es en términos de medias de  $a$  tratamientos:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_a$$

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \dots \neq \mu_a$$

**Cuadro 7.** Tabla de Análisis de varianza.

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F <sub>c</sub>	p-value
Entre tratamientos	$n \sum_{i=1}^a (\bar{y}_{i.} - \bar{y}_{..})^2$	$a - 1$	$SC_{Trat} / a - 1$	$CM_{Trat} / CM_E$	$P$
Error (dentro de Tratamientos)	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{i.})^2$	$N - a$	$SC_E / N - a$		
Total	$\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_{..})^2$	$N - 1$			

Criterio de rechazo de la hipótesis nula.

Si  $P \leq \alpha$ , no existe suficiente evidencia estadística para aceptar  $H_0$ .

Donde  $\alpha$  es el nivel de significancia.

## **Análisis de Regresión y Correlación:**

### Análisis de Regresión Simple

El Análisis de Regresión Simple se usa para probar una hipótesis sobre la relación entre una variable dependiente,, y una variable independiente o exploratoria,, y para predicción. El Análisis de Regresión Simple usa un Diagrama de Dispersión para visualizar si existe una relación lineal aproximada.

El modelo lineal para este análisis es:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

Donde:

$Y_i$  = Es la estimación de la i-ésima observación de la variable dependiente.

$X_i$  = Es la i-ésima observación de la variable independiente.

$\beta_0$  = Es la intersección de la línea de regresión con el eje  $Y$ .

$\beta_1$  = Es el coeficiente de regresión (pendiente de la línea de regresión estimada)

$\varepsilon_i$  = El error experimental, donde:

$$\varepsilon_i \approx DNI(\mu = 0, \sigma^2)$$

## Análisis de Correlación

El coeficiente de correlación,, esta definido por

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}}$$

donde:

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad S_{yy} = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2, \quad S_{xy} = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}).$$

Definido como una medida de asociación lineal que existe entre las variables aleatorias  $X$  e. El análisis de correlación trata de medir el grado de las relaciones entre dos variables por medio de un simple número. Así  $r$  oscila entre

$-1 \leq r \leq 1$ . Por lo que valores cercanos a la unidad indican una relación lineal perfecta ya sea positiva o negativa. Valores cercanos a cero indican poca o nula relación entre dichas variables. (Montgomery, 2001)

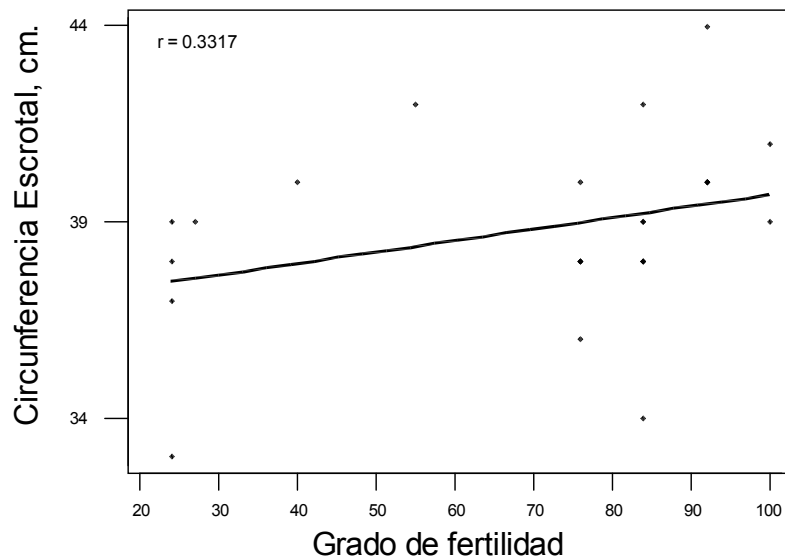


## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Grado de fertilidad y Circunferencia escrotal

#### Región tropical

El análisis de correlación ( $r$ ) muestra el grado de asociación lineal entre las variables Grado de fertilidad y de Circunferencia escrotal de los sementales que se encuentran en el trópico, indicando que existe baja relación (0.3317) entre las variables.



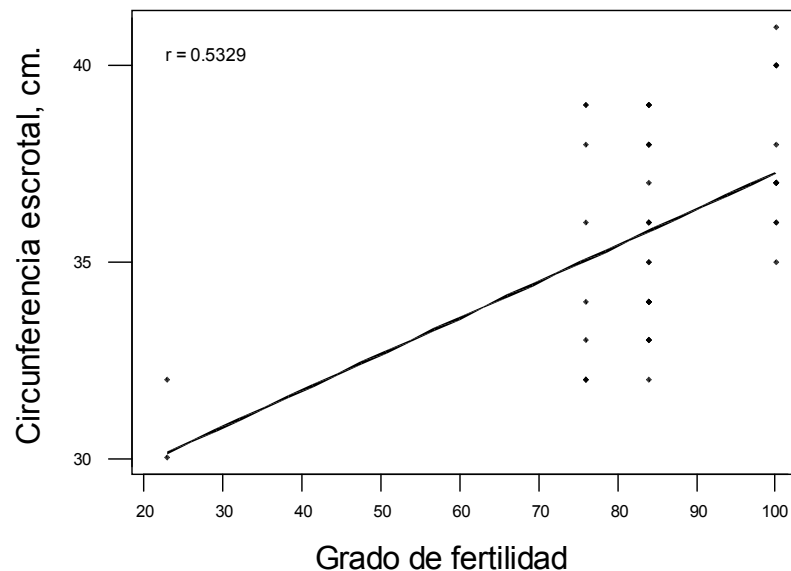
**Figura 3.** Dispersión de Circunferencia escrotal en relación al Grado de fertilidad de los sementales del trópico.

Como se puede apreciar en la figura 3, la medida de la circunferencia escrotal en cm. se encuentra muy disperso en relación al grado de fertilidad, en este caso el incremento de circunferencia escrotal no es un buen indicador que permita predecir un mayor grado de fertilidad en los sementales del trópico.

En los sementales del trópico la circunferencia escrotal se ve influenciada por la razas evaluadas no muy bien definidas y la subnutrición de los animales principalmente (Tayarol y Santana, 2002).

### Región norte

En los sementales del norte, la correlación ( $r$ ) encontrada entre el Grado de fertilidad y la Circunferencia escrotal resulto (0.5329), mostrando que existe una buena relación entre las variables.



