

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TESIS DE GRADO

Evaluación espermática en verracos reproductores mediante la utilización de suplementos: Ácidos omega 3 – 6 con selenio orgánico y probióticos con vitamina E; en la finca “La Joya”, parroquia Belisario Quevedo, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi”

**PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MÉDICOS
VETERINARIOS ZOOTECNISTAS**

AUTORES: Mónica Patricia Velástegui Moreno

David Patricio Tinillo Tello

ASESOR:

Dr. MSc. Xavier Quishpe M.

SALACHE – 2011

DEDICATORIA.

Dedico el presente trabajo principalmente a Dios que me ha guiado en todo momento y ha dado tantas bendiciones para poder conquistar este gran sueño que desde niña fue creciendo.

Al esfuerzo y sacrificio de mis padres Patricia y Mario, a mis hermanos y cuñado Paola, Javier, Sofía y Fredhy, por estar a mi lado en todo momento dándome ánimos para seguir adelante en los momentos más difíciles y por soportar los malos ratos y las caras largas.

Y en especial a mi mamita Patricia, siempre me enseñaste a luchar por mis sueños, a no dejarme vencer a pesar de las adversidades, a tener el coraje y la fuerza suficiente para continuar. Tú más que nadie sabe que a la buena o a la mala he aprendido. ¡Te amo mami!

Gracias a mi familia que son el pilar fundamental de mi vida.

A mis amigos en especial a Jenny, Ángeles, Ketty, Cristina, Sandy, Andrés, José Luis, Sebastián, Valdemar; que colocaron su granito de arena en los momentos de necesidad, gracias por todo.

Por todas estas razones dedico, con mucho cariño, este trabajo a todos quienes han sido parte de mi vida.

Mónica Patricia

AGRADECIMIENTO.

Nuestros agradecimientos a la Universidad Técnica de Cotopaxi en especial a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, y a todos los docentes de la especialidad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por habernos impartido sus valiosos conocimientos.

Al propietario de la finca "LA JOYA", Doctor David Moreno quien fue un estrecho colaborador y nunca escatimo horas de su tiempo para ayudarnos a finalizar este trabajo.

Al Doctor Xavier Quishpe M. director de este trabajo de investigación por brindarnos sus conocimientos y su experiencia que nos guiaron durante todo el tiempo de duración de este proyecto.

Al Doctor José Luis Estrella P. quien que con su entrega desinteresada y valiosas opiniones apporto para el mejor desenvolvimiento del presente.

A los Ingenieros Fredby Castillo y Valdemar Andrade por el apoyo incondicional brindado y a toda la gente que de alguna manera hizo posible la culminación de esta Tesis.

ÍNDICE

PRELIMINARES

Portada	
Declaración de autoría	
Aval del director de tesis	
Aval de los miembros del tribunal	
Agradecimiento	
Dedicatoria	
Índice	
Resumen	
Abstract	

Introducción	1
Objetivos	3
Hipótesis	4

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.- ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL VERRACO	5
1.1.- Pene	5
1.1.1.- Prepucio	7
1.1.2.- Uretra	7
1.2.- Testículo	8
1.2.1.- Escroto	9
1.2.2.- Epidídimo y conducto deferente	9
1.2.3.- Glándulas sexuales accesorias	11
2.- FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL VERRACO	13
2.1.- Generalidades	13
2.2.- Fisiología del testículo	14
2.2.1.- Testosterona	14
2.2.2.- Fsh	16
2.2.3.- Lh	16
2.3.- Espermatogénesis	16
2.3.1.- Espermatocitogénesis	17
2.3.2.- Espermiogénesis	17
2.3.3.- Control hormonal de la espermatogénesis	19

2.4.- Erección	20
2.5.- Emisión y eyaculación	20
3.- COLECTA Y EVALUACIÓN DEL SEMEN	22
3.1.- Técnicas de colecta de semen	22
3.1.1.- Preparación del verraco previa a la colecta	22
3.1.2.- Técnicas de recolección manual	24
3.2.- Espermiograma	25
3.2.1.- Morfología del espermatozoide	25
3.2.1.1.- Cabeza	26
3.2.1.1.- Acrosoma	26
3.2.1.3.- Cola	26
3.3.- Características macroscópicas del semen	27
3.3.1.- Volumen	27
3.3.2.- Color	27
3.3.3.- Olor	28
3.3.4.- Viscosidad	28
3.3.5.- pH	28
3.3.6.- Temperatura	29
3.4.- Características microscópicas del semen	29
3.4.1.- Valoración del semen puro	29
3.4.2.- Factores que influyen la motilidad espermática	30
3.4.3.- Motilidad espermática	31
3.4.4.- Movimiento individual	31
3.4.5.- Movimiento progresivo	32
3.4.6.- Concentración espermática	32
3.4.7.- Morfoanormalidades de los espermatozoides	34
3.4.7.1.- Espermatozoides sin cola	34
3.4.7.2.- Espermatozoides con cola enrollada	35
3.4.7.3.- Espermatozoides inmaduros e insuficientemente maduros	35
3.4.7.4.- Anormalidades de la cabeza espermática y alteraciones citogenéticas de la espermatogénesis	36
3.4.7.5.- Otras variedades de espermatozoides defectuosos	36
3.4.7.6.- Otras estructuras celulares que pueden aparecer en el semen	36
3.5.- Características bioquímicas de plasma seminal	37

3.5.1.- Inorgánicos	37
3.5.2.- Agentes amortiguadores	38
3.5.3.- Sustratos de energía	38
3.5.4.- Otros compuestos orgánicos	39
4.- DILUYENTES	39
4.1.- Función de los diluyentes	40
4.2.- Sustratos energéticos	41
4.3.- Antibióticos	41
5.- MANEJO DEL VERRACO	42
5.1.- Instalaciones y equipos	42
5.1.1.- Cubierta	42
5.1.2.- Pisos	43
5.1.3.- Comederos	43
5.1.4.- Bebederos	43
5.1.5.- Puertas	44
5.2.- Adiestramiento del verraco reproductor para la extracción	44
5.3.- Sanidad	46
5.3.1.- Bioseguridad	47
5.4.- Calendario de vacunación y desparasitación	47
6.- NECESIDADES NUTRICIONALES DEL VERRACO	47
6.1.- Agua	48
6.2.- Energía	49
6.2.1.- Mantenimiento	49
6.2.2.- Producción de esperma	50
6.3.- Proteínas	50
6.4.- Fibra	51
6.5.- Vitaminas	52
6.6.- Minerales	53
6.6.1.- Macrominerales	53
6.6.2.- Microminerales	54
7.- ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES (OMEGAS 3-6)	55
8.- SELENIO	56
9.- VITAMINA E	58
10.- PROBIÓTICOS	59

CAPÍTULO II MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.- LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	61
2.1.1.- Ubicación geográfica	61
2.2.2.- Características climáticas	61
2.2.- MATERIALES	62
2.2.1.- Alojamiento	62
2.2.2.- Animales	62
2.2.3.- Equipos	64
2.2.3.1.- Laboratorio	64
2.2.3.2.- Materiales de laboratorio	64
2.2.3.3.- Reactivos de laboratorio	64
2.2.3.4.- Material de campo	65
2.2.3.5.- Suministros	65
2.3.- MÉTODOS	66
2.3.1.- Factor en estudio	66
2.3.2.- Tratamientos	66
2.3.3.- Repeticiones	67
2.3.4.- Unidad experimental	67
2.3.5.- Variables y metodología	67
2.3.5.1.- Análisis del semen vs patrón (tabla predeterminada)	67
2.3.6.- Análisis estadístico	71
2.3.6.1.- Diseño experimental	71
2.3.6.2.- Esquema del ADEVA	71
2.3.6.3.- Pruebas de significación	71
2.4.- Metodología del manejo del experimento	72

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	74
3.1.1.- CONCENTRACIÓN ESPERMÁTICA	75
3.1.1.1.- Primera extracción	75
3.1.1.2.- Octava extracción	77
3.1.1.3.- Décima sexta extracción	79
3.1.1.4.- Vigésima cuarta extracción	81
3.1.2.- VOLUMEN DEL EYACULADO	83
3.1.2.1.- Primera extracción	83
3.1.2.2.- Octava extracción	85
3.1.2.3.- Décima sexta extracción	87
3.1.2.4.- Vigésima cuarta extracción	89
3.1.3.- MOTILIDAD ESPERMÁTICA INDIVIDUAL	91
3.1.3.1.- Primera extracción	91
3.1.3.2.- Octava extracción	93
3.1.3.3.- Décima sexta extracción	95
3.1.3.4.- Vigésima cuarta extracción	97
3.1.4.- MOTILIDAD ESPERMÁTICA EN MASA	98
3.1.4.1.- Primera extracción	98
3.1.4.2.- Octava extracción	100
3.1.4.3.- Décima sexta extracción	102
3.1.4.4.- Vigésima cuarta extracción	104
3.1.5.- PORCENTAJE DE ESPERMATOZOIDES MUERTOS	105
3.1.6.- ANORMALIDADES ESPERMÁTICAS	106
3.1.6.1.- Colas flectadas	106
3.1.6.2.- Colas enrolladas	107
3.1.6.3.- Cabezas sueltas	108

3.1.6.4.- Gota citoplasmática proximal	109
3.2.- CONCLUSIONES	110
3.3.- RECOMENDACIONES	112
BIBLIOGRAFÍA	113
GLOSARIO DE TERMINOS	115
ANEXOS	118
INDICE DE CUADROS	
Cuadro Nº 1.- Calendario de vacunación	47
Cuadro Nº 2.- Grupo I: Selenio mas vitamina E	63
Cuadro Nº 3.- Grupo II: Omegas 3 y 6	63
Cuadro Nº 4.- Grupo III: Probióticos	63
Cuadro Nº 5.- Suministros utilizados en la investigación	65
Cuadro Nº 6.- Tratamientos que fueron evaluados durante la investigación	66
Cuadro Nº 7.- Valores normales de semen de verraco	69
Cuadro Nº 8.- Promedio de valores obtenidos del semen de verraco evaluado, suplementado con selenio y vitamina E	69
Cuadro Nº 9.- Promedio de valores obtenidos del semen de verraco evaluado, suplementado con Omegas 3 y 6	70
Cuadro Nº 10.- Promedio de valores obtenidos del semen de verraco evaluado, suplementado con Probióticos	70
Cuadro Nº 11.- Esquema del ADEVA	71
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
Gráfico Nº 1 Diferencia entre los tratamientos de la variable concentración espermática para la primera extracción.	76
Gráfico Nº 2 Diferencia entre los tratamientos de la variable concentración espermática para la octava extracción.	78
Gráfico Nº 3 Diferencia entre los tratamientos de la variable concentración espermática para la décima sexta extracción.	80

Gráfico № 4: Diferencia entre los tratamientos de la variable concentración espermática para la vigésima cuarta extracción.	82
Gráfico № 5: Diferencia entre los tratamientos de la variable volumen del eyaculado para la primera extracción.	84
Gráfico № 6: Diferencia entre los tratamientos de la variable volumen del eyaculado para la octava extracción.	86
Gráfico № 7: Diferencia entre los tratamientos de la variable volumen del eyaculado para la décima sexta extracción.	88
Gráfico № 8: Diferencia entre los tratamientos de la variable volumen del eyaculado para la vigésima cuarta extracción.	90
Gráfico № 9: Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la primera extracción.	92
Gráfico № 10: Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la octava extracción.	94
Gráfico № 11: Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la décima sexta extracción.	96
Gráfico № 12: Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la vigésima cuarta extracción	97
Gráfico № 13: Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática en masa para la primera extracción.	99
Gráfico № 13: Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática en masa para la octava extracción.	101
Gráfico № 14: Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática en masa para la décima sexta extracción.	103
Gráfico № 15: Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la octava extracción.	104

Gráfico № 16: Diferencia entre los tratamientos de la variable porcentaje de espermatozoides muertos para la primera, octava, decima sexta y vigésima cuarta extracción. 105

Gráfico № 17: Diferencia entre los tratamientos de la variable anomalías espermáticas, colas flectadas, para la primera, octava, decima sexta y vigésima cuarta extracción. 106

Gráfico № 18: Diferencia entre los tratamientos de la variable anomalías espermáticas, cola enrollada, para la primera, octava, decima sexta y vigésima cuarta extracción. 107

Gráfico № 19: Diferencia entre los tratamientos de la variable anomalías espermáticas cabezas sueltas para la primera, octava, decima sexta y vigésima cuarta extracción. 108

Gráfico № 20: Diferencia entre los tratamientos de la variable anomalías espermáticas gota citoplasmática proximal para la primera, octava, decima sexta y vigésima cuarta extracción. 109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla № 1: Análisis de varianza de la variable concentración espermática en la primera extracción. 75

Tabla № 2: Ordenamiento de promedios para la variable concentración espermática en la primera extracción 75

Tabla № 3: Análisis de varianza de la variable concentración espermática en la octava extracción. 77

Tabla № 4: Ordenamiento de promedios para la variable concentración espermática en la octava extracción 77

Tabla № 5: Análisis de varianza de la variable concentración espermática en la décima sexta extracción. 79

Tabla N° 6: Ordenamiento de promedios para la variable concentración espermática en la décima sexta extracción.	79
Tabla N° 7: Análisis de varianza de la variable concentración espermática en la vigésima cuarta extracción.	81
Tabla N° 8: Ordenamiento de promedios para la variable concentración espermática en la vigésima cuarta extracción.	81
Tabla N° 9: Análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la primera extracción.	83
Tabla N° 10: Ordenamiento de promedios para la variable volumen del eyaculado en la primera extracción.	85
Tabla N° 11: Análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la octava extracción.	85
Tabla N° 12: Ordenamiento de promedios para la variable volumen del eyaculado en la octava extracción.	87
Tabla N° 13: Análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la décima sexta extracción.	87
Tabla N° 14: Ordenamiento de promedios para la variable volumen del eyaculado en la décima sexta extracción.	89
Tabla N° 15: Análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la vigésima cuarta extracción.	89
Tabla N° 16: Ordenamiento de promedios para la volumen del eyaculado en la vigésima cuarta extracción.	91
Tabla N° 17: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la primera extracción.	91
Tabla N° 18: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática individual en la primera extracción.	93

Tabla N° 19: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la octava extracción.	93
Tabla N° 20: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática individual en la primera extracción.	93
Tabla N° 21: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la décima primera extracción.	95
Tabla N° 22: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática individual en la décima sexta extracción.	95
Tabla N° 23: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la vigésima cuarta extracción.	97
Tabla N° 24: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la primera extracción.	98
Tabla N° 25: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática en masa en la primera extracción.	98
Tabla N° 26: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la octava extracción.	100
Tabla N° 27: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática en masa en la octava extracción.	100
Tabla N° 28: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la décima primera extracción.	102
Tabla N° 29: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática en masa en la décima sexta extracción.	102
Tabla N° 30: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la vigésima cuarta extracción.	104

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue la suplementación de verracos reproductores con selenio mas vitamina E, omegas 3-6 y probióticos a fin de mejorar la calidad seminal y de saber que suplemento produce un mejor resultado.

La parte experimental se llevó a cabo en las instalaciones de la finca “La Joya”. Se utilizó un Diseño Completamente al Azar con 3 tratamientos y 3 repeticiones, como análisis funcional se utilizó la prueba de Tukey al 5%. Se utilizaron 6 unidades experimentales. Los verracos del T1 recibieron un suplemento diario de 200 mg/kg de alimento de Vitamina E y 0.06 mg/kg de alimento de selenio orgánico. Los verracos del T2 fueron suplementados diariamente con 7 mg/kg de alimento de Ácidos Omegas 3-6 y los verracos del T3 recibieron un suplemento diario de 24,5 mg/kg de alimento de probióticos. Las extracciones se realizaron cada cuarto día con los respectivos espermiogramas.

Las variables evaluadas fueron: Concentración espermática, volumen del eyaculado, pH, motilidad en masa e individual, número de espermatozoides muertos y anomalías espermáticas.

Los resultados obtenidos muestran que la concentración espermática fue el T1, para el volumen espermático fue el T3. Para el pH, las motilidades tanto en masa como individual y número de espermatozoides muertos fueron que no existió una diferencia significativa. El porcentaje de anomalías espermáticas disminuyó en todos los tratamientos

ABSTRACT

The objective of this study was the breeding boars supplementation with selenium plus vitamin E, omegas 3-6 and probiotics in order to improve semen quality and know that extra produce better results.

