

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL,
HUMEDAD RELATIVA FECHA Y HORA DE COLECTA
EN LA CALIDAD SEMINAL DE TOROS PUROS Y CRUZADOS
EN LA ESTACIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA (IDIAP) GUALACA,
CHIRIQUÍ.**

**JUAN CARLOS PITTÍ
8-746-674**

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2015

**EFFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL,
HUMEDAD RELATIVA, FECHA Y HORA DE COLECTA EN LA
CALIDAD SEMINAL DE TOROS PUROS Y CRUZADOS
EN LA ESTACIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
AGROPECUARIA (IDIAP) GUALACA,
CHIRIQUÍ.**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. ING. NEFTALÍ APARICIO RUIZ

DIRECTOR

PROF. ING. RODERICK GONZALEZ

ASESOR

PROF. ING. PEDRO GUERRA

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2015

AGRADECIMIENTO

A DIOS,

por bendecirme con la vida y por brindarme
la oportunidad de alcanzar tan importante logro.

A mi familia,

A mi esposa Gloria E. Lee A.

por creer en mí todo el tiempo y por su apoyo incondicional.

A mi madre,

Elvira del Carmen Pittí E. quien me inculco siempre
la importancia de los estudios.

A mi Tía Angela y mis Tíos por su apoyo y confianza.

A mi consejo particular de Tesis

Quiero manifestar mi agradecimiento por su colaboración para

Llevar a cabo este trabajo de grado.

Al ing. Neftalí Aparicio, por su participación en la revisión,
corrección y aprobación de esta investigación.

Al ing. Roderick González, por su colaboración,
por el apoyo brindado durante

mi trabajo de campo por parte del IDIAP.

Al ing. Pedro Guerra por su colaboración y asesoría
durante la realización de este trabajo de tesis.

DEDICATORIA

A Dios,

por darme la capacidad y la fortaleza para culminar
satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

A mi familia,

A mi Esposa Gloria, por creer siempre en mí,
por ser el pilar que me da aliento y apoyo para continuar,
por su paciencia y comprensión necesarias para llevar a término este logro.

A mis Hijas

Patricia, Mia y a mis hijos Carlos y Jr.,
por ser mi fuente de inspiración para seguir adelante.

A ellos les dedico este logro
y se lo expongo como ejemplo de vida,
que con perseverancia se pueden conseguir las metas,

EFFECTO DE LA TEMPERATURA AMBIENTAL, HUMEDAD RELATIVA, FECHA Y HORA DE COLECTA EN LA CALIDAD SEMINAL DE TOROS PUROS Y CRUZADOS EN LA ESTACIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (IDIAP) GUALACA, CHIRIQUÍ.

Pittí., J.C.2015. Efecto de la Temperatura Ambiental, Humedad Relativa, Fecha y Hora De Colecta en la calidad seminal de Toros Puros y Cruzados, en la Estación del Instituto de Investigación Agropecuaria (IDIAP) Gualaca, Chiriquí. Tesis Ing. Agrónomo Zootecnista. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. David, Chiriquí. 107 p.

RESUMEN

Con el propósito de estudiar el efecto de los factores ambientales sobre la calidad seminal en Toros, se realizó un ensayo en la estación del IDIAP Gualaca, donde se utilizaron 6 sementales agrupados en 3 Grupos (BR= Puros, F1= cruce de 2 raza y 3R= cruce de 3 razas), los animales se manejaron en la misma pradera con pasto *Brachiaria brizantha*, fueron sometidos a examen clínico general previo al ensayo donde también se evaluó el buen estado de su aparato reproductor. Se colectaron 7 muestras seminales de cada Toro entre los meses de Diciembre, Enero y Marzo, a las que se sometió a un análisis macroscópico, evaluando volumen al igual que un análisis microscópico para analizar Motilidad Masal e Individual, Concentración Espermática, Vigor y el porcentaje (%) de Espermatozoides Vivos y Muertos. De igual manera se registraron los datos al momento de cada colecta, de Temperatura Rectal del animal, la Hora de Colecta, Temperatura Ambiental, la Humedad Relativa y se calculó el ITH mediante la fórmula $(ITH = 0.81 (T^{\circ}Bs) + HR (T^{\circ}Bs - 14.4) + 46.4)$. Los datos fueron analizados mediante una ANOVA y análisis de correlaciones entre las variables y regresiones con respecto a la TR y el ITH. En base al ITH no se reportaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en ninguna de variables en estudio. En cuanto a la Hora no se reportaron diferencias ($P > 0.05$) en las variables Volumen, Concentración Espermática y el vigor sin embargo para Motilidad Masal y Motilidad Individual se encontró diferencias significativas ($P < 0.10$); de igual manera se reportó una diferencia altamente significativa ($p > 0.01$) con respecto al porcentaje de espermatozoides y Vivos y Muertos. Se puede deducir que el Índice de Temperatura-Humedad (ITH), la Temperatura Ambiental (TA) y la Humedad Relativa (HR) fueron un factores determinante a través de las Fechas y Horas de colecta en la calidad seminal principalmente en el Volumen, Concentración

Espermática (CE), Motilidad Masal (MM) y Motilidad Individual (MI) observando un mejor comportamiento de los Toros triple cruza (3R) seguido de los Toros F1.

Palabras Claves: Toros, Volumen, Motilidad Masal, Concentración Espermática, Vigor, Temperatura Rectal, Índice de Temperatura-Humedad, Temperatura Ambiental, Humedad Relativa.

EFFECT OF ENVIRONMENTAL TEMPERATURE, HUMIDITY ON DATE AND TIME OF COLLECTION IN BULLS SEMEN QUALITY PURE AND CROSS STATION IN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE (IDIAP) GUALACA CHIRIQUÍ.

Pittí., J.C.2015. Effect of Environmental Temperature, Relative Humidity, date and time of collection in the semen quality of Pure and Crusaders Bulls in Instituto of Agropecuaria Station Research (IDIAP) Gualaca, Chiriqui. Thesis Ing. Agricultural Zootechnista. Faculty of Agricultural Sciences. Panama university. David, Chiriqui. 107 p.

SUMMARY

In order to study the effect of environmental factors on semen quality in bulls, a trial in Gualaca IDIAP station, where six stallions grouped into 3 groups (BR = Pure, F1 = 2 race crossing was made and used 3R = crossing 3 races), the animals were handled in the same meadow grass *Brachiaria brizantha*, were subjected to pre-trial where the health of your reproductive system is also evaluated clinical examination. 7 semen samples from each bull were collected between the months of December, January and March, which was subjected to a macroscopic analysis, assessing volume as microscopic analysis to analyze Motility mass and individual, Concentration Sperm, Vigor and percentage (%) Sperm living and the dead. Similarly the data is recorded at the time of each collection, the animal rectal temperature, Time Collection, ambient temperature, relative humidity and the THI is calculated by the formula $(ITH = 0.81 (T \text{ } ^\circ B) + HR (T \text{ } ^\circ B - 14.4) + 46.4)$. Data were analyzed by ANOVA and correlation analysis between the variables and regressions with respect to the TR and ITH. Based on the ITH no significant differences ($P > 0.05$) in any of variables studied were reported. As for the time there were no differences ($P > 0.05$) in volume, concentration and vigor variables Sperm however for Masal and Motility Motility Individual reported significant differences ($P < 0.10$) was found; likewise a highly significant difference ($p > 0.01$) was reported in the percentage of sperm and living and dead. It can be deduced that the Index Temperature-Humidity (ITH), Ambient Temperature (TA) and Relative Humidity (RH) were decisive factors through the dates and times of collection at semen quality mainly in Volume Sperm Concentration (EC) Masal Motility (MM) and Individual Motility (MI) observing a better performance of triple crosses Bulls (3R) followed by F1 Bulls.

Keywords: Bulls, Volume, Masal motility, Sperm Concentration, Vigor, rectal temperature, Temperature-Humidity Index, ambient temperature, relative humidity.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR.....	3
1.2	ANTECEDENTES.....	5
1.3	JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4	OBJETIVOS.....	9
1.4.1	OBJETIVO GENERAL.....	9
1.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
1.5	HIPÓTESIS.....	10
1.6	ALCANCES Y LIMITACIONES.....	11
2.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1	Anatomía Del Sistema reproductor del Toro.....	12
2.1.1	Testículos y Escroto.....	13
2.1.2	Epidídimo y conducto Deferente.....	14
2.1.3	Glándulas Accesorias.....	17
2.1.4	Pene.....	18
2.1.5	Prepucio.....	19
2.2	Termorregulación Testicular.....	20
2.3	Espermatozoides y Plasma Seminal.....	21
2.3.1	Morfología de los Espermatozoides.....	21
2.3.2	Composición Química de los Espermatozoides.....	23
2.3.2.1	Componentes Bioquímicos	23
2.4	Evaluación Andrológica.....	24
2.4.1	Anamnesis.....	24
2.4.2	Examen Seminal.....	26
2.5	Factores Ambientales.....	27
2.5.1	Temperatura Ambiental.....	27
2.5.2	Humedad Relativa.....	28
2.6	Producción de Semen.....	28
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29

3.1	MATERIALES.....	30
3.2	MÉTODOS.....	31
3.2.1	VARIABLES DE RESPUESTA.....	38
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
5.	CONCLUSIÓN.....	78
6.	RECOMENDACIONES.....	79
7.	REFERENCIADS CITADAS.....	80
	ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO I	EDAD DE LOS Y PADRES DE LOS TOROS.....	32
CUADRO II	CONDICIÓN CORPORAL INDIVIDUAL DE LOS TORO....	33
CUADRO III	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES DE LA CALIDAD SEMINAL DE LOS TOROS EN ESTUDIO CON RESPECTO AL ITH, LA HORA, LA FECHA Y EL GRUPO RACIAL.....	46
CUADRO IV	CORRELACIONES DE PEARSON DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO PARA GRUPO RACIAL 3R.....	64
CUADRO V	CORRELACIONES DE PEARSON DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO PARA GRUPO RACIAL BR.....	66
CUADRO VI	CORRELACIONES DE PEARSON DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO PARA GRUPO RACIAL F1.....	68
CUADRO VII	ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN, MM, MI, VIVOS, CE, VIGOR Y TEMPERATURA RECTAL (TR) EN EL GRUPO RACIAL.....	69
CUADRO VIII	ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN, MM, MI, VIVOS, CE, VIGOR Y TEMPERATURA RECTAL (TR) EN EL GRUPO RACIAL BR.....	70
CUADRO IX	ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN, MM, MI, VIVOS, CE, VIGOR Y TEMPERATURA RECTAL (TR) EN EL GRUPO RACIAL F1.....	71
CUADRO X	ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN, MM, MI, VIVOS, CE, VIGOR E ITH EN EL GRUPO RACIAL 3R.....	72
CUADRO XI	ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN E ITH EN EL GRUPO RACIAL B.....	73
CUADRO XII	ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN E ITH EN EL GRUPO RACIAL F1.....	74

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRAFICA 1	VOLUMEN DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.....	48
GRAFICA 2	MOTILIDAD MASAL (MM) DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.....	49
GRAFICA 3	MOTILIDAD INDIVIDUAL (MI) DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.....	50
GRAFICA 4	ESPERMATOZOIDES VIVOS DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.....	51
GRAFICA 5	ESPERMATOZOIDES MUERTOS DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.....	52
GRAFICA 6	CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.....	53
GRAFICA 7	VIGOR DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.....	54
GRAFICA 8	VOLUMEN DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIA.....	55
GRAFICA 9	MOTILIDAD MASAL (MM) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.....	56
GRAFICA 10	MOTILIDAD INDIVIDUAL (MI) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.....	57
GRAFICA 11	ESPERMATOZOIDES VIVOS (EPZ V) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.....	58
GRAFICA 12	ESPERMATOZOIDES MUERTOS (EPZ M) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.....	59
GRAFICA 13	CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA (CE) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.....	61
GRAFICA 14	VIGOR DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.....	62

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	TORO 3/9 (50 %LIMOUSIN + 25 % SENEPOL + 25 % BRAHMAN).....	83
ANEXO 2	TOROS 11/9 (BRAHMAN), 19/9 (BRAHMAN), 15/9 (50 %LIMOUSIN + 25 % SENEPOL * 25 % BRAHMAN), 8/9 (50 % CHAROLAIS + 50 % BRAHMAN) Y 159/8 (50 % CHAROLAIS + 50 % BRAHMAN).....	84
ANEXO 3	TORO 8/9 (50 % BRAHMAN + 50 % CHAROLAIS) EN CORRLA DEL IDIAP.....	85
ANEXO 4	TOROS UTILIZADOS PARA EL ENSAYO EN PARCELA DE PASTO <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i>.....	86

1. INTRODUCCIÓN

Dentro del normal desarrollo de un programa de mejoramiento animal, la reproducción juega un papel preponderante. Es por tal razón que machos y hembras deben tener características fenotípicas deseables, y además producir descendencia, proceso en el cual el macho tiene una importante influencia, bien sea utilizado en monta natural o inseminación artificial. Dado que un solo macho se aparea con muchas vacas; de la calidad seminal del mismo depende que las vacas se preñen y por consiguiente sea óptima la reproducción del hato. Este particular detalle hace que sea una necesidad la valoración de la calidad seminal en donde no solo se analiza, la concentración espermática, la motilidad, el volumen seminal, aspecto, color, pH, sino que además sirve para evaluar morfologías espermáticas. La valoración de la calidad seminal, es una de las herramientas de análisis, más usadas en la clasificación de los machos, para el servicio de monta natural o programas de inseminación artificial, puesto que es un indicativo del potencial de fertilidad del toro en ese momento, por lo que la calidad seminal puede cambiar rápidamente.

De tal manera que, los resultados de los espermogramas deben ser interpretados teniendo en cuenta el historial del toro, el examen físico y predisposiciones genéticas o condiciones recesivas, para así decidir las acciones a tomar. Conociendo todos estos aspectos es importante señalar que existe una correlación directa entre el valor fecundante de los espermatozoides considerados normales de acuerdo a las técnicas rutinarias de evaluación y la

forma de esos espermatozoides. Lo que permite destacar la importancia de la evaluación morfológica.

Los adelantos en las tecnologías utilizadas para la reproducción asistida han permitido innumerables avances en cuanto a mejoramiento genético lo cual ha llevado al sector ganadero a mejorar los promedios de sus indicadores más sensibles mediante la obtención de animales por diversos medios como semen, embriones o animales importados. Hasta el momento son pocos los trabajos que se conocen en relación al efecto de factores como la Temperatura Ambiental (TA), Humedad Relativa (HR), Fecha y Hora de colecta seminal en bovinos específicamente en Toros Puros Brahman y Cruzados. Siguiendo ese horizonte entonces se hace necesario investigar los factores que pueden interferir en la calidad seminal de los Toros utilizados tanto en monta natural como para preservación de material genético de sementales por motivos de edad avanzada, golpes o lesiones que se puedan ocasionar en el campo que pondrían en riesgo su funcionamiento de semental en la finca. Con este trabajo investigativo buscamos evaluar algunos de esos factores como lo son la Temperatura Ambiental (TA) y la Humedad Relativa (HR), ayudando a mejorar la ejecución de tecnología en el mejoramiento genético para alcanzar mejores resultados que ayuden a los pequeños productores, muchos de los cuales solo dependen de esta actividad ganadera para vivir.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA A INVESTIGAR

La preservación de semen bovino para su uso en la inseminación artificial es una tecnología que ha alcanzado grandes avances en la rama de la reproducción asistida y en el mejoramiento genético. Es por ello que el monitoreo de las condiciones climáticas y su incidencia sobre los animales que van a transmitir genética y sobre todo la calidad del semen extraído debe ser analizada, puesto que en nuestro país si se ha preservado semen de algunos ejemplares, pero sin llegar aún a los estándares óptimos en calidad para su posterior propósito que sería la fecundación, lo cual indica que existen factores como los climáticos que están incidiendo en la calidad del semen extraído de dichos ejemplares para su conservación, por lo que para poder lograr una mejor calidad de semen debe ser ajustado el momento de la recolección del mismo, de tal manera que se logre obtener una muestra con la mejor valorización cualitativa posible para su efectivo propósito que sería introducir a nuestras vacas semen con características altamente fecundante para obtener más preñeces, pero muy por el contrario las prácticas de recolección de las muestras de semen no siempre son recolectadas tomando en cuenta los factores climáticos sino otros motivos ajenos a alcanzar el mejor resultado del protocolo de conservación de genética de reproductores en Panamá.

Es un hecho que la genética existe en nuestro país, por lo cual son muchos los productores que requieren asistencia técnica y no la tienen o no llega a los lugares donde producen y de tal forma poder ser ayudados por personal idóneo. Siendo importante la conservación de su genética por medio de la recolección

de semen de sementales y su crío preservación; sin embargo es inminente el estudio y publicación de los efectos que pueden inferir en su calidad siendo uno de ellos los efectos del clima; y así poder mejorar las técnicas de recolección y congelación de semen respaldado por datos donde se refleje bajo qué condiciones climáticas podemos encontrar los mejores resultados.

1.2 ANTECEDENTES

Es un hecho que ya existen varios estudios referentes a la actividad reproductiva de los sementales influenciado por diversos factores de igual manera datos de experimentos en los cuales los sementales son sometidos a diversos tratamientos para evaluar su comportamiento, más sin embargo citaré dentro del contexto los que tengan un mayor grado de similitud con mi trabajo investigativo.

Mela (2006), Investigó de qué manera podría afectar el tiempo de estabilización y congelación en la calidad del semen bovino post-descongelación analizando vigor espermático, y el porcentaje de vivos y muertos, diluido fresco y post-descongelación encontrando un efecto altamente significativo ($P < 0.001$) del tiempo de refrigeración sobre el vigor espermático y el porcentaje de vivos y muertos. De igual manera **Samaniego (2006)** investigó el comportamiento del semen crio preservado bajo tres diferentes diluyentes bajo un similar protocolo de congelación analizando las variaciones que pudiesen existir entre los tratamientos relacionados a la calidad el semen, en este ensayo se utilizó Biladyl, Triladyl y Andromed siendo este último el diluyente que será utilizado en nuestro ensayo. Se evaluó vigor espermático diluido fresco y post-descongelación; no hubo diferencia significativa ($P < 0.01$) en porcentaje de diluyentes en base a vigor espermático, porcentaje de vivos y muertos además del porcentaje de patologías espermáticas al nivel de probabilidad de 1 por ciento.