**Figura 4.** Dispersión de Circunferencia escrotal en relación al Grado de fertilidad de los sementales del norte.

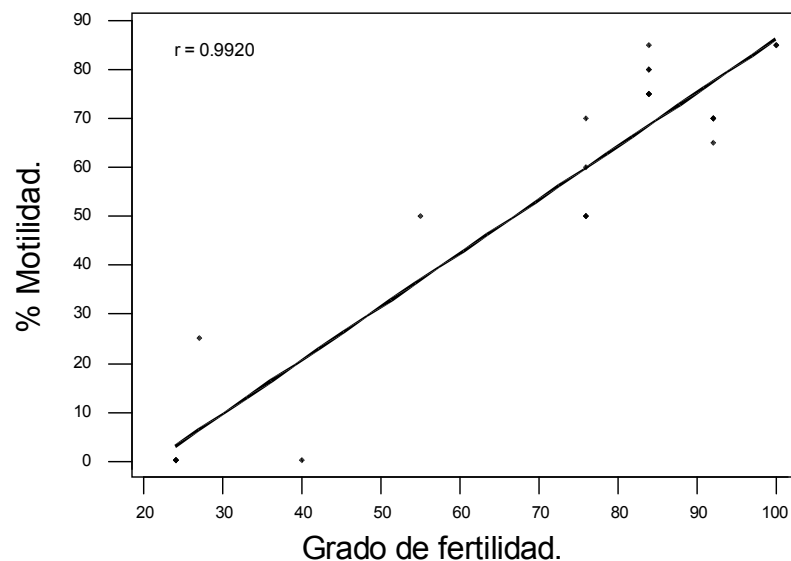
En la figura 4 se puede apreciar mas uniformidad entre el grado de fertilidad y la circunferencia escrotal, este análisis indica que la medida de la circunferencia escrotal es un buen indicador para una mejor fertilidad. Favoreciendo este análisis la uniformidad entre las razas evaluadas y una mejor alimentación.

Estos resultados concuerdan con (Santana y Tayarol, 2002) quienes describen que la circunferencia escrotal es un buen indicador de la calidad y cantidad de semen de bovinos jóvenes, así como la precocidad sexual de las hijas.

## Grado de fertilidad y motilidad

### Región tropical

El análisis de correlación ( $r$ ) muestra el grado de asociación lineal entre las variables Grado de fertilidad y el porcentaje de Motilidad en eyaculado de los toros que se encuentran en el trópico, indicando que existe una alta relación (0.9920) entre las variables.

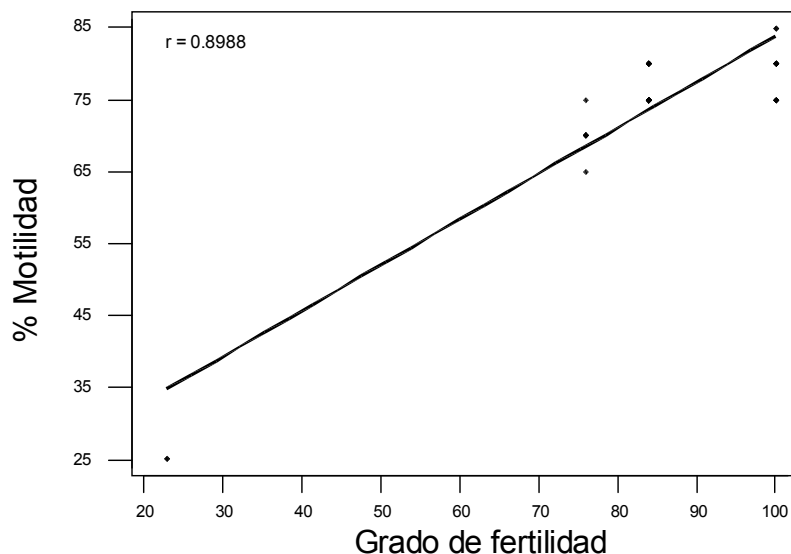


**Figura 5.** Dispersión del porcentaje de motilidad del semen en relación con el grado de fertilidad de los toros del trópico.

En la figura 5 se observa claramente la dispersión de la motilidad en relación al grado de fertilidad, por lo tanto este análisis indica que un alto porcentaje de motilidad refleja un alto grado de fertilidad, aunque (Fricke, 1997) en E. U. menciona que la temperatura de 30 °C por cinco semanas afectan la calidad del semen, el estrés calórico en verano afecta la fertilidad del toro disminuyendo la motilidad espermática e incrementando el porcentaje de anomalías morfológicas del esperma, las razas de sementales en el trópico como las cebuinas tienen gran resistencia a la acción negativa de las altas temperaturas (33 °C) ambientales en la estación anteriormente mencionada.

## Región norte

El análisis de correlación ( $r$ ) muestra el grado de asociación lineal entre las variables Grado de fertilidad y el porcentaje de Motilidad en eyaculado de los toros que se encuentran en el norte, indicando que existe alta relación (0.8988) entre las variables.



**Figura 6.** Dispersión del porcentaje de Motilidad del semen en relación con el grado de fertilidad de los toros del norte.

Los toros del noroeste presentan una correlación positiva alta (0.8988), en la figura 6 se puede apreciar la uniformidad en los porcentajes de motilidad en relación al grado de fertilidad, en este análisis a pesar de presentar una alta correlación entre las variables, el resultado es más bajo que el de los del trópico.

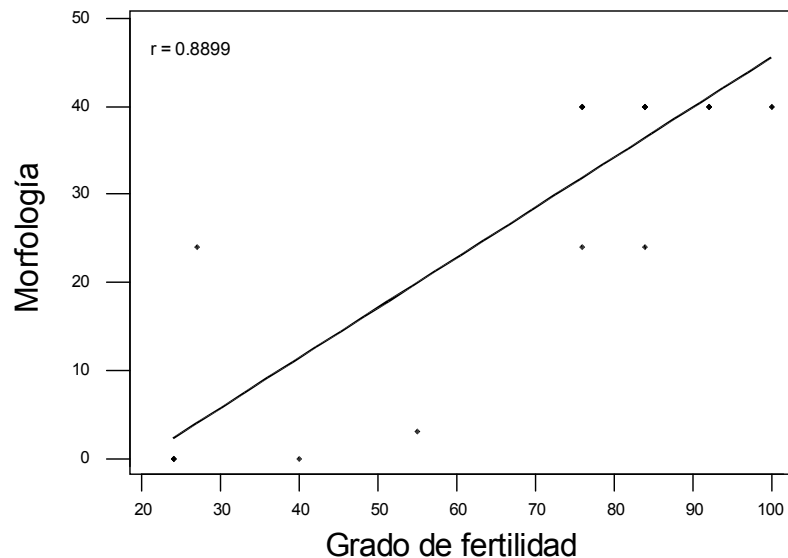
Con las razas explotadas en el norte y las altas temperaturas como lo menciona (Fricke, 1997) en el análisis anterior si pudiera verse afectada esta característica. En este caso las altas temperaturas ( $26^{\circ}\text{C}$ ) no llegan al rango

donde se pueda ver afectada la calidad del seme y por lo consiguiente la fertilidad de los sementales.