The experimental part was carried out on the premises of the "La Joya". The experimental design was completely randomized with 3 treatments and 3 repetitions, as functional analysis using the Tukey test at 5%. 6 experimental units were used. The T1 boars received a daily supplement of 200mg/kg of food 0.06mg/kg Vitamin E and organic selenium food. T2 Boars were supplemented daily with food 7mg/kg of omega 3-6 and T3 boars received a daily supplement of 24.5 mg / kg of food probiotics. The extractions were performed every 4 days with the respective spermiograms.

The variables evaluated were: sperm concentration, ejaculate volume, pH, mass and individual motility, sperm count dead and sperm abnormalities.

Results for sperm concentration were T1 for sperm volume was T3. For pH, the motilities both as an individual mass and number of dead sperm were that there was no significant difference. The percentage of sperm abnormalities decreased in all treatments

INTRODUCCION

Dado el desarrollo que está adquiriendo en nuestro país la inseminación artificial en cerdas, es muy importante estudiar los mejoramientos en la nutrición para centros de inseminación, donde la información sobre el efecto del nivel de ácidos omegas 3-6, el porcentaje de selenio, o la fortificación vitamínica-micromineral en la dieta del verraco es escasa.

A nivel del país, existen muy pocos productores de semen de verraco diluido de alta calidad, por lo que se hace necesario optimizar los procesos de producción de semen de verraco diluido en las granjas, que en la actualidad lo realizan.

En las granjas comerciales el verraco reproductor es el animal que menos atención recibe, sin conocer o ponderar la importancia y el impacto que tendría en la producción una baja en su rendimiento. Otro punto a tener en cuenta es la sub-utilización de los machos y su reemplazo a temprana edad, sin poder llegar a la edad promedio de descarte.

Para el proceso biológico reproductivo se debe garantizar un estado nutricional adecuado para la producción de semen de alta calidad.

Una dieta cuantitativa o cualitativamente deficiente más un elevado número de extracciones seminales o montas, puede derivar en una disminución de la producción y calidad seminal así como un descenso de la libido, en consecuencia se necesita un mayor número de inseminaciones o montas para obtener número de camadas más abundantes y menos hembras repetidoras en la explotación porcina.

En la alimentación del verraco reproductor debe haber un predominio de la energía sobre la proteína y donde aplomos, estructura ósea, integridad de las pezuñas, libido, cantidad y calidad de semen, deben ser considerados. Por tanto, la dieta para verracos debe ir fortificada en suplementos como minerales y vitaminas relacionados con estos procesos.

La necesidad de aumentar la producción de semen porcino de calidad para cubrir la necesidad del mercado requiere que el proceso reproductivo se optimice, esto se puede lograr incrementando el porcentaje de fertilidad dentro de la piara obteniendo un mayor número de crías por parto, mediante verracos reproductores que nos provean de semen con alto contenido de espermatozoides viables por colecta para obtener pajuelas o montas que nos aseguren alcanzar nuestros objetivos reproductivos.

Al recolectar el semen debemos realizar un espermiograma que nos permite conocer las características macroscópicas (color, pH, olor, volumen) y microscópicas (motilidad individual y en masa, porcentaje de espermias vivos o muertos y las morfoanormalidades) para determinar la calidad del mismo, y de qué manera se realizarán las diluciones.

Estos aspectos nos darán la pauta para adquirir mayor o menor número de pajuelas ya que con un incremento de la concentración y mejoramiento de las características espermáticas se obtendrán más pajuelas y por ende mejores porcentajes de preñez al poder inseminar a una cerda hasta tres veces en un celo y tener una camada más numerosa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Determinar la variación espermática en verracos reproductores mediante la utilización de suplementos: ácidos omega 3-6 más selenio orgánico y probióticos con vitamina E.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la fisiología de la producción espermática en verracos.
- Evaluar el efecto que tienen los ácidos omegas 3-6 más selenio orgánico y probióticos con vitamina E, en los índices macroscópicos y microscópicos espermáticos de verracos reproductores.
- Identificar los procedimientos de laboratorio que se realizan dentro del espermiograma.

HIPOTESIS

Las hipótesis planteadas para cada una de las variables a evaluar son:

- **Ho:** Mediante la utilización de los suplementos Selenio orgánico más vitamina E, Ácidos omega 3-6y probióticos, las variables espermáticas son iguales a las presentadas en la tabla de valores normales de semen de verraco.
- **Hi:**Mediante la utilización de los suplementos Selenio orgánico más vitamina E, Ácidos omega 3-6 y probióticos, las variables espermáticas son diferentes a las presentadas en la tabla de valores normales de semen de verraco.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.- ANATOMÍA DEL APARATO REPRODUCTOR DEL VERRACO

1.1.- Pene

Es un órgano complejo muy especializado, se origina en la sínfisis isquiática y se prolonga hasta el glande en su extremo libre y distal a la altura de la región umbilical. Rodea la parte terminal de la uretra y cumple funciones tanto para el aparato reproductor como para el urinario. (11) El pene se genera por tubulización y alargamiento de un tubérculo que se desarrolla en el orificio del seno urogenital, esto durante la etapa embrionaria. (5)

El verraco posee un pene fibroelástico que debido a su alto contenido de tejido conjuntivo, tiende a estar firme aun cuando no esté erecto. Tiene una flexura sigmoidea (en forma de S) en el cuerpo del pene. Durante la erección la mayor parte del alargamiento se produce debido a que la flexura sigmoidea se distiende. (11)

La flexura sigmoidea es preescrotal y la parte craneal no tiene glándulas. En el verraco adulto el pene puede llegar a medir de 45 a 60cm de largo y es relativamente delgado. (12)

El órgano masculino de la copula, puede dividirse en tres grandes áreas: glande o extremo libre; cuerpo o parte principal y dos arcos o raíces, que unen al arco isquiático de la pelvis. (3) Las dos raíces peneanas se insertan en la superficie caudal

del arco isquiático a cada lado de la sínfisis. Se unen para formar el cuerpo del pene. Ventral al cuerpo se encuentra la uretra. (3)

El pene se forma por tres cuerpos cavernosos que se ubican alrededor de la uretra peneana o esponjosa:

- a) El cuerpo esponjoso, que rodea a la uretra, se expande y está cubierto por el musculo bulboesponjoso estriado.
- b) El cuerpo cavernoso (tejido eréctil) se origina de un par de raíces en el arco isquiático, están cubiertas por los músculos isquicavernosos. (5) Este está provisto de numerosos espacios, con paredes de tejido conjuntivo elástico, cubiertas por un endotelio, formando un laberinto de amplias celdillas venosas. Aquí desembocan, por un lado, las ramas arteriales, capaces de ocluirse, las cuales se convierten en venas hacia el otro lado. (14)
- c) Una gruesa cubierta, la túnica albugínea, envuelve a los cuerpos cavernosos. (5)

El cuerpo del pene esta retorcido sobre su eje longitudinal casi una vuelta en sentido contrario al de las agujas del reloj cuando se mira desde una porción distal. El sentido de este giro es el mismo que presenta la corta espiral en forma de sacacorchos de la parte libre del pene. (2)

El músculo retractor del pene se origina del tercero y cuarto segmentos sacrales; sus dos partes van caudalmente y un poco ventralmente, a cada lado del recto, llegan al periné, donde alcanzan la superficie uretral del pene; terminan en la curva ventral del asa sigmoidea del pene. (12) Los músculos retractores del pene en los porcinos controlan la longitud peneana por la acción que ejercen sobre la curvatura sigmoidea. (5)

1.1.1.- Prepucio

El pene está cubierto externamente por piel, que es fina y desplazable. Se convierte en mucosa en la cara interna del prepucio, la cual también cubre a la extremidad libre del pene. (14)

Contiene numerosos ganglios linfáticos, el mayor de los cuales se halla en el fondo. (12) El prepucio es un pliegue invaginado que tiene una abertura en la pared dorsal con respecto al orificio prepucial, la cual origina un divertículo ciego.

El divertículo está parcialmente dividido por un tabique en partes derecha e izquierda. En este se acumulan sustancias urinarias en descomposición y residuos epiteliales (>100ml) que originan el olor característico del verraco (11).

Además de producir el olor característico del verraco este líquido contiene una feromona que estimula a las cerdas en celo a adoptar la postura de inmovilidad necesaria para que se lleve a cabo la copula.

Esta sustancia es elaborada también por las glándulas salivales y se encuentran en el aliento del verraco. (2) En porcinos, el orificio del prepucio es controlado por el músculo craneal del prepucio; también puede estar presente un músculo caudal. (5)

1.1.2.- Uretra

Presenta una parte pelviana muy larga (de 15 a 20cm en el adulto) cubierta con las partes diseminadas de la próstata por un grueso músculo uretral, excepto dorsalmente, donde existe una capa fibrosa densa. Rodeando la mucosa existe un plexo venoso. (12)

El conducto deferente desemboca en la uretra a nivel del cuello de la vejiga. (14)

1.2.- Testículo

Los testículos del verraco están localizados en la región inguinal más cerca del ano en comparación de otras especies; son grandes y están inclinados varios grados hacia

abajo de tal manera que la extremidad craneal es más baja que la caudal. Presentan dos caras, dos bordes y dos extremidades. Las dos caras son lisas; el borde libre es ventral y convexo. (11)

Cada testículo se encarga de la formación de espermatozoides y de la producción de la hormona masculina, testosterona.

En el interior de los tubos seminíferos microscópicos se forman los espermatozoides y la testosterona se produce en las células intersticiales que se encuentran entre estos túbulos. (11)

Cada testículo consta de una masa de túbulos seminíferos, y varios tabiques fibrosos o trabéculas, que sostiene los túbulos. Estas trabéculas se unen en el centro de la glándula para formar un cordón fibroso llamado mediastino testicular. (3)

La red de testis consiste en conductos que se anastomosan en el mediastino testicular. Estos conductos se interponen entre los túbulos seminíferos y los conductillos eferentes que se unen al conducto epididimario en la cabeza del epidídimo. (3)

Las células de Leyding, se asientan en el tejido conectivo entre los túbulos seminíferos (3), estas secretan hormonas masculinas en las venas testiculares y los vasos linfáticos. (5)

Las células de Sertoli se mezclan entre sí y se encapsulan para formar espermátides y sus precursores. Estas células propician el desarrollo de las células sexuales masculinas y transforman testosterona en estrógeno por influencia de la hormona foliculoestimulante. (3). El número de células de Sertoli no aumenta una vez que ha alcanzado la pubertad. Ello puede limitar la espermiogénesis. La producción de espermatozoides aumenta con la edad en periodo pos puberal. (5) La irrigación de los testículos está a cargo de la arteria espermática, que mide alrededor de unos 150 cm de largo en los adultos, rama de la aorta que desciende por el cordón espermático. Los vasos linfáticos siguen en general el trayecto de las venas y penetran en los ganglios linfáticos lumbares.

Los nervios se derivan de los plexos renales y mesentéricos posteriores, del sistema simpático formando los plexos espermáticos alrededor de los vasos. (7)

1.2.1.- Escroto

Es una bolsa de piel fina, plegable y casi sin pelo que en tamaño, forma y situación se adapta a los testículos con una capa fibroelástica profunda y una capa muscular llamada dartos, está situado subanalmente, en los verracos no son pendulosos, es rica en glándulas sudoríparas adrenérgicas. (5)

La piel escrotal y el dartos forman un órgano termorregulador para el testículo, en ambientes muy fríos, (que afectan negativamente la calidad del espermatozoide) el dartos se contrae y empuja al testículo hacia el anillo inguinal con el consiguiente arrugamiento del fondo del escroto. En ambientes templados el dartos se relaja y deja al testículo en completa libertad dentro del escroto. (4)

En el escroto, la temperatura es menor en relación con la normal del cuerpo, lo que proporciona un ambiente más favorable para la función espermatogénica de los testículos. (3)

1.2.2.- Epidídimo y conducto deferente

El epidídimo consta de cabeza, cuello y cola, que se componen de un túbulo único, enrollado, que empieza con la unión de los vasos eferentes en la cabeza y se continúa con el conducto deferente en la otra extremidad. El túbulo está tapizado por un epitelio cilíndrico simple, alto, ciliado, que está rodeado por tejido conectivo que contiene algunas células musculares lisas.

Más de doce conductos eferentes perforan la albugínea y van a la cabeza del epidídimo (formados por la confluencia de los túbulos seminíferos). Los canalículos seminales desembocan en la red testicular, de la cual parte el epidídimo, provisto de gran número de inflexiones.

El epidídimo es el depósito de las células germinales. En él toma su origen el conducto deferente, un canal musculomembranosos, que forma el cordón espermático junto a los vasos y nervios testiculares y que se encuentra revestido por el peritoneo. La pared muscular es muy poderosa y su función radica en impulsar los espermatozoides a través de la uretra hacia la vagina de la hembra en el acto de la cubrición. (14)

La cabeza del epidídimo esta aplicada al mismo polo del testículo por donde penetran los vasos y nervios. El cuerpo se prolonga paralelamente al eje mayor del testículo, en tanto que la cola del epidídimo se continúa con el conducto deferente, el cual regresa por el cuerpo del epidídimo hasta la región de la cabeza, donde entra al cordón espermático. (3)

La longitud del conducto epididimario en el verraco es de 54 m, ya que el verraco tiene sus testículos grandes. (5)

El transporte de espermatozoides por el epidídimo requiere de 9 a 13 días. La maduración de los espermatozoides ocurre durante el tránsito por el epidídimo; la motilidad aumenta a medida que aquellos entren en el cuerpo de este; el ambiente de las células espermáticas en la cola del epidídimo proporciona factores que favorecen la capacidad fecundante; cuando se encuentran en esta región tienen mayor fecundidad que los del cuerpo epididimario. (5)

Los espermatozoides almacenados en el epidídimo conservan capacidad fecundante por varias semanas; la cola de esta estructura es el principal órgano de almacenamiento, contiene alrededor del 75% de células espermáticas alojadas en el epidídimo. La capacidad especial de la cola de almacenar espermatozoides depende de las temperaturas relativamente bajas del escroto y de la actividad de la hormona sexual del macho. (5)

1.2.2.1.- Conducto eferente.-Es un tubo muscular liso bien desarrollado que, en el momento de la eyaculación, impulsa los espermatozoides desde el epidídimo hacia el conducto eyaculador de la uretra prostática. (3)El conducto deferente sale de la cola del epidídimo, atraviesa el conducto inguinal como parte del cordón espermático y

del anillo inguinal interno se dirige bruscamente en dirección caudal, separándose de los vasos y nervios del cordón.(5)

1.2.3.- Glándulas sexuales accesorias

Las glándulas sexuales accesorias poseen una capsula de tejido conectivo bien desarrollada y septos interiores ricos en musculatura lisa. Esta musculatura tiene innervación vegetativa y presiona hacia afuera, durante la eyaculación, la secreción estas glándulas.

La secreción, que se denomina líquido seminal, es rica en fructosa y citrato, desencadena el movimiento de los espermatozoides sirviéndoles como medio de transporte, como elemento nutritivo y al mismo tiempo como solución tampón frente al medio ácido de la vagina. La formación de esta secreción es influida positivamente por la testosterona.