Estudios realizados por **Oka et al., (2012)** sobre el efecto de la temperatura ambiental en la calidad seminal de toros criados bajo condiciones de campo, en las diferentes estaciones del año, donde la evaluación de la motilidad individual fue utilizada como criterio para la determinación de la calidad seminal, mediante la siguiente escala de calificación de la evaluación donde: 70% o más—MB (muy buena), 60% a 65%-- Buena (B),30% a 55%-- Regular (R) y 30% o menos Malo(M); encontrando los siguientes resultados en dos recolectas :I recolecta (70.5%, 67.8%, 66.9% y 68.9%) y II recolecta (71.5%, 69.8%, 69.1% y 70.4%) respectivamente en las siguientes temperaturas de las estaciones: Invierno 6°C, Primavera 32.5°C, Verano 42.5°C y Otoño 22.5°; demostrado que la calidad seminal no fue influenciada por las temperaturas al momento del estudio. Por otra parte, **Veintimilla (2014)**, realizó un estudio seminal de toros alimentados con y sin sales minerales en época Lluviosa y seca, determinando que el suministro de sal mineral en la dieta de los toros no reflejó mayor diferencia significativa en la calidad seminal; sin embargo, si se obtuvieron diferencias significativas entre épocas, donde se registró que en época seca aumentaron los niveles de volumen, viabilidad y concentración con respecto a la época lluviosa. En otro estudio, **Villatoro (2013)**, investigó características seminales de toros criollo lechero, encontrando que no hubo diferencia significativa entre épocas para el Volumen, porcentaje (%) de Espermatozoides Vivos y Consistencia; en cuanto a los resultados de Concentración espermática, motilidad individual, espermatozoides normales, la motilidad masal y el color blanco fueron mayores en la época lluviosa.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Durante los últimos años se han producido algunos cambios significativos en el procesamiento de semen bovino al igual que se han hecho notables las variaciones climáticas. Entre éstos, se ha reemplazado el sistema de envasado, mejorado los diluyentes, perfeccionando las tecnologías de preservación y almacenamiento del semen para lograr su óptima eficiencia al momento de la inseminación instrumental ; sin embargo se hace necesario también perfeccionar las condiciones al momento de recolectar el semen siendo inminente el monitoreo de diversos factores climáticos que pudiesen influenciar en la calidad espermática del mismo; como lo son la temperatura ambiental, la humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento entre otros.

Resaltando que la crío preservación de semen bovino para su uso en inseminación artificial e inseminación *in-vitro*, es una tecnología que ha logrado grandes progresos en el campo de la reproducción y el mejoramiento genético. Manifiesto especial interés en la ejecución de este proyecto investigativo, el cual permitirá conocer los efectos que puedan tener factores climatológicos como: temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar, entre otros, sobre la calidad seminal al momento de su recolección por métodos convencionales como: la vagina artificial o en este caso específico por el uso de electroeyaculador.

El conocimiento de datos climatológicos que reflejen el momento más preciso (horas día, días del mes o meses del año) para la recolección de semen es una variable de gran impacto sobre la eficiencia de fertilidad y calidad en general del semen que se requiere preservar. En este sentido se hace relevante la investigación de los efectos que puedan tener estos factores sobre el semen bovino, lo cual motiva el interés nuestro por el presente proyecto de investigación; el cual nos brindará datos sobre la existencia de un impacto negativo o no, sobre la calidad del semen, siendo la antesala de otras posibles investigaciones que puedan deslindarse de esta, que deseamos se lleve a cabo. Puesto que se encontraran respuesta a muchas interrogantes, al igual que se analizarán diversas hipótesis sobre otros factores que pudiesen tener un impacto sobre el semen bovino; las cuales podrán ser descifradas con más exactitud ya teniendo un resultado, el cual se pretende plasmar mediante la realización de este proyecto de investigación.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

- Evaluar el efecto de los factores climáticos, fecha y hora de colecta sobre la calidad seminal de los toros en la Estación Experimental del IDIAP en Gualaca, Chiriquí.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar los efectos de los factores climáticos, fecha y hora de colecta sobre la calidad seminal de toros en la Estación Experimental de Gualaca “Carlos M. Ortega” del IDIAP.
- Correlacionar el efecto de la Temperatura Ambiental (TA) en la calidad seminal de los toros al momento de la colecta.
- Correlacionar el efecto del Índice de Temperatura-Humedad Relativa (ITH) en la calidad seminal de toros al momento de su colecta.

1.5 HIPÓTESIS

Ha: Los factores ambientales, fecha y hora de colecta afectan la calidad del semen.

Ho: Los factores ambientales, fecha y hora de colecta no afectan la calidad del semen.

Ha: Los factores ambientales (Temperatura, Humedad Relativa e Índice Temperatura-Humedad Relativa) se correlacionan con la calidad del semen bovino en la Estación Experimental del IDIAP , Gualaca, Chiriquí.

Ho: Los factores ambientales (Temperatura, Humedad Relativa e Índice Temperatura- Humedad Relativa) no se correlacionan con la calidad del semen Bovino en la Estación Experimental del IDIAP, Gualaca, Chiriquí

1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Alcances

La información que se generó a través de este estudio tiene su alcance a aquellas fincas con toros cruzados *Bos taurus x Bos indicus* para los sistemas de producción de carne en ecosistemas similares a los de Gualaca bajo la metodología aplicada también puede ser utilizada a las condiciones del ecosistema de Gualaca Bajo para sementales que estarán destinado a los sistemas de pastoreo.

Limitaciones

No poder analizar el comportamiento y la calidad seminal de los toros en otro ambiente climático de nuestro país. El manejo de los sementales en el estudio estuvo basado en pastoreo para que recibieran los efectos de los factores ambientales de temperatura y humedad relativa propios del ecosistema de Gualaca Bajo.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Anatomía Del Sistema Reproductor Del Toro.

Según **Hafez (1989)**, las gónadas masculinas, testículos, están ubicados fuera de la parte abdominal y dentro del escroto, conformada por una estructura sacular que se deriva de la piel y la parte fascial del abdomen. Cada uno de estos (testículo), descansa dentro de la vaina separada del peritoneo que pasa a través de la pared abdominal en el conducto inguinal. Los vasos sanguíneos en conjunto con los nervios llegan a los testículos de la misma manera como lo hace el cordón espermático; el conducto deferente acompaña a los vasos pero luego se separa de ellos en el orificio de dicha estructura que se une a la uretra.

Los espermatozoides salen de los testículos a través de los conductos eferentes que los dirigen al conducto contorneado del epidídimo, que continúa a los conductos deferentes. Las glándulas accesorias descargan su contenido dentro del conducto de la uretra pélvica.

La uretra tiene su origen en el cuello de la vejiga. A lo largo de toda su longitud está rodeada por tejido vascular cavernoso, además su porción pélvica, está a su vez rodeada de músculo uretral estriado el cual recibe secreciones de varias glándulas y las lleva a la segunda porción peneana en la salida pélvica. En esta parte se unen gracias a dos o más cuerpos cavernosos y forma el cuerpo del pene que descansa junto a la piel corporal.

Según **Hafez (1989)**, los testículos y epidídimo son irrigados con sangre arterial, la arteria pudenda interna irriga a los genitales y sus ramificaciones atraviesan la pelvis por el arco del isquion, para suministrar irrigación al pene.

Los órganos reproductivos del macho de los animales domésticos comprenden:

Testículos

Epidídimos

Conductos deferentes

Órganos accesorios

2.1.1 Testículo y Escroto.

En el bovino los testículos están colocados en la región inguinal, en posición vertical. Presentan una forma oval, bastante alargada, de alrededor de 10 a 15 cm de largo y 5 a 8,5 cm de diámetro. Su peso se estima individualmente en 250 a 300 g y en conjunto unos 500 g **Hafez (1989)**. Un tabique fibroso divide el parénquima en los lóbulos de túbulos seminíferos enroscados, que conducen a la parte mediastínica del testis, en dirección a los túbulos localizados en el área septal del mismo. El tamaño del testículo depende de la edad, de la raza y del desarrollo corporal. Se estima aproximadamente en un 0,09% del peso vivo del animal. La diferencia entre razas en el diámetros se debe a diferentes capacidades de proliferación de sus madres.

Entre sus funciones, está la secreción hormonal a través de las células intersticiales que se encuentran en los túbulos seminíferos hacia las venas testiculares y vasos linfáticos.

La producción diaria de esperma por gramos de testículo es menor en toros (13 a 19×10^6).esta aumenta con la edad y está sometida a cambios estacionales.

Los aspectos anatómicos de testículos y escroto permiten regular la temperatura testicular. La piel del escroto no posee grasa subcutánea; sin embargo está dotada de glándulas sudoríparas adrenérgicas complementándose con su masa muscular la que la habilita para modificar grosor y superficie del escroto. Los beneficios de este mecanismo están mancornados con su relación entre venas y arterias. Los espirales testiculares se enrollan en el plexo pampiniforme de las venas testiculares, para que mediante un proceso de contracorriente la sangre arterial que pasa por los testículos se enfriara por sangre venosa que sale de ellos.

2.1.2 Epidídimo y Conducto deferente.

Consiste en un único, largo y compacto tubo arrollado, con un soporte de elementos de tejido conjuntivo que lo fija al testículo. La pared del epidídimo tiene una capa prominente de fibras musculares circulares y un epitelio pseudoestratificado de células columnares. Histológicamente se diferencian tres regiones del conducto del epidídimo; el segmento inicial conformado por un largo epitelio de largos estereocilios que obstruyen ligeramente el lumen. El segmento medial los estereocilios no son rectos y el lumen es amplio. Sin embargo en

segmento terminal los estereocilios son cortos lumen muy amplio y ya cuenta con espermatozoides. Convencionalmente está dividido en tres regiones:

Cabeza: ubicada en el polo proximal del testículo y formada por 13 a 15 conductos eferentes.

Cuerpo: corre por el borde medial y posterior del testículo.

Cola: situada en el polo distal del mismo y almacena una importante cantidad de espermatozoides.

Los conductos deferentes y el canal epididimario están completamente rodeados por fibras musculares lisas circulares que se engruesan a nivel de la cola y comprenden también fibras longitudinales del mismo tipo. Esta musculatura presenta contracciones peristálticas regulares cada 2-10 segundos que aseguran el transporte de los espermatozoides en el epidídimo.

La inervación es abundante a nivel de la cola; la de tipo nor-adrenérgica proviene de neuronas ganglionares locales que reciben aferencias de los nervios hipogástricos y pelvianos, existiendo también una inervación de tipo colinérgica. En general, todas estas ramas nerviosas participan en la relajación (que permite el almacenamiento de los espermatozoides en la cola del epidídimo) y en la contracción, que permite la expulsión de una fracción espermática durante la eyaculación.

La vascularización corre por cuenta de tres troncos arterio-venosos. Dos de ellos pertenecen al sistema Arterio – Espermático – Plexo Pampiniforme que irrigan la cabeza y la cola. El tercero proviene del sistema ilíaco e irriga cola y canal

deferente (**Kainer 1973 citado por Hafez,1989**). El plexo pampiniforme es una red venosa compleja que rodea la muy contorneada arteria testicular; toda la estructura (red venosa y arteria) es adecuadamente llamada el cono vascular testicular (**Hees., et al 1984 citado por Gil, 2009**).

El cono vascular es un sitio importante de pérdida de calor debido a que la piel que lo rodea es usualmente el área más caliente del escroto (**Coutler., et al 1988 citado por Gil, 2009**).

Con respecto las funciones epididimarias, se cuenta entre ellas el transporte, la sobrevivencia y la maduración funcional de los espermatozoides. Los cambios en la maduración incluyen:

- *Adquisición de la capacidad de motilidad progresiva

- *Condensación final del núcleo y modificaciones en la forma del acrosoma

- *Formación de puentes disulfuro en las estructuras proteicas

- *Alteraciones en la naturaleza de la membrana plasmática

- *Migración de la gota citoplasmática proximal a una posición distal de la pieza intermedia

- *Disminución en la concentración de O_2 para inhibir el metabolismo de los espermatozoides

- *Reabsorción, fagocitosis y licuefacción de espermatozoides

deficientes

*Almacenamiento de espermatozoides

2.1.3 Glándulas Accesorias.

Las principales glándulas anexas del aparato reproductor de los animales son las siguientes:

*Glándulas vesiculares, también llamadas vesículas seminales

*Glándulas bulbouretrales o de Cowper

*Próstata

Todas las glándulas producen distintas secreciones que contribuyen al semen eyaculado y tienen diversas funciones dentro del mismo. Por otro lado, existen también glándulas uretrales o de Littre y glándulas prepuciales, pero poco se conoce acerca de su composición y función dentro del semen.

Las Ampollas hacen referencia a dilataciones del conducto deferente.

Las Vesículas Seminales consisten en un par de glándulas genitales ubicadas en el piso de la pelvis a ambos lados del cuello de la vejiga. Se denominan de tal manera porque anteriormente se creía que eran reservorios de semen. Estas glándulas segregan un líquido claro que tiene como función acrecentar el volumen del eyaculado, aportar nutrientes y servir como buffer al semen. Alrededor del 50% del volumen total del semen es aportado por estas estructuras. Son lobuladas y miden de 10 a 15 cm de largo y 2 a 4 cm de diámetro.

Con respecto a la Próstata, esta se encuentra hacia caudal de las anteriores y sus secreciones se vierten junto al semen en el momento de la eyaculación por medio de numerosos conductos que se abren hacia la uretra pelviana, en lateral del colículo seminal. Es la única glándula accesoria del macho constante en todas las especies de animales domésticos, y su cuerpo mide 2,5 cm de ancho por 1 a 1,5 cm de grosor, lo que la hace palpable por el recto. La porción diseminada rodea a la uretra pelviana y está cubierta por el músculo uretral.

Las Glándulas de Cowper son dos y se encuentran ubicadas a ambos lados de la uretra pelviana, cerca del arco isquiático. Son ovoidales y difíciles de palpar en el bovino, merced de su pequeño tamaño.

La función de todas estas glándulas accesorias es completamente dependiente de la secreción de testosterona por parte del testículo **(Kainer 1973 citado por Hafez, 1989)**.

2.1.4 Pene.

El Pene es el órgano copulador del macho. Posee una forma cilíndrica, y mide 90 cm de largo y de ancho 3 a 4 cm. Presenta tres porciones: raíz, cuerpo y glande. Dos raíces que se insertan en la base de la tuberosidad isquiática dan origen al pene y convergen para formar la porción dorsal del cuerpo del mismo. En ventral se ubica la uretra, rodeada de tejido eréctil (cuerpo cavernoso). La porción fija del pene se pliega sobre sí misma formando en los animales rumiantes una curvatura en forma de S, conocida como flexura o "S" sigmoidea. El vértice la extremidad libre del pene se presenta torcido en forma de espiral y

corresponde la glándula. Éste mide entre 7,5 y 12 cm de longitud y posee numerosas terminaciones táctiles, de presión y de temperatura. Rodea al proceso uretral que desemboca en el exterior, en el meato urinario.

En resumen, el pene está formado por los cuerpos cavernosos (de naturaleza fibroelástica y fuertemente irrigados), la uretra con su cuerpo esponjoso y las membranas que lo recubren concéntricamente.

2.1.5 Prepucio.

Recorre sagital y ventralmente la pared abdominal desde la zona prepúbica hasta la región umbilical y por lo tanto mide aproximadamente 40 cm de largo y 3 cm de diámetro, con amplias variaciones según las especies animales.

El prepucio es un pliegue invaginado de la piel que rodea la extremidad libre del pene cuando éste no está en erección. De esta forma, el exterior del mismo está constituido por los estratos normales de la piel y su interior se encuentra recubierto de una membrana mucosa.

Ésta se dirige hacia caudal, donde se refleja sobre la extremidad libre del pene. El fondo de saco balano-prepucial ha sido denominado fórnix. La estructura externa del prepucio se conoce como orificio prepucial y se halla rodeado de una mata de pelos bastante largos.

El prepucio presenta los músculos protractores y retractores (craneales y caudales, respectivamente) del orificio prepucial, los cuales son cutáneos y cuentan con la misma inervación motora que el músculo cutáneo toracoabdominal.

2.2 Termorregulación Testicular.

La temperatura superficial del escroto refleja la temperatura de estructuras tales como los testículos y el epidídimo **(Purohit, 1985 citado por Gil, 2009)**. El funcionamiento eficaz de los testículos de los mamíferos depende del equilibrio a una temperatura menor que la de su cuerpo. Los receptores de temperatura en la piel del escroto inducen respuestas que tienden a disminuir la temperatura corporal y provocar jadeo y sudoración **(Robertshaw y Vercoe, 1980 citados por Hafez, 1989)**.

El metabolismo de los tejidos es normalmente constante, por consiguiente, las variaciones en la temperatura de la piel son frecuentemente debidas a los cambios en la perfusión local de los tejidos **(Cunningham, 2003 citado por Gil, 2009)**.

Según **Gún y Hafez (1989)**, si la piel escrotal está muy dotada de glándulas sudoríparas adrenérgicas y su componente muscular lo hace capaz de alterar el grosor y área superficial del mismo logrando una variación entre la cercanía del contacto testicular con el cuerpo.

Existe un sistema sanguíneo y linfático subcutáneo extenso, con vasos sanguíneos localizados superficialmente, facilitando la transferencia de calor **(Cook., et al, 1994 citado por Gil, 2009)**.

Un aumento en la temperatura escrotal, causa dilatación de las arteriolas cutáneas del escroto por acción directa del calor y por una remoción refleja del

tono vasoconstrictor simpático **(Langely y Anderson, 1985 citado por Gil, 2009).**

El musculo cremaster también se contrae para mover los testículos más cercas del cuerpo en condiciones frías sin embargo por ser un musculo estriado no puede sostener una contracción por intervalos prolongados **(Langely y Anderson, 1985 citado por Gil, 2009).**

Es decir, en casos de frío los músculos lisos se contraen elevando los testículos, arrugando y engrosando la pared escrotal. Por el contrario en el caso adverso con calor los músculos se relajan, bajando los testículos al escroto pendular de la pared delgada.

El cuerpo animal genera calor que se disipa a través de la piel y esta obtiene su temperatura de la circulación periférica local y del metabolismo de los tejidos. **(Cunningham, 2003 citado por Gil, 2009).**

Periodos cortos de elevada temperatura y humedad han originan un elevado porcentaje de espermatozoides anormales en eyaculaciones de toros **Hafez (1989).**

2.3 Espermatozoides y Plasma Seminal.

Morfología De Los Espermatozoides.

Hafez (1989) señala que la cabeza del espermatozoide, su principal característica es su núcleo ovalado y aplanado que contiene cromatina compacta. El número cromosómico del núcleo del espermatozoide es haploide;

esta naturaleza haploide es consecuencia de las divisiones meióticas que ocurren en su formación.