## Grado de fertilidad y Morfología

### Región tropical

El análisis de correlación ( $r$ ) muestra el grado de asociación lineal entre las variables Grado de fertilidad y Morfología de los espermatozoides en el eyaculado de los sementales que se encuentran en el trópico, indicando que existe alta relación (0.8899) entre las variables.



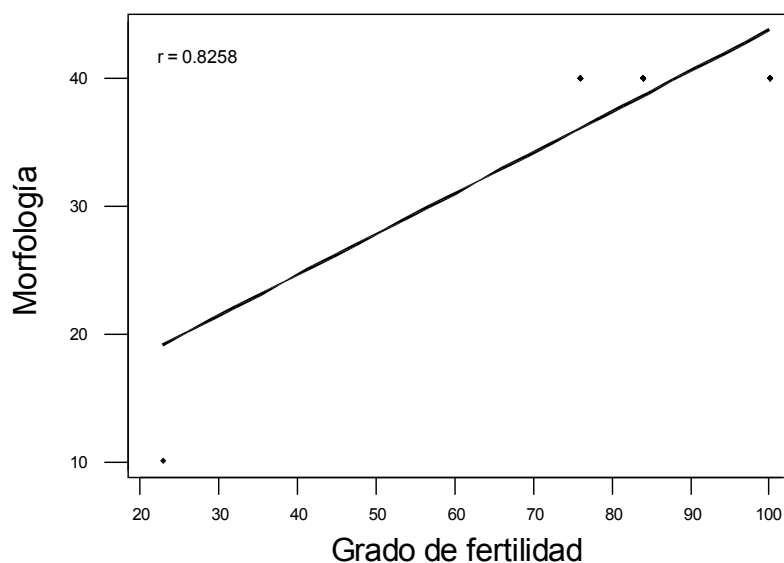
**Figura 7.** Dispersión de la morfología de los espermatozoides en relación al grado de fertilidad de los sementales del trópico.

En la figura 7 se observa la dispersión de la puntuación asignada a la morfología en relación al grado de fertilidad, este análisis indica que mientras mas espermatozoides normales y vivos se encuentra en el eyaculado mayor será el grado de fertilidad de estos.

La degeneración del epitelio germinativo del testículo y el mayor porcentaje de espermatozoides anormales son comunes por la deficiencia de vitamina A, lo cual es común en la temporada de sequía, (Perón, 1978 mencionado por Tayarol y Santana, 2002 ). En este caso no afecto la deficiencia de la vitamina A la morfología de los espermatozoides por que la época en que fueron evaluados los sementales del trópico fue en verano, cuando empiezan las lluvias y el pasto se encuentra verde.

### Región norte

, El análisis de correlación (  $r$  ) que muestra el grado de asociación lineal entre las variables Grado de fertilidad y Morfología del espermatozoide de los toros que se encuentran en el norte, la cual resulto alta (0.8258), indicando que existe una buena relación entre las variables.



**Figura 8.** Dispersión de la morfología de los espermatozoides en relación al grado de fertilidad de los sementales del norte.

En este análisis la correlación entre las variables resulto positiva, apreciándose en la figura 8 donde indica la grafica que mientras mejor sea la morfología, presenta mayor fertilidad. En este caso los toros se evaluaron en temporada de sequía pero tampoco se vieron afectado por que los ganaderos del

norte suplementan a los animales en épocas críticas para mantener su condición corporal y no comprometer su fertilidad.

De tal modo que podemos determinar que el grado de fertilidad está íntimamente relacionado con la medida de la circunferencia escrotal, motilidad y morfología. En el caso de los sementales del norte un buen indicador práctico que nos permite utilizarlo para predecir que a mayor fertilidad es la circunferencia escrotal por que estos son razas puras, y es lógico pensar que con un mayor número de espermatozoides vivos y normales mejor será su motilidad y al ser mayor la motilidad de estos tienen más ventaja de alcanzar el objetivo (óvulo) y fecundarlo, lo que se traduce a una mejor fertilidad.

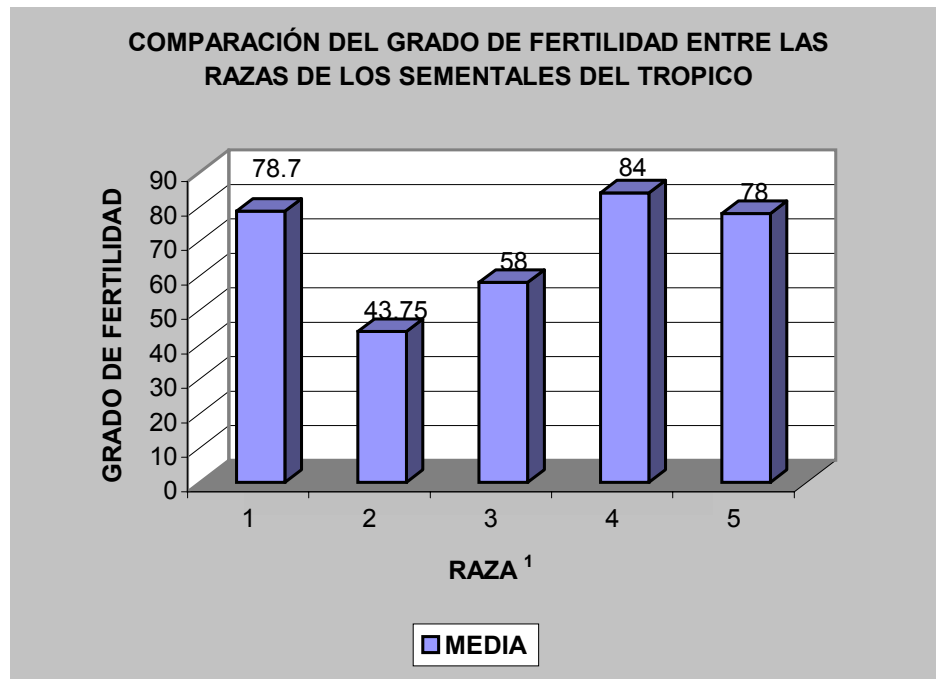
## Efecto de las razas sobre el grado de fertilidad

### Región tropical

Para analizar el efecto de las razas sobre el grado de fertilidad del grupo de toros evaluados en el mismo ambiente (tropical), se dividieron en 5 grupos ordenados de la siguiente manera: 1 (Cebuinas), 2 (Europeos), 3 (Suizo x Cebú), 4 (Suizo) y 5 (Simental y Simbrah). Con diferente número de repeticiones para cada tratamiento. Utilizando un análisis de varianza completamente al azar con un grado de confiabilidad del 95 %, el cual demuestra que no hay diferencias significativas estadísticamente del grado de fertilidad entre las diferentes razas evaluadas en el trópico. (Cuadro 3A)

En la figura 9 se puede observar que en el trópico las razas de sementales Suizo, Cebuinas, Simental y Simbrah se comportan superior en el grado de fertilidad que las cruza (C X S) y razas Europeas, destacando la raza suizo la cual está muy bien adaptada para su explotación en las condiciones climáticas tropicales, en este caso sobresalió la raza Suiza por que hubo uniformidad en ellas, mientras que en raza 1 (cebuinas) se encontraba integrada por la Gyr, Sardo negro, Indobrasil entre otras, probablemente con más uniformidad de estas

hubieran sido mejores que la raza Suizo por su gran capacidad de resistencia a los factores adversos que se presentan en las zonas tropicales.