El tamaño de las glándulas sexuales accesorias está relacionado con la alta cantidad del eyaculado producido por el cerdo, que es por término medio, de unos 200ml (pero puede llegar a litro en unos animales) sin embargo, las glándulas vesiculares producen solo el 15 al 20% y las bulbouretrales del 10 al 25% del eyaculado. La mayor parte de líquido (55 a 75%) es producido por la próstata y las glándulas uretrales. El componente seminal del eyaculado es del 2 al 5% (2)

1.2.3.1- Glándulas vesiculares.-Son dos masas piramidales que cubren la parte caudal de la vejiga y el uréter, el conducto deferente, el cuerpo de la próstata, la parte craneal de la uretra y las glándulas bulbouretrales. Son de color pálido de estructura lobular y glandular y están dentro de una cápsula de tejido fibroso muy delgada. (12)

Estas desembocan en común con los conductos deferentes por medio de los conductos eyaculadores en la uretra pélvica, inmediatamente después del cuello vesical. (3) Se encuentran en la porción lateral con relación a las porciones terminales de cada conducto deferente (5); solo sus extremos caudales se encuentran en la cavidad pelviana mientras que la mayor parte se proyecta a la cavidad abdominal más allá del cuello de la vejiga, donde se incluyen en el pliegue genital. (2)

El producto de su secreción es un líquido gelatinoso blanco, turbio y contiene una cantidad alta de ácido cítrico y fructosa, no tiene reacción ácida. En el verraco adulto mide de 12 a 15cm de largo, 5 a 8 cm de ancho y 4 a 5 cm de grueso; pesan entre 170 y 225gr cada una. Tienen una estructura tubular ramificada y se dividen en lóbulos. (12)

1.2.3.2.- Glándula prostática.-Es una glándula impar, pero posee dos filas de orificios, una a cada lado de los conductos eyaculadores, a través de los cuales emite su secreción hacia la uretra. Las fibras nerviosas secretoras para la próstata provienen del hipogástrico, mientras que las fibras motoras se reciben del hipogástrico. La parte externa se diferencia fácilmente por su coloración amarillenta. (12)

Esta glándula rodea más o menos a la uretra pélvica. Es difusa y se extiende a lo largo de la uretra bajo la protección de los músculos uretrales (3), una parte externa lobulada claramente distinta del resto de la próstata de encuentra fuera del grueso músculo uretral.El cuerpo mide 2,5cm de ancho y está oculto por las glándulas vesiculares. (12)La secreción prostática es blanca, alcalina y da al semen su olor característico. (3)

1.2.3.3.- Glándulas bulbouretrales o de Cowper.-Son órganos pares muy grandes y densos de forma cilíndrica, con superficie lobulada y están situadas a ambos lados, a lo largo de todo el suelo de la pelvis, inmediatamente craneales al arco isquiático, pero caudales con respecto a las otras glándulas accesorias. (3) Están cubiertas por una capa de musculo estriado bulboglandular que facilita su evacuación. (11)

Son glándulas largas y pueden llegar a contactar cranealmente con las glándulas vesiculares. (2) Pueden alcanzar un diámetro de 3.5 cm, aportan el componente gelatinoso del semen (5) y vierten también una secreción viscosa en la parte posterior de la uretra pelviana para limpiarla como preparación del paso de los espermatozoides. Esta secreción es muy viscosa y en el aparato genital de la cerda reacciona con la secreción acuosa de las vesículas seminales para formar una sustancia parecida a la gelatina. (4)

En los verracos grandes miden aproximadamente 12cm de longitud y de 2,5 a 3 cm de ancho. (12) Los extremos caudales se identifican sin dificultad por exploración rectal. (2)

2.- FISIOLÓGÍA REPRODUCTIVA DEL VERRACO

2.1.- Generalidades

El hipotálamo funciona como interconexión entre el sistema nervioso y el endocrino este desempeña una función importante en la regulación hormonal de la reproducción (5)

La actividad reproductiva normal del macho comprende la producción de semen conteniendo espermatozoides en número adecuado, junto con el deseo (libido) y capacidad para la monta. Estas funciones sexuales están bajo un control intrínseco hormonal y del sistema nervioso central.

A la pubertad, de los 40 a los 250 días de edad, el peso de los testículos aumenta notablemente de 6 a 120 gr. las concentraciones de testosterona en plasma periférico se elevan a medida que avanza el desarrollo puberal y disminuye cerca de la madurez.

2.2.- Fisiología del testículo

El macho ha llegado a la pubertad cuando es capaz de liberar gametos y mostrar un comportamiento sexual. El inicio de la pubertad está regulado por la madurez del eje hipotalámico-adenohipofisario más que por la incapacidad de la hipófisis para producir gonadotropinas. (5)

Los machos pre púberes secretan testosterona progresivamente en respuesta a la estimulación de gonadotropinas. Cada pulso de LH es seguido a intervalos de 1 hora por una elevación transitoria en la secreción de testosterona.

Conforme la pubertad avanza, el incremento de testosterona, 6.70+- 0.70ng/dl en la sangre causa un descenso en la secreción de gonadotropinas mediante un efecto de retroalimentación negativa. (5) Por lo tanto las funciones del testículo son espermatogénica y endocrinas y están bajo el control del hipotálamo e hipófisis, que existe una estrecha relación entre ellas. (12)

2.2.1.- Testosterona

Químicamente, la testosterona es un esteroide C19 con un grupo –OH en la posición 17, estrechamente relacionado con la progesterona y es excretada como androsterona. El deseo sexual depende de esta hormona. (4) La principal fuente de esteroides testiculares la constituyen las células de Leyding (15), las células de Sertoli también producen esteroides, pero a partir de sustancias precursoras.

- **Formación:** El colesterol libre citoplasmático alcanza la mitocondria de las células intersticiales y la cadena lateral es escindida en dos pasos para reducir el tamaño de 27 a 19 carbonos y el anillo A del esteroide se oxida a la configuración Δ^4_3 ceto.

La reacción inicial es la escisión de la cadena lateral del colesterol, por la enzima 20-22 desmolasa en las mitocondrias y formar la pregnolona. La pregnolona se convierte en testosterona por la vía Δ^5 la pregnolona es hidroxilada en la posición 17 y luego sujeta a una segunda escisión de la cadena lateral por una 17-20 desmolasa, formando la dehidroepiandrosterona, un 17 cetoesteroide, que tiene la unión no saturada entre el carbono 5 y 6 del anillo A, convertida posteriormente en testosterona.

Las funciones de la testosterona son:

- Estimular el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y el funcionamiento de las glándulas accesorias.
- Estimular la erección y la eyaculación.

- Estimular el crecimiento corporal.
- Actúa en las etapas de la espermatogénesis que corresponden al inicio y la terminación de la división meiótica.
- Estimula o inhibe la secreción de LH mediante un mecanismo de retroalimentación.
- Induce la formación de la feromona, sustancia que da el olor característico a la carne del verraco. (15)

La copula, la exposición a una hembra en celo o la presencia de un macho agresivo producen una brusca elevación del nivel de corticoesteroides en el plasma y por ende el aumento inmediato del nivel de testosterona. (15)

2.2.2.- FSH

Actúa en las células germinales de los túbulos seminíferos de los testículos y es responsable del espermatogénesis hasta el estado de espermatocito secundario (actividad mitótica); posteriormente, andrógenos de los testículos apoyan las etapas finales de la espermatogénesis. (5)

2.2.3.- LH

Estimula las células de Leyding para que produzcan andrógenos a su vez, el nivel circulante de andrógenos regula la producción de LH por medio de un mecanismo de retroalimentación negativa sobre el hipotálamo y la hipófisis. (15) El nivel de oxitocina aumentan durante la colección de semen, estos cambios se asocian a la excitación.

2.3.- Espermatogénesis

Las espermiogonias se derivan de células sexuales primitivas, estas se transforman en células sexuales maduras por divisiones sucesivas en el comienzo de la madurez sexual. (14)

La espermatogénesis se puede dividir en dos fases. La primera es la espermatocitogénesis, en la que suceden una serie de divisiones en las cuales la espermatogonia forma las espermatídes. La segunda es la espermatogénesis, la fase en la que las espermatídes sufren metamorfosis para formar al espermatozoide. El proceso completo se efectúa aproximadamente en 7 semanas (49 días). Conforme se desarrolla la espermatogénesis, los gametos en evolución van desde la membrana basal de los túbulos seminíferos hasta el lumen.

2.3.1.- Espermatocitogénesis

Los túbulos seminíferos poseen dos tipos de células. Las células de Sertoli, son grandes y sirven como células nutricionales. Los espermatogonios son las células más pequeñas pero más numerosas, y son los gametos primitivos. Los espermatocitos de primer orden, son diploides, o sea, tienen completos sus cromosomas, como las células somáticas.

Durante la siguiente mitosis de reducción se separan nuevamente los pares de cromosomas, emigrando cada uno de los que forman dichos pares hacia los polos del huso. Estos no se parten en cromosomas hijos, sino que los paternos se separan de los homólogos maternos y cada uno de estos dos grupos se distribuye en una célula hija (14), uno con el cromosoma X y el otro con el cromosoma Y. (4) Con ello se ha reducido a la mitad el número de cromosomas. El resultado son células hijas haploides (espermátocitos de segundo orden).

La segunda división de maduración es la mitosis ecuacional. De cada espermátocito de primer orden derivan, por tanto, cuatro células haploides (espermátidas). Estas conservan aun el carácter normal como tales células.

2.3.2.- Espermiogénesis

En esta fase las espermatídes se adhieren a las células de Sertoli. Cada espermatogonio sufre una metamorfosis (cambio en la morfología) formando un espermatozoide. Durante la metamorfosis, el material nuclear se vuelve compacto en una parte de la célula formando la cabeza del espermatozoide, (6) el centrosoma forma parte del segmento central y el protoplasma de lugar a la cola (14).

El acrosoma es una capa alrededor de la cabeza del espermatozoide y formará a partir del aparato de Golgi de la espermatíde, el citoplasma de la espermatíde se pierde durante la formación de la cola.

El espermatozoide recién formado se liberará de la célula de Sertoli y será forzado a salir a través del lumen de los túbulos seminíferos hacia la red de testis. Los espermatozoides son células que no poseen citoplasma, y después de su maduración tienen la capacidad de ser progresivamente más móviles. La espermatogénesis se completa de 15 a 17 días. (6)

Los espermatozoides maduros son células alargadas consistentes, con una cabeza aplanada portadora del núcleo y una cola que contiene el aparato necesario para la motilidad celular. (5) La hormona folículo estimulante es necesaria para la espermatogénesis, mientras que la hormona luteinizante estimula a las células intersticiales del testículo para que segreguen testosterona. Como resultado de la espermatogénesis aparecerán dos espermatozoides genéticamente diferentes, unos llevarán el cromosoma X y otros el Y, lo que constituye la base de la determinación del sexo. (4)

Estos alcanzan luego su capacidad de fecundación en el epidídimo, donde permanecen almacenados. (14) En cada túbulo la actividad espermatogénica puede variar en momentos a lo largo de su longitud. El epitelio seminal es muy sensible a las influencias tóxicas, la espermatogénesis cesa inmediatamente cuando se expone a malas condiciones. (4)

Durante la espermatogénesis cada espermatozoide expulsa una gota de protoplasma que sirve para favorecer la unión de la cabeza y el cuerpo del espermatozoide. (4)

Cuando los espermatozoides atraviesan el epidídimo se nutren de sus secreciones y obtienen una cubierta lipídica protectora. Su actividad se incrementa lentamente y su fertilidad mejora a medida que se alejan del testículo. La cola del epidídimo es el lugar principal para la conservación y almacenamiento de los espermatozoides.

El tiempo que tardan los espermatozoides en atravesar el epidídimo varía de 4 a 12 días y su vida media efectiva es de aproximadamente 40 días. Las contracciones peristálticas del epidídimo son las principales responsables del movimiento de los espermatozoides a través de él.

Las funciones secretoras y motoras del epidídimo dependen de la testosterona, pero la oxitocina también puede influir sobre la motilidad del sistema conductor eferente. (4)

2.3.3.- Control hormonal de la espermatogénesis

La función de la LH en la regulación de la espermatogénesis es indirecta, ya que ésta estimula la liberación de testosterona. La testosterona 6.70 ng/dly la FSH actúan en los túbulos seminíferos estimulando la espermatogénesis. La testosterona es necesaria en ciertas etapas de la espermatogénesis, y es más dominante en la regulación de estos procesos.

La FSH es más dominante en la regulación de la espermiogénesis. Tanto la testosterona como la FSH ejercen una influencia directa a través de las células germinales, indirectamente a través de las células de Sertoli.

La FSH estimula a las células de Sertoli para secretar a la proteína andrógena de fijación (PAF) y la inhibina. La (PAF) es simplemente un transportador para la testosterona, facilitando su disponibilidad durante la espermatogénesis en los túbulos seminíferos y transportándola a través de la red de testis hacia el epidídimo. La (PAF) se absorbe en el epidídimo.

Los controles de retroalimentación que operan entre los testículos, hipotálamo e hipófisis anterior en la regulación de la liberación de gonadotropinas (FSH y LH) y

esteroides gonadales (testosterona). La ($PG_{2\alpha}$) estimula la liberación de LH y de testosterona. (6)

2.4.- Erección

La erección del miembro se produce cuando empieza la excitación sexual. (14) Para que tenga lugar la penetración es necesario que el pene aumente de tamaño y se endurezca. (4) Esto se debe a la penetración de más sangre por los troncos arteriales que da salida por los venosos; el exceso hace aumentar el tamaño del órgano y lo vuelve turgente.

El verraco está provisto del ángulo sigmoideo y tiene más proporción de tejido conectivo que de eréctil, además de ser la cápsula envolvente tan recia que no deja expandirse al miembro; la erección se trata más de un alargamiento al enderezarse el ángulo que posee el pene. (3)

El enderezamiento del pene es causado por el músculo isquiocavernoso, este bombea sangre desde los espacios cavernosos de las raíces hacia el resto del cuerpo cavernoso del pene, (5) incrementando la longitud del pene a un 25% aproximadamente y un aumento de su diámetro en un 20% aproximadamente.

La torsión longitudinal aumenta hasta 6 vueltas, mientras que la porción espiral en forma de saca corchos de la parte libre se hace más pronunciada. (2)

2.5.- Emisión y eyaculación

La emisión consiste en el paso del líquido espermático a lo largo del conducto deferente hacia la uretra pélvica, donde se mezcla con secreciones de las glándulas accesorias. La emisión es realizada por músculos lisos, bajo el control del sistema nervioso autónomo. (5)

Se acompaña de contracciones de la cola del epidídimo y del conducto deferente, lo cual aumenta la tasa de flujo. Las contracciones musculares de la pared del conducto

son controladas por nervios autónomos simpáticos del plexo pélvico que provienen de los nervios hipogástricos. (5)

Durante el coito tiene lugar los movimientos de giro del pene hacia adelante y hacia atrás, que son producidos por la contracción y relajación alternativa del músculo retractor del pene, que tiene la particularidad de fijarse de manera simétrica distalmente a la flexura sigmoidea. (2)

La eyaculación en todas las especies constituye la expulsión forzada del semen, el cual está dado por un reflejo por el que se contraen y se vacían el epidídimo, la uretra y las glándulas sexuales accesorias del macho. (Moreno 2000)

Los verracos expulsan grandes cantidades de espermatozoides en cada eyaculado y agotan con mayor rapidez sus reservas epididimarias. El volumen total de esperma emitido es de 250ml aproximadamente y está compuesto de 3 fracciones. (5)

a) Preespermática.- Constituida por las secreciones de la próstata, vesícula seminal y algunos grumos procedentes de la glándula de Cowper. Estos grumos, de textura gelatinosa, reciben comúnmente el nombre de “tapioca”, y cumplen la función de tapón del cuello uterino impidiendo el retroceso. Esta fracción es prácticamente transparente sin espermatozoides y con un volumen de 10 a 35ml (Rillo 1995).

b) Espermática o rica en espermatozoides.- Constituida por espermatozoides y secreciones de las vesículas seminales y de la próstata, contiene gran concentración de espermatozoides. Tiene un color blanco-lechoso y su volumen oscila entre 50-150ml. El volumen es variable dependiendo de los factores que influyan en la producción espermática (raza, edad, nutrición, ritmo, método de recogida, etc.) (Castellanos, 1992).

c) Postespermática o pobre en espermatozoides.- Constituida principalmente de secreciones de la próstata y glándula de Cowper, pobre en espermatozoides, de color blanquecino transparente, con grumos gelatinosos a lo largo de su emisión, con volumen aproximado de 200 mm³. (Rivera 1997). La eyaculación se completa de 5-10

minutos, con una media de 8 minutos. Un verraco da en 6 minutos cerca de 300 ml de esperma conteniendo 95×10^9 espermatozoides. (Rivera 1997)

3.- COLECTA Y EVALUACIÓN DEL SEMEN

La recolección de esperma constituye una premisa fundamental en la metodología de la inseminación artificial. (Pérez y Pérez, 1990) Para ello se requiere programar a los machos a intervalos óptimos, prepararlos sexualmente y aplicar técnicas correctas. (5)

Los verracos deben examinarse para comprobar su potencial reproductor antes de su introducción en la explotación, una evaluación del potencial reproductor debe incluir un historial, una exploración física (incluyendo examen genital), una evaluación del semen y del comportamiento sexual. (KatrinHinrichs, 2007)

La variación en la capacidad productora de esperma de los verracos está relacionada con el tamaño de los testículos. La concentración espermática se puede aumentar de forma significativa permitiendo al verraco realizar una falsa monta y después confinándolo durante dos minutos antes de la recogida de semen. (4)

3.1.- Técnicas de colecta de semen

3.1.1.- Preparación del verraco previa a la colecta

Para la recolección es necesario llevar al verraco al área de monta. Antes de la extracción manual de semen a un verraco se debe preparar el prepucio, el mismo que es una fuente de contaminación, es necesario limpiarlo, masajeándolo cuidadosamente, con clorhexidina lo que ayuda al mismo tiempo a estimular al verraco.