Acrosoma: Este es un saco de doble pared adherido al núcleo durante la última etapa de formación. Es importante recalcar que su segmento ecuatorial junto con la porción anterior forma parte de la región posacrosómica, la que a su vez al inicio se une con el oocito durante la fecundación.

Cola del espermatozoide: su principal función dar movimiento al espermatozoide.

Espermatogénesis:

1. Fase proliferativa: Se da la multiplicación y renovación espermatogonial. Los espermatozoides mediante divisiones mitóticas originan espermatogonias y dan éstas dan origen a los espermatocitos primarios.
2. Fase reduccional: Los espermatocitos primarios sufren una primera meiosis dando origen a los espermatocitos secundarios los cuales a través de una segunda meiosis dan origen a las espermátidas.

Espermiogénesis:

3. Fase de Golgi: Hay formación de los gránulos pro - acrosómicos, estos se unifican y se unen a la membrana nuclear; hay inicio del desarrollo del axonema.

4. Fase del capuchón: Se da la diseminación del granulo acrosómico y crecimiento del axonema, se forman los dos micro túbulos centrales de la cola.
5. Fase del acrosoma: Se da la condensación de la cromatina, elongación del núcleo. El acrosoma se condensa y se alarga. Se forman 9 dupletos que rodean los dos micro túbulos centrales.
6. Fase de maduración: Desaparece el granulo acrosómicos; el núcleo se aplana, se forma el cilindro de mitocondrias de la cola; se forma el cuerpo residual.

2.3.2 Composición Química de los Espermatozoides.

Según Lozano (2009) los principales componentes químicos son: ácidos nucleicos, proteínas y lípidos. La cromatina nuclear se compone de mitad DNA y la mitad de proteína. Muchas proteínas estructurales y enzimáticas al igual que lípidos se hallan en la cola.

2.3.2.1 Componentes Bioquímicos.

El núcleo del espermatozoide contiene pequeñas histonas espermáticas de poco peso molecular, las protaminas. Estas proteínas nucleares básicas son importantes en la condensación y estabilización del DNA los cuales se mantienen unidos por enlaces de sulfhidrilo.

2.4 Evaluación Andrológica.

Según **Sorensen (1982)**, la evaluación andrológica reseña la evaluación andrológica, diagnostica la potencia reproductiva de un macho para servicio natural. Y comprende hasta cuatro grandes categorías: anamnesis, examen clínico general y de los órganos reproductores (externos e internos), examen seminal, examen de la libido, de la habilidad y capacidad del servicio. Además señala que las múltiples investigaciones disponibles han demostrado que con los toros que aprueban satisfactoriamente estos exámenes se logra mejores porcentajes de preñez, en un sistema de servicio a monta natural, que con aquellos toros clasificados como cuestionables y/o insatisfactorios.

Debe quedar claramente entendido que este tipo de evaluación solo nos permite reconocer y estimar la fertilidad potencial de los toros y exige par a una precisa evaluación de conocimientos, experiencia y arte del profesional que examina la condición del reproductor.

2.4.1 Anamnesis.

Según **Hafez (1989)** esta etapa consiste en la recolección de la información concerniente a las características del animal y de los acontecimientos por los cuales ha pasado y que pueden afectar la capacidad reproductiva *Examen clínico*.

El examen clínico general significa que el examen debe ser estricto en todos los aspectos de condición física, ya que el estado corporal puede verse afectado por

una pobre o mala condición corporal; debido a procesos febriles, parasitarios, de estrés, etc. Afectan libido y habilidad de monta, capacidad de servicio y calidad seminal y de gran importancia examinar el sentido de la vista ya que permite la detección de un buen estado del aparato locomotor. Se debe observar un movimiento activo, especialmente en superficies duras. Todo defecto locomotor de conformación funcional, neurológica, o por lesiones afectará de modo especial la monta y la termorregulación escrotal, especialmente en aquellos toros que por estas razones pasan exceso de tiempo acostados.

Para la examinación del pene y el prepucio, se tienen varias oportunidades para eyaculación:

- A la inspección: Se puede detectar informaciones, eversions crónicas de la mucosa, etc.
- A la Palpación: Diagnostico de hematomas, pene corto, etc.
- A la Electro eyaculación: Podemos encontrar adherencias, fimosis, fibropapilomas, frenulum persistente, anillos de pelos, etc.
- A la prueba de capacidad de servicio: Se puede observar protusión incompleta por pene corto, fallas en la erección, desviaciones laterales, ventrales, en espiral, etc.

Para la evolución de las condiciones del escroto y sus contenidos, se debe hacer mediante un recorrido minucioso con los dedos, e inspección visual, lo cual informa sobre la piel y la conformación escrotal normal en cuanto a forma,

simetría, definición del cuello escrotal (salvo en temperaturas frías), ubicación del “afe o frenula escrotal” y las rotaciones normales, igualmente a la palpación debe analizarse la movilidad testicular, forma - simetría y el tono o consistencia (firmeza y elasticidad), la presencia de inflamaciones y otras patologías: arquitis, hematocele, hidrocele, tumores, etc.

El epidídimo, constituye la expresión de las reservas gonadales, debe palparse el tamaño y el tono de cabeza, cuerpo y en especial la cola, puede diagnosticarse hipoplasias, aplasias, aplasias segmentarias, granulomas espermáticos, en especial a nivel de la cabeza epididimaria, epididimitis, espermotostias.

Al momento de la evaluación de la circunferencia escrotal (CE) es importante tener en cuenta que existen variaciones genéticas significativas entre las razas de carne y de leche en la pubertad por lo cual se debe considerar por un lado las europeas y por otro la las indicas.

Mediante la examinación transrectal, los puntos más importantes, que se deben palpar son las glándulas vesiculares, la uretra pélvica, próstata, ampollas de los conductos deferentes y anillos inguinales con el fin de descartar alteraciones, principalmente de forma que indiquen atrofia o procesos inflamatorios.

2.4.2 Exámen Seminal.

Según **Barth et al., (2000) citado por Villatoro, (2013)**, en el proceso de evaluación de la calidad seminal de un toro, es un proceso de evaluación que

puede verse afectado por procesos directos, que evidencian alteraciones en la espermatogénesis o por defectos del manejo del semen.

El semen del toro puede ser recolectado de distintas formas, las más usadas son masaje transrectal, vagina artificial y electro eyaculador.

2.5 Factores Ambientales.

De acuerdo a **Hafez (1973)**, los animales tienen cierta motilidad y pueden responder a las condiciones climáticas desfavorables desplazándose del lugar asoleado o de sombra o para encontrar protección contra los cálidos vientos del verano.

En realidad, la mayoría de los factores atmosféricos influyen en el organismo, pero solo algunos lo hacen mucho más que otros.

2.5.1 Temperatura Ambiental

.

La constancia con que la temperatura actúa sobre la fisiología de los animales tiene una influencia divisiva sobre su productividad. De igual manera la variación de los efectos de temperatura ambiental sobre los bovinos, va a depender de su raza, tipo y estado fisiológico principalmente y de que este va a repercutir en el crecimiento, lactación y reproducción.

(Echeverri, 2003 citado por Villatoro, 2013), cita que la temperatura corporal puede verse afectada por periodos de temperatura ambiental alta al igual que extremadamente bajas o por cuadros de pirexia ocasionado por enfermedades y/o heridas.

2.5.2 Humedad Relativa.

Esta se refiere a la cantidad de vapor de agua acumulada en la atmosfera, y esto se mide en porcentaje en base a la presión atmosférica, **Hafez (1968)**. Entonces en cuanto más cargado de vapor de agua se encuentre la atmosfera, difícilmente se producirá la evaporación en el cuerpo y al no producirse esto no habrá descenso de la temperatura corporal.

2.6 Producción de Semen.

De acuerdo a **Hafez (1973)** la cantidad y calidad del semen difieren según la estación del año. En algunas zonas, durante el verano disminuye la calidad del semen del ganado vacuno; sin embargo, no se ha puesto en claro si estos cambios son acondicionados por la temperatura, duración del día o por otros factores del medio.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

✓ **Ubicación Geográfica del Estudio**

El estudio se realizó dentro de los terrenos de la finca de la Estación Experimental del IDIAP, Carlos M. Ortega en el distrito de Gualaca, provincia de Chiriquí.

✓ **Descripción General de los Animales**

6 Sementales bovinos:

Identificación	Raza
3/9	50% Limousin + 25% Senepol + 25% Brahman
159/8	50% Charolais + 50% Brahman
8/9	50% Charolais + 50% Brahman
11/9	100% Brahman
15/9	50% Limousin + 25% Senepol + 25% Brahman
19/9	100% Brahman

3.1 MATERIALES

- ❖ Electroeyaculador(marca Pulsator)
- ❖ Guantes de Palpación (IMV)
- ❖ Microscopio (marca Leica)
- ❖ Crio-conservante seminal (ANDROMED)
- ❖ Vaso químico de 100 ml (marca Karpell)
- ❖ Tubos de ensayo de recolección plásticos de 3 ml y 50 ml (marca Karpell)
- ❖ Agua tri-distilada (marca Productos químicos Ibis)
- ❖ Tijera (marca Wahl)
- ❖ Termómetro digital (marca evenflo)
- ❖ Solución salina
- ❖ Cinta métrica (marca Butterfly Brand)

3.2 MÉTODOS

Examen General de los Toros

Según **Sorensen (1982)**, la evaluación andrológica comprende hasta cuatro grandes categorías: anamnesis, examen clínico general y de los órganos reproductores (externos e internos), examen seminal, examen de la libido, de la habilidad y capacidad del servicio

▪ **Estado de Salud en General (ESG)**

Se realizó un examen andrológico de los toros expuestos al ensayo, estableciendo sus estados clínicos de salud, buen estado y funcionamiento de su aparato reproductor. Todos los sementales fueron diagnosticados con un buen estado de salud en general. Tanto al instante de su evaluación preliminar al igual que durante todo el proceso de la investigación no presentaron ecto parásitos y todos estaban incluidos dentro del plan de salud animal de la finca de experimentación del IDIAP en Gualaca provincia de Chiriquí, donde se efectuaban pruebas de sangre que diagnosticaron a los toros libres de leucosis, brucelosis también se efectuaron desparasitaciones, aplicación de vitaminas y minerales inyectables de manera periódica durante todo el año.

▪ **Examen Clínico del Sistema Reproductor**

Todos los toros fueron examinados transrectalmente mediante palpación de sus glándulas seminales (próstata, vesículas seminales, glándulas de cowper) determinando un buen estado de las mismas. De igual forma se

determinó la asimetría de los testículos de los sementales al igual que se descartó la presencia en ningún toro, malformaciones testiculares y del prepucio que afectaran su habilidad reproductiva.

- **Edad**

La producción de espermatozoides está asociada directamente con la pubertad. **Berdugo et al., (1994) citado por Villatoro, (2013)**, manifiesta que la edad de pubertad depende de variaciones propias que hay entre las razas de leche y carne. De tal manera que, las razas históricamente seleccionadas por su producción de leche, tienen un inicio de la pubertad más temprano y un mayor desarrollo testicular a menor edad y madurez que las razas que producen poca cantidad de leche.

La edad de los sementales se presenta en el Cuadro I. En el cual podemos identificar tres rangos de edad siendo el primero de 15 meses, el segundo de 22 a 23 meses y por último de 46 meses.

CUADRO I. EDAD DE LOS TOROS Y PADRES DE LOS TOROS.

ID	EDAD	PADRE	MADRE
8/9	23 meses	Fr0393112617	860/4
15/9	23 meses	200Lm0703	898/4
159/8	25 meses	Brahman	12/9
19/9	22 meses	720	318
3/9	23 meses	200	74/9
11/9	23 meses	279/1	657/2

- **Condición Corporal (CC)**

Todos los toros fueron sometidos a evaluación de su condición corporal (CC), utilizando el sistema de Puntaje de Condición Corporal para ganado de carne; el cual establece rango de 1 (esquelético, sin grasa) hasta un rango de 9 (excesivamente gordo, obeso) **Bavera, (2005)**. La evaluación de la condición corporal (CC) de todos los toros, nos arrojó rangos entre 6 y 7 los cuales se pueden apreciar en el Cuadro II.

CUADRO II. CONDICIÓN CORPORAL INDIVIDUAL DE LOS TOROS.

ID	CONDICION CORPORAL (1-9)
8/9	7
15/9	7
159/8	7
19/9	6
3/9	7
11/9	6

Grados de Condición Corporal (CC) escala de 1-9.

1 - FLACO	Los huesos de la espalda, costillas, dorso, caderas y anca son puntiagudos y fácilmente visibles. Hay pérdida de la musculatura.
2 - MUY DELGADO	Depósitos grasos imperceptibles; sin embargo, se observa algo de musculatura en los cuartos posteriores. La espina dorsal es puntiaguda y se pueden observar fácilmente los espacios entre las protuberancias.
3 - DELGADO	La columna vertebral es bastante visible. Las protuberancias de la espina dorsal pueden ser identificadas individualmente al tacto. Los espacios entre las protuberancias son menos notorios.
4 - REGULAR	Las costillas anteriores no se notan visualmente, pero los dos últimas (12 y 13) se notan claramente. Las protuberancias laterales de la espina dorsal pueden identificarse solamente al tacto, presionando suavemente. Los músculos de los cuartos posteriores poco desarrollados.
5 - MODERADO	Las costillas 12 y 13 no se observan a menos que el animal esté desbastado. Las protuberancias laterales de la espina dorsal no son visibles y se notan redondeadas. El área alrededor de la base de la cola aparece llena, pero no sobresale.
6 - BUENO	Las costillas no son visibles; aparecen totalmente cubiertas. Los cuartos posteriores se observan bien desarrollados (llenos y redondeados). La cobertura de grasa del costillar anterior y la base de la cola se notan esponjosos.
7 - MUY BUENO	Las puntas de la espina dorsal pueden notarse solamente con fuerte presión y los espacios entre las protuberancias laterales difícilmente pueden distinguirse. Se observa bastante grasa de cobertura en la base de la cola.
8 - GORDO	La apariencia del animal es compacta, redondeada y la estructura ósea no se observa. La grasa de cobertura es gruesa y esponjosa en partes.
9 - MUY GORDO	La estructura ósea no se observa o se palpa con dificultad. La base de la cola totalmente cubierta de grasa. La movilidad del animal se dificulta debido al exceso de grasa.

Fuente: **Bavera,A (2005).**

- **Electroeyaculación**

Esta técnica permite extraer semen a los animales sin previo acostumbramiento. Esto fue de suma importancia para la evaluación de reproductores a campo, donde la colección de semen se puede realizar en la manga en el mismo momento del examen clínico. Además, es muy utilizada cuando se trabaja con animales no domésticos, sino de vida silvestre o de zoológicos.

Fue utilizada primeramente por **Gunn (1936)** en Australia. Está basada en la aplicación rítmica de un estímulo eléctrico por vía transrectal estimulando el sistema nervioso autónomo y somático, que conduce a la obtención de secreciones de las glándulas accesorias y finalmente a la eyaculación.

- **Recolección y análisis de las muestras seminales.**

Se recolectara la muestra seminal de los toros por método de electroeyaculado. Se seguirá un mismo protocolo de manejo para todas las muestras y cada vez que se realice una extracción, el cual consistirá en igual manejo de los animales al momento de entrar en el brete de tal modo que el nivel de estrés sea mínimo y equitativo para todos los toros, de igual manera se efectuará un lavado previo del prepucio de los animales. Se recogerá una pequeña muestra de semen sin diluir para evaluar concentración. Luego se diluirá el resto de la muestra en relación uno a uno según recomendación de protocolo del crio protector (ANDROMED), esta dilución debe hacerse a 35 a 37 Grados Celsius (°C)

para evitar un shock térmico. Almacenaremos la muestra en una hielera con una temperatura promedio de 5 a 7 Grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$) para dar comienzo a la estabilización y buen manejo del semen post- recolección. De tal manera que haremos de este un factor constante para el modelo experimental. Posteriormente se harán los análisis de Volumen, Motilidad (M), Vigor, Porcentaje de espermatozoides vivos (%), Porcentaje de espermatozoides muertos (%), Concentración Espermática (CE).

Volumen: será medido al momento de cada colecta para cada semoviente en centímetros cúbicos utilizando un tubo de ensayo milimetrado.

Motilidad ; Masal: para esta determinación se colocó una pequeña gota de semen, de aproximadamente 5 a 10 mm de diámetro, mediante una Pipeta Pasteur sobre un portaobjetos colocado sobre la platina térmica a 37 grados centígrados, o bien precalentado en la llama de un mechero. Posteriormente y sin colocar el cubreobjetos se observa a 40 aumento (lupa) los bordes de la gota y la zona ubicada entre el centro y el borde de la misma. Entonces observamos el movimiento en forma de ondas y remolinos de la muestra para emitir una evaluación. La escala que se toma es de 1 a 5, evaluando como 1 al semen que no presenta ondas y 5 cuando las ondas se mueven rápidamente formado remolinos. Dentro de esos parámetros se consideran los puntos intermedios. Se considera como valor mínimo de aceptación 3

Individual: se diluyó el semen en Citrato de Na 2.92%. colocamos una gota gruesa de semen, de aproximadamente 30 ó 40 microlitros en un tubo con unos 2ml. de la solución de Citrato que debe estar a la misma temperatura del semen, ya en el Baño María. Una vez diluido el semen se extrae una gota de la dilución y se la coloca sobre un portaobjetos atemperado a 36-37°C y se coloca sobre ésta un cubreobjetos, también a la misma temperatura. Se observa al microscopio, siempre sobre la platina térmica, a 400 aumentos. Se debe observar un campo y valorar subjetivamente los espermatozoides que se mueven en forma rectilínea progresiva, siendo éstos los que atraviesan el campo de observación. El porcentaje que se indica es el de los espermatozoides con movimiento rectilíneo progresivo del total de espermatozoides aceptados, siendo el valor mínimo aceptable del 50 %.

Concentración Espermática: se realizará en campo mediante el uso de fotómetro SPERMACUE.

Vigor: se evalúa el vigor, al mismo tiempo que la Motilidad Individual (MI), teniendo en cuenta la velocidad con la que éstos espermatozoides atraviesan el campo. La escala que se utiliza es de 0 a 5, evaluando como 0 los espermatozoides inmóviles y como 5 los que avanzan rápidamente por el campo y son difíciles de seguir visualmente. Dentro de estos parámetros se consideran los puntos intermedios. Se considera como valor mínimo aceptable un vigor de 3.