<sup>1</sup> Razas: 1(Cebuinas), 2 (Europeos), 3 (Suizo x Cebú), 4 (Suizo) y 5 (Simental y Simbrah)

**Figura 9.** Representación gráfica de las medias del grado de fertilidad de los sementales del trópico con relación a la raza.

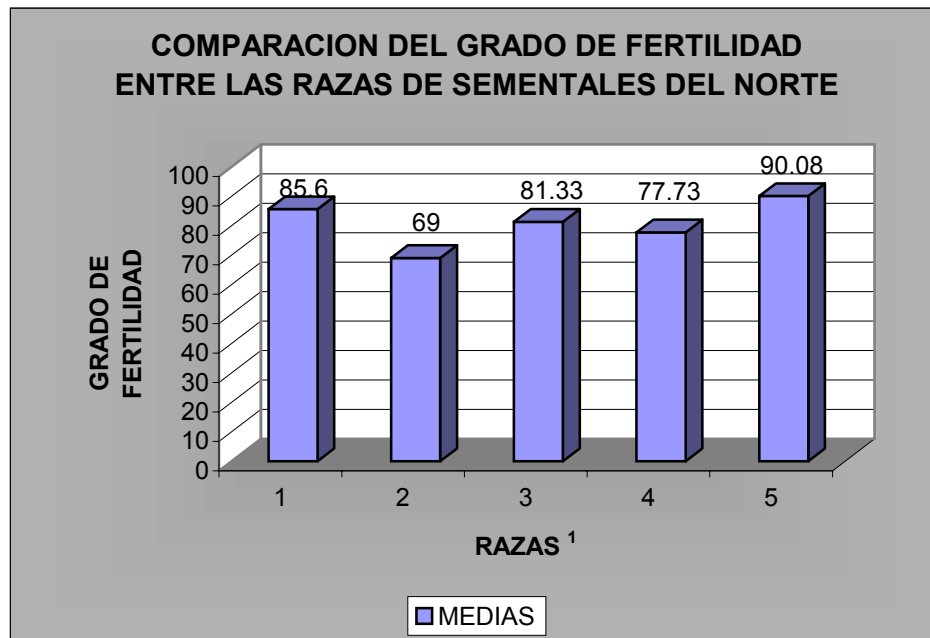
Las razas europeas presentaron menor grado de fertilidad ya que estas no se encuentran en su medio ambiente donde puedan expresar al máximo esta característica. Estos datos concuerdan con el trabajo de Estrada y Silva (1999) en Yucatán quienes reportan a las razas europeas con menor porcentaje de toros satisfactorios.

### Región norte

Para analizar el efecto de las razas sobre el grado de fertilidad del grupo de toros evaluados en el mismo ambiente (norte), se dividieron las en 5 grupos ordenados de la siguiente manera: 1 (Herford), 2 (Limosin), 3 (Angus), 4 (Charolais) y 5 (Beefmaster). Con diferente número de repeticiones para cada



tratamiento, con un grado de confianza del 95 %. El análisis de varianza demuestra que no hay diferencias significativas estadísticamente entre el grado de fertilidad de las diferentes razas evaluadas en el norte. (Cuadro 4A)



<sup>1</sup> Razas: 1 (Herford), 2 (Limousin), 3 (Angus), 4 (Charolais) y 5 (Beefmaster)

**Figura 10.** Representación gráfica de las medias del grado de fertilidad de los sementales del norte con relación a la raza.

En la figura 10 se puede observar que los valores promedio del grado de fertilidad de razas de sementales del norte son superiores a las del trópico, destacando la raza Beefmaster, seguida de la Herford, Angus, Charolais y Limousin respectivamente, estas razas no tienen una gran variación entre ellas, sin embargo es notoria la diferencia entre la Beefmaster con Charolais y Limousine. Lo cual concuerda con Gastélum *et al.* (1999) quienes en las pruebas de (CARE) realizadas reportan con mayor porcentaje de toros satisfactorios es la Beefmaster, característica que demuestra el potencial de fertilidad de estos sementales.

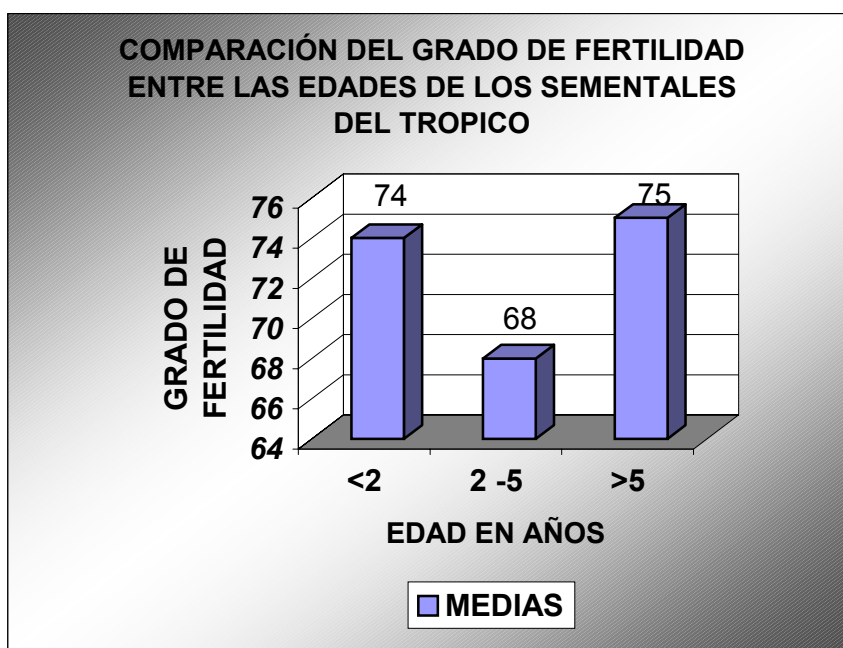
Los toros de la región norte, se encuentran en un ambiente donde pueden expresar su máximo potencial sobre el grado de fertilidad por tal motivo la

puntuación de las medias es mayor a la del trópico, interviniendo los factores climáticos que no es notorio el su efecto negativo para estos resultados, el manejo y una nutrición que favorece estos resultados.