Para evitar hacerlo con la mano se pueden utilizar 2 guantes puestos uno sobre otro, retirando el primero tras esta etapa de limpieza del prepucio para que el otro guante esté limpio durante la recogida.

La colección de semen podrá ser realizada por cualquiera de los métodos disponibles: manual, vagina artificial o electro eyaculación. En los animales entrenados a eyacular sobre el potro o maniquí, la técnica manual es la más recomendada. El electro eyaculación a pesar de ser un método que no evalúa la libido, es una técnica útil en los casos que el macho está incapacitado para realizar la monta. (1)

El principal requisito durante la eyaculación del verraco es la presión que ejerce el cuello uterino de la cerda sobre la zona espiral del pene. Esto puede ser fácilmente simulado por presión manual en el pene en protrusión. El verraco es mucho más sensible al calor de la vagina artificial, pero es esencial una presión adecuada. Este método simple de recogida manual ha reemplazado el uso de vagina artificial. (4)

Cuando el macho monta y realiza los movimientos característicos. La presión de la vagina artificial o de la mano va aumentando, pero decrece después de forma gradual cuando comienza la eyaculación.

El eyaculado pasa a través del embudo que contiene una gasa de algodón la cual retiene el gel y permite que el líquido pase hacia el fondo de un termo.

Hacia el final de la eyaculación el verraco comienza otra vez con movimientos para liberar la fracción final del semen. (4) Los verracos deberán ser protegidos de temperaturas superiores a 31°C y la recogida se realizará cada 4 o 5 días. (Reed, 1982)

3.1.2.- Técnicas de recolección manual

Debe tenerse especial cuidado, cuando se usa la técnica de recogida con la mano enguantada, de no utilizar espermicidas químicos para la esterilización o lubricación del guante. Los guantes quirúrgicos a menudo no son útiles para este fin debido a la presencia de este tipo de contaminantes. Debe prestarse especial atención a la temperatura del receptáculo y a la contaminación microbiana ambiental del semen.(13)

Se lleva al verraco hacia la cerda maniquí en el área de recolección, que no debe tener superficie resbalosa (recubierta con viruta, aserrín o forrada con caucho perforado). El maniquí se estabiliza fijando al piso a lo pared.

Un vez que el macho ha montado con éxito al maniquí, comienza a realizar movimientos de empuje. Si es posible, el líquido prepucial que se retiene en el prepucio debe eliminarse y el prepucio se seca con una toalla de papel.

Esperar que el pene salga del prepucio mientras el verraco se excita sobre el potro, y poner la mano en contacto con el pene dejándola resbalar sin apretar, para acostumbrar al verraco al contacto. (5)

Cuando el verraco se encuentra bien instalado sobre el potro y el pene sobresale bien del prepucio, apretar la extremidad del pene bloqueando con los dedos las espirales, pero teniendo cuidado de dejar sobrepasar la punta fuera de la mano. Continuar hasta la prolongación del pene que precede a la eyaculación.

La presión es el estímulo mediante el cual el cerdo eyacula, y esta presión varía (desde ligera a dura) según cada animal. Se debe saber identificar las diferentes fracciones de eyaculado y tener cuidado para recolectar la fracción rica en espermatozoides. (5)

Empieza la eyaculación y se debe seguir apretando bien la extremidad del pene aplicando una presión discontinua para estimular al verraco. La recogida tiene una duración variable según el tipo de verraco y oscila entre los 5 a 15 minutos. Es muy importante observar bien el semen para poder definir de forma óptima las diferentes fases.

Los primeros chorros (10 a 15 ml) corresponden a un líquido procedente de las glándulas accesorias, a menudo contaminado ya que enjuaga las vías genitales en particular en su parte terminal (pene).

La fracción rica cuyo volumen varía entre los 50 a 150ml con un color blanco lechoso y es la que generalmente inicia la eyaculación. La fracción pobre con un volumen que

puede alcanzar los 200-300 ml y que procede esencialmente de la secreción de las glándulas accesorias (próstata, vesículas seminales).

3.2.- Espermiograma

Las pruebas estandarizadas que se usan para evaluar el semen de verraco son la motilidad espermática, morfología, concentración y número total.

El eyaculado debe protegerse de los cambios de temperatura, presión osmótica y pH durante su manejo y análisis. Todo el equipo y los materiales que entran en contacto con el semen deben calentarse de 35-39°C. La motilidad seminal debe evaluarse tan pronto como sea posible tras la recogida. (D. Bruce , 2007)

3.2.1.- Morfología del espermatozoide

Los principales componentes químicos de los espermatozoides son ácidos nucleicos, proteínas y lípidos. Un tercio del peso seco de una célula espermática corresponde al núcleo. La cromatina nuclear está constituida por proporciones de DNA y proteína.

El casquete acrosómico contiene una variedad de enzimas. Los espermatozoides son ricos en fósforo, nitrógeno y azufre. La mayor parte del fósforo está asociada al DNA, mientras que el azufre se deriva de proteínas nucleares básicas y de los componentes queratínicos de la cola. (5)

El espermatozoide entero está cubierto por el plasmolema o membrana plasmática. El acrosoma, o casquete acrosómico, es una estructura de doble pared situada entre la membrana plasmática y la porción anterior de la cabeza del espermatozoide. Un cuello une la cabeza al espermatozoide con su cola (flagelo), la cual a su vez se subdivide en segmentos medio, principal y caudal o terminal. (5)

3.2.1.1.- Cabeza.-la característica principal de la cabeza del espermatozoide es el núcleo aplanado oval, que contiene cromatina muy compacta. La cromatina condensada consiste en un complejo formado por el ácido desoxirribonucleico (DNA)

y una clase especial de proteínas básicas llamadas protaminas espermáticas. Su número cromosómico y el contenido de (DNA) nucleares haploide. (5)

3.2.1.1.- Acrosoma.-El extremo anterior del núcleo espermático está cubierto por el acrosoma, un delgado saco membranoso de doble capa ubicado sobre el núcleo y que se establece durante las últimas etapas de la formación del espermatozoide. Esta estructura en forma de casquete, que contiene acrosina, hialuronidasa y otras enzimas hidrolíticas, participan en el proceso de la fecundación. (5)

3.2.1.3.- Cola.-Está formada por el cuello y los segmentos medio, principal y caudal. El cuello o segmento conector forma una placa basal que embona en una depresión en el extremo posterior del núcleo. La placa basal del cuello es continua en sentido posterior, y tiene nueve fibras grasas que se proyectan hacia atrás a través de la mayor parte de la cola.

La región de la cola comprendida entre el cuello y el anillo citoplásmico es el segmento medio. El centro de este segmento medio, junto con toda la longitud de la cola, comprende el axonema.

El axonema, como tal, se compone de 9 partes de microtúbulos dispuestos radialmente alrededor de dos filamentos centrales. El axonema y las fibras densas asociadas del segmento medio están cubiertas de manera periférica por numerosas mitocondrias. La vaina mitocondrial es la fuente de energía necesaria para la motilidad espermática.

El segmento caudal o terminal contiene solo el axonema central cubierta por la membrana plasmática. El axonema es el que da la motilidad al espermatozoide. (5)

3.3.- Características macroscópicas del semen

3.3.1.- Volumen

Se cuantifica en ml. Para realizar su medida se utilizan probetas graduadas o una balanza digital. Se considera que 1gr = 1ml (Kubus, 1999) la fracción espermática que debe colectarse normalmente alcanza volúmenes de 80 a 150ml. (Pic, 1996)

3.3.2.- Color

El color normal es blanco cremoso a un blanco lechoso, pero en todo caso su apariencia ha de ser opaca, lo que indica una gran concentración de espermatozoides. (Rivera, 1997) Se considera colores anormales al amarillo, rosado, rojizo, rojo, café, lo cual es indicativo de problemas inflamatorios del sistema genital y/o urinario. (Pic, 1996)

3.3.3.- Olor

El semen de verraco es *sui generis* y se caracteriza por estar afectado ligeramente por feromonas del aparato genital. (Camacho, 2000) La aparición de olores anómalos, semejantes a orina o amoníaco, puede ser debido a alteraciones patológicas del aparato genital o a la mezcla del semen con orina, durante la eyaculación. (Kubus, 1999)

3.3.4.- Viscosidad

Varía según las glándulas genitales de donde proviene la secreción y de si estas poseen contenido en espermatozoides. Dentro de la fracción no gelatinosa, la viscosidad es proporcional a la concentración de espermatozoides. (Rivera, 1997)

3.3.5.- pH

Las muestras de semen fresco de verraco fértil tiene un pH débilmente ácido y cuando se incuban el pH baja todavía más. Las muestras concentradas con una excelente motilidad tienden a tener valores muy bajos. Sin embargo, muestras muy diluidas tienen valores altos. Los valores excesivamente altos pueden evidenciar procesos inflamatorios. (4)

Un pH aproximado de 7 (6.9 a 7.5) cae en límite de actividad óptima de la mayoría de las enzimas del espermatozoide. Por lo tanto, si se mantiene un pH neutro (7.0) se espera una tasa metabólica elevada. Si el pH del semen se desvía hacia la alcalinidad o hacia la acidez, se reducirá el índice metabólico.

El aspecto práctico de la alteración del pH del semen para reducir su tasa metabólica es limitado por el estrecho margen en el que el pH se puede alterar sin reducir permanentemente la actividad del semen. La investigación en esta área establece la importancia de diluir el semen en un medio amortiguado que resista los cambios de pH, de manera que se pueda mantener la vida máxima fértil del semen. (6)

3.3.6.- Temperatura

A medida que la temperatura del semen aumenta, la tasa metabólica también aumenta y su periodo de vida también disminuye. Cuando la temperatura se eleva más de 50 °C, los espermatozoides sufren una pérdida irreversible de su motilidad. Si se les mantiene a temperatura corporal, los espermatozoides solo vivirán por unas pocas horas, debido a un agotamiento de los substratos energéticos, a una caída del pH debida a la acumulación del ácido láctico o debido a una combinación de ambos factores.

Una reducción de la temperatura del semen reducirá su tasa metabólica. Si se toman medidas para proteger al semen de un choque de frío y muerte por congelación, se aumentará la vida fértil del semen. (6)

3.4.- Características microscópicas del semen

3.4.1.- Valoración del semen puro

Trata de clasificar el vigor de la formación de olas y remolinos (9), además del comportamiento de los espermatozoides en su propio líquido de las glándulas accesorias. Las concentraciones espermáticas elevadas pueden dificultar la medición

de la motilidad en semen puro, limitación que se soluciona con la dilución de una cantidad pequeña de semen en un diluyente de buena calidad. (5)

Los parámetros de motilidad incluyen:

- Porcentaje de espermatozoides en movimiento (lo normal es de 70 a 90%)
- Porcentaje de espermatozoides con motilidad progresiva (movimiento hacia delante sobre 70%)
- Velocidad espermática (con base a una escala arbitraria de 0 [estacionaria] a 4 [rápida] subjetivamente)
- Longevidad de la motilidad espermática en semen puro (a temperatura ambiente de 20 a 25 °C), y en semen diluido (a temperatura ambiente, o temperatura refrigerada de 4 a 6 °C).

3.4.2.- Factores que influyen la motilidad espermática

Varios factores influyen en la motilidad espermática, el diluyente puede alterar un poco la motilidad, por lo general al incrementar la velocidad de mediciones. Después de la dilución inicial un porcentaje elevado de los espermatozoides puede mostrar un patrón de motilidad circular, que por lo general se resuelve después de 5 a 10 minutos en el diluyente.

Si hay exceso de líquido entre el portaobjetos y la cubierta, parecerá que las células espermáticas reflejan luz, a medida que giran en espiral para avanzar hacia adelante.

En caso de menos líquido, las células quizá parezcan desplazarse en un patrón bidimensional. Los espermatozoides con motilidad hiperactiva presentan un patrón de reacción en X. Si los espermatozoides nadan en movimiento circular estrecho, ello significa que tal vez sufrieron shock por frío.

El movimiento oscilatorio podría definirse como células envejecidas en proceso de secarse (5). Los patrones de motilidad también se correlacionan con infertilidad o subfertilidad en machos. (5)

3.4.3.- Motilidad espermática

Será evaluada tan pronto como sea posible con semen puro y diluido, debido a que la motilidad espermática se ve influenciada por los cambios de temperatura. Una temperatura superior a 50 °C es fatal para el esperma. (4)

Al observar por el microscopio el semen aparece como una masa espermática y con un movimiento ondulante o “masal” A mayores aumentos los espermatozoides aparecen activos con movimientos progresivos y se les puede ver momentáneamente individualizado. Por lo general se utiliza la ampliación de 200X a 400X para calcular la motilidad espermática.

La ausencia de motilidad se encuentra en casos de orquitis y de epididimitis, mientras que en los casos de hipoplasia y degeneración testicular la motilidad espermática puede ser muy variable.

La valoración de la motilidad implica la estimación subjetiva de la viabilidad de los espermatozoides y la calidad de la motilidad.

3.4.4.- Movimiento individual

Se observa en la misma muestra que se utiliza para determinar la motilidad y se lo divide en seis categorías:

0 Espermatozoides sin movimiento.

1 Espermatozoides con movimiento pobre, la cabeza de los espermatozoides quedan fijas y solo se mueven las colas, pueden girar sobre sí mismo. Espermatozoides sin movimiento progresivo.

2 Espermatozoides con desplazamiento en círculos y algunos progresivos.

3 Movimiento progresivo y sinuoso.

4 Movimiento progresivo rápido.

5 Movimientos progresivos muy rápidos. (Kubus, 1999)

3.4.5.- Movimiento progresivo

La movilidad de una muestra de semen se expresa como el porcentaje de células móviles bajo un campo microscópico. Un espermatozoide de movilidad progresiva es aquel que se mueve de un punto a otro en una línea más o menos recta. Durante el examen se debe mantener el porta objetos en una placa térmica para evitar cambios bruscos de temperatura.

Se prefiere un aumento de 400X. Se deben examinar varios campos y estimar el porcentaje de espermatozoides móviles en forma progresiva, expresándolo en porcentajes. En las muestras que tienen más de 50% de movilidad es más fácil hacer el cálculo de espermatozoides que no son móviles en forma progresiva. La mayor parte de los eyaculados tendrán otros tipos de movilidad.

Esto incluye movimientos circulares así como inversos, debido a anomalías en la cola, un shock por frío, contaminación con agua y a un movimiento de vibración o de oscilación, a menudo asociado con el envejecimiento. La determinación normal de la movilidad es una medida subjetiva, basada en un juicio individual de quien hace la determinación.

3.4.6.- Concentración espermática

Se define concentración espermática a la cantidad de espermatozoides que se encuentran en una unidad de volumen.

Existen diferentes tipos de cámaras para el recuento de espermatozoides, todas fueron desarrolladas para el recuento hemocitométrico: Neubauer, Thoma, Thomaneu, Bürker, Dürner-Türk/Türk, Fuchs-Rosenthal. Las más conocidas para la determinación del número de espermatozoides son la de Neubauer y Thoma (Thomaneu).

El principio de la determinación de la concentración espermática está establecido por el recuento de los espermatozoides de una muestra de semen diluido bajo condiciones estandarizadas.

El mismo tiene en cuenta la superficie y la altura de la cámara como así también el grado de dilución al que se sometió la muestra de semen. Con ayuda de una ecuación será posible establecer la concentración de espermatozoides/ml. De una dosis de semen se toma una muestra que se diluye en agua destilada en una relación 1:20 (por ejemplo, 50µl de semen + 950µl de agua destilada).

Después de la homogeneización durante 5 segundos en un agitador mecánico en forma manual, se coloca una muestra de la dilución en cada hemicámara, el recuento se lleva a cabo en un microscopio a 400X. El recuento y cálculo de la concentración de espermatozoides difiere según el tipo de cámara empleado.

El cálculo de la concentración espermática para todas las cámaras es:

$$\text{Esp} = \frac{E}{S \cdot A \cdot D} \cdot 1000$$

Esp = Número de espermatozoides / mm³

E = Número de espermatozoides contados

S = Superficie empleada en mm²

A = Altura de la cámara

D = Grado de dilución

La cámara de Neubauer es una cámara de conteo adaptada al microscopio de campo claro o al de contraste de fases. Se trata de un portaobjetos con una depresión en el centro, en el fondo de la cual se ha marcado con la ayuda de un diamante una cuadrícula.

Es un cuadrado de 3 x 3 mm, con una separación entre dos líneas consecutivas de 0.25 mm. Así pues el área sombreada y marcada corresponde a 1 milímetro cuadrado. La depresión central del cubreobjetos está hundida 0.1 mm respecto a la superficie, de forma que cuando se cubre con un cubreobjetos éste dista de la superficie marcada 0.1 milímetro, y el volumen comprendido entre la superficie y el cubreobjetos es de 0.1 milímetro cúbico, es decir 0.1 microlitros.