3.2.1 VARIABLES DE RESPUESTA.

- **Evaluación de Calidad Seminal Macroscópica.**
 - **Volumen:** Hafez y Hafez, (2002) citado por Villatoro, (2013), establecieron en bovinos que toros no mayores de 2 años la eyaculación media es de 4 a 6 centímetros cúbicos de semen, mientras que en adultos pueden eyacular de 10 a 15 centímetros cúbicos de semen.

- **Evaluación de Calidad Seminal Microscópica.**
 - **Vigor espermático:** en este parámetro se mide la velocidad con que los espermatozoides atraviesan el campo de observación en la muestra teniendo una escala de 0 a 5.
 - **Porcentaje de Espermatozoides Vivos y Muertos (%): se determina mediante proceso de Coloración Vital:** se realiza extrayendo una gota de 10 microlitros de semen puro y colocándola sobre la punta de un portaobjetos limpio atemperado a 36,-37°C sobre la platina térmica. Sobre esta gota se coloca una gota de aproximadamente 30 microlitros de eosina, que debe estar a la misma temperatura del semen, en un tubo dentro del Baño María. Se utiliza otro portaobjetos, también atemperado, y se apoya sobre el borde de la gota para que por capilaridad se distribuya sobre el portaobjetos, el extendido en forma firme. Lo que sucede es que el colorante penetra la membrana de los espermatozoides muertos, dejando sin teñir los que se

encontraban vivos al momento de realizar la tinción. Para sacar el porcentaje de espermatozoides vivos se procede a observar el frotis a 400 de aumento, contando todos los espermatozoides de cada campo evaluado, discriminando los que están teñidos, como muertos y los sin teñir como vivos. Se cuentan no menos de 100 células y se saca el porcentaje.

- **Motilidad** : esta la dividiremos para su evaluación en motilidad masal y motilidad individual; la masal se obtiene colocando una gota del semen puro sobre un portaobjetos atemperado a 36-37°C, sobre una platina térmica de microscopio, y se lo observa a 40 aumentos (lupa), evaluando la presencia de ondas omega. Su evaluación se da en una escala de 1 a 5; siendo escala 1 para muestra sin ondas y escala 5 para muestra con ondas rápidas; la motilidad individual se observa sobre la lupa de 400 de aumento. Se debe elegir un campo de valoración de la muestra previamente preparada y atemperada a 37 °C, donde se observaran los espermatozoides con movimiento rectilíneo, teniendo en cuenta como mínimo del rango de aceptación, un 50 % de espermatozoides con dicho movimiento.

ESCALA BASADA EN LA VELOCIDAD DE MOVIMIENTO DE CÉLULAS MÓVILES.

Valor Descriptivo	Velocidad del Movimiento
0	Sin movimiento
1	Leve movimiento de cola sin desplazamiento progresivo
2	Lento movimiento de cola con algo de movimiento progresivo
3	Movimiento progresivo a velocidad lenta
4	Movimiento progresivo rápido
5	Movimiento progresivo rápido donde es difícil de seguir la célula determinada

Fuente:Barth (2001)

- **Temperatura Rectal:** Se tomará individualmente para cada semental al momento de cada colecta de semen mediante un termómetro digital en grados Celsius. **Spitzer (2000) citado por Villatoro, (2013)**, argumenta que el mecanismo de daño por temperatura, es la hipoxia testicular, esto se debe a que los testículos operan normalmente en un punto muy cercano a la hipoxia y al ser activados los mecanismos de pérdida de calor, hay vasodilatación y aumento de la actividad metabólica con una necesidad directa de incrementar el oxígeno, este incremento de oxígeno en una tasa mayor que la del flujo sanguíneo ocasiona que los testículos se tornen hipóxicos.

- **Humedad relativa:** este parámetro será medido mediante instrumentaría electrónica digital en porcentaje (%) por individual en cada colecta realizada a los toros.
- **Temperatura Ambiental:** este parámetro será medido mediante termómetro digital en una escala de grados Celsius .
- **Índice Temperatura-Humedad (ITH):** este parámetro será determinado mediante fórmula para temperatura en bulbo seco siendo:

$$\text{ITH: } 0.81(T^{\circ} \text{ bs}) + \text{HR} (T^{\circ} \text{ bs} - 14.4) + 46.4$$

Fuente: **UP, FCA, (2008)**

Donde:

ITH= Índice de Temperatura-Humedad

T°bs = Temperatura ambiental de bulbo seco en grados Celcius

HR= Humedad relativa.

Modelo Estadístico:

Análisis de Varianza (ANOVA):

Se realizó un análisis de la varianza para determinar si las variables independientes como Fecha y Grupo Racial (GR); y las covariables ITH y Hora

tienen efectos significativos sobre las variables dependientes o de calidad seminal. El análisis se efectuó a través del siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkm} = \mu + ITH_i + H_j + F_k + GR_m + \varepsilon_{ijkm}$$

Donde:

Y_{ijkm} = es la variable de calidad seminal del toro.

μ = media general

ITH_i = es la covariable de Índice de Temperatura-Humedad en la variable dependiente

H_j = es la covariable de la hora (Tiempo) en la variable dependiente

F_k = es el efecto de la k-ésima fecha

GR_m = es el efecto del m-ésimo grupo racial del toro

ε_{ijkm} = error aleatorio.

Correlaciones de Pearson

Para conocer el grado de asociación entre las variables dependientes con las covariables ITH, Temperatura Ambiental (TA) y Humedad Relativa (HR) se encontró un análisis de correlación de Pearson.

$$\rho_{x,y} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{E[(x - \mu_x)(y - \mu_y)]}{\sigma_x \sigma_y}$$

Donde:

- σ_{xy} : es la covarianza de (X, Y)
- σ_x : es la desviación típica de la variable X
- σ_y : es la desviación típica de la variable Y

Regresión

Para conocer la tendencia de las variables dependientes con las variables ITH, Temperatura Ambiental (TA) y Humedad Relativa (HR) se realizó una regresión o ajuste lineal pasando por el origen. Se expresó como:

$$Y_{ij} = \beta_i X_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = es la variable dependiente de la j-ésima observación.

β_j = coeficiente parcial de regresión.

X_j = es la j-ésima variable independiente.

ε_{ij} = es el error aleatorio.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de Varianza de las Variables de la Calidad Seminal de los Toros en estudio con respecto al ITH, la Hora, la Fecha y el Grupo Racial.

En lo que concierne al análisis de varianza (Cuadro III), los resultados indican que para el ITH no hubo diferencias ($P > 0.10$) entre las medias de las variables de calidad de semen en estudio de los sementales, a excepción de MI (Motilidad Individual, ($P < 0.05$), por tanto se acepta la hipótesis es nula (H_0). Según estos resultados los valores de ITH al momento de la colecta no causaron efectos sobre las variables en estudio del semen de los Sementales. En cuanto a la Hora no hubo diferencia ($P < 0.05$) entre las medias del Volumen (Vol), Concentración Espermática (CE) y el Vigor, sin embargo si hubo una diferencia significativa ($P < 0.10$) para la Motilidad Masal (MM) al igual que para la Motilidad Individual (MI), del mismo modo se encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para porcentaje de espermatozoides Vivos y Muertos aceptándose entonces la hipótesis alternativa (H_a). Estos datos indican que entre las horas en que se realizaron las colectas a lo largo del estudio ocurrieron eventos de altas temperaturas y humedad relativa que ocasionaron diferencias entre los promedios de los Toros para estas variables. En cuanto a la Fecha no hubo diferencias significativas ($P > 0.10$) para Concentración espermática (CE) y Vigor, en tanto para Volumen (Vol), porcentaje de espermatozoides Vivos y Muertos se encontró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$). Para la Motilidad Masal (MM) y la Motilidad Individual (MI) se encontró una diferencia significativa entre las medias ($P < 0.05$). Según los resultados encontrados las diferentes

condiciones climáticas que se presentaron a lo largo de los días de colecta durante el estudio reflejan el efecto que causan algunos factores climáticos en la calidad seminal de los sementales. En lo que respecta a los Grupos Raciales, para las variables de porcentaje de espermatozoides Vivos y Muertos como para la Concentración Espermática (CE) y el Vigor no se reflejó una diferencia significativa ($P>0.10$) entre las medias de las mismas, aceptándose la hipótesis nula en base a estos parámetros; sin embargo para la Motilidad Individual (MI) se encontró una diferencia altamente significativa ($P<0.01$) entre las medias de los tres Grupos Raciales. En cuanto al Volumen (Vol) y la Motilidad Masal (MM) se encontró una diferencia significativa ($P<0.10$). En lo que concierne al Volumen, Motilidad Masal y Motilidad Individual, los resultados del análisis demostraron las diferencias que existen en los promedios de los Grupos Raciales de los toros.

CUADRO III. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS VARIABLES DE LA CALIDAD SEMINAL DE LOS TOROS EN ESTUDIO CON RESPECTO AL ITH, LA HORA, LA FECHA Y EL GRUPO RACIAL.

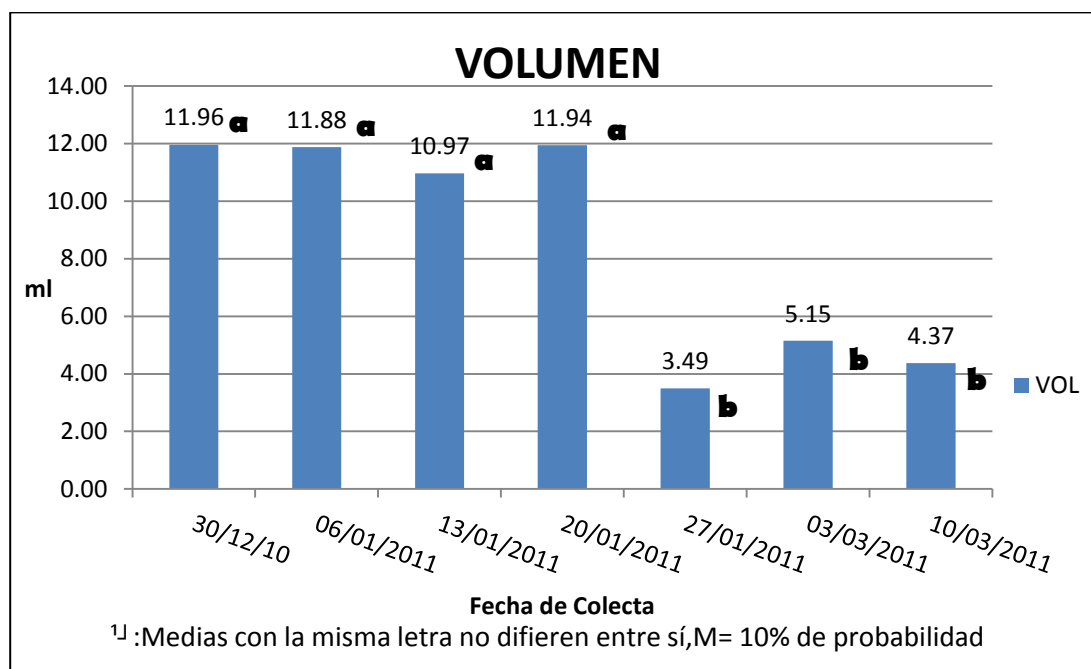
CUADRADOS MEDIOS								
F.V	GL	VOL	MM	MI	VIVO	MUERTO	CE	VIGOR
ITH	1	2.0437 ^{Ns}	31.3389 ^{Ns}	0.8240*	5.6532 ^{Ns}	5.6532 ^{Ns}	150653.240 ^{Ns}	0.35764 ^{Ns}
HORA	1	0.2722 ^{Ns}	1721.5366*	2283.1233*	1666.1432**	1666.1432**	28474.818 ^{Ns}	2.0007 ^{Ns}
FECHA	6	81.2821***	1355.3963*	1357.0408*	1414.7628***	1414.7628***	616030.739 ^{Ns}	0.8689 ^{Ns}
G. R.	2	20.6505*	3009.3385*	2540.0943**	569.0396 ^{Ns}	569.0396 ^{Ns}	649206.049 ^{Ns}	3.1622 ^{Ns}
ERROR	34	6.9073	630.1037	677.8648	384.1848	384.1848	453143.8	2.0377
C.V.%		30.3249	33.6386	32.9105	35.2811	44.1014	60.15	35.0059
R²		0.7217	0.3794	0.3468	0.4379	0.4379	0.3571	0.1549

F.V.= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, Vol= Volumen, MM= Motilidad Masal, MI= Motilidad Individual, CE= Concentración Espermática, ITH= Índice temperatura Humedad, G.R.= Grupo Racial, C.V.%= Coeficiente de Variación, R²=Coeficiente de determinación, ***= P<0.01, **= P<0.05 , *= P<0.10 y ^{Ns} = No Significancia.

4.2 Promedios de Volumen de semen por efecto de la Fecha de colecta.

En lo que concierne a los promedios de Volumen de eyaculado (Grafica 1) según la fecha de colecta, los resultados reflejan promedios en las primeras cuatro colectas superiores a 8.0(ml) en toros *Bos indicus*, 8.9 ml en toros *Bos indicus x Bos taurus* y 11.2 ml en toros *Bos taurus* reportados por **Vejerano et al.,(2005)** y 3.64 ml publicado por **Valle et al., (2005)** y una disminución considerable a partir de la quinta colecta concordando con los datos publicados por **López (2007)** de 3.87 ml y por **Villatoro (2013)** de 4.0 ml en invierno y 4.1 ml en verano. Estos resultados indican que en base a la fecha de colecta, que para nuestro estudio correspondió entre el período de transición de la temporada lluviosa a la seca y la seca como tal; son favorable las condiciones que existen en el período de cambio de la estación lluviosa a la seca donde se obtuvieron los promedios más elevados de volumen de semen de los Toros.

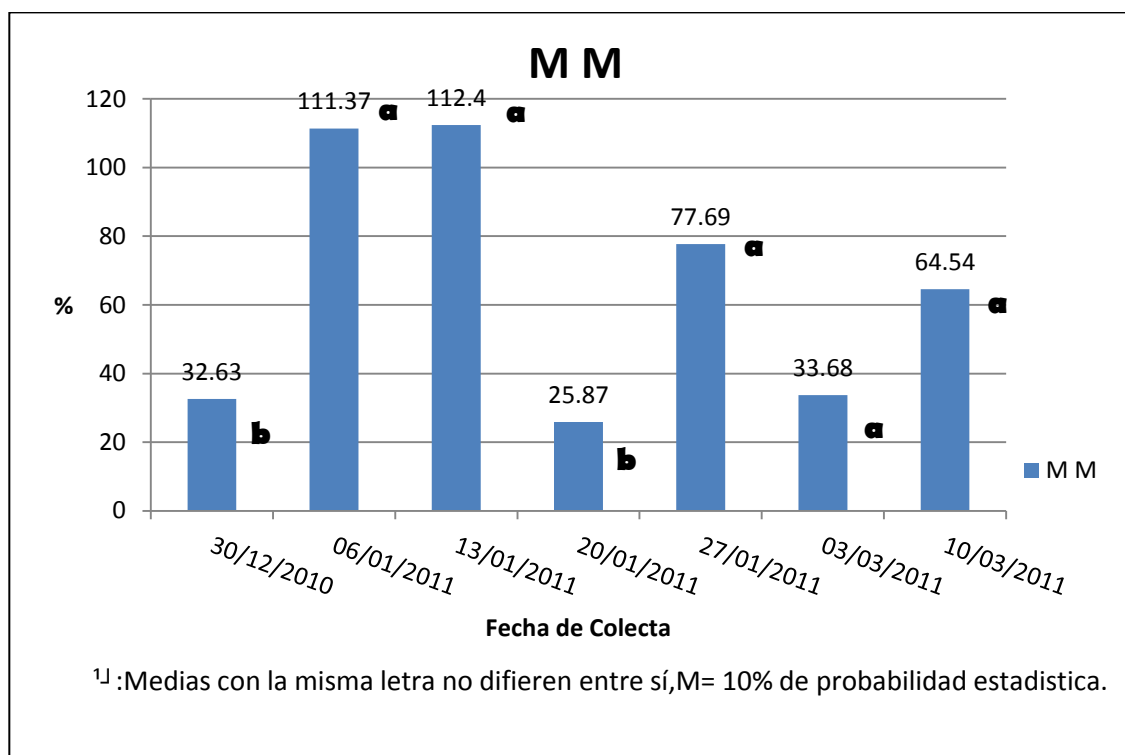
GRÁFICA 1. VOLUMEN DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.



4.3 Promedios de motilidad masal (MM) de semen por efecto de la fecha de colecta.

Según los resultados del estudio, los promedios más elevados para Motilidad Masal se reflejaron en la segunda, tercera y quinta colecta (Grafica 2) siendo superiores a 66.6 % para *Bos indicus*, 64.4 para *Bos indicus x Bos taurus* y 73.5 para *Bos taurus*, publicado por **Vejerano et al., (2005)**, las mismas correspondieron al período de cambio de la estación lluviosa a la seca; sin embargo también se obtuvieron otros datos considerados como favorables en plena estación seca lo que refleja que las condiciones particulares para cada fecha de colecta pueden afectar o no la Motilidad Masal.

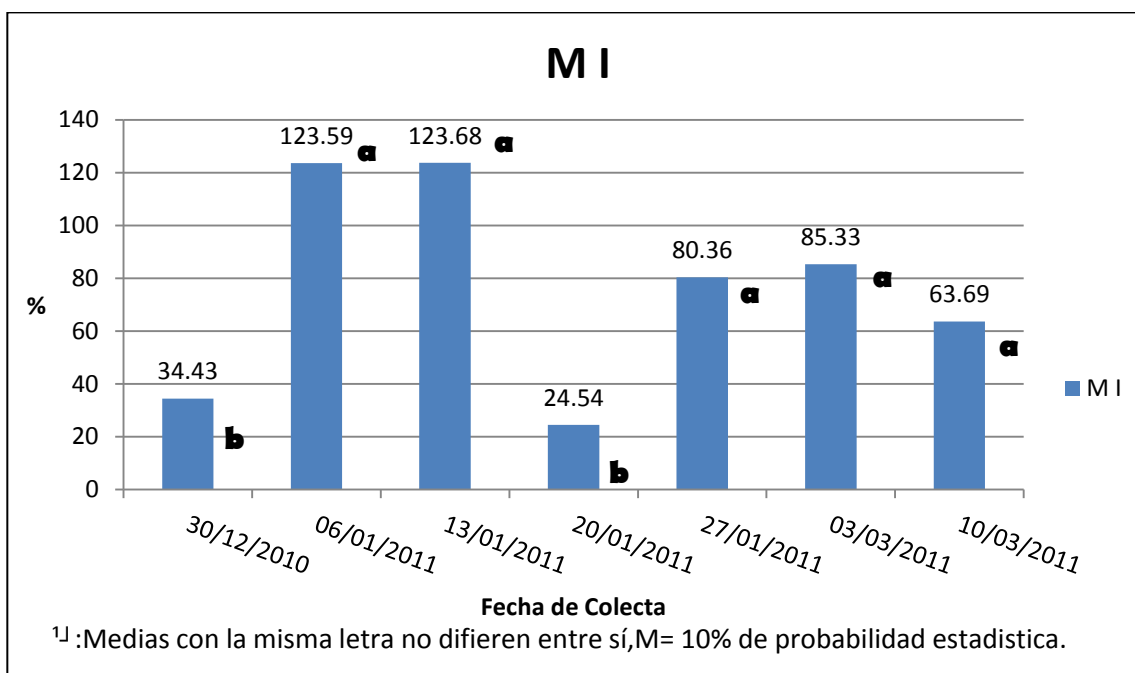
GRAFICA 2. MOTILIDAD MASAL (MM) DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.