## Efecto de la edad sobre el grado de fertilidad

### Región tropical

Para analizar el efecto de edad sobre el grado de fertilidad del grupo de toros evaluados en el mismo ambiente (tropical), se dividieron en 3 grupos ordenados de la siguiente manera: 1 (< 2 años), 2 (2 -5 años), 3 (> 5 años). Con diferente numero de repeticiones para cada tratamiento, con un grado de confiabilidad del 95 %. El análisis de varianza (cuadro 5 A) demuestra que no hay diferencia significativa estadísticamente entre las edades sobre el grado de fertilidad entre los toros evaluados en el trópico.



**Figura 11.** Representación grafica de las medias del grado de fertilidad en relación a la edad de los sementales del trópico.

En figura 11 se comparan las medias del grado de fertilidad en relación a las edades clasificadas en el orden mencionado anteriormente, apreciándose la diferencia que hay entre estas, la edad que presenta mayor grado de fertilidad es la 3 (>5 años), y la que presenta menor es la 2 (2-5 años), la edad 1(< 2 años) se encuentra muy similar a la edad 3.

La edad 3 esta conformada por sementales de la raza suizas y cebuinas las cuales se muestran superior en el análisis anterior (figura 9) con mayor grado de fertilidad, la edad 1 se comporto muy similar a la 3 habiendo muy poca diferencia entre ellos, estos resultados se dan por que no hay mucha variedad de razas como las que se encuentran clasificadas dentro de los 2 – 5 años.

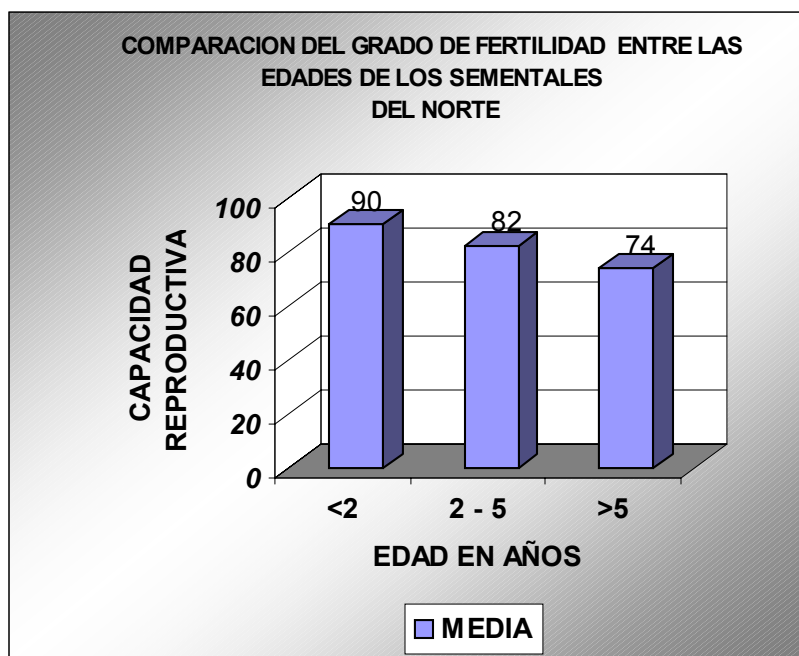
### Región norte

Para analizar el efecto de edad sobre el grado de fertilidad del grupo de toros evaluados en el mismo ambiente (norte), se dividieron en 3 grupos ordenados de la siguiente manera: 1 (< 2 años), 2 (2 -5 años), 3 (> 5 años). Con diferente numero de repeticiones para cada tratamiento, con un grado de confianza de 95 %. EL análisis de varianza (cuadro 6A) demuestra que existe diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre las edades con relación al grado de fertilidad de los sementales del norte, para saber cual de las edades es la que presenta una mayor grado de fertilidad se realizó una prueba de rango múltiple Duncan (cuadro 7A), la cual demuestra que los sementales que presentan mayor grado de fertilidad son los menores de dos años en esta región.

Como se puede apreciar en la figura 12 definitivamente los que expresan mayor grado de fertilidad son los sementales con edades < 2 años, diferenciándose muy bien de los clasificados en las edades >5.

Comparando el grado de fertilidad con respecto a la edad, los sementales del norte se muestran superiores a los del trópico, ya que en el clima que se presenta en la región del norte las razas Europeas si pueden expresar su potencial sobre el

grado de fertilidad y son razas mas puras no hay diversidad entre ellas como lo es el caso del trópico, los sementales <2 años presentaron mayor puntuación por que están representados por las raza Beefmaster quienes en el análisis anterior (Figura 10) se comportan superior a todas las demás razas evaluadas en el norte y como se puede apreciar en el (cuadro 2A) esta raza representa el 50% de los toros evaluados en la región del norte.

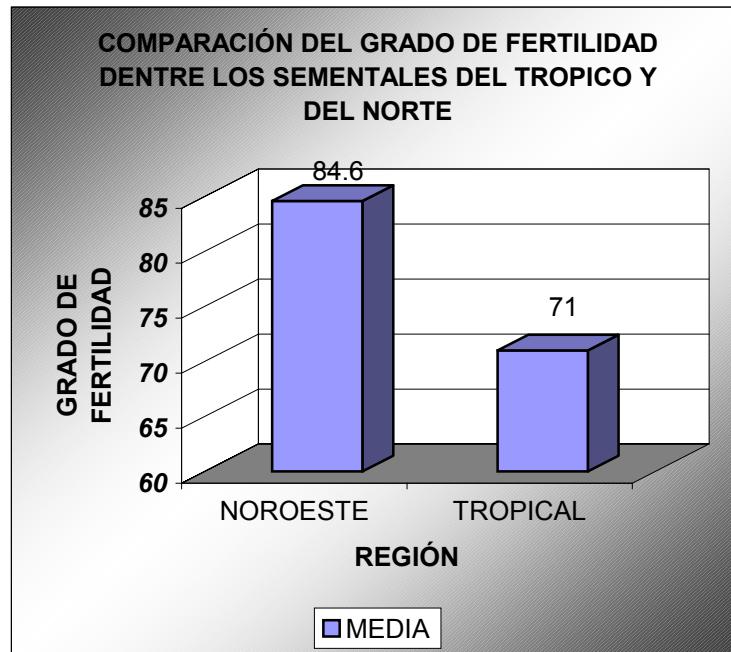


**Figura 12.** Representación grafica de las medias del grado de fertilidad de lo sementales del norte en relación a la edad.