En la actualidad el número de células espermáticas se determinan por medio de un espermiométrico o cámara de Karras. La medida está basada en la turbiedad de una suspensión de semen en las diferentes concentraciones leídas en la cámara del densímetro. (Minitube, 2006)

3.4.7.- Morfoanormalidades de los espermatozoides

Toda muestra de semen contiene células espermáticas anormales. Las anormalidades morfológicas de los espermatozoides tienen relación con la fertilidad en los verracos. El límite esperado de 8 a 10% no tiene efectos adversos sobre la fertilidad. Pero si son más de 25% del total del eyaculado, se puede prever una reducción de la fertilidad. (6)

El estrés calórico daña grandes cantidades de espermatozoides, y los periodos de temperatura ambiental elevada, combinados con alta humedad, pueden hacer al macho estéril hasta por seis semanas. (5) Los espermatozoides anormales se pueden clasificar como de cabeza anormal, cola anormal y gota citoplasmática.

3.4.7.1.- Espermatozoides sin cola (decapitados).-La anormalidad espermática más frecuente es la aparición de la cabeza espermática sin cola, que se

puede originar en la manipulación del semen, esto denuncia una debilidad espermática y normalmente es frecuente en verracos estériles. (4)

Aunque los espermatozoides sin cola alcancen el oviducto serán incapaces de penetrar en el ovocito. Muestras de semen con muchos espermatozoides sin cola tienen un alto porcentaje de espermatozoides con la cola enroscada. (4)

3.4.7.2.- Espermatozoides con cola enrollada.-Puede ser de dos tipos: En el primer tipo el rizo esta únicamente en la extremidad de la cola y en el segundo tipo el rizo incluye toda la cola e incluso la parte ventral.

En el segundo, la parte central entera y la cola pueden estar como un pequeño rizo adyacente rodeando la cabeza espermática. Se ha comprobado motilidad en el primer tipo y es mucho más usual que el segundo. El segundo tipo es una grave anomalía y aparece en el semen de verracos infértiles. La cola enrollada se puede formar por cambios bruscos de la temperatura. (4)

3.4.7.3.- Espermatozoides inmaduros.-Se caracterizan porque tienen una gota citoplásmica (gota proximal) en la unión de la cabeza con la pieza intermedia o cuello.

La presencia de esas gotas citoplásmicas son fisiológicas, se observan en los espermatozoides que entran en el epidídimo y durante el viaje por él se desplazan hacia la parte central y la cola, al llegar a la cola del epidídimo, la mayoría han perdido sus gotas pero una minoría todavía mantiene una gota distal en la unión de la pieza central con la cola.

Los espermatozoides inmaduros aparecen tanto en la degeneración como en la regeneración del epitelio seminífero. El paso rápido de los espermatozoides por el epidídimo como consecuencia de una actividad sexual excesiva se ha considerado como una causa de su presencia masiva en el eyaculado. (4)

Generalmente la presencia de estos espermatozoides en el eyaculado es una prueba de disfunción de los testículos y/o epidídimo. (4)

3.4.7.4.- Anormalidades de la cabeza espermática y alteraciones citogenéticas de la espermatogénesis.-Los cromosomas se encuentran en la cabeza espermática. Estas anormalidades han sido clasificadas como anormalidades espermáticas primarias.

En este grupo se encuentran cabezas excesivamente pequeñas y muy grandes, cortas, estrechas y con forma de pera, desprendidas y con pérdida o alteración del acrosoma, arrugadas, deformadas, o cabezas que se tiñen de forma anormal. (4)

Las alteraciones morfológicas en la espermatogénesis durante la meiosis provocan estas anormalidades. La integridad del acrosoma es un prerrequisito importante de la capacidad fecundante debido a que contiene las enzimas implicadas en la penetración del ovocito. Una de ellas es la acrosina. (4)

3.4.7.5.- Otras variedades de espermatozoides defectuosos.-La pieza intermedia a veces es excesivamente gruesa. En otras ocasiones la parte proximal aparece como una estructura filiforme. Pocas veces se ven dos piezas intermedias con sus colas unidas a una sola cabeza. La cola espermática puede tener una unión angular con la pieza intermedia. (4)

En el cuello desviación, paraxial, retro axial, las gotas citoplasmáticas se forman en el cuello de los espermatozoides durante la espermatogénesis. Por lo general estos se pierden durante su maduración en el epidídimo. Si aun están presentes cuando se eyacula se consideraran una anormalidad, y un gran número reducirán la fertilidad. (4)

3.4.7.6.- Otras estructuras celulares que pueden aparecer en el semen.- Pueden aparecer glóbulos rojos, pero los leucocitos abundan en casos de infecciones (vesiculítis, prostatitis, epididimitis u orquitis) cuando es el caso de disfunción testicular, aparecen células epiteliales germinativas incluyendo espermátides multinucleadas de los túbulos seminíferos, y células medusa ciliada procedente de los túbulos eferentes de los testículos. (4) Las bacterias no deben estar presentes en muestras de semen fresco. (4)

3.5.- Características bioquímicas de plasma seminal

Las glándulas accesorias son los contribuyentes principales de la porción líquida del semen denominado plasma seminal; sin embargo, una pequeña porción de líquido es parte del concentrado de espermatozoides que viene del epidídimo y del conducto deferente.

El plasma seminal sirve como medio nutritivo amortiguado que suspende a los espermatozoides y mantienen su fertilidad. En su composición entra el agua (más del 90%) y disueltos en ella se encuentran albúminas, materias nucleicas, moco, hidratos de carbono, lipoides y sustancias minerales (sodio, cloro, potasio, fósforo, vestigios de azufre, magnesio, etc.). (14) Es ligeramente alcalina en los verracos. La presión osmótica del plasma seminal es similar a la del plasma sanguíneo (equivalente a solución salina fisiológica – cloruro de sodio a 0.9%). Cierta cantidad de iones orgánicos e inorgánicos se encuentran en solución en el esperma seminal.

3.5.1.- Inorgánicos.

El sodio y el cloro son los principales iones inorgánicos, también se encuentran pequeñas cantidades de calcio y magnesio. En el semen entero, el potasio se encuentra en cantidades substanciales y está más concentrado en los espermatozoides que en el líquido que los suspende.

Cuando los espermatozoides están concentrados, en el epidídimo, la relación de potasio a sodio es más alta. Estos iones inorgánicos son importantes para la viabilidad de los espermatozoides, quizás por su efecto sobre la integridad de la membrana celular del espermatozoide.

Los iones inorgánicos, junto con las moléculas orgánicas en solución en el plasma seminal, ayudan a mantener una presión osmótica óptima para la supervivencia de los espermatozoides. (6)

3.5.2.- Agentes amortiguadores

Además de los iones inorgánicos, se encuentran iones orgánicos en el plasma sanguíneo. El principal ion orgánico es el bicarbonato, se produce en las glándulas vesicales y funciona como agente amortiguador lo que evita cambios en el pH del semen.

No hay suficiente cantidad de sustancias amortiguadores para prevenir una reducción del pH cuando se almacena el semen. Por lo tanto, los buenos diluyentes seminales deben tener capacidad amortiguadora.

3.5.3.- Sustratos de energía

El plasma seminal contiene varios compuestos orgánicos cuya función primordial es ser sustratos de energía para los espermatozoides. Los principales son: la fructosa, el sorbitol, y la glicerilfosforilcolina (GPC).

La fructosa (azúcar simple) y el sorbitol (alcohol azúcar) se producen en las glándulas vesicales, en tanto que la GPC se produce en el epidídimo. Todos tienen la particularidad de que no se encuentran en cantidades substanciales en otras partes del organismo. Los espermatozoides pueden utilizar la fructosa como un sustrato de energía en condiciones anaerobias (sin oxígeno) de almacenamiento y las condiciones anaerobias encontrados en el aparato femenino.

El sorbitol y la GPC solo se pueden utilizar en estado aeróbico. Además, la GPC debe sufrir la acción de una enzima que se encuentra en el aparato genital femenino antes de que se pueda utilizar. La enzima divide a la molécula y separa a la colina, formando glicerilfosfato, el cual puede ser utilizado como sustrato energético.

El semen que se almacena, empieza a acumular ácido láctico, que es un producto del metabolismo de la fructosa, y teóricamente este sustrato puede ser utilizado como energía cuando se encuentra en condiciones aerobias. (6)

3.5.4.- Otros compuestos orgánicos

El inositol y el ácido cítrico son compuestos que encuentran en el plasma seminal en concentraciones bastante grandes, pero no se usan como substratos de energía. Ambos se producen por las glándulas accesorias. La ergotionina se encuentra en el semen de verracos, estos compuestos no se encuentran en cantidades suficientes en ningún otra parte del cuerpo. (6)

4.- DILUYENTES

Es una solución acuosa que además de incrementar el volumen del eyaculado, mantiene la funcionalidad del espermatozoide hasta el momento de la inseminación artificial(IA). (Flowers, 1.997).

La rentabilidad de la técnica de IA en la especie porcina, ha sido posible en gran medida al desarrollo y mejora de los diluyentes para semen.

La dilución del semen y su posterior enfriamiento tienen como objetivo reducir la actividad metabólica del espermatozoide, disminuyendo el consumo de energía y la producción de metabolitos potencialmente tóxicos como el lactato (Althouse, 1998).

El semen de los verracos es bajo en concentración y de mucho volumen. Los factores de dilución necesariamente tienen que ser bajos, de 1:1 a 1:5. El semen diluido de 1:1 con un diluyente adecuado y enfriado a 5 °C en 2 horas, mantendrá su fertilidad aproximadamente por 3 días. (6) Una eyaculación proporciona semen suficiente para unas 30 inseminaciones artificiales. (Red, 1971)

4.1.- Función de los diluyentes

Para llevar a cabo su misión el diluyente debe aportar de la siguiente manera:

- Crear espacio entre los espermatozoides, disminuyendo la aglutinación.

- Proporcionar nutrientes a la célula espermática (glucosa).
- Proteger al espermatozoide del shock térmico.
- Evitar la intoxicación celular asociada a la acumulación de desechos metabólicos gracias a las sustancias conservantes y quelantes incluidas en sus fórmulas (EDTA).
- Evitar las fluctuaciones de pH mediante sustancias amortiguadoras o tampón (bicarbonato sódico, citrato sódico, TRIS).
- Controlar los parámetros físico-químicos (presión osmótica, y fuerza iónica de interacción con el espermatozoide y plasma seminal)
- Captación de iones Ca^{++} , Mg^{++} y Zn^{++} .
- Control en la precipitación de las proteínas.
- Control de la acción enzimática sobre el semen.
- Control que ejerce sobre el metabolismo de la célula espermática y la preservación de su membrana.
- Control de la contaminación: la adición de antibióticos (penicilina, estreptomina, gentamicina, etc.) a los diluyentes es esencial para controlar el crecimiento bacteriano en el esperma de verraco.

4.2.- Sustratos energéticos

El espermatozoide tiene capacidad de producir la energía necesaria para mantener su metabolismo celular y generar el movimiento del flagelo, principalmente a través de las vías glicolíticas.

Estos procesos se desarrollan en las mitocondrias localizadas en la porción intermedia del espermatozoide. La fuente de energía más frecuentemente utilizada en la composición de los diluyentes es la glucosa (anhidra g/l, monohidrato g/l), aunque se han usado otras (galactosa, fructosa, ribosa o trehalosa) sin que los resultados hayan superado a la glucosa.

4.3.- Antibióticos

En la mayoría de los casos el tejido testicular y las glándulas accesorias del verraco están libres de bacterias y por tanto la contaminación bacteriana del eyaculado se produce durante el proceso de recogida seminal (Martin Rillo et al., 1998).

La adición de penicilina y estreptomina (1 g/L) fue en un principio la combinación más utilizada, posteriormente se han utilizado con éxito aminoglucósidos, entre los que se encuentra la gentamicina, neomicina y la kanamicina, en concentraciones próximas a los 200 mg/L.

Últimamente, se está aplicando una nueva generación de antibióticos (ceftiofur, apramycina, etc).

5.- MANEJO DEL VERRACO

5.1.- Instalaciones y equipos

Las instalaciones en las granjas deben ser funcionales, cómodas, fáciles de mantener en buen estado de limpieza, con el fin de proporcionar protección contra los factores climáticos adversos, las temperaturas excesivas, las corrientes de aire y humedad.

Las porquerizas deben ser construidas en un sitio con adecuadas vías de acceso, donde estén protegidos de vientos fuertes, y corrientes de aire a fin de evitar enfermedades respiratorias, deben situarse de modo que los vientos dominantes

incidan contra las paredes en el sentido del eje largo de la construcción. (Pronaca, 2008)

Es necesaria una renovación de aire continua que atraviese todo el corral. Al momento de ubicar la porqueriza, tener en cuenta las facilidades para la utilización y procesamiento del estiércol. Lo ideal en las construcciones es el sistema multisitios, que consiste en tener la zona de montas, y alojamiento en lugares diferentes. (Pronaca, 2008)

El espacio recomendado para un verraco reproductor con piso solido es de 4-6 m².

5.1.1.- Cubierta

Cumple la función de mantener seco y a una temperatura adecuada el interior de él. Por lo tanto, hay que prestar atención al tipo de aislamiento que proporciona la cubierta.

En los edificios situados en climas fríos, a través de un tejado sin aislamiento se puede perder más del 75% de calor. Esto ocurre porque el aire caliente del interior del edificio asciende y cuando entra en contacto con el tejado, sin aislamiento, se enfría rápidamente.

Por el contrario, en los edificios situados en climas calurosos, un tejado sin aislamiento puede convertir las naves en un verdadero horno. Lo ideal es colocar bajo el tejado un material no conductor del calor (aislante), que permita aislar, hasta cierto punto, la temperatura del interior respecto a la del exterior. (8)

5.1.2.- Pisos

El suelo debe tener una estructura que evite que el animal resbale y se lesione, pero que no impida su limpieza. Los materiales más utilizados son el hormigón, rejillas de fundición de hierro y rejillas plásticas. Su utilización varía según la función que tenga que cumplir: pasillo de servicio, comedero, alojamiento, descanso. El suelo debe

tener tres propiedades esenciales: ser fácil de limpiar, ser buen aislante y proporcionar comodidad. (8).

5.1.3.- Comederos

Pueden ser portátiles o fijos. El ancho del comedero oscila aproximadamente entre los 30 y los 40 cm. Los comederos fijos suelen ser de hormigón y pueden estar revestidos de baldosa, que proporciona una superficie lisa, resistente al desgaste y de fácil limpieza. Los comederos portátiles suelen estar hechos de chapa de hierro galvanizada, aunque puedan ser de otros materiales, resinas sintéticas o plásticos endurecidos. Siempre deben estar limpios. (8)

5.1.4.- Bebederos

Existen dos tipos, los de cubeta y los de boquilla. Las cubetas son automáticas, están conectados a la red de abastecimientos y son activados por el propio cerdo cuando desea beber. En general, los cerdos aprenden a utilizar uno u otro modelo muy rápidamente.

El mejor lugar para situar los bebederos es en la pared del pasillo de limpieza, lo más alejados posible de las camas. Tienen la ventaja de que, en caso de que el bebedero reboce, el agua no humedezca la cama. (8) La altura de los bebederos para reproductores debe colocarse a 50cm del suelo. (Pronaca, 2008)

5.1.5.- Puertas

Son uno de los elementos más delicados de la edificación, porque su construcción deberá ser muy robusta; deben tener bisagras y cerrojos. No es conveniente utilizar puertas de madera en el pasillo de servicio y, en caso de que sea imprescindible su uso, deberán estar recubiertas de chapa metálica que la proteja del estiércol. El material ideal para las puertas es de metal adecuadamente pintado y protegido. (8)

5.2.- Adiestramiento del verraco reproductor para la extracción

El entrenamiento del macho para montar un potro o maniquí es un procedimiento simple que requiere paciencia y el conocimiento de la conducta sexual del verraco. La edad para iniciar el entrenamiento de un macho joven es a los 6 o 7 meses. La técnica consiste en llevarlo al lugar donde se encuentra el maniquí o potro.

El potro o maniquí debe ser fácil de transportar, o fijo, ligeramente más bajo que la altura de los ojos del verraco, tener las medidas aproximadas a una cerda primeriza, debe ser lo suficientemente cómodo para que el verraco no sufra daño y mantenga la estabilidad durante el procedimiento.