4.4 Promedios de Motilidad Individual (MI) de semen por efecto de la Fecha de colecta.

Para Motilidad Individual se obtuvo valores favorables durante casi todo el estudio, siendo mayores a 68.3 % en invierno y 75.7% en estación seca reportados por **Villatoro (2013)** y a 66.9-69.1 en estación seca reportados por **Oka et al., (2012)** a excepción de los promedios obtenidos en la primera y cuarta colecta. La Grafica 3 muestra que el comportamiento de esta variable no es afectada por una estación en particular si no por la variación en los factores al momento de la colecta seminal.

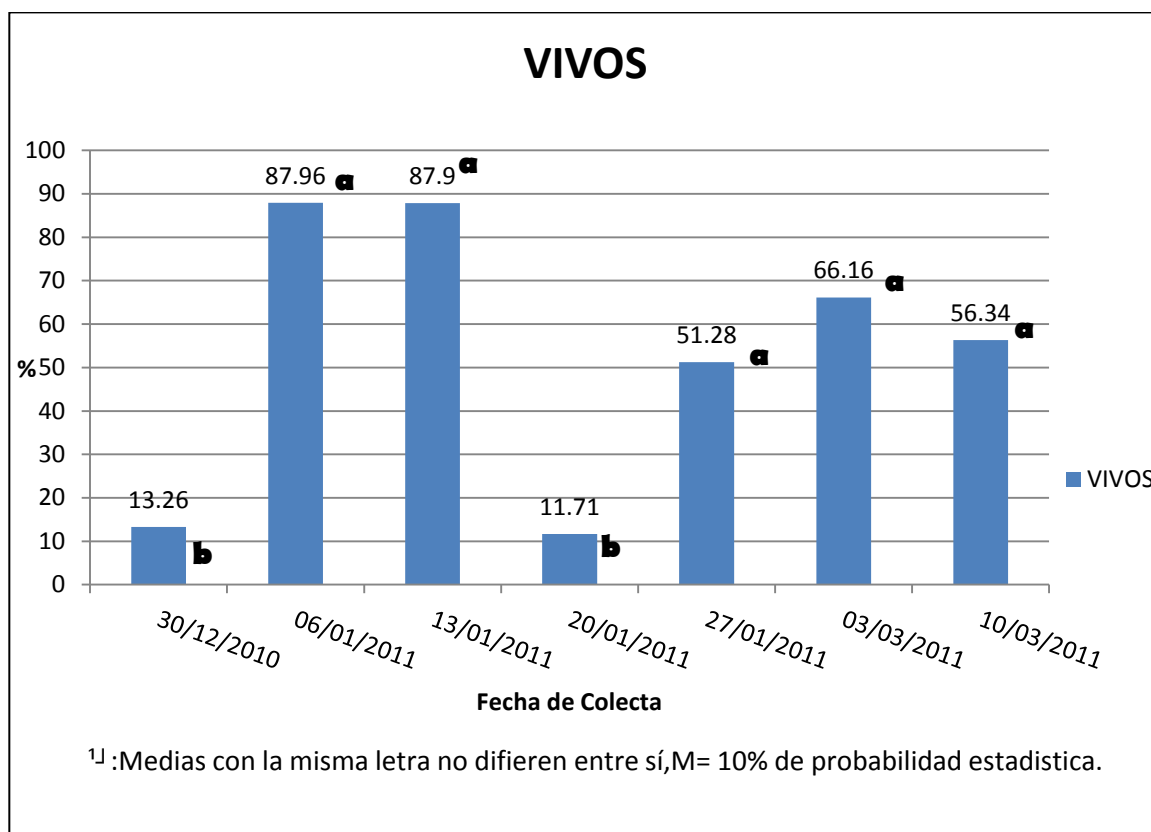
GRAFICA 3. MOTILIDAD INDIVIDUAL (MI) DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.



4.5 Promedios de Espermatozoides Vivos en semen por efecto de la Fecha de colecta.

Según nuestros resultados para porcentaje de espermatozoides Vivos los valores en la segunda y tercera colecta fueron los más elevados en el estudio (Graficaa 4) siendo superiores a 75.9 % para toros *Bos indicus*, 72.1 % para toros *Bos indicus* x *Bos taurus* y 80.6 % en toros *Bos taurus* reportados por **Vejerano et al., (2005)**, al igual que 80.4 % en invierno y 83.4 % en estación seca publicado por **Villatoro (2013)** y 70.9 % reportado por **Valle et al., (2005)** sin embargo no hubo una diferencia significativa ($P > 0.10$) entre los valores de las tres últimas colectas los cuales fueron menores a un 70 por ciento de Espermatozoides Vivos.

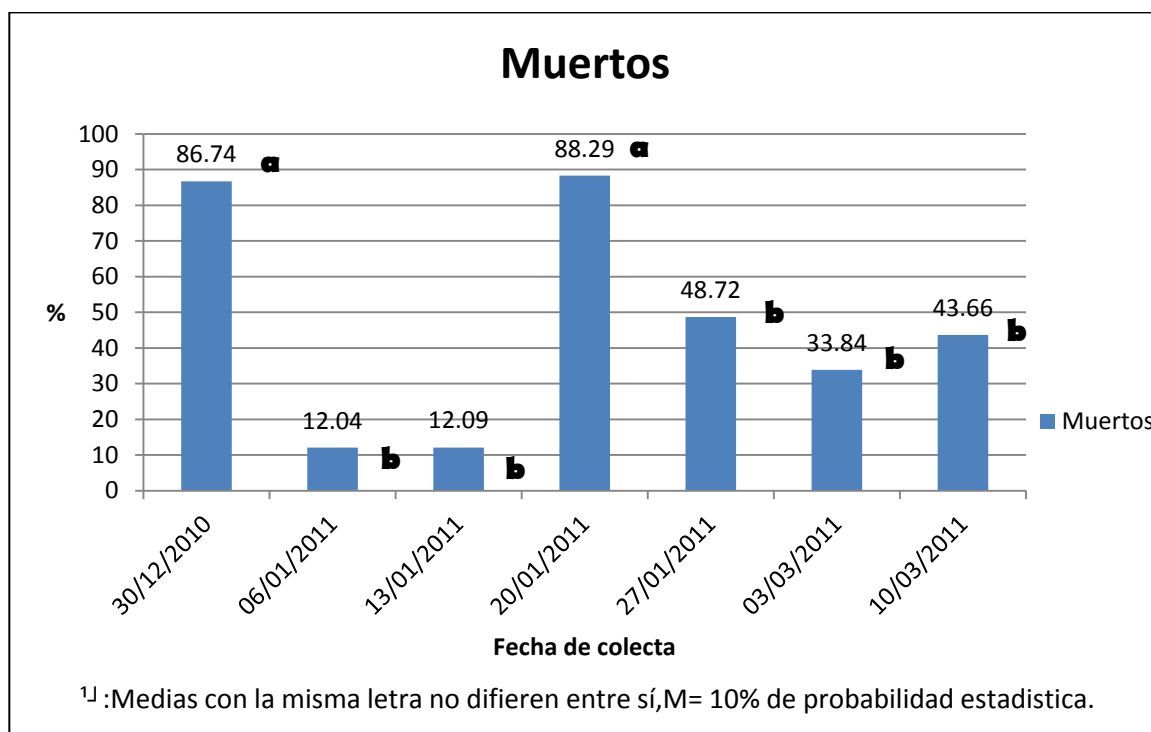
GRAFICA 4. ESPERMATOZOIDES VIVOS EN SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.



4.6 Promedios de Espermatozoides Muertos en semen por efecto de la Fecha de colecta.

Los datos obtenidos en cuanto a porcentaje de Espermatozoides Muertos (Grafica 5) tuvieron un comportamiento desfavorable siendo los promedios de la primera y cuarta colecta los que presentaron promedios altos que se alejan del valor aceptable de 30 por ciento en toros en campo para esta variable **Aparicio, (2010)**. Periodos cortos de elevada temperatura y humedad originan un elevado porcentaje de espermatozoides anormales en eyaculaciones de toros según **Hafez(1989)**.

GRAFICA 5. ESPERMATOZOIDES MUERTOS EN SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.

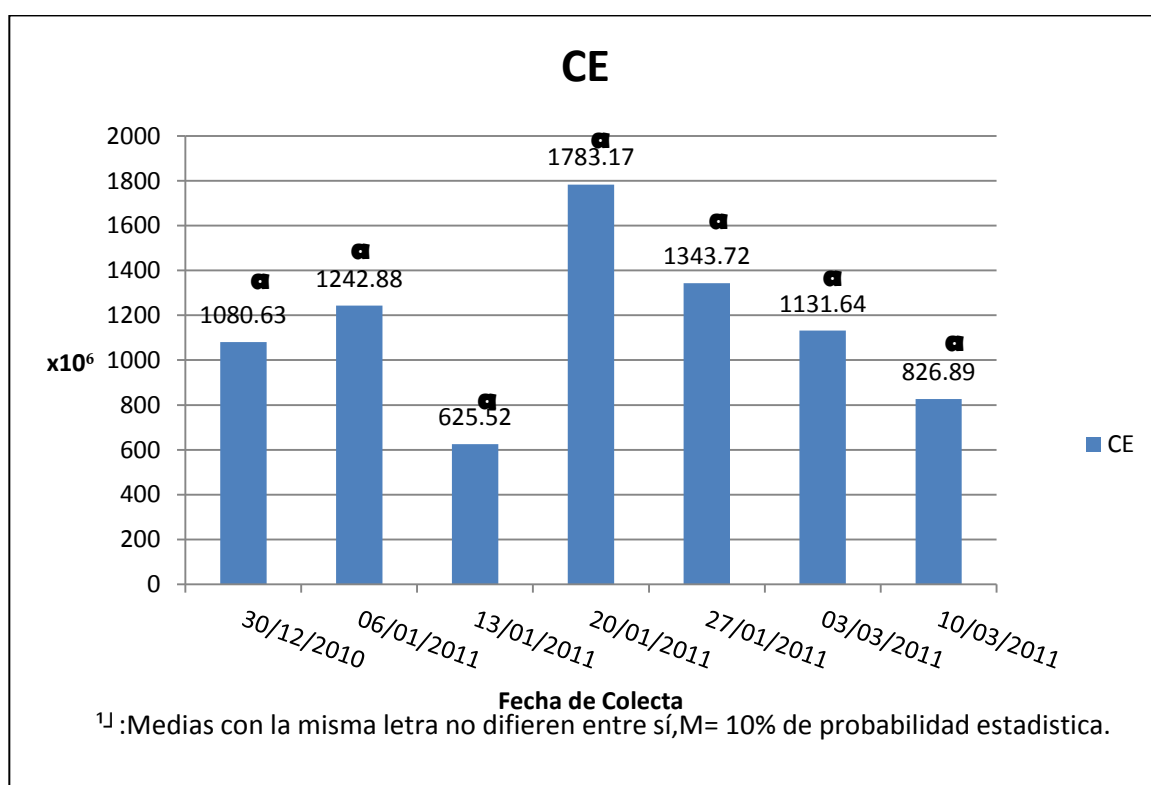


4.7 Promedios de Concentración Espermática de semen por efecto de la Fecha de colecta.

En lo que concierne a la Concentración Espermática (Grafica 6), los promedios obtenidos son considerados favorables siendo superiores a 802.6 millones de espermatozoides/ml para toros *Bos indicus*, 402.8 millones de espermatozoides/ml en toros *Bos indicus* x *Bos taurus* y 768 millones de espermatozoides/ml en *Bos taurus* reportados por **Vejerano et al., (2005)**, 130.49 millones de espermatozoides/ml publicado por **Valle et al., (2005)**, 776.0 millones de espermatozoides/ml en invierno **Villatoro (2013)** y 342.2 millones de espermatozoides/ml reportados por **López (2007)** destacando un pico en la

Concentración Espermática en la cuarta colecta donde ya se manifestaban las condiciones climáticas de la época seca en el distrito de Gualaca Chiriquí, específicamente en la estación experimental Carlos M. Ortega del IDIAP.

GRAFICA 6. CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.

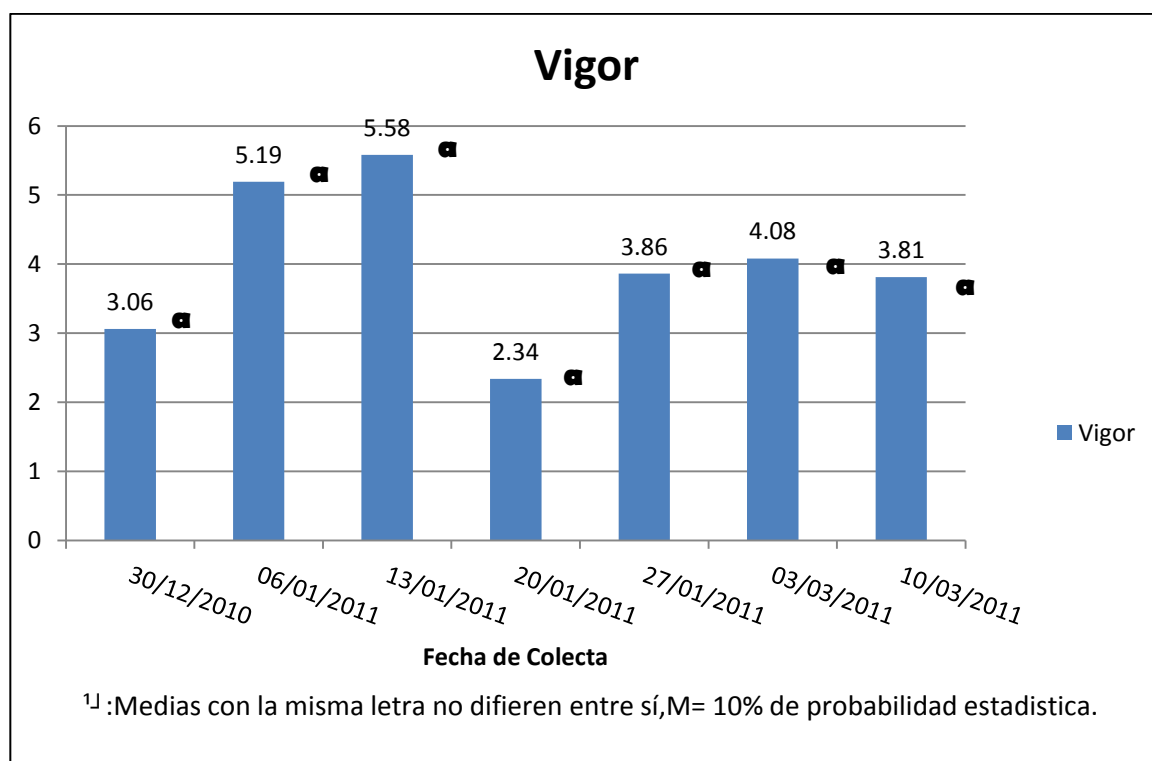


4.8 Promedios de Vigor de semen por efecto de la Fecha de colecta.

En lo que concierne a los promedios de Vigor (Grafica 7) se obtuvieron valores considerados favorables a lo largo del estudio con respecto al valor establecido de 3 según Aparicio, (2010). Se encontró que el vigor no fue afectado ($P > 0.05$)

por la Temperatura Ambiental (TA) y la Humedad Relativa (HR) que se presentaron en las fechas de colecta a lo largo del estudio.

GRAFICA 7. VIGOR DE SEMEN POR EFECTO DE LA FECHA DE COLECTA.

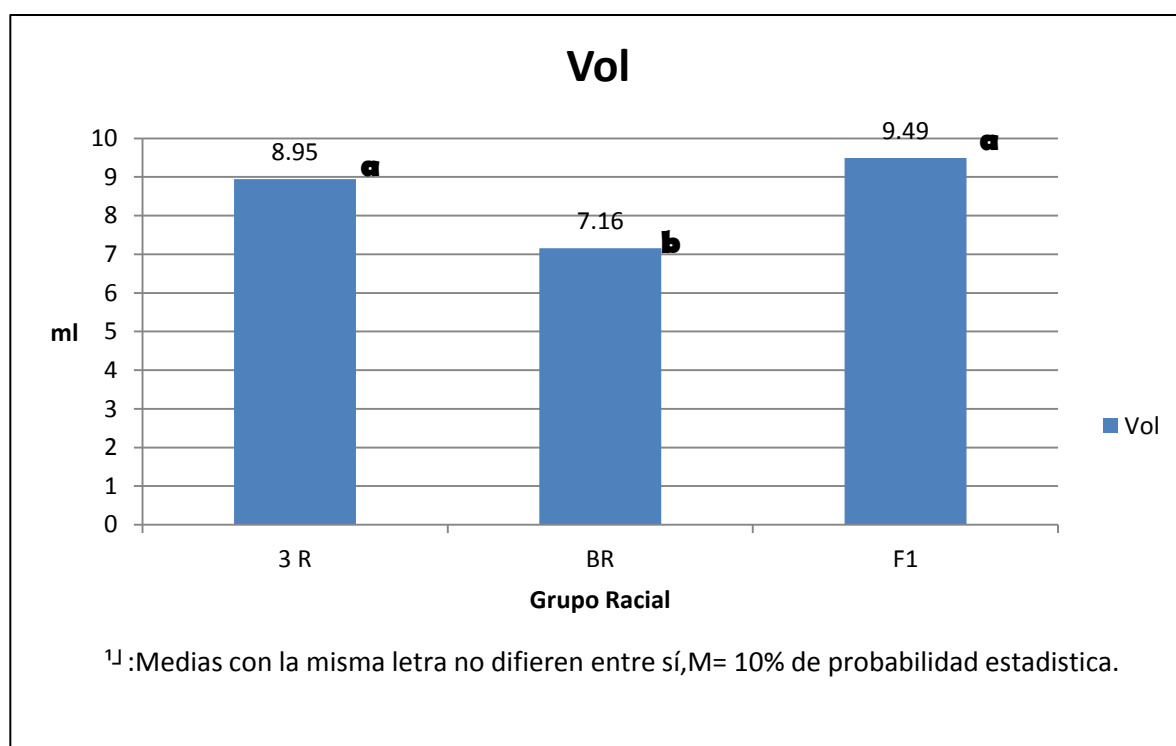


4.9 Promedios de Volumen de semen por efecto del Grupo Racial.

Para Volumen por efecto de Grupo Racial (Grafica 8) se obtuvieron valores aceptables entre los grupos pero inferiores a 8.0 ml en toros *Bos indicus*, 8.9 ml e toros *Bos indicus* x *Bos taurus* y 11.2 ml en toros *Bos taurus* reportados por **Vejerano et al., (2005)**. Los Toros F1 tuvieron el promedio más alto en el Volumen de semen sin embargo no se encontró una diferencia significativa ($P > 0.10$) con el promedio encontrado para toros 3R

(triple cruce). Por tanto, se encontró una diferencia significativa ($P < 0.10$) de los toros F1 y 3R con los toros puros (BR). Según **Hafez y Hafez, (2002) citado por Villatoro, (2013)**, en toros no mayores de dos años la eyaculación media es de 4 a 6 centímetros cúbicos de semen, mientras que en adultos pueden eyacular de 10 a 15 centímetros cúbicos de semen.