### **Comparación del grado de fertilidad de los toros de la región tropical y la región noroeste**

Para este análisis se sometieron a una prueba de hipótesis (cuadro 8A) las medias de puntuación total obtenida en la prueba de fertilidad de todos los toros evaluados en la región tropical y norte. El análisis de la prueba de hipótesis demuestra que hay diferencia significativa del grado de fertilidad entre los toros del norte y los del trópico, siendo mas eficiente reproductivamente los sementales evaluados en el municipio de Múzquiz Coahuila (norte) ya que la media de el grado de fertilidad es mayor (84.6) en comparación con los sementales evaluados

en el municipio del Carmen Campeche (trópico) quienes presentan un menor promedio (71) del grado de fertilidad.



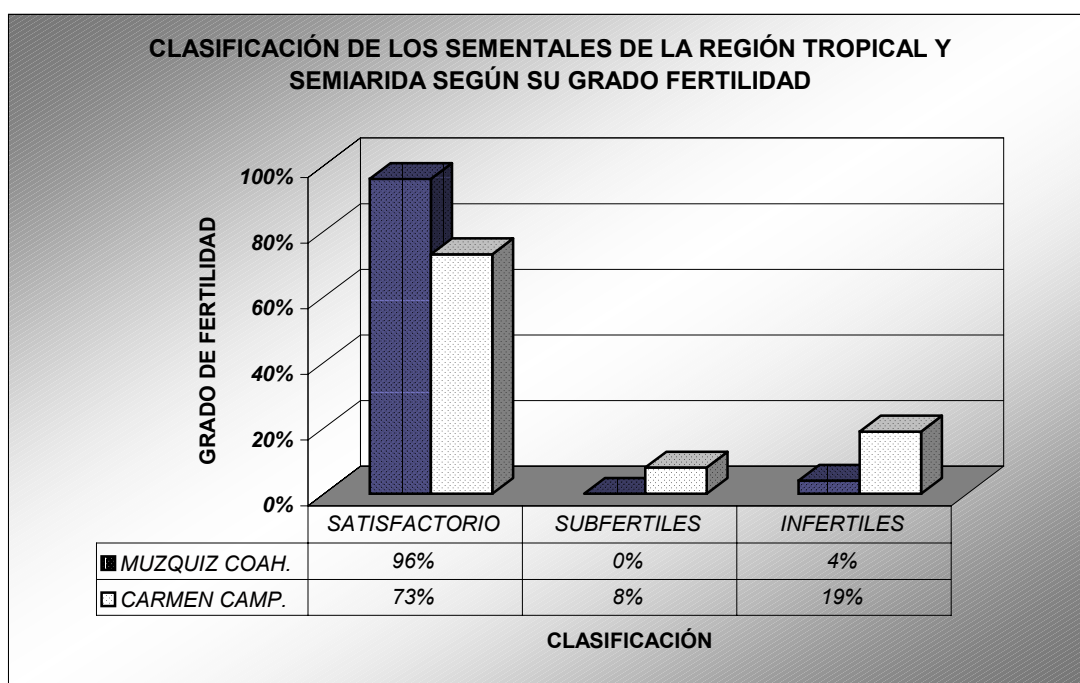
**Figura 13.** Representación gráfica de la media del grado de fertilidad de los sementales en la región norte y la región tropical.

En la figura 13 se puede observar que toros de la región (norte) de Múzquiz, Coahuila los sementales son superiores en el grado de fertilidad que los toros de la región de Carmen Campeche (trópico), presentando esta última un mayor porcentaje de problemas reproductivos (8% y 19% de toros dudosos e insatisfactorio respectivamente), mientras que en el noroeste este porcentaje son menores (0% y 4%), como se muestra en la figura 14.

Esto se debe a que los ganaderos del norte explotan las razas más específicas o puras, favoreciéndole el clima, el manejo, programando temporadas de empadre y suplementar antes de esta, utilizan toros jóvenes, mientras que en trópico algunas razas no son muy bien definidas, utilizan muchas cruces, les afectan las altas temperaturas principalmente las características seminales a las razas europeas ya que las cebuinas son más resistentes, lo cual repercute en un

menor grado de fertilidad de los sementales, utilizan sementales de mayor edad que los del norte, no programan temporadas de empadre lo que viene a dar como consecuencia nacimientos dispersos a lo largo del año y mucho menos suplementan en épocas críticas lo cual hace que los sementales pierdan condición corporal . todo estos factores negativos se van sumando para dar como resultado una deficiente reproducción en los toros de las zonas tropicales,

Los ganaderos del trópico tienen mayores pérdidas económicas que los del norte, ya que el porcentaje de problemas reproductivos que presentan sus sementales es mayor lo cual se debe a todas las características mencionadas anteriormente y sumándole también no es común esta práctica en el sur, solo se someten a la prueba de fertilidad los sementales que son vendidos en las exposiciones ganaderas e incluso hay ganaderos que compran sus sementales sin esta prueba, mientras que para los del norte es frecuente el uso de esta herramienta.



**Figura 14.** Representación gráfica de la clasificación de los sementales según el su grado de fertilidad.

## V. CONCLUSIONES

Al evaluar las características seminales de los sementales de la región tropical y norte, se encontró que hay una buena relación entre la circunferencia escrotal y el grado de fertilidad en los sementales del norte y para los del trópico se encontró una baja relación entre estas variables, presentando una alta relación entre la motilidad y morfología de los espermatozoides con respecto al grado de fertilidad en toros de ambas regiones.

En la evaluación de la capacidad reproductiva, se pudieron detectar los toros con problemas reproductivos (4 y 19 % infértiles o insatisfactorio, 0 y 8% como subfértiles o dudosos) del municipio de Múzquiz Coahuila y Carmen Campeche respectivamente.

Los sementales de las diferentes razas en el noroeste definitivamente resultaron ser mejores reproductivamente que los de la región tropical, ya que muestra mayor grado de fertilidad y menor porcentaje de toros clasificados como insatisfactorios o infértiles. En el trópico las razas que presentaron mayor fertilidad fueron las Suiza y cebuinas, la edad con mejor fertilidad fue >5 años, demostrando que las altas temperaturas tienen un efecto negativo para la fertilidad principalmente para las razas europeas.

En el norte las razas que presentaron mayor fertilidad fue la Beefmaster, la edad con mejor fertilidad fue <2 años, en estas zonas la fertilidad de los sementales no se ve afectada por las temperaturas ya que no son tan altas.

Se recomienda a todos los ganaderos el uso de esta herramienta (prueba de fertilidad los sementales) para poder predecir los problemas reproductivos y evitar las posibles pérdidas económicas, ya que por cada semental que no cumpla con su función se dejarán de producir un determinado número de becerro al año, pérdidas muchos kilos de carne al destete y finalmente bajas utilidades en el rancho.

## VI. LITERATURA CITADA

Bastidas, P., y N. Mendoza., 1997. Pubertad en novillas y toros Brahman. XV Reunión Latinoamericana de Producción Animal y IX Congreso Venezolano de Zootecnia en Maracaibo, Venezuela. Universidad central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Instituto de Reproducción Animal e Inseminación Artificial.