Si bien es recomendable empezar con el potro móvil, para que los primeros contactos se realicen en su propia porqueriza, seguidamente se debe hacerlo en el potro fijo, situado en la sala de recogida de semen; así, el animal puede centrar su atención en el “nuevo objeto” que se le ha puesto.

Es aconsejable que los verracos estén alojados individualmente, puesto que si están agrupados resulta más laborioso su aprendizaje. La aplicación de orina o exudados vaginal de cerdas en celo, orina, liquido prepucial, saliva o alguna otra secreción del macho rica en feromonas sobre el potro es de utilidad para estimularlo.

También se puede acercar al hocico un recipiente con semen de otro verraco para estimularlo y atraerlo al potro, a continuación se coloca el recipiente sobre el maniquí, para forzarle a montar si quiere alcanzarlo.

El cerdo es un animal inteligente que cuando se lo permite observar la monta por otros sementales, aprende rápidamente. Las sesiones no deben ser excesivamente largas, con una duración de 15 min aproximadamente y deben realizarse todos los días por la mañana y la tarde.

El contacto con el potro deberá ser realizado por la persona encargada habitualmente y en la misma porqueriza donde se aloja el verraco para no distraer su atención con un nuevo local. (10)

Una vez que el verraco se ha montado sobre el potro debemos acostumbrarle al contacto con la mano para conseguir la primera recolección, con calma y tranquilidad. (10) En promedio puede llevar una a dos semanas al cerdo a eyacular en el potro, animales con previa experiencia de monta natural pueden ser más lentos durante el entrenamiento. (1)

La capacidad y deseo sexual de cada semental varía considerablemente desacuerdo con la edad y ritmo de trabajo, por lo que siempre se debe considerar a cada semental independientemente para determinar el ritmo a la que será sometido y evitar el sobreuso. Cuando se observe cansancio sexual se recomienda periodos de reposo. (1)

Eyaculados con concentraciones de las que se obtengan menos de 12 dosis, se debe colectar una vez por semana; eyaculados con concentraciones de las que obtengan más de 12 dosis, se debe colectar dos veces por semana. (Kubus, 2003)

5.3.- Sanidad

La mayor incidencia de problemas parasitarios y otras enfermedades se debe a que no se cumplen normas básicas de salud y prevención, combinadas con un buen manejo. Para evitar el desarrollo de enfermedades y mantener sano al ganado porcino, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- a) Limpiar diaria y absolutamente los locales, comederos, bebederos, equipos.
- b) Desinfectar mensualmente y a fondo las instalaciones y equipos (productos yodados o creolinas)
- c) Combatir las moscas, para ello uno de los métodos más eficaces consiste en tomar estrictas medidas de higiene, dentro y fuera de la granja, eliminando los desperdicios de los alimentos y evitando la formación de pilas de estiércol.

- d) La higiene de la granja debe abarcar todos los alojamientos, pasillos, almacén, sala de preparación de alimentos y sala de colectas. (Terranova, 1995)
- e) Nebulización del ambiente (productos yodados) mensualmente.
- f) Tratamiento de pezuñas (sulfato de cobre 4% o solución de formol al 3%).
- g) Lavados prepuciales de los machos reproductores cada 3 meses con clorhexidina.

5.3.1.- Bioseguridad

En la medida en que se intensifica la producción en la granja, se debe contar con señales y cercas perimetrales que eviten el acceso de personas y animales (pueden construirse de 15 a 20 metros de distancia de las instalaciones).

Deberán instalarse duchas para el control de visitantes y de los mismos trabajadores, los cuales utilizarán la indumentaria apropiada y exclusiva para la granja. (Castañeda, 2002)

5.4.- Calendario de vacunación y desparasitación

Cada explotación tiene un perfil epidemiológico propio y debe elaborar un calendario que se adapte a sus necesidades. Los calendarios sanitarios incluyen eventos como fumigaciones, aplicación de vitaminas, lavados prepuciales, vermifugaciones. (Castañeda, 2002)

Cuadro Nº 1.- Calendario de Vacunación

ACTIVIDAD	CALENDARIO
DESPARASITACIÓN	CADA 4 MESES
VACUNA PESTE PORCINA CLÁSICA	CADA 6 MESES
VACUNA ANTIAFTOSA OLEOSA	CADA 6 MESES

VACUNA PARVOVIRUS + LEPTOSPIRA	CADA 6 MESES
VACUNA MIXTA PORCINA	CADA 6 MESES

6.- NECESIDADES NUTRICIONALES DEL VERRACO

La falta de libido o los trastornos en el comportamiento sexual del macho puede ser de origen alimenticio. Una mala calidad del semen (escaso, número de espermatozoides/ml o un aumento de formas anormales) o dificultades para la monta (lesiones en los aplomos o falta de integridad en las pezuñas) puede deberse a una mala formulación en vitaminas, macrominerales u oligoelementos ya que en muchas ocasiones se utiliza el pienso de gestación, el de lactación o incluso el de engorde para alimentar a los verracos. (Wilson, 2001)

Las necesidades nutritivas del verraco dependen de numerosos factores, edad, raza, época de año y temperatura. Se recomienda la administración de pienso en dosis de 2 a 2.5 Kg para verracos jóvenes y 2.2 a 3.5 Kg en el macho adulto. (Gómez)

La calidad del macho se describe por tres parámetros fundamentales: libido, producción de esperma y capacidad fecundante de las células espermáticas (Close y Roberts, 1991).

Deficiencias en energía, proteína, minerales o vitaminas reducen el apetito sexual del verraco (Hughes, 1996). La alimentación debe tener un predominio de la energía sobre la proteína. (G.G. Mateos) Es importante que no se haga trabajar al verraco dentro de las dos horas posteriores a la comida, ya que se corre el riesgo de que se presenten problemas cardíacos o vómitos. Además, se debe evitar alimentar solo una vez al día.

6.1.- Agua

El agua es un elemento indispensable en las explotaciones. La cantidad diaria necesaria está en función de la edad y peso, la temperatura ambiente y la clase de alimento que consuman. (Terranova, 1995) Los cerdos consumen un promedio de 1.5 a 2.0 litros de agua por Kg de alimento seco.

Cuando se alojan en un ambiente con alta temperatura, el consumo voluntario puede ser tan alto como 4 a 4.5 litros de agua por Kg de alimento seco. Se debe revisar diariamente el funcionamiento correcto de los bebederos automáticos. (Pronaca, 2008)

6.2.- Energía

Es el factor que más influye en el exceso de peso, problemas de aplomos y falta de libido, que son las principales causas de reposición de los verracos.

Las necesidades energéticas en verracos deben cubrir las necesidades de mantenimiento y las necesidades propias de su función reproductora (actividad física de la monta y la producción de esperma).

Las necesidades para un animal adulto sometido a una temperatura ambiente termoneutra (20°C) se estiman entre 6.572 y 8.939 Kcal de EM/día en función del peso (100 vs 350 kg). (Close y Roberts, 1991)

Las necesidades de conservación y crecimiento representan en torno al 95% del total de las necesidades energéticas. En épocas de frío, las necesidades aumentan ampliamente, ya que el animal precisa quemar nutrientes para producir calor.

Se recomienda suministrar 100 g extras de un pienso estándar por cada grado que la temperatura ambiental baje de 20°C (Kemp, 1991).

6.2.1.- Mantenimiento

Las necesidades de mantenimiento están en función del peso vivo del verraco, de tal manera que a medida que aumenta el peso vivo aumentan las necesidades de mantenimiento (Close y Roberts, 1993).

6.2.2.- Producción de esperma

El contenido en energía de 250 ml de eyaculado porcino contienen 250 Kcal. Las necesidades energéticas para la producción de semen son de 150 Kcal de E.M./monta (Close y Roberts, 1993).

6.3.- Proteínas

Una deficiencia pronunciada en proteína reduce la concentración de estrógenos en sangre, lo que podría reducir la libido y la capacidad espermática del verraco, además de incrementar los problemas locomotores y reducir la longevidad. La disminución de la libido está asociada a la relación de los niveles plasmáticos de 17β -estradiol.

Este efecto es mucho más marcado cuando se combinan bajos niveles de proteína con bajos niveles de energéticos, aumentando considerablemente el número de rechazos a la monta. Un consumo inadecuado de proteína en verracos jóvenes retrasa la madurez sexual y en adultos disminuye la concentración espermática del eyaculado.

El contenido recomendado de proteína en el pienso varía entre un 13 y un 16% según las fuentes. (Gómez) Las necesidades en proteína para mantener la producción seminal en el verraco son pequeñas (5-10 gr. de proteína/día), además el contenido en aminoácidos del semen es bastante bajo (40-90 mg.de aminoácidos/100 gr. de semen), por lo que las necesidades globales de proteínas, para los verracos sexualmente activos no deben ir más allá de 230-270 gr. de proteína/día.

Con respecto a la lisina, las cantidades recomendadas fluctúan alrededor de los 17-24 g/día (0,7 – 0,8%), su disminución tiene un efecto negativo sobre la producción espermática y sobre la calidad seminal.

Las cantidades de metionina + cistina son de 13-17 gr/día (0,55%) y triptófano: 3-4 gr/día (0,15%).

Las deficiencias de lisina, metionina y triptófano causan cambios histológicos y citológicos a nivel de los testículos, afectando a la espermatogénesis y a la calidad espermática.

6.4.- Fibra

El verraco adulto precisa una restricción en el consumo energético a fin de evitar problemas de obesidad, cojeras y falta de libido. Una restricción física da lugar a intranquilidad del animal y manifestación de estereotipos y aberraciones del comportamiento. La inclusión de fibra a la dieta reduce el problema saciando al animal sin aporte especial de nutrientes.

El aporte de fibra cumple las siguientes funciones en el verraco:

- Reducir costos de alimentación.
- Aumentar la sensación de saciedad y evitar el sobrepeso
- Mejorar el nivel de bienestar de los animales.
- Facilitar el tránsito intestinal y evitar el estreñimiento.
- Evitar fermentaciones anómalas y la producción de toxinas que pueden llegar a afectar el desarrollo normal de los espermatozoides al ser el epidídimo muy permeable. (Koketsu, 1996)

Para cumplir estas funciones bastará con al menos 6-7% de fibra en el pienso, dependiendo de localidad de la misma. (Le Coz, 1992)

Al momento de suplementar el pienso con fibra se recomiendan alimentos ricos en fibra poco lignificados como la pulpa de remolacha, pulpa de cítricos, cascarilla de arroz, salvados, alfalfa, ya que mejoran el tránsito intestinal y reducen los problemas digestivos como las úlceras o las colitis inespecíficas. (Lawrence, 1993) No hay evidencias científicas de que los aportes extra de fibra influyan en los parámetros reproductivos de los verracos.

6.5.- Vitaminas

Las más investigadas en la alimentación del verraco, son la vitamina A, D3, E, la C y la biotina.

- a) **Vitamina A.**-Interviene en la formación y mantenimiento del tejido epitelial. Una deficiencia se traduce en problemas reproductivos y menor resistencia a las enfermedades.
- b) Tiene un efecto positivo sobre la libido del verraco. Los requerimientos en el pienso son de 5500 U.I/kg.
- c) **Biotina.**-Previene lesiones en las extremidades y aplomos, los requerimientos en el pienso son de 200-300 mg/kg.
- d) **Vitamina C.**-Los cerdos tienen capacidad para sintetizarla y, por lo tanto, cubrir sus necesidades. Pero ante situaciones de estrés (altas temperaturas) el aporte extra de vitamina C, aumenta la síntesis de testosterona. Los requerimientos en el pienso son de 300-500 mg/Kg.
- e) **Vitamina D3.**- Interviene en la calidad de los aplomos y osificación de los huesos. Los requerimientos en el pienso son de 450 U.I/kg. No se puede exceder de 2000 U.I
- f) **Colina.**-Interviene en el desarrollo osteomuscular y, por tanto, en los aplomos. Los requerimientos en el pienso son de 1,5 mg/kg (Quiles, A. y Hevia, M)
- g) Las necesidades para otras vitaminas son:

- a) Niacina (30 mg/kg de pienso).
- b) Riboflavina (13 mg/kg de pienso).
- c) Ácido pantoténico (20 mg/kg de pienso).
- d) Ácido fólico (1,2 gr/kg de pienso).

6.6.- Minerales

Tanto el aporte de minerales como el de vitaminas no deben ser olvidados si no se quiere tener problemas de aplomos y de baja producción espermática. Los minerales constituyen una pequeña proporción del organismo animal pero tienen un papel importante como componentes estructurales y coenzimas de numerosos procesos orgánicos.

En el verraco hay que prestar especial atención a aquellos minerales que influyen sobre el sistema locomotor, la producción de semen y la estabilidad de los espermatozoides.

6.6.1.- Macrominerales.

- a) **El calcio y fósforo.-** Conjuntamente con la vitamina D intervienen en el crecimiento óseo y desarrollo de los aplomos. Sus necesidades son aproximadamente de 25 gr/día y 19,5 gr/día, para calcio y fósforo, respectivamente. El pienso deberá contener un 0,8-0,9% de calcio y un 0,7% de fósforo, manteniendo una proporción de 1,3-1,5:1 de calcio: fósforo, ya que relaciones desproporcionadas entre ambos minerales puede causar problemas locomotores. No presentan influencia en la espermatogénesis o calidad de semen.
- b) **Sodio.-** Es un electrolito esencial, junto con el cloro, mantiene la presión osmótica, regula el equilibrio ácido-base y controlan el metabolismo hídrico del verraco. Se añade al pienso entre 0,3-0,5% de cloruro sódico para satisfacer las

necesidades de sodio, pero esto lleva a un exceso de cloro que puede ser perjudicial para el verraco al afectar al balance electrolítico, acidificando el medio. Por esto, se recomienda cubrir parte de las necesidades de sodio en forma de bicarbonato sódico y así evitar un exceso de cloro, acidificación del medio y evitando problemas de calcificación ósea.

- c) **Potasio.-** Mantiene una relación estrecha con la excitabilidad nerviosa y muscular y con el equilibrio hídrico y ácido-base del verraco. El pienso debe contener 2-2,5 gr/kg.

6.6.2.- Microminerales

- a) **Zinc.-** Interviene activamente en la producción de esperma, por estar involucrado en el desarrollo de las células de Leydig. También actúa como cofactor de muchas metaloenzimas. Elevadas cantidades de calcio en la ración disminuyen la biodisponibilidad del zinc. Las necesidades son de 250 a 300mg/día.
- b) **Manganeso.-** Mejora notablemente la calidad del semen. Los piensos ricos en maíz pueden ocasionar deficiencias de este oligoelemento. Las necesidades son de 100 mg/día.
- c) **Yodo.-** Forma parte de las hormonas tiroideas, principalmente de la T₃. Las necesidades son de 20 - 25 mg/kg de pienso.
- d) **Hierro.-** Forma parte de la hemoglobina e interviene en el transporte de oxígeno, también forma parte de enzimas proteicas hemo-citocromos. Las necesidades son de 100 mg/kg de pienso.
- e) **Cobre.-** Interviene en la reproducción del verraco al formar parte de varias enzimas. Los requerimientos son de 15 mg/kg de pienso.
- f) **Magnesio.-** Interviene en la calidad de los aplomos al ir ligado al calcio y fosforo. Los requerimientos en el pienso son 400 mg/kg. (Quiles, A. y Hevia, M.).

7.- ÁCIDOS GRASOS ESENCIALES (OMEGAS 3-6)

Los ácidos grasos esenciales (AGE) son ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) que el organismo no puede sintetizar, de cadena larga que forman parte de estructuras celulares y subcelulares básicas y sus derivados intervienen en procesos metabólicos esenciales en mamíferos

En las últimas décadas se han realizado numerosos estudios que han demostrado que el consumo de estos ácidos grasos en cantidades adecuadas, disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares, produce un efecto inhibitorio sobre el crecimiento anormal de la próstata y desarrollo del cáncer mamario.

Además de la importancia general que las grasas tienen como fuente de energía, los ácidos grasos esenciales son importantes para mantener un funcionamiento correcto del organismo.

Se reconocen dos familias de ácidos grasos esenciales: la w-6, representada por el ácido linoléico (C18:2w6) y el ácido araquidónico (C20:4w6) y la w-3, cuyos representantes más importantes son el ácido alfa-linolénico (C18:3w3), el EPA, eicopentaenoico (C20:5w3) y el DHA, docosahexaenoico (C22:6w3).