GRAFICA 8. VOLUMEN DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.

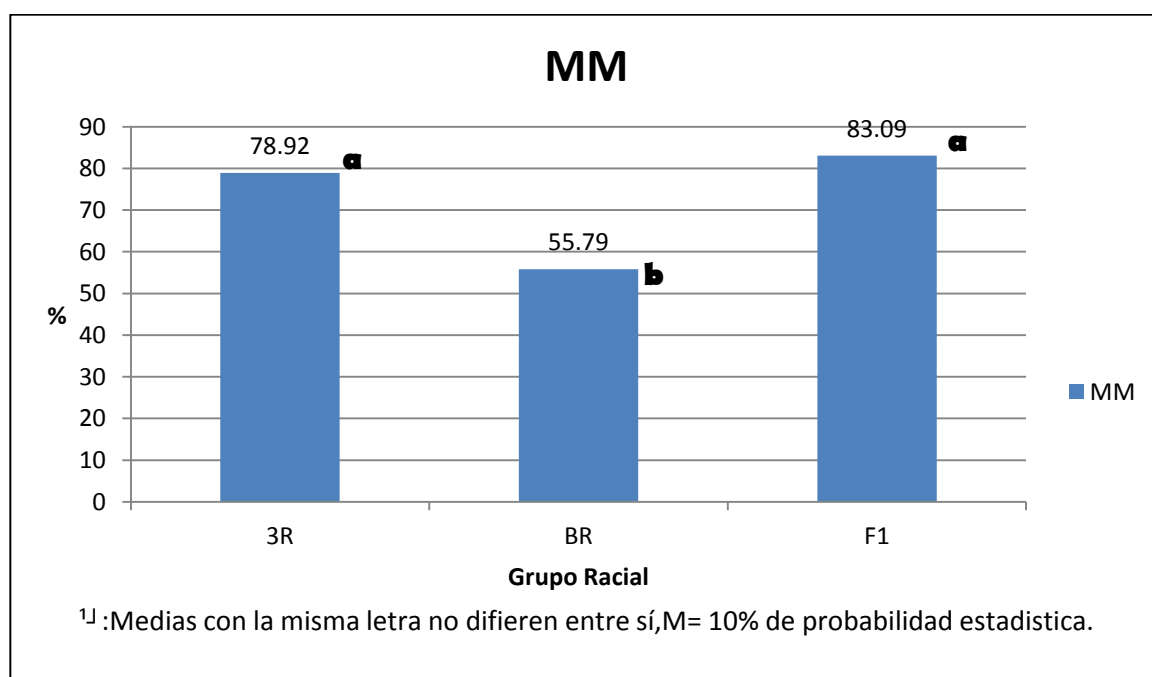


4.10 Promedios de Motilidad Masal (MM) de semen por efecto del Grupo Racial.

En lo que respecta a la Motilidad Masal (Grafica 9) el Grupo Racial F1 obtuvo el promedio más alto ($83.09 \% \pm 6.74$) y favorable (50 por ciento o más) según

Aparicio, (2010) por encima de los otros grupos los cuales reflejaron valores que pueden ser considerados como favorables. Sin embargo, los resultados en toros Fi y 3R fueron superiores a 66.6 en toros *Bos indicus*, 64.4 % para toros *Bos indicus x Bos taurus* y 73.5 % en toros *Bos taurus* publicados por **Vejerano et al., (2005)**. Estos datos indican que para la variable de MM los Toros cruzados presentan mejores valores que los Toros puros Brahman.

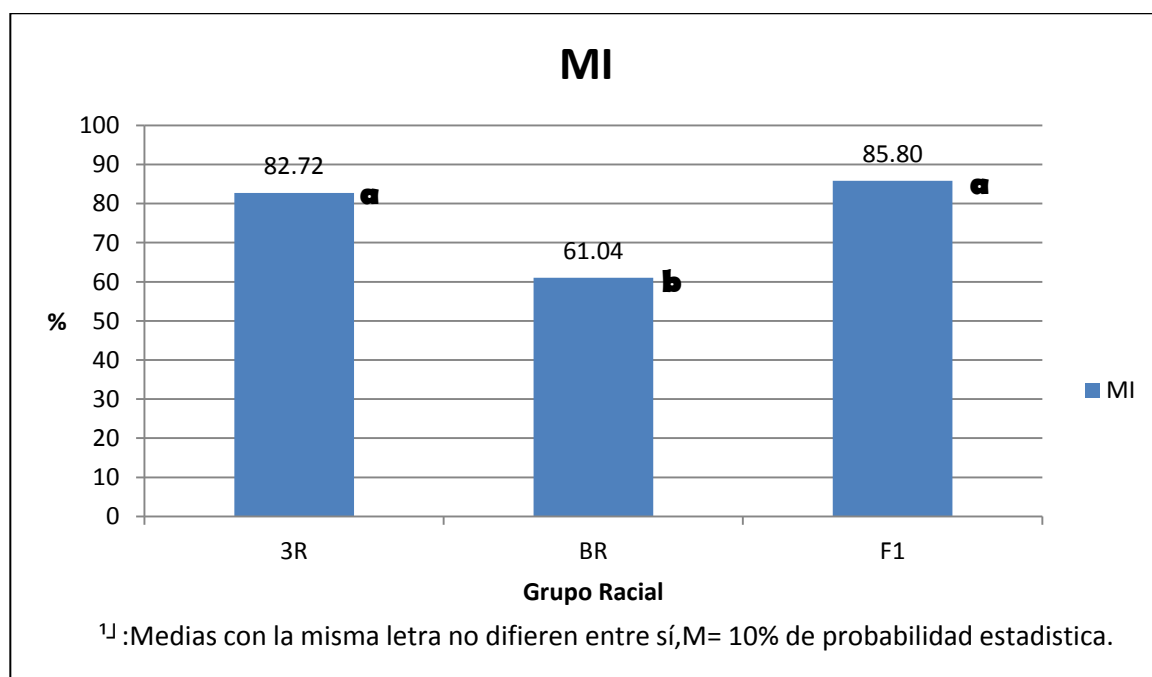
GRAFICA 9. MOTILIDAD MASAL (MM) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.



4.11 Promedios de Motilidad Individual (MI) de semen por efecto del Grupo Racial.

Para la Motilidad Individual (Grafica 10) el promedio más alto lo presentaron los Toros F1 (85.80 % \pm 6.99), sin embargo los valores de los dos grupos de Toros cruzados fueron superiores a 66.9 % - 69.1 % reportados por **Oka et al., (2012)** y 68.3 % en invierno y 75.7 % en estación seca publicado por **Villatoro (2013)** a excepción de los resultados (61.04 % \pm 7.35) en el grupo de Toros puros Brahman que fueron inferiores.

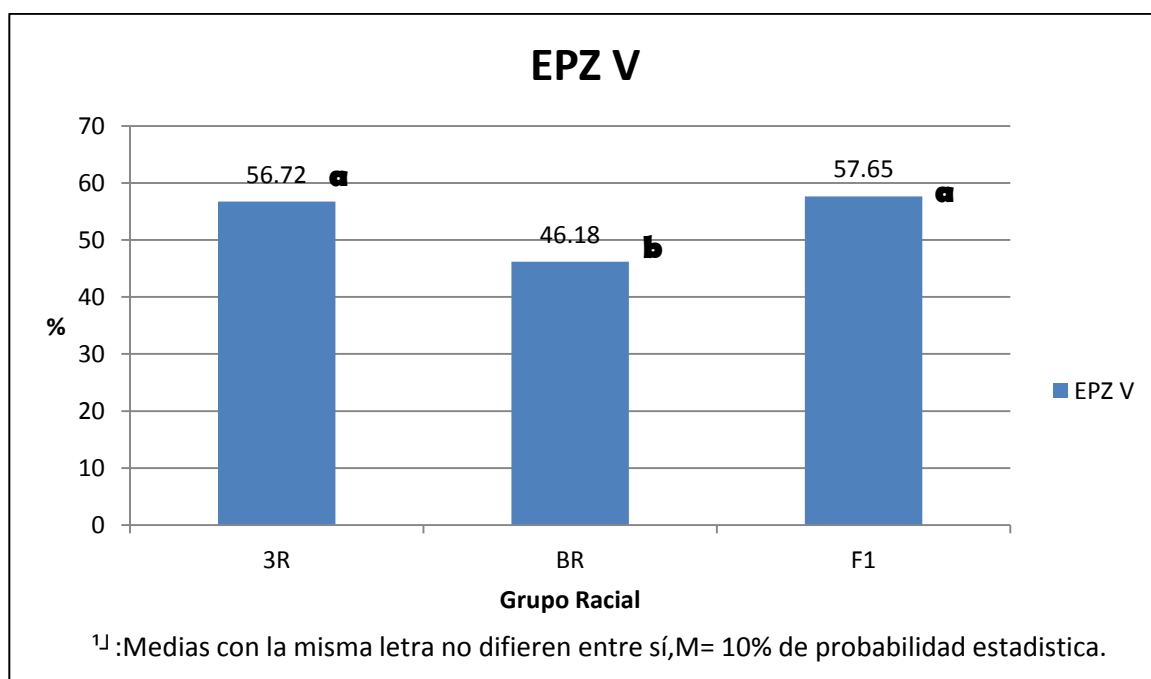
GRAFICA 10. MOTILIDAD INDIVIDUAL (MI) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.



4.12 Promedios de Espermatozoides Vivos (epz v) de semen por efecto del Grupo Racial.

Para porcentaje de Espermatozoides Vivos (Grafica 11), el grupo 3R y el F1 obtuvieron los mejores resultados siendo los valores de los Toros F1 más altos ($57.65 \% \pm 5.27$); a pesar de esto fueron promedios inferiores a 70.9% publicados por **Valle et al., (2005)**, 75.9% en toros *Bos indicus*, 72.1% en toros *Bos indicus x Bos taurus* y 80.6% para toros *Bos taurus* reportados por **Vejerano et al., (2005)** y 80.4% en época de invierno y 83.4% en época seca publicado por **Villatoro (2013)**.

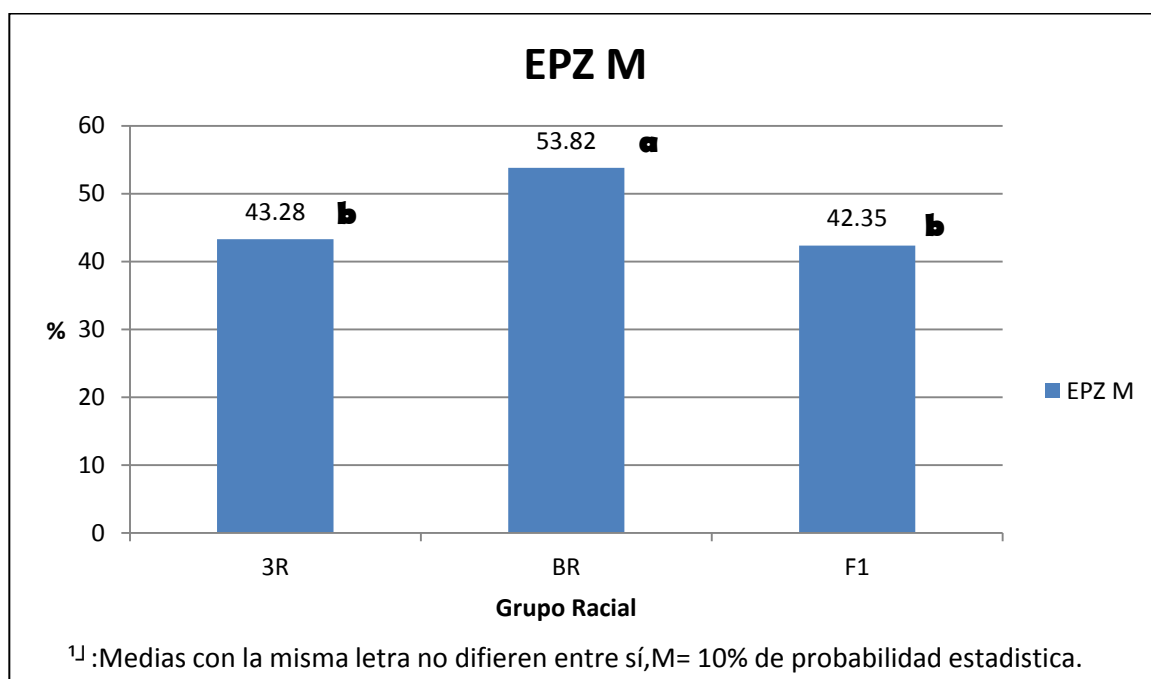
GRAFCA 11. ESPERMATOZOIDES VIVOS (EPZ V) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.



4.13 Promedios de Espermatozoides Muertos (EPZ M) de semen por efecto del Grupo Racial.

En lo que respecta al promedio entre grupos raciales de Espermatozoides Muertos (Grafica 12), el grupo BR (Brahman) presentó el valor más alto (53.82 % \pm 5.53) y desfavorable para esta variante, recalcando también que los valores de los otros dos grupos (3R, F1) tampoco fueron considerados como aceptables (30 por ciento de espermatozoides muertos) según **Aparicio, (2010)**. Según nuestros resultados hubo un mejor comportamiento en base a esta variable por parte de los grupos de Toros cruzados (3R y F1).

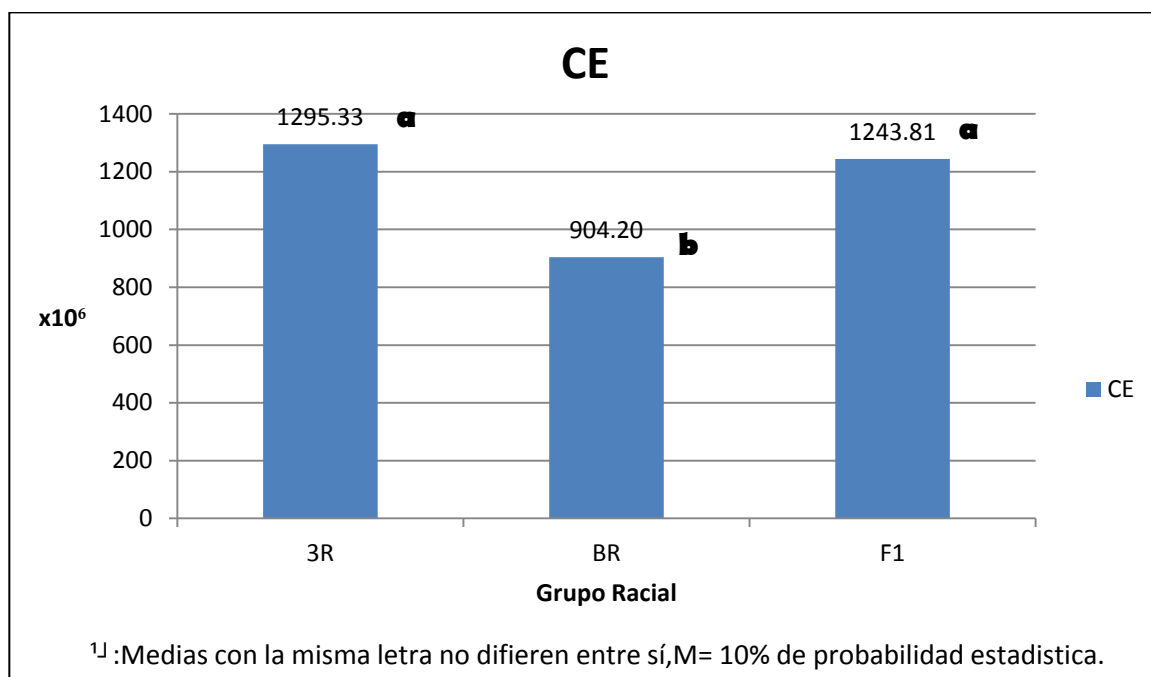
GRAFICA 12. ESPERMATOZOIDEOS MUERTOS (EPZ M) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.