Derivaux, J. 1976. Reproducción de los Animales Domésticos. 2da edición. Ed. Acribia Española. pp. 117-123.

Montgomery, C.D. 2001. Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons, Inc. USA. pp 60-75, 392-422.

Estrada, S.S., y Silva M. C. Evaluación reproductiva de los toros en Yucatán. XXXV Reunión Nacional de investigación Pecuaria. FMVZ-UADY, Yucatán, 1999.

Gastélum P. L., Pedroza P. D., et al. Capacidad reproductiva de sementales bovinos en el estado de Sonora. XXXV Reunión Nacional de investigación Pecuaria. INIFAP, Yucatán, 1999.

Godfrey, R. W., y R. E. Dodson. Evaluación de la capacidad reproductiva de toros Senepol. Simposio Senepol. Universidad de las Islas Vírgenes, Santa Cruz, USA., 2002.

González Moreno, Rubén G. "Determinación de la edad y peso a la pubertad de toretes Charolais mantenidos en agostadero o corral de engorda." Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila México, Abril 1982.



Herrick, J. B., y H. L. Self, 1965. Evaluación de la fertilidad del toro y del verraco. Iowa State University. Editorial Acribia española. pp. 131.

Sorensen, A. M. 1982. Reproducción Animal Principios y Practica. Libros McGraw-Hill, México. pp. 117-490.

### **Refencias electrónicas**

Cervantes . 2003 “La prueba de fertilidad como método para evaluar a los toros.” En línea. Internet febrero 2006. Disponible: <http://www.unionganaderanl.org.mx/revista/A%20%20Ganado%20Bovino%20de%20Carne/009%20Cuidados%20del%20Semental%20%20.doc>

Enciclopedia de los municipios de México. Carmen, Campeche. Medio Físico. En línea. Internet febrero 2006. Disponible:

<http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/campeche/Mpios/04003a.htm>.

Fricke, P. M. 1997. “Problemas y Costos Ocultos con Toros en Monta Natural en Reproducción de Ganado de Leche.” En línea. Internet febrero 2006. Disponible:

[http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep\\_phys/pubs/bulls-Spanish.pdf](http://www.wisc.edu/dysci/uwex/rep_phys/pubs/bulls-Spanish.pdf)

Mapa municipio del Carmen Campeche. En línea. Internet febrero 2006. Disponible: <http://www.kokone.com.mx/viaja/estados/campeche.html>

Mapa del municipio de Múzquiz Coahuila. En línea. Internet febrero 2006.

Disponible: <http://www.kokone.com.mx/viaja/estados/coahuila.html>

Medio físico de Municipio de Múzquiz Coahuila. En línea. Internet febrero 2006. Disponible: <http://www.múzquiz.com>

Peñafort, C. y Bavera, G. A. 2003. “Examen Reproductivo Completo en Toros. “. ”

En línea. Internet febrero 2006 Disponible:

[http://www.vet-uy.com/articulos/artic\\_bov/027/bov027.htm](http://www.vet-uy.com/articulos/artic_bov/027/bov027.htm)

Smith, J. 2001. "Fecundidad de los toros." En línea. Internet febrero 2006. Disponible:

<http://www.google.com.mx/search?q=relationship+of+scrotal+circumference+to+puberty&hl=es&lr=&start=10&sa=N>

Tayarol, L. C., y J. L. Santana, 2002. "Toros: Nutrición y Fertilidad, reproducción bovina." En línea. Internet febrero 2006. Disponible:

[www.reproduccionbovina.com](http://www.reproduccionbovina.com)

Temperaturas. En línea. Internet febrero 2006. Disponible:

[http:// www.hotelesmexico.com/climas](http://www.hotelesmexico.com/climas)

Vázquez, L., y J. Aragón. 2000. "Relación entre medidas corporales y desarrollo testicular en toretes Brahman Peripuberales." En línea. Internet febrero 2006.

Disponible: <http://www.cipav.org.co/lrrd14/5/vasq145.htm>

## APÉNDICE

**Cuadro 1A.** Evaluación de la capacidad reproductiva realizada en el municipio de Carmen, Campeche. Junio-julio 2005.

### RESULTADO GENERAL DE LA EVALUACIÓN

Toro #	Edad años	Raza	Circunferencia		Volumen (MI)	Motilidad		Vivos %	Muertos %	Morfología			RESULTADO Puntos totales
			(Cm.)	Puntos		% Puntos	% Puntos			% Anormalidades			
					Prim.			Sec.	Puntos				
1	7	Sardo	42	40	9.0	85	20	81	19	11	27	24	84
2	3.5	Indobrasil	39	24	4.5	75	20	73	27	3	5	40	84
3	5	Charolais	38	24	7.0	80	20	71	29	1	16	40	84
4	4	S * C	39	24	00	00	0	0	0	0	0	0	24
5	5	Suizo	36	24	6.5	60	12	68	32	9	14	40	76
6	<2	Gyr	38	24	2.0	75	20	79	21	3	16	40	84
7	5	Simbra	40	40	4.5	70	12	63	37	6	18	40	92
8	7	Suizo	39	24	13	80	20	84	16	2	11	40	84
9	4	Charolais	38	24	00	00	0	0	0	0	0	0	24
10	10	Sardo	40	40	3.7	50	12	27	73	8	27	24	76
11	4	Sardo	38	24	5.4	70	12	68	32	4	17	40	76
12	<2	Simental	33	24	00	00	0	0	0	0	0	0	24
13	<2	Simental	34	24	4.8	75	20	71	29	3	13	40	84
14	3	Sardo	42	40	4.0	50	12	23	77	31	26	3	55
15	4	S * C	44	40	3.0	70	12	65	35	2	8	40	92
16	<2	Simental	39	40	6.0	85	20	78	22	2	19	40	100
17	7	Suizo	38	24	5.1	75	20	71	29	3	6	40	84
18	4	S * C	40	40	7.0	70	12	63	37	5	13	40	92
19	3.5	Brahman	40	40	7.3	70	12	58	42	7	4	40	92
20	3.5	Simental	40	40	5.0	65	12	68	32	3	7	40	92
21	4	Beef master	*47	00	3.0	25	3	13	87	14	31	24	27
22	7	Suizo	38	24	5.5	50	12	63	37	6	18	40	76
23	7	Holandés	37	24	00	00	0	0	0	0	0	0	24
24	5	Charolais	40	40	00	00	0	0	0	0	0	0	40
25	2.5	Simbra	38	24	4.3	50	12	54	46	9	13	40	76
26	6	Suizo	41	40	3.2	85	20	87	13	3	7	40	100