Algunas fuentes excelentes de Omega-3 son: salmón, nueces, hortalizas de hojas verdes, cereales, semillas de soya, mostaza, calabaza. El aceite de linaza (semilla de lino), germen de trigo, girasol, son ricos en ambos tipos de ácidos. (Penny et al 2001)

En los momentos de máxima actividad sexual, se recomienda suplementar el pienso con un 3% de aceite de soja, girasol, linaza los cuales son ricos en ácidos grasos poliinsaturados, como el ácido linoléico y araquidónico. Paralelamente, se ha de aumentar el contenido en vitamina E de la ración para evitar el enranciamiento.

Los ácidos grasos poliinsaturados juegan un papel importante en la reproducción, ya que son precursores de prostaglandinas y forman parte de los lípidos estructurales de

las membranas de los espermatozoides, participando en la permeabilidad y funcionamiento celular. (Simopoulos, 2000; Uauy y Olivares, 1993).

El ácido linoléico es necesario para la reproducción y el mantenimiento de la integridad de la piel. La formación de nuevas células requiere un suministro constante de ácido linoléico y de otros ácidos grasos esenciales (Cunnane, 1984).

En los espermatozoides y en el plasma seminal suponen hasta un 70% del total de ácidos grasos. Los requerimientos de ácido linoléico y araquidónico son de 7 y 5 gr/kg de pienso, respectivamente.

8.- SELENIO

Se define como un componente químico u oligoelemento que se encuentra en el suelo, en el agua, y es absorbido también por algunas plantas.

En el mundo de los alimentos, se observan algunas fuentes de Selenio como: mariscos, pescados, huevos, manteca, levadura de cerveza, ajo, cebolla, nueces, pasas, Ginseng y hongos medicinales.

Se concentra en testículos y particularmente en la cola de los espermatozoides, tiene además un importante papel como componente de la enzima glutatión peroxidasa en la barrera defensiva antioxidante del organismo.

Favorecen el mantenimiento de la integridad estructural de las membranas de los espermatozoides y ejercer un efecto positivo sobre la motilidad de los mismos. (Anderson, 1996).

Es muy importante para el desarrollo de las células de Sertoli y por ende en la capacidad de producción de espermatozoides maduros y de reservas espermáticas testiculares.

Niveles adecuados de selenio mostraron un menor número en el porcentaje de espermatozoides con anomalías morfológicas, como también una mayor concentración de (ATP) en las células espermáticas y una mayor tasa de fertilización. Las necesidades de selenio han sido estudiadas en verracos activos con resultados contradictorios (Quiles y Hevia, 1997). Tanto la deficiencia como el exceso pueden ser perjudiciales.

Animales deficientes en selenio producen semen con espermatozoides de menor viabilidad en ratas, toros y carneros (Anderson., 1996), efectos similares podrían darse en el verraco (Quiles y Hevia, 1997).

La deficiencia en selenio provoca decoloración de la grasa corporal, distrofia muscular, necrosis hepática, fallos cardíacos, y muertes repentinas, morfológicamente se presentan espermatozoides con colas dobladas y enroscadas (en tirabuzón). (Herigstad et al., 1973; FDA, 1999).

También se encarga de la producción y regulación del nivel de activación de las hormonas del tiroides (T3 y T4) a partir de la tiroxina y la estabilización de las proteínas relacionadas con la maduración del espermatozoide y el mantenimiento de la fertilidad en el macho. (Rayman 2002)

Un exceso de Se produce espermatozoides de menor viabilidad a largo plazo y degeneración testicular (Quiles 2004).

9.- VITAMINA E

Bajo el nombre de vitamina E se designa a una serie de compuestos activos íntimamente relacionados. Existen ocho formas naturales de la vitamina que pueden dividirse en dos grupos según que la cadena lateral de la molécula sea saturada o insaturada. Las cuatro vitaminas saturadas se conocen como tocoferoles, de los que la forma α es la de mayor actividad biológica y de más amplia distribución.

a) Fuentes.-La vitamina E es muy abundante en los alimentos. Los forrajes verdes son buenas fuentes de α -tocoferol, que abunda más en la hierba joven que en la hierba madura. El contenido de las hojas es de 20 ó 30 veces superior al del tallo.

Los granos de cereales son, también, buenas fuentes de vitamina, pero la composición del tocoferol varía con la especie.

El trigo y la cebada se parecen a la hierba en que contienen principalmente α -tocoferol, pero el maíz contiene, además de α -tocoferol, cantidades apreciables de γ -tocoferol. Durante el almacenamiento en silos de los granos con alto contenido en humedad, la actividad de la vitamina E puede disminuir de forma importante.

Actúa como antioxidante biológico no específico evitando el deterioro de la peroxidasa sobre los fosfolípidos poliinsaturados de la membrana espermática, influyendo de forma determinante en la maduración y manteniendo la integridad de la membrana.

Esta vitamina puede considerarse como una primera línea defensiva de la formación de peróxidos, actuando con el selenio para destruir cualquier peróxido que se haya formado antes de que la célula pueda verse perjudicada.

b) Síntomas de deficiencia.-Es la vitamina de la antiesterilidad. Aunque también se han observado fallos reproductivos como disminución de la fertilidad por degeneración testicular en verracos, la manifestación de deficiencia más importante en los animales domésticos, desde el punto de vista del diagnóstico y también probablemente la más frecuente, es la degeneración muscular (miopatía).

En casos menos graves, se observan anomalías circulatorias y respiratorias ante el más ligero ejercicio. Cuando el afectado es el músculo esquelético se observa rigidez, posturas anormales y defectos de conformación, conocida con el nombre popular "enfermedad del músculo blanco".

Las anomalías que la deficiencia de vitamina causa en los cerdos son diversas: los cerdos afectados presentan debilidad muscular y lesiones hepáticas graves. El

"síncope fatal" es un síndrome que se presenta en cerdos, en el cual es afectado el músculo cardíaco y se produce la muerte súbita, debido a la carencia de vitamina E. Altos niveles reducen el riesgo de muerte cardíaca en el momento de la monta, en animales susceptibles (Close y Roberts, 1991).

10.- PROBIÓTICOS

Los probióticos son microbios vivos que pueden incluirse en la preparación de una amplia gama de productos, incluyendo alimentos, medicamentos, y suplementos dietéticos.

Las especies de *Lactobacillus*, y *Bifidobacterium* son las usadas más comúnmente como probióticos, pero la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y algunas especies de *E.coli* y *Bacillus* también son utilizados como probióticos.

Estos microorganismos adicionados que permanecen activos en el intestino ejercen importantes efectos fisiológicos. Interaccionan con las bacterias de la microflora endógena, colonizan el intestino grueso y estabilizan la flora intestinal al adherirse a la mucosa del intestino para impedir la actividad de los microorganismos dañinos (bacterias patógenas).

Por tanto, estas bacterias acidolácticas tienen también propiedades inmunomoduladoras en la medida en que estimulan la producción de anticuerpos y refuerzan el sistema inmune.

- Sobreviven al ambiente ácido del estómago, a la presencia de sales biliares y al proceso digestivo.
- Ayudan a metabolizar los carbohidratos y a absorber las vitaminas en el tracto intestinal.
- Equilibra y fortalece la flora intestinal al mismo tiempo que estimula las defensas naturales del cuerpo. (Barreda)

CAPÍTULO II

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización del experimento

2.1.1 Ubicación geográfica

El presente proyecto se desarrolló en la Finca La Joya, propiedad del Dr. David Moreno, ubicado en la:

Provincia: Cotopaxi
Cantón: Latacunga
Parroquia: Belisario Quevedo
Barrio: Guanilín
Latitud: -0.9666667° SUR
Longitud: -78.5666667° OESTE
Altitud: 2800m.s.n.m

2.1.2 Características climáticas

Temperatura media anual: 14.0°C
Temperatura máxima media anual: 20.2°C
Temperatura mínima media anual: 8.4°C
Humedad media anual: 72.7%
Velocidad del viento media anual: 12.6 Km/h
Pluviosidad: 800 a 1200mm

(www.Inamhi.gov.ec/Climatologia/conte/Mensual/Junio.html)

2.2 Materiales

2.2.1 Alojamiento

El galpón se encuentra ubicado en sentido oriente occidente y mide 15m de largo por 6m de ancho, consta de:

- Paredes: de malla recubiertas con plástico de invernadero. Techo de eternit, piso de cemento.
- Jaulas: 7 de 2.5 x 2.5 m. Estas están separadas por 4 líneas de tubos galvanizados de 2 pulgadas; cada jaula tiene puerta, bebedero automático con agua potable y comedero de goma.
- Pasillos: frontales a las jaulas de 2m, posteriores de 1m y laterales de 2.2m de ancho.
- Área de monta: de 3m x 3m ubicada en un extremo del galpón con potro de extracción de semen movable.

2.2.2 Animales

Se utilizaron seis verracos con un promedio de peso de 225 Kg con una edad comprendida entre 12 y 16 meses de edad. Divididos en los siguientes grupos:

Cuadro Nº 2.-GRUPO I: Selenio más Vitamina E

Nº VERRACO	CÓDIGO	NOMBRE	RAZA	PESO	EDAD
1	R1	DODI	Largewhite	221 Kg	14 meses
2	Az1	NOEL	Largewhite	218 Kg	13 meses

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Cuadro Nº 3.- GRUPO II: Omegas 3 y 6

Nº VERRACO	CÓDIGO	NOMBRE	RAZA	PESO	EDAD
3	A1	JOAQUIN	Largewhite	223 Kg	15 meses
4	B1	DOMINGO	Largewhite	227 Kg	14 meses

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Cuadro Nº 4.- GRUPO III: Probióticos

Nº VERRACO	CÓDIGO	NOMBRE	RAZA	PESO	EDAD
5	M1	LUGO	Largewhite	234 Kg	15 meses
6	V1	BETO	Largewhite	230 Kg	16 meses

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

2.2.3 Equipos

2.2.3.1 Laboratorio

- a) Baño María, marca “MEMERT”.
- b) Platina térmica, marca “BARNSTEAD”.
- c) Microscopio binocular con objetivos de 10x, 20x y de 40x, marca “BOECO”.
- d) Balanza digital, marca “BOECO”
- e) Cámara de Newbauer.

2.2.3.2 Materiales de Laboratorio

- a) Porta y cubre objetos.
- b) Vaso de precipitación de 1000ml.
- c) Probetas graduadas.
- d) Termómetro.
- e) Guantes de colecta.
- f) Termo de colecta.
- g) Bolsa de colecta.
- h) Gasas estériles.
- i) Papel aluminio.
- j) Tubos de ensayo estériles.
- k) Papeles medidores de pH

2.2.3.3 Reactivos de laboratorio

- a) Diluyente de semen de cerdo.
Androstar
Duraporc
- b) Eosina-nigrosina. 2%
- c) Agua bidestilada (pH 7)
- d) **2.2.3.4 Material de campo**

- a) Potro para colecta de semen.
- b) Botas.
- c) Overol.

2.2.3.5 Suministros

Cuadro Nº 5.- Suministros utilizados en la investigación

		COMPOSICIÓN
SUMINISTRO	Concentrado	Proteína cruda (min.): 16% Grasa (min.): 4% Fibra cruda (máx.): 5% Cenizas (máx.): 7% Humedad (máx.): 13%
	Selenio	Selenio orgánico (selenio metionina)
	Vitamina E	Alfatocoferol Acetato 1000 mg.
	Omegas 3 y 6	Ácidos Omega 6 (linoléico y araquidónico) Ácidos Omega 3 (alfa-linolénico, eicopentaenoico y docosahexaenoico)
	Probióticos	Levadura Activa Seca Cultivo puro de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Humedad: 7.5 – 9% Sólidos (cultivo de levadura): 90 – 92.5%

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

2.3 Métodos

2.3.1 Factor en estudio

Evaluación de los inductores de formación espermática en verracos reproductores mediante el uso de suplementos nutricionales: selenio orgánico con vitamina E, ácidos omega 3 – 6 y Probióticos.

2.3.2 Tratamientos

Cuadro Nº 6.- Tratamientos que fueron evaluados durante la investigación.

GRUPO	CERDOS	COLOR ETIQUETA	TRATAMIENTO
T1	DODI NOEL	AMARILLO	3.5 Kg de Concentrado + 250 ml de melaza + 0.06mg/kg de alimento de Selenio Orgánico + 200mg/kg de alimento de Vitamina E + agua a voluntad.
T2	JOAQUIN DOMINGO	ROJO	3.5 Kg de Concentrado + 250 ml de melaza + 7mg/ Kg de alimento de Ácidos Omega 3-6+ agua a voluntad.
T3	LUGO BETO	VERDE	3.5 Kg de Concentrado + 250 ml de melaza + 3% del total del alimento de Probióticos (105 mg) + agua a voluntad

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

2.3.3 Repeticiones

Cada verraco de cada grupo experimental fue tomado como repetición. Los promedios se utilizaron como una tercera repetición para hacer válida la investigación. Así tenemos tres repeticiones por cada tratamiento.

2.3.4 Unidad experimental

Se utilizaron 6 verracos con un promedio de peso de 225 Kg con una edad comprendida entre 12 y 16 meses de edad.

2.3.5 Variables y metodología

La investigación se desarrolló de la siguiente manera:

2.3.5.1 Análisis del semen vs Patrón (tabla predeterminada)

Se realizaron extracciones de semen cada cuartodía a los verracos experimentales durante el tiempo de la suplementación.

A estas muestras se las analizó en el laboratorio mediante un espermiograma:

a) Volumen: Se toma el total del eyaculado, sin la fracción preespermática, y se lo pone en la balanza digital, considerando que 1 gr = 1 ml.

b) Concentración: Se utilizó para este análisis la Cámara de Neubauer; tomamos 1 ml de semen fresco que se diluyó en 20 ml de suero fisiológico. Con la ayuda de una micropipeta se toma una muestra y la se la pone en la cámara, se cuenta las células en 5 cuadrículas distintas, se saca un promedio y se realiza los cálculos respectivos para obtener la concentración por ml.

c) pH: Esta medición se la realiza con los papeles medidores de pH, al momento de la extracción del semen se coloca el papel directamente en el total de la muestra, espera unos segundos que se coloree el papel y luego se lo lleva a la tabla para comparar la coloración y estimar el pH de la muestra.

d) Motilidad en masa e individual: Se diluye con una solución isotónica a relación de 1:10, el portaobjetos seco y limpio se lo coloca en una platina térmica permitiendo

que se caliente hasta 38°C. Se coloca una pequeña gota de semen diluido sobre el portaobjetos utilizando una pipeta. Se cubre la gota con un cubreobjetos, con el fin de lograr una capa uniforme y para evitar que se seque la muestra.

En el microscopio a un aumento de 400X se examina varios campos y se evalúa de una manera subjetiva el porcentaje de espermatozoides móviles en forma progresiva e individual, expresándolo en porcentaje de motilidad.

e) *Espermatozoides muertos*: Sobre un portaobjetos previamente calentado a 38°C en una platina térmica, se coloca una gota de semen y una gota de solución de eosina-nigrosina previamente calentada a 37°C para evitar el shock térmico. Luego de 1 minuto se realiza el frotis. Se observa, al cabo de 2 min, sin cubreobjetos con aumento 100X. Los espermatozoides muertos se tiñen ya que la membrana se hace permeable.

f) *Espermatozoides anormales*: Sobre un portaobjetos previamente calentado a 38°C se coloca una gota de semen y una gota de solución de eosina-nigrosina previamente calentada a 37°C para evitar el shock térmico. Se deja secar la placa. Luego se observa sin cubreobjetos con aumento 100X esto utilizando el aceite de cedro y el lente de inmersión.

Los resultados obtenidos han sido comparados con la siguiente tabla predeterminada:

Cuadro Nº7.- Valores normales del semen de verraco

PARÁMETRO		VALOR
Concentración/ml		>100 x 10 ³ espermatozoides
Volumen		100 – 500 ml
pH		6.9 – 7.5
Motilidad	Masal	70 – 90%
	Individual	90 – 99%
Espermatozoides Muertos		10 – 20%

Espermatozoides Anormales	8 - 10%
---------------------------	---------

Fuente: Cole H.H., Cupps P.T., Arthur G.H. Hafes B., Gary C., Althouse, 2007

Cuadro №8.- Promedio de los valores obtenidos del semen de los verracos suplementados con Selenio orgánico más Vitamina E

PARÁMETRO		VALOR
Concentración/ml		744 x 10 ³ espermatozoides
Volumen		160 ml
pH		7
Motilidad	Masal	92%
	Individual	97%
Espermatozoides Muertos		1,06%
Espermatozoides Anormales		0,51%

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Cuadro №9.- Promedio de los valores obtenidos del semen de los verracos suplementados con Omegas 3 y 6

PARÁMETRO		VALOR
Concentración/ml		262 x 10 ³ espermatozoides
Volumen		163 ml
pH		7
Motilidad	Masal	90%
	Individual	96%
Espermatozoides Muertos		0.81%

Espermatozoides Anormales	0,41%
---------------------------	-------

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Cuadro Nº10.- Promedio de los valores obtenidos del semen de los verracos suplementados con Probióticos

PARÁMETRO		VALOR
Concentración/ml		91 x 10 ³ espermatozoides
Volumen		216 ml
pH		7
Motilidad	Masal	92%
	Individual	97%
Espermatozoides Muertos		1,10%
Espermatozoides Anormales		0,64%

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Con esta comparación se determinará qué tratamiento causa mayor significancia en los resultados de la investigación.