4.14 Promedios de Concentración Espermática (CE) de semen por efecto del Grupo Racial.

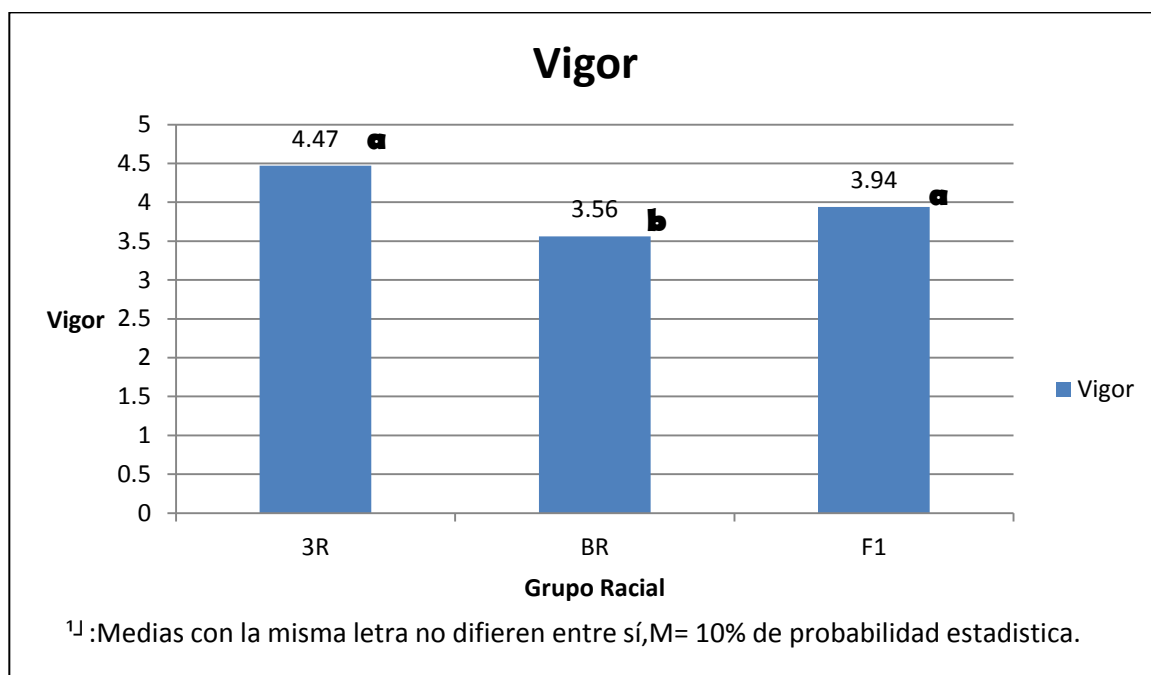
En lo que concierne a Concentración Espermática (Grafica 13) se obtuvieron valores por encima de lo aceptable (750,000 millones) según **Aparicio, (2010)** para esta variable siendo el promedio más alto (1295.33 millones de espermatozoides/ml \pm 179.59) del grupo 3R. Los valores de los tres grupos fueron superiores a 342.2 millones de espermatozoides/ml reportados por **López (2007)**, 130.49 millones de espermatozoides/ml publicados por **Valle et al., (2005)** y 802.6 millones de espermatozoides/ml en toros *Bos indicus*, 402.8 millones de espermatozoides/ml en toros *Bos indicus* x *Bos taurus* y 768 millones de espermatozoides/ml en toros *Bos taurus* publicados por **Vejerano et al., (2005)**, sin embargo los del grupo de Toros BR (904.20 millones de espermatozoides/ml \pm 190.06) fueron inferiores a 776.0 millones de espermatozoides/ml en época de invierno y 1196.6 millones de espermatozoides/ml en época seca publicados por **Villatoro (2013)** en estación seca. Estos datos indican que existe un factor genético que favorece a los Toros cruzados dando como resultado promedios de concentración altos y superiores a los valores de Toros puros (BR).

GRAFICA 13. CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA (CE) DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.



4.15 Promedios de Vigor de semen por efecto del Grupo Racial.

Para el Vigor (Grafica 14) se obtuvieron valores aceptables en los tres grupos siendo mayores (4.47 ± 0.38) en una escala de 0 a 5 los del grupo 3R. Sin embargo los promedios de los tres grupos raciales se encuentran por encima del valor de tres aceptable para toros en campo según **Aparicio, (2010)**.

GRAFICA 14. VIGOR DE SEMEN POR EFECTO DEL GRUPO RACIAL.

4.16 Correlaciones de Pearson de las variables en estudio para Grupo Racial 3r.

De acuerdo al Cuadro IV para el Grupo Racial 3-R, las correlaciones de Pearson con significancia menores al 5% sobresalen aquellas entre VOL con MUERTO (0.511), VIVO (-0.511), el mismo valor, pero signos contrarios, lo que indica que aumentar el VOL favorece a MUERTO y desfavorece a VIVO. Otra correlación negativa se observó entre VOL con MI (-0.511), también indica que aumentar el VOL disminuye la MI. Estas correlaciones se consideran moderadas, pero significativas.

La variable MM se correlacionó altamente significativa ($P < 0.01$) con MI (0.910), VIVO (0.614), MUERTO (-0.614), VIGOR (0.672). Estas correlaciones son consideradas como altas. Aumentar la MM favorece MI, VIVO y VIGOR, pero desfavorece a MUERTO.

Por otra parte, la variable MI se correlacionó moderadamente y significativamente ($P < 0.05$) con VIVO (0.554) y MUERTO (-0.554); además está altamente y muy significativamente ($P < 0.01$) correlacionada con VIGOR (0.793) y muestra una tendencia a la significancia ($P < 0.10$) con respecto a TR (-0.445). Si MI aumenta favorece a VIVO y VIGOR, pero afecta a MUERTO. Al aumentar TR MI se vería afectada.

En la variable VIGOR se observa que la TR tiene una tendencia ($P < 0.10$) a afectarla moderadamente (-0.467).

Por otra parte, es esperado encontrar correlaciones entre ITH, TA y HR, puesto que son componentes de la ecuación para calcular ITH.

CUADRO IV. CORRELACIONES DE PEARSON DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO PARA GRUPO RACIAL 3R.

	MEDIA	VOL	MM	MI	VIVO	MUERTO	CE	VIGOR	ITH	TR	TA	HR
VOL	9.1	1.000	-0.312	-0.511	-0.511	0.511	0.016	0.127	-0.128	-0.141	0.305	0.166
			0.257	0.663	0.052	0.052	0.956	0.651	0.650	0.617	0.269	0.555
MM	81.53	-0.312	1.000	0.910	0.614	-0.614	0.014	0.671	0.094	-0.414	0.290	-0.168
		0.257		<0.0001	0.015	0.015	0.959	0.006	0.738	0.125	0.293	0.549
MI	85.73	-0.123	0.910	1.000	0.554	-0.554	0.171	0.793	0.208	-0.445	0.032	0.111
		0.663	<0.0001		0.032	0.032	0.542	0.0004	0.457	0.096	0.911	0.693
VIVO	58.93	-0.511	0.614	0.554	1.000	-1.000	0.345	0.258	0.019	-0.339	0.012	0.019
		0.052	0.015	0.032		<0.0001	0.208	0.353	0.945	0.215	0.967	0.947
MUERTO	41.07	0.511	0.614	-0.554	-1.000	1.000	-0.345	-0.258	-0.194	0.339	-0.019	-0.019
		0.052	0.015	0.032	<0.0001		0.208	0.353	0.945	0.215	0.967	0.947
CE	1264	0.016	0.014	0.171	0.345	-0.345	1.000	-0.117	0.144	-0.267	-0.312	0.339
		0.956	0.959	0.542	0.208	0.208		0.678	0.610	0.335	0.258	0.215
VIGOR	4.57	0.127	0.671	0.793	0.258	-0.258	-0.117	1.000	0.120	-0.467	-0.083	0.147
		0.651	0.006	0.0004	0.353	0.353	0.678		0.669	0.079	0.768	0.600
ITH	77.09	-0.128	0.094	0.208	0.019	-0.019	0.144	0.120	1.000	-0.364	-0.026	0.656
		0.650	0.738	0.457	0.945	0.945	0.610	0.669		0.182	0.927	0.008
TR	39.19	-0.141	-0.414	-0.445	-0.339	0.339	-0.267	-0.467	-0.364	1.000	0.077	-0.316
		0.617	0.125	0.096	0.215	0.215	0.335	0.079	0.182		0.786	0.252
TA	33.04	-0.305	0.291	0.032	0.012	-0.012	-0.312	0.228	0.357	-0.523	1.000	-0.479
		0.269	0.293	0.911	0.967	0.967	0.258	0.433	0.210	0.055		0.083
HR	56.57	0.166	-0.168	0.111	0.019	-0.019	0.339	-0.036	0.637	-0.076	-0.479	1.000
		0.555	0.549	0.693	0.947	0.947	0.215	0.904	0.014	0.798	0.083	

Correlaciones en la primera fila y significancia ($H_0: \rho=0$) en la segunda fila.

4.17 Correlaciones de Pearson de las variables en estudio para Grupo Racial BR.

De acuerdo al Cuadro V para el Grupo Racial BR, las correlaciones de Pearson con significancia menores al 5% sobresalen aquellas entre VOL con MUERTO (0.556), VIVO (-0.556), el mismo valor, pero signos contrarios, lo que indica que aumentar el VOL favorece a MUERTO y desfavorece a VIVO. Otra correlación negativa se observó entre VOL con MM (-0.439), MI (-0.474) también indica que aumentar el VOL disminuye la MM Y la MI. Estas correlaciones se consideran moderadas, pero significativas.

La variable MM se correlacionó altamente significativa ($P < 0.01$) con MI (0.994), VIVO (0.961), MUERTO (-0.961), VIGOR (0.628). Según los resultados estas correlaciones son consideradas como altas. Aumentar la MM favorece MI, VIVO y VIGOR, pero desfavorece a MUERTO.

Por otra parte, la variable MI se correlacionó alta y significativamente ($P < 0.01$) con MM (0.994), VIVO (0.977), MUERTO (-0.977) y VIGOR (0.627). Si MI aumenta favorece a MM, VIVO y VIGOR, pero afecta a MUERTO. Según los resultados del Cuadro V al aumentar TR MI se vería afectada.

En la variable CE se observa que la TR tiene una tendencia ($P < 0.10$) a afectarla moderadamente (-0.029).

CUADRO V. CORRELACIONES DE PEARSON DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO PARA GRUPO RACIAL BR.

	MEDIA	VOL	MM	MI	VIVO	MUERTO	CE	VIGOR	ITH	TR	TA	HR
VOL	7.5	1.000	-0.439	-0.474	-0.556	0.556	-0.098	-0.319	-0.314	0.498	-0.369	0.122
			0.887	0.063	0.025	0.025	0.718	0.228	0.236	0.049	0.159	0.652
MM	60.63	-0.439	1.000	0.994	0.961	-0.961	-0.296	0.628	0.092	-0.351	0.268	-0.181
		0.088		<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.266	0.009	0.736	0.182	0.316	0.503
MI	66.75	-0.474	0.994	1.000	0.977	-0.977	-0.307	0.627	0.125	-0.332	0.297	-0.203
		0.063	<0.0001		<0.0001	<0.0001	0.247	0.009	0.645	0.209	0.263	0.449
VIVO	50.38	-0.556	0.961	0.977	1.000	-1.000	-0.296	0.618	0.168	-0.299	0.260	-0.166
		0.025	<0.0001	<0.0001		<0.0001	0.265	0.01	0.534	0.261	0.330	0.539
MUERTO	49.63	0.556	-0.961	-0.977	-1.000	1.000	0.296	-0.618	-0.168	0.299	-0.260	0.166
		0.025	<0.0001	<0.0001	<0.0001		0.265	0.011	0.534	0.261	0.330	0.539
CE	882.38	-0.098	-0.296	-0.307	-0.296	0.296	1.000	0.464	0.062	-0.029	-0.399	0.364
		0.718	0.266	0.247	0.265	0.265		0.069	0.982	0.919	0.126	0.166
VIGOR	3.72	-0.319	0.628	0.627	0.618	-0.618	-0.464	1.000	0.148	-0.300	0.159	-0.074
		0.228	0.009	0.009	0.018	0.018	0.069		0.584	0.258	0.557	0.785
ITH	77.05	-0.314	0.092	0.125	0.168	-0.168	0.006	0.148	1.000	-0.487	0.036	0.529
		0.236	0.736	0.645	0.534	0.534	0.982	0.584		0.056	0.894	0.035
TR	38.73	0.499	-0.351	-0.332	-0.299	0.299	-0.028	-0.300	-0.487	1.000	-0.291	-0.136
		0.049	0.182	0.209	0.261	0.261	0.919	0.258	0.057		0.275	0.615
TA	32.97	-0.369	0.268	0.297	0.260	-0.260	-0.399	-0.083	-0.026	0.077	1.000	-0.767
		0.159	0.316	0.263	0.330	0.330	0.126	0.768	0.927	0.786		0.001
HR	54.69	0.122	-0.181	-0.203	-0.166	0.166	0.364	0.147	0.656	-0.316	-0.767	1.000
		0.652	0.503	0.449	0.539	0.539	0.166	0.600	0.008	0.252	0.001	

Correlaciones en la primera fila y significancia ($H_0: \rho=0$) en la segunda fila.

4.18 Correlaciones de Pearson de las variables en estudio para Grupo Racial F1.

Según los resultados en el Cuadro VI para el Grupo Racial F1, las correlaciones de Pearson con significancia menores al 5% sobresalen aquellas entre VIGOR con MM (0.645), VIVO (0.589), MUERTO (-0.589), el mismo valor, pero signos contrarios, lo que indica que aumentar el VOL favorece a MUERTO y desfavorece a VIVO.

La variable MM se correlacionó altamente significativa ($P < 0.01$) con MI (0.979), VIVO (0.906), MUERTO (-0.906). Estas correlaciones son consideradas como altas. Aumentar la MM favorece MI y VIVO, pero desfavorece a MUERTO.

También se muestra una tendencia a la significancia ($P > 0.10$) con respecto a la CE (-0.035).

Por otra parte, la variable MI se correlacionó altamente y significativamente ($P < 0.01$) con MM (0.979), VIVO (0.857) y MUERTO (-0.857); además está altamente y muy significativamente ($P < 0.01$) correlacionada con VIGOR (0.664) y muestra una tendencia a la significancia ($P < 0.10$) con respecto a ITH (-0.033). Si MI aumenta favorece a VIVO, MM y VIGOR, pero afecta a MUERTO. Al aumentar ITH MI se vería afectada.

CUADRO VI. CORRELACIONES DE PEARSON DE LAS VARIABLES EN ESTUDIO PARA GRUPO RACIAL F1.

	MEDIA	VOL	MM	MI	VIVO	MUERTO	CE	VIGOR	ITH	TR	TA	HR
VOL	9.54	1.000	-0.365	-0.314	-0.389	0.389	0.264	-0.317	-0.431	0.435	-0.666	0.154
			0.199	0.274	0.169	0.169	0.361	0.269	0.124	0.119	0.009	0.599
MM	83.21	-0.365	1.000	0.979	0.906	-0.906	-0.035	0.645	-0.139	-0.310	0.402	-0.479
		0.199		<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.906	0.013	0.635	0.281	0.154	0.083
MI	86.14	-0.314	0.979	1.000	0.857	-0.857	0.042	0.664	-0.033	-0.357	0.397	-0.374
		0.274	<0.0001		<0.0001	<0.0001	0.886	0.009	0.910	0.210	0.159	0.187
VIVO	57.86	-0.389	0.906	0.857	1.000	-1.000	-0.239	0.589	-0.092	-0.326	0.280	-0.368
		0.169	<0.0001	<0.0001		<0.0001	0.409	0.027	0.754	0.256	0.332	0.196
MUERTO	42.14	0.389	-0.906	-0.857	-1.000	1.000	0.239	-0.589	0.092	0.326	-0.280	0.368
		0.169	<0.0001	<0.0001	<0.0001		0.409	0.027	0.754	0.256	0.332	0.196
CE	1234	0.264	-0.035	0.042	-0.239	0.239	1.000	0.116	0.166	-0.037	-0.034	0.258
		0.361	0.906	0.886	0.409	0.409		0.693	0.569	0.901	0.908	0.374
VIGOR	3.96	-0.317	0.645	0.664	0.589	-0.589	0.116	1.000	0.165	-0.260	0.228	-0.036
		0.269	0.013	0.010	0.027	0.027	0.693		0.575	0.369	0.433	0.904
ITH	77.54	-0.431	-0.039	-0.033	-0.092	0.092	0.166	0.165	1.000	-0.489	0.357	0.637
		0.124	0.635	0.910	0.754	0.754	0.569	0.574		0.076	0.209	0.014
TR	39.18	0.435	-0.310	-0.357	-0.326	0.326	-0.037	-0.26	-0.489	1.000	-0.523	-0.076
		0.119	0.281	0.210	0.256	0.256	0.901	0.369	0.076		0.055	0.798
TA	33.61	-0.666	0.402	0.397	0.280	-0.280	-0.034	0.159	0.036	-0.291	1.000	-0.782
		0.009	0.154	0.159	0.332	0.332	0.908	0.557	0.894	0.275		0.0003
HR	56.00	0.154	-0.479	-0.374	-0.368	0.368	0.258	-0.074	0.529	-0.136	-0.782	1.000
		0.599	0.083	0.187	0.196	0.196	0.374	0.785	0.035	0.615	0.0003	

Correlaciones en la primera fila y significancia ($H_0: \rho=0$) en la segunda fila.

4.19 Análisis de Regresión por el origen entre Volumen, MM, MI, Vivo, CE, Vigor y Temperatura Rectal en los Grupos Raciales 3R.

De acuerdo al Cuadro VII, para el análisis de regresión entre las variables VOL, MM, MI, VIVO, CE y VIGOR con temperatura rectal muestra que los coeficientes de variación para el Grupo Racial 3-R variaron de 14.43% con MI a 70.63% con CE, pero el coeficiente de determinación varió de 0.659 con CE a 0.984 con VIGOR. Los coeficientes de variación indica la alta variación en los datos, pero aun así el modelo de regresión por el origen representó una importante variación de estos datos, por lo tanto las funciones de regresión son válidas para predicción y estimación.

CUADRO VII. ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN , MM, MI, VIVO, CE, VIGOR Y TEMPERATURA RECTAL EN EL GRUPO RACIAL 3R.

FUENTE	GL	CUADRADOS MEDIOS					
		VOL	MM	MI	VIVO	CE	VIGOR
β	1	1240.56***	99573***	110115***	52001***	23889453***	312.453***
ERROR	14	17.19	211.18	153.05	270.76	797273	0.343
C.V.		45.56	17.82	14.43	27.92	70.63	12.82
R²		0.683	0.969	0.980	0.927	0.659	0.984

Diferencias significativas: ***= P<0.01, **= P>0.05 y *= P<0.10; CV= coeficiente de Variación, R²= coeficiente de determinación.

4.20 Análisis de Regresión por el origen entre Volumen, MM, MI, Vivo, CE, Vigor y Temperatura Rectal en los Grupos Raciales BR.