**Cuadro 2A.** Evaluación de la capacidad reproductiva realizada en el municipio de Múzquiz Coahuila. Febrero – Abril 2005

Toro #	Edad años	Raza	Circunferencia		Volumen (MI)	Motilidad		Vivos %	Muertos %	Morfología			RESULTADO Puntos totales
			Escrotal (Cm.)	Puntos		%	Puntos			% Anormalidades		Puntos	
										Prim.	Sec.		
1	>8	Herford	40	40	5	80	20	81	19	3	11	40	100
2	>5	Herford	38	24	7	70	12	73	27	6	9	40	76
3	>5	Limousin	40	40	6	85	20	86	14	0	12	40	100
4	4	Angus	39	24	9	70	12	68	32	8	13	40	76
5	4	Angus	36	24	7	75	20	72	28	3	12	40	84
6	4	Angus	39	24	8	70	12	73	27	5	9	40	76
7	4	Angus	37	24	6	75	20	78	22	3	12	40	84
8	4	Angus	38	24	4	80	20	82	18	4	18	40	84
9	4	Angus	38	24	5	75	20	74	26	6	13	40	84
10	3	Limousin	35	24	6	80	20	83	17	2	16	40	84
11	3	Charolais	34	24	5	80	20	81	19	3	12	40	84
12	>5	Herford	38	24	5	75	20	76	24	3	13	40	84
13	>5	Charolais	30	10	4	25	3	29	71	27	43	10	23
14	<2	Beefmaster	37	40	7	80	20	84	16	1	9	40	100
15	<2	Beefmaster	37	40	7	80	20	83	17	3	13	40	100
16	<2	Beefmaster	34	24	6	70	12	72	28	9	6	40	76
17	<2	Beefmaster	33	24	6	75	20	75	25	7	12	40	84
18	<2	Beefmaster	33	24	7	75	12	77	23	1	9	40	76
19	<2	Beefmaster	40	40	5	85	20	88	12	7	16	40	100
20	<2	Beefmaster	34	24	5	80	20	83	17	8	13	40	84
21	<2	Beefmaster	33	24	6	75	20	73	27	5	11	40	84
22	<2	Beefmaster	32	24	8	70	12	72	28	9	18	40	76
23	<2	Beefmaster	32	24	5	70	12	69	31	7	16	40	76
24	<2	Beefmaster	32	24	7	70	12	71	29	3	14	40	76
25	<2	Beefmaster	33	24	7	80	20	83	17	3	13	40	84
26	<2	Beefmaster	41	40	8	80	20	77	23	1	12	40	100
27	<2	Beefmaster	34	24	5	75	20	73	27	5	11	40	84
28	<2	Beefmaster	34	24	7	75	20	71	29	3	9	40	84
29	<2	Beefmaster	34	24	5	75	20	72	28	7	13	40	84
30	<2	Beefmaster	37	40	6	80	20	79	21	3	11	40	100

31	<2	Beefmaster	32	24	5	75	20	73	27	8	14	40	84
32	<2	Beefmaster	36	40	8	80	20	78	22	2	16	40	100
33	<2	Beefmaster	36	40	6	75	20	76	24	6	13	40	100
34	<2	Beefmaster	37	40	9	75	20	71	29	5	21	40	100
35	<2	Beefmaster	35	40	7	75	20	73	27	2	16	40	100
36	<2	Beefmaster	38	40	8	80	20	81	19	7	11	40	100
37	<2	Beefmaster	37	40	7	75	20	77	23	3	13	40	100
38	<2	Beefmaster	37	40	7	75	20	73	27	9	13	40	100
39	>5	Charolais	39	24	5	80	20	84	26	5	9	40	84
40	>5	Herford	39	24	5	75	20	74	26	8	16	40	84
41	3	Charolais	34	24	6	75	20	73	27	3	10	40	84
42	>5	Herford	39	24	5	80	20	82	18	2	8	40	84
43	>5	Limousin	32	10	5	25	3	31	69	23	46	10	23
44	3	Charolais	35	24	7	75	20	72	28	5	8	40	84
45	4	Charolais	33	24	7	75	20	79	21	4	13	40	84
46	4	Charolais	36	24	6	75	20	77	23	5	18	40	84
47	4	Charolais	34	24	6	75	20	71	29	9	11	40	84
48	4	Charolais	39	24	7	80	20	78	22	5	19	40	84
49	3	Charolais	36	24	5	65	12	59	41	7	21	40	76
50	3	Charolais	36	24	7	75	20	71	29	4	13	40	84

**Cuadro 3A.** Análisis de varianza del efecto de las razas respecto a la capacidad reproductiva en los toros del suroeste.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F-C	P-Value
Tratamiento (razas)	5201.82	4	1300.46	2.28	0.948
Error	11982.20	21	570.58		
Total	17184.00	25			

**Cuadro 4A.** Análisis de varianza sobre el efecto de las razas respecto a la capacidad reproductiva en los toros del noroeste.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F- c	P-Value
Tratamiento (Razas)	2069.44	4	517.361	2.45	0.0599
Error	9514.56	45	211.435		
Total	11584.00	49			

**Cuadro 5A.** Análisis de varianza del efecto de la edad sobre la capacidad reproductiva de los toros del trópico.

Fuente de variación	SC	GL	CM	F- c	P-Value
Tratamiento (Edad)	309.371	2	154.686	0.21	0.8115
Error	16874.600	23	733.680		
Total	17184.000	25			

**Cuadro 6A.** Análisis de varianza del efecto de la edad sobre la capacidad reproductiva de los toros del noroeste

Fuente de variación	SC	GL	CM	F- c	P-Value
Tratamiento (Edad)	1904.96	2	952.480	4.63	0.0147
Error	9679.04	47	205.937		
Total	11584.00	49			

**Cuadro 7A.** Prueba de rango múltiple Duncan

	<b>Edad (años)</b>	<b>Media</b>	<b>Grupo homogéneos</b>
T1	>5	74.20	X
T2	2-5	82.40	XX
T3	< 2	90.08	X

<b>Comparaciones</b>		<b>Diferencias</b>	
	T1 - T2	7.68	
	T1 - T3		* 15.88
	T2 - T3	8.20	

\* Denota diferencia estadística significativa.

**Cuadro 8A.** Prueba de hipótesis para medias de la capacidad reproductiva de los toros de la región tropical y noroeste.

		<b>Noroeste</b>		<b>Trópico</b>
<b>Medias muestrales</b>	=	84.6	y	71
<b>Desviación estándar muestrales</b>	=	15.1481	y	15.3756
<b>Tamaño de muestras</b>	=	50	y	26
<b>Intervalo de confianza</b>	=	95%		
<b>Estadístico Calculado</b>	=	3.69434		
<b>P- Value</b>	=	0.000419682		
<b>Alfa</b>	=	0.05		