De acuerdo al Cuadro VIII, para el análisis de regresión entre las variables VOL, MM, MI, VIVO, CE y VIGOR con temperatura rectal muestra que los coeficientes de variación para el Grupo Racial BR variaron de 40.34% con VIGOR a 64.92%

con CE, pero el coeficiente de determinación varió de 0.698 con CE a 0.858 con VIGOR. Los coeficientes de variación indica la alta variación en los datos, pero el modelo de regresión por el origen sí representó una importante variación de estos datos, por lo tanto las funciones de regresión son válidas para predicción y estimación.

CUADRO VIII. ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN, MM, MI, VIVO, CE, VIGOR Y TEMPERATURA RECTAL EN EL GRUPO RACIAL BR.

FUENTE	GL	CUADRADOS MEDIOS					
		VOL	MM	MI	VIVO	CE	VIGOR
β	1	907.092***	58445***	70880***	40391	12448638***	230.49
ERROR	15	18.86	1410.34	1658.25	946.99	328168	2.25067
C.V.		57.90	61.95	61.01	61.09	64.92	40.34
R ²		0.746	0.717	0.723	0.723	0.698	0.858

Diferencias significativas: ***= P<0.01, **= P>0.05 y *= P<0.10; CV= coeficiente de Variación, R²= coeficiente de determinación.

4.21 Análisis de Regresión por el origen entre Volumen, MM, MI, Vivo, CE, Vigor y Temperatura Rectal en los Grupos Raciales F1.

En lo que concierne al Cuadro IX, para el análisis de regresión entre las variables VOL, MM, MI, VIVO, CE y VIGOR con temperatura rectal muestra que los coeficientes de variación para el Grupo Racial F1 variaron de 23.20% con MI a 57.68% con CE, pero el coeficiente de determinación varió de 0.746 con CE a 0.949 con MI. Los coeficientes de variación muestran la alta variación en los datos, sin embargo el modelo de regresión por el origen representó una variación de los datos, por lo tanto las funciones de regresión son válidas para predicción y estimación.

**CUADRO IX. ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE
VOLUMEN, MM, MI, VIVO, CE, VIGOR Y TEMPERATURA
RECTAL EN EL GRUPO RACIAL F1.**

FUENTE	GL	CUADRADOS MEDIOS					
		VOL	MM	MI	VIVO	CE	VIGOR
β	1	1278.06***	96786***	103716***	46762***	21315274***	219.52
ERROR	13	21.13	476.05	399.38	382.78	506724	3.02
C.V.		48.21	26.22	23.20	33.82	57.68	43.82
R²		0.810	0.935	0.949	0.896	0.746	0.837

Diferencias significativas: ***= P<0.01, **= P>0.05 y *= P<0.10; CV= coeficiente de Variación, R²= coeficiente de determinación.

4.22 Análisis de Regresión por el origen entre Volumen, MM, MI, Vivo, CE, Vigor e ITH en los Grupos Raciales 3R.

De acuerdo al Cuadro X, para el análisis de regresión entre las variables VOL, MM, MI, VIVO, CE y VIGOR con ITH muestra que los coeficientes de variación para el Grupo Racial 3-R variaron de 12.70% con VIGOR a 69.85% con CE, pero el coeficiente de determinación varió de 0.666 con CE a 0.984 con VIGOR. Los coeficientes de variación demuestran la alta variación en los datos, pero aun así el modelo de regresión por el origen representó una importante variación de estos datos, por lo tanto las funciones de regresión son válidas para predicción y estimación.

CUADRO X. ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN, MM, MI, VIVO, CE, VIGOR E ITH EN EL GRUPO RACIAL 3R.

FUENTE	GL	CUADRADOS MEDIOS					
		VOL	MM	MI	VIVO	CE	VIGOR
β	1	1233.80***	99665***	110314***	52023***	24133603***	312.62
ERROR	14	17.67	204.56	138.84	269.24	779834	0.331
C.V.		46.2	17.54	13.74	27.84	69.85	12.60
R²		0.821	0.970	0.981	0.928	0.666	0.984

Diferencias significativas: ***= $P < 0.01$, **= $P > 0.05$ y *= $P < 0.10$; CV= coeficiente de Variación, R²= coeficiente de determinación.

4.23 Análisis de Regresión por el origen entre Volumen, MM, MI, Vivo, CE, Vigor e ITH en los Grupos Raciales BR.

De acuerdo al Cuadro XI, para el análisis de regresión entre las variables VOL, MM, MI, VIVO, CE y VIGOR con ITH muestra que los coeficientes de variación para el Grupo Racial BR variaron de 39.45% con VI a 65.01% con CE, pero el coeficiente de determinación varió de 0.697 con CE a 0.864 con VIGOR. Según los coeficientes de variación hay alta variación en los datos, pero el modelo de regresión por el origen representó una importante variación de estos datos, por lo que las funciones de regresión son válidas para predicción y estimación.

CUADRO XI. ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN, MM, MI, VIVO, CE, VIGOR E ITH EN EL GRUPO RACIAL BR.

FUENTE	GL	CUADRADOS MEDIOS					
		VOL	MM	MI	VIVO	CE	VIGOR
β	1	883.29***	58997***	71620***	40887***	12435161***	221.96***
ERROR	15	20.45	137489	1608.94	913.95	329066	2.15
C.V.		60.29	61.16	60.09	60.01	65.01	39.45
R²		0.725	0.724	0.731	0.732	0.697	0.864

Diferencias significativas: ***= $P < 0.01$, **= $P > 0.05$ y *= $P < 0.10$; CV= coeficiente de Variación, R²= coeficiente de determinación.

4.24 Análisis de Regresión por el origen entre Volumen, MM, MI, Vivo, CE, Vigor e ITH en los Grupos Raciales F1.

De acuerdo al Cuadro XII, para el análisis de regresión entre las variables VOL, MM, MI, VIVO, CE y VIGOR con ITH muestra que los coeficientes de variación para el Grupo Racial F1 variaron de 23.40% con MI a 57.05% con CE, pero el coeficiente de determinación varió de 0.751 con CE a 0.948 con MI. Los coeficientes de variación muestran una alta variación en los datos, sin embargo el modelo de regresión por el origen representó una importante variación de estos datos, por lo que las funciones de regresión son válidas para predicción y estimación.

CUADRO XII. ANÁLISIS DE REGRESIÓN POR EL ORIGEN ENTRE VOLUMEN, MM, MI, VIVO, CE, VIGOR E ITH EN EL GRUPO RACIAL F1.

FUENTE	GL	CUADRADOS MEDIOS					
		VOL	MM	MI	VIVO	CE	VIGOR
β	1	1248.28***	96467***	103624***	46654***	21457593***	220.93***
ERROR	13	23.42	500.62	406.46	391.09	495776	2.91
C.V.		50.75	26.89	23.4	34.18	57.05	43.03
R²		0.789	0.932	0.948	0.894	0.751	0.843

Diferencias significativas: ***= P<0.01, **= P>0.05 y *= P<0.10; CV= coeficiente de Variación, R²= coeficiente de determinación.

4.21 Funciones de regresión para VOL versus TR por grupo racial:

$$\begin{aligned} \text{Vol} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.232 \pm 0.027 \quad \text{TR} \\ \text{Vol} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.194 \pm 0.028 \quad \text{TR} \\ \text{Vol} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.244 \pm 0.031 \quad \text{TR} \end{aligned}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la TR favorece más la VOL de semen en los F1, seguido de los 3R y finalmente a los BR.

4.22 Funciones de regresión para MM versus TR por grupo racial:

$$\begin{aligned} \text{MM} \Rightarrow \hat{Y} &= 2.079 \pm 0.096 \quad \text{TR} \\ \text{MM} \Rightarrow \hat{Y} &= 1.560 \pm 0.242 \quad \text{TR} \\ \text{MM} \Rightarrow \hat{Y} &= 2.122 \pm 0.149 \quad \text{TR} \end{aligned}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la TR favorece más la MM de semen en los F1, seguido de los 3R y finalmente a los BR.

4.23 Funciones de regresión para MI versus TR por grupo racial:

$$\text{MI} \Rightarrow \hat{Y} = 2.186 \pm 0.0815 \quad \text{TR}$$

$$\text{MI} \Rightarrow \hat{Y} = 1.718 \pm 0.263 \quad \text{TR}$$

$$\text{MI} \Rightarrow \hat{Y} = 2.197 \pm 0.136 \quad \text{TR}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la TR favorece más la MI de semen en los F1, seguido de los 3R y finalmente a los BR.

4.24 Funciones de regresión para VIVO versus TR por grupo racial:

$$\text{Vivo} \Rightarrow \hat{Y} = 1.502 \pm 0.108 \quad \text{TR}$$

$$\text{Vivo} \Rightarrow \hat{Y} = 1.297 \pm 0.199 \quad \text{TR}$$

$$\text{Vivo} \Rightarrow \hat{Y} = 1.475 \pm 0.133 \quad \text{TR}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la TR favorece más el número de espermatozoides VIVOS de semen en los 3R, seguido de los F1 y finalmente a los BR.

4.25 Funciones de regresión para CE versus TR por grupo racial:

$$\text{CE} \Rightarrow \hat{Y} = 32.203 \pm 5.883 \quad \text{TR}$$

$$\text{CE} \Rightarrow \hat{Y} = 27.771 \pm 3.697 \quad \text{TR}$$

$$\text{CE} \Rightarrow \hat{Y} = 31.493 \pm 4.856 \quad \text{TR}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la TR favorece más la CE de semen en los 3R, seguido de los F1 y finalmente a los BR.

4.26 Funciones de regresión para VIGOR versus TR por grupo racial:

$$\text{Vigor} \Rightarrow \hat{Y} = 0.116 \pm 0.004 \quad \text{TR}$$

$$\text{Vigor} \Rightarrow \hat{Y} = 0.096 \pm 0.010 \quad \text{TR}$$

$$\text{Vigor} \Rightarrow \hat{Y} = 0.101 \pm 0.012 \quad \text{TR}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la TR favorece más el VIGOR de semen en los 3R, seguido de los F1 y finalmente a los BR.

4.27 Funciones de regresión para VOL versus ITH por grupo racial:

$$\begin{aligned} \text{Vol} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.117 \pm 0.014 \quad \text{ITH} \\ \text{Vol} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.096 \pm 0.015 \quad \text{ITH} \\ \text{Vol} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.122 \pm 0.017 \quad \text{ITH} \end{aligned}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la ITH favorece más el VOL de semen en los 3R, seguido de los F1 y finalmente a los BR.

4.28 Funciones de regresión para MM versus ITH por grupo racial:

$$\begin{aligned} \text{MM} \Rightarrow \hat{Y} &= 1.056 \pm 0.048 \quad \text{ITH} \\ \text{MM} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.787 \pm 0.120 \quad \text{ITH} \\ \text{MM} \Rightarrow \hat{Y} &= 1.069 \pm 0.077 \quad \text{ITH} \end{aligned}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la ITH favorece más el MM de semen en los F1, seguido de los 3R y finalmente a los BR.

4.29 Funciones de regresión para MI versus ITH por grupo racial:

$$\begin{aligned} \text{MI} \Rightarrow \hat{Y} &= 1.111 \pm 0.039 \quad \text{ITH} \\ \text{MI} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.867 \pm 0.130 \quad \text{ITH} \\ \text{MI} \Rightarrow \hat{Y} &= 1.109 \pm 0.069 \quad \text{ITH} \end{aligned}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la ITH favorece más el MI de semen en los 3R, seguido de los F1 y finalmente a los BR.

4.30 Funciones de regresión para VIVO versus ITH por grupo racial:

$$\begin{aligned} \text{Vivo} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.763 \pm 0.055 \quad \text{ITH} \\ \text{Vivo} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.655 \pm 0.098 \quad \text{ITH} \\ \text{Vivo} \Rightarrow \hat{Y} &= 0.744 \pm 0.068 \quad \text{ITH} \end{aligned}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la ITH favorece más el número de espermatozoides VIVOS de semen en los 3R, seguido de los F1 y finalmente a los BR.

4.31 Funciones de regresión para CE versus ITH por grupo racial:

$$\text{CE} \Rightarrow \hat{Y} = 16.439 \pm 2.955 \text{ ITH}$$

$$\text{CE} \Rightarrow \hat{Y} = 11.43 \pm 1.859 \text{ ITH}$$

$$\text{CE} \Rightarrow \hat{Y} = 15.952 \pm 2.425 \text{ ITH}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la ITH favorece más el CE de semen en los 3R, seguido de los F1 y finalmente a los BR.

4.32 Funciones de regresión para VIGOR versus ITH por grupo racial:

$$\text{Vigor} \Rightarrow \hat{Y} = 0.059 \pm 0.002 \text{ ITH}$$

$$\text{Vigor} \Rightarrow \hat{Y} = 0.048 \pm 0.005 \text{ ITH}$$

$$\text{Vigor} \Rightarrow \hat{Y} = 0.051 \pm 0.006 \text{ ITH}$$

De acuerdo al coeficiente de regresión por el origen, la ITH favorece más el VIGOR de semen en los 3R, seguido de los F1 y finalmente a los BR.

5. CONCLUSION

Los factores ambientales (Temperatura, Humedad Relativa e Índice Temperatura-Humedad Relativa) se correlacionan con la calidad del semen bovino.

El ITH no influyó sobre la mayoría de las variables en estudio sobre la calidad seminal de Toros Puros, F1 y Triple cruza con excepción de la variable Volumen que si mostró un efecto por causa del ITH. Sin embargo se puede predecir que el ITH favorece más a los toros F1 en cuanto a Volumen y Motilidad Masal; por el contrario favorece más en Motilidad Individual, espermatozoides Vivos, Concentración espermática y vigor a los toros del grupo 3R (cruce de tres razas) .

La Temperatura Ambiental si influye moderadamente sobre el Volumen y la Concentración espermática y en el caso de Toros F1 causa efecto en la Motilidad Masal y la Motilidad individual.

6. RECOMENDACIONES

Monitorear las condiciones climáticas durante el año para establecer los periodos más apropiados para la colecta de semen de toros o monta natural en hatos para lograr así mejores calidad en las muestras o mayor cantidad de preñeces.

Establecer áreas dentro de la finca para mermar el efecto del clima meses antes de la programación de la colecta de semen o monta natural de los toros y durante la misma, para lograr niveles óptimos en la calidad seminal de los sementales y elevar el porcentaje de preñeces en los hatos.

7. REFERENCIAS CITADAS.

Aparicio, N. 2010. Protocolo para la Evaluación de semen en Rumiantes. Biotecnología animal. Universidad de Panamá, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Chiriquí, Panamá.8 p.

Bavera, A. 2005. Curso de producción Bovina de Carne, FAV UNRC. Condicion Corporal (CC). (En Línea). Disponible en: <http://www.Produccion-animal.com.ar/52.co...>13 p.

Cole H.H. y Cupps P.T. Reproducción de los animales domésticos/ 3ed. Zaragoza: acribia, S.F. 551 p.

Gil, A. 2009. Correlación entre la termografía escrotal y la calidad seminal en toros de la región central del estado de Veracruz. (En línea). Veracruz, MX.20nov.2010.Disponible en <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/73/1/GIL%20MAGAnA%20ANGeLICA%20DEL%20ROSARIO.pdf>.35 p.

FCA (Facultad de Ciencias Agropecuarias, PMA). 2008. Efecto del Medio Ambiente (diapositivas). Chiriquí, PMA.19 diapositivas, son. Color.

Hafez, E.S.E.1989.Reproducción e inseminación artificial en animales/. Hafez; 2da . México D.F. Nueva editorial interamericana. 694 p.

Hafez, E.S.E.1973. Adaptación fisiológicas adaptación de los animales domésticos. Barcelona: editorial Labor. 563 p.

Lozano, H.2009.Factores que afectan la calidad seminal en toros. (En Línea).revista de medicina veterinaria y zootecnia. no. 56:258-

272.consultado15 nov.2010.Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/18118/1/13860-41306-1-PB.pdf> .258- 271.

Mela Gomez, ME. 2006. “Efecto del tiempo de estabilización (refrigeración) y congelación (vapor nitrógeno) en la calidad espermática de bovino, post-descongelación”. Tesis .Chiriquí, PMA, UP, FCA.97 p.

Oka, Y.2012. Efecto de la temperatura ambiental en la calidad seminal de toros pampa chaqueños criados bajo condiciones de campo en la región occidental, chaco paraguayo, en las diferentes estaciones del año. Paraguay, AICAS. Consultado 10 set.2012. Disponible en: http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2012/Trabajo059_AICA2012.pdf. 181- 184.

Samaniego Martinez, NS, 2006. “Evaluación de tres diluyentes para la crío conservación de espermatozoides de semen bovino”.Tesis Chiriquí,PMA, UP, FCA.118 p.

Sorensen, Jr A.M... 1982. Reproducción animal. Principios y Prácticas. 1ra ed/Libros McGraw Hill de México, SA de C.V. 1-60 y 118-150.

Valle, A.2005.”Influencia de factores climáticos sobre las características seminales de toros Holstein y Pardo Suizo nacidos en el Trópico”. Consultado 10 nov. 2012. Disponible en línea: http://www.researchgate.net/publication/28089641_Influencia_de_factores_climticos_sobre_las_caracteristicas_seminales_de_toros_Holstein_y_Pardo_Suizo_nacidos_en_el_trpico. 52 – 61.

Veintimilla, F. 2014. "Evaluación de la calidad seminal de toros cruce sahiwal alimentados con y sin sales minerales en época lluviosa y seca en el trópico húmedo". Consultado 21 set. 2014. Disponible en <http://repositorio.espe.edu.Ec/bitstream/21000/7924/1/T-ESPE-002689.pdf>. 85p.

Villatoro, R. 2013. "Características seminales de toros criollo lechero tropical". Consultado 21 set. 2014. Disponible en http://www.biblio.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1849/Villatoro_Salinas_RJ_MC_Ganaderia_.pdf?sequence=1. 53p.

ANEXOS.

**ANEXO 1. TORO 3/9 (50 % LIMOUSIN + 25 % SENEPOL + 25 %
BRAHMAN)**



**ANEXO 2. TOROS 11/9 (100 % BRAHMAN), 19/9 (100 % BRAHMAN),
15/9 (50 % LIMOUSIN + 25 % SENEPOL + 25 % BRAHMAN),
8/9 (50 % CHAROLAIS + 50 % BRAHMAN) Y 159/8 (50 %
CHAROLAIS + 50 % BRAHMAN)**



**ANEXO 3. TORO 8/9 (50 % CHAROLAIS + 50 % BRAHMAN) EN EL
CORRAL DEL IDIAP, GUALACA.**



ANEXO 4. TOROS UTILIZADOS PARA EL ENSAYO EN PARCELA DE PASTO *BRACHIARIA BRIZANTHA*.