2.3.6 Análisis estadístico

2.3.6.1 Diseño experimental

Diseño Completamente al Azar (DCA).

2.3.6.2 Esquema del ADEVA

Cuadro Nº 11.- Esquema del ADEVA

FV	GL
TOTAL	9-1 = 8
TRATAMIENTOS	t-1 = 2
E.EXP	Dif = (8-2) = 6

2.3.6.3 Pruebas de significación

Se utilizó para los tratamientos las pruebas de significación Tukey al 5% donde se hallará diferencias estadísticas en los cuadros de ADEVA.

$$T = Q \times S_x$$

$$T = \text{Tukey}$$

$$Q = \text{Valor } \alpha \text{ 5\% (GLt; GLEEXP) Tablas}$$

$$S_x = \frac{\sqrt{\text{CMEE}}}{\theta}$$

2.4 Metodología del manejo del experimento

El estudio se realizó entre el seis de mayo y el seis de agosto de 2011, en la finca “La Joya”, ubicada en la parroquia Belisario Quevedo. Se utilizaron 6 verracos reproductores: de línea Large White, con edades comprendidas entre 12 y 16 meses de edad, alojados en jaulas individuales de 2.5m de ancho x 2.5m de largo.

Cada uno recibió el mismo manejo zootécnico que comprende:

- Desparasitaciones cada 6 meses con febendazol y albendazol.
- Vacunación contra parvovirus, mal rojo, leptospirosis y cólera porcino bianual.
- Limpieza diaria de jaulas en seco, lavado y desinfección semanal.

Para el inicio de la fase experimental fueron distribuidos en tres grupos teniendo en cuenta la afinidad de peso y edad, tres grupos de dos individuos cada uno. Una vez formados los grupos se procedió a realizar lo siguiente:

- Se identificó a cada grupo con letreros de colores en las jaulas: amarillo para los de tratamiento de selenio con vitamina E; rojo para los de tratamiento con ácidos omega 3 y 6; verde para los de tratamiento de probióticos.
- Los siete primeros días recibieron la suplementación estimada para cada uno de los grupos en la ración diaria de concentrado, melaza y agua a voluntad.
- El octavo día se realizó la primera colecta espermática a los seis animales experimentales y las muestras fueron llevadas al laboratorio para realizar el espermiograma a cada una y registrar los resultados obtenidos en las tablas individuales (vease anexo #1).
- A partir de este punto se realizaron las extracciones cada cuarto día conjuntamente con los exámenes de laboratorio y el registro de resultados.
- Al finalizar el experimento se realizó la última colecta para el espermiograma final.

CAPÍTULO III

3.1 Resultados y Discusión

El experimento consistió en la suplementación alimenticia para cerdos verracos con tres productos: Selenio orgánico más vitamina E, omegas 3 y 6 y probióticos. La toma de datos del experimento se realizó a partir de la segunda semana del inicio de la suplementación alimenticia, desde el 6 de mayo hasta el 6 de agosto del 2001.

Con la finalidad de evaluar el experimento a través de su tiempo de duración se evaluarán las variables: concentración espermática, volumen del eyaculado, motilidad espermática masale individual, pH, porcentaje de espermatozoides muertos y anormalidades espermáticas durante la primera extracción, octava extracción, décima sexta extracción y vigésima cuarta extracción.

La variable pH fue evaluada;pero no se han encontrado diferencias en los valores en ninguno de los tratamientos y en ningún momento del experimento.

Por no haber encontrado una distribución próxima a la normal en algunas de las variables, se procedió a transformarlas como recomienda González Bahamonde (1994). Las variables concentración espermática, volumen del eyaculado se transformaron mediante logaritmo de base 10 y aquellos expresados en porcentaje mediante la raíz cuadrada.

Las variables porcentaje de espermatozoides muertos y anormalidades espermáticas no han sido analizadas mediante ADEVA ni pruebas de significación ya que los valores obtenidos son demasiado bajos para este tipo de análisis. A estas se las ha representado en tablas y gráficos en los cuales se puede apreciar la variación.

3.1.1 Concentración espermática

3.1.1.1 Primera extracción

Tabla Nº 1: Análisis de varianza de la variable concentración espermática en la primera extracción.

FV	GL	SC	CM	F.cal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,88	0,11			
Tratamientos	2	0,71	0,36	12,90	5,14	10,92
Error experimental	6	0,17	0,03			

CV 7,60%

Del análisis de varianza de la variable concentración espermática en la primera extracción (tabla Nº 1.) se observa que existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 7,60%, el cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla Nº 2: Ordenamiento de promedios para la variable concentración espermática en la primera extracción

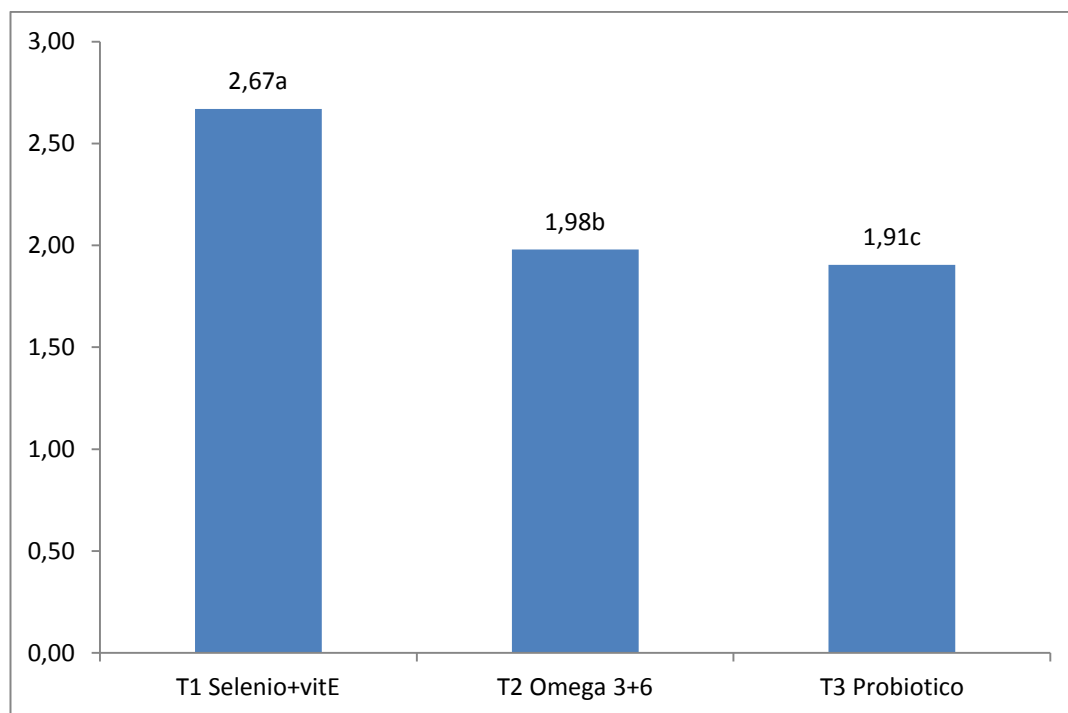
Tratamiento	Promedio
T1 Selenio+ vit E	2,67
T2 Omega 3 y 6	1,98
T3 Probiótico	1,91

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico Nº 1.-Diferencia entre los tratamientos de la variable concentración espermática para la primera extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable concentración espermática en la primera extracción (tabla Nº 2) se observa que la mayor concentración espermática se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E, con un valor de 2,67; esto se debe a que el selenio y la vitamina E van a actuar directamente en la espermatogénesis dentro de las células de Sertoli. Estos dos compuestos optimizan la maduración de los espermatoцитos primarios y por ello se presenta mayor concentración espermática (número de espermatozoides por ml).

El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con probiótico a una dosis de 105mg dando como resultado una concentración de 1,91. Los probióticos no tienen influencia dentro del testículo, éstos solo ayudan a que los alimentos se absorban de mejor manera en el tracto digestivo especialmente en el intestino delgado de los animales.

3.1.1.2 Octava extracción

Tabla Nº 3: Análisis de varianza de la variable concentración espermática en la octava extracción.

FV	GL	SC	CM	F.cal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,83	0,10			
Tratamientos	2	0,81	0,41	112,58	5,14	10,92
Error experimental	6	0,02	0,00			

*

CV 2,64%

Del análisis de varianza de la variable concentración espermática en la octava extracción (tabla Nº 3) se observa que existe diferencias significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 2,64%, el cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla Nº 4: Ordenamiento de promedios para la variable concentración espermática en la octava extracción

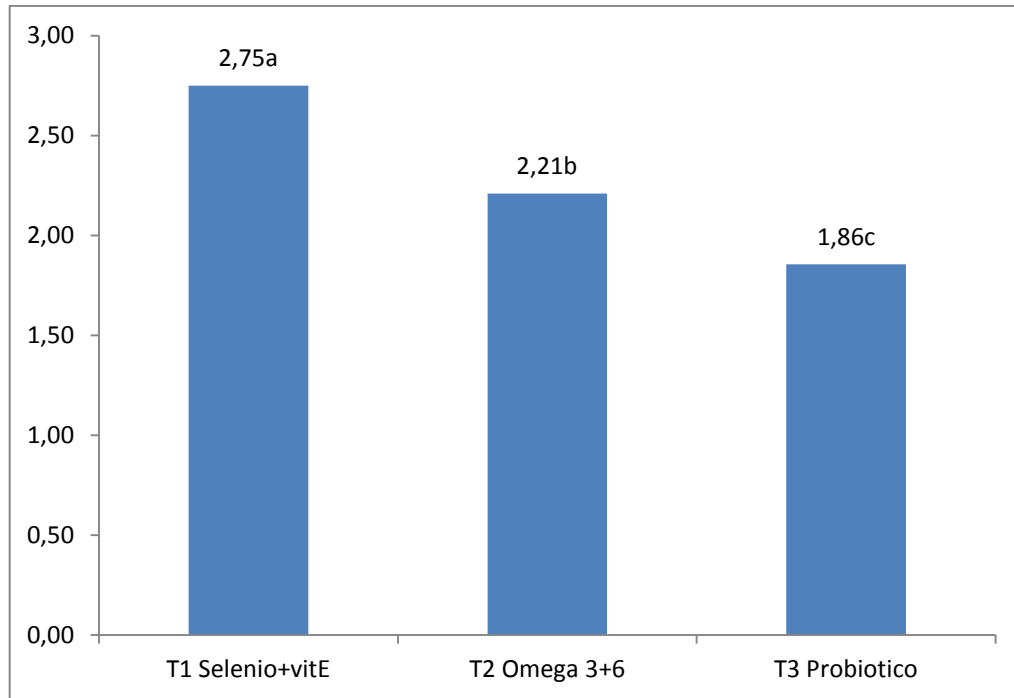
Tratamiento	Promedio
T1 Selenio+vitE	2,75
T2 Omega 3 y 6	2,21
T3 Probiótico	1,86

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico Nº 2.-Diferencia entre los tratamientos de la variable concentración espermática para la octava extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable concentración espermática en la octava extracción (tabla № 4) se observa que la mayor concentración espermática se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E, con un valor de 2,75; esto se debe a que el selenio y la vitamina E van a actuar directamente en la espermatogénesis dentro de las células de Sertoli. Estos dos compuestos optimizan la maduración de los espermatoцитos primarios y por ello se presenta mayor concentración espermática (número de espermatozoides por ml).

El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con probiótico a una dosis de 105 mg dando como resultado una concentración de 1,86. Los probióticos no tienen influencia dentro del testículo, éstos solo ayudan a que los alimentos se absorban de mejor manera en el tracto digestivo especialmente en el intestino delgado de los animales.

3.1.1.3 Décima sexta extracción

Tabla Nº 5: Análisis de varianza de la variable concentración espermática en la décima sexta extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,75	0,09			
Tratamientos	2	0,68	0,34	29,53	5,14	10,92
Error experimental	6	0,07	0,01			

*

CV 4,30%

Del análisis de varianza de la variable concentración espermática en la décima sexta extracción (tabla Nº 5) se observa que existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 4,30%, el cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla Nº 6: Ordenamiento de promedios para la variable concentración espermática en la décima sexta extracción.

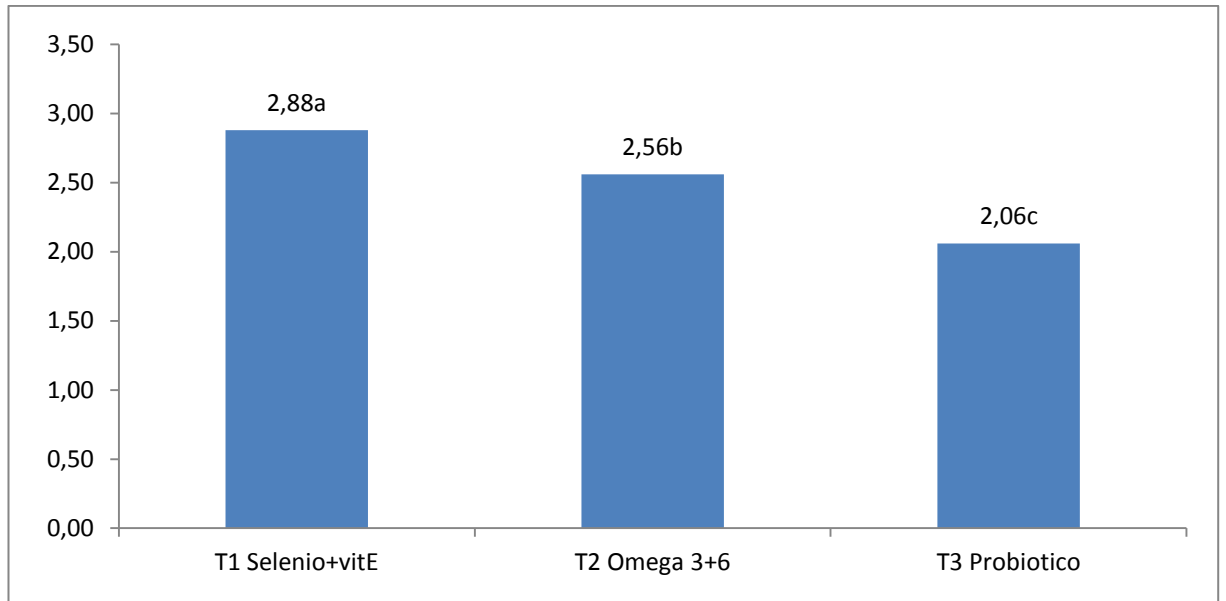
Tratamiento	Promedio
T1 Selenio +vitE	2,88
T2 Omega 3 y 6	2,56
T3 Probiótico	2,06

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico Nº 3.-Diferencia entre los tratamientos de la variable concentración espermática para la décima sexta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable concentración espermática en la décima sexta extracción (tabla № 6) se observa que la mayor concentración espermática se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E, con un valor de 2,88; esto se debe a que el selenio y la vitamina E van a actuar directamente en la espermatogénesis dentro de las células de Sertoli. Estos dos compuestos optimizan la maduración de los espermatoцитos primarios y por ello se presenta mayor concentración espermática (número de espermatozoides por ml). El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con probiótico a una dosis de 105 mg dando como resultado una concentración de 2,06.

Los probióticos no tienen influencia dentro del testículo, estos solo ayudan a que los alimentos se absorban de mejor manera en el tracto digestivo especialmente en el intestino delgado de los animales.

3.1.1.4 Vigésima cuarta extracción

Tabla Nº 7: Análisis de varianza de la variable concentración espermática en la vigésima cuarta extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,89	0,11			
Tratamientos	2	0,87	0,44	190,82	5,14	10,92
Error experimental	6	0,01	0,00			

*

CV 1,86%

Del análisis de varianza de la variable concentración espermática en la vigésima cuarta extracción (tabla Nº 6) se observa que existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 1,86%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla Nº 8: Ordenamiento de promedios para la variable concentración espermática en la vigésima cuarta extracción.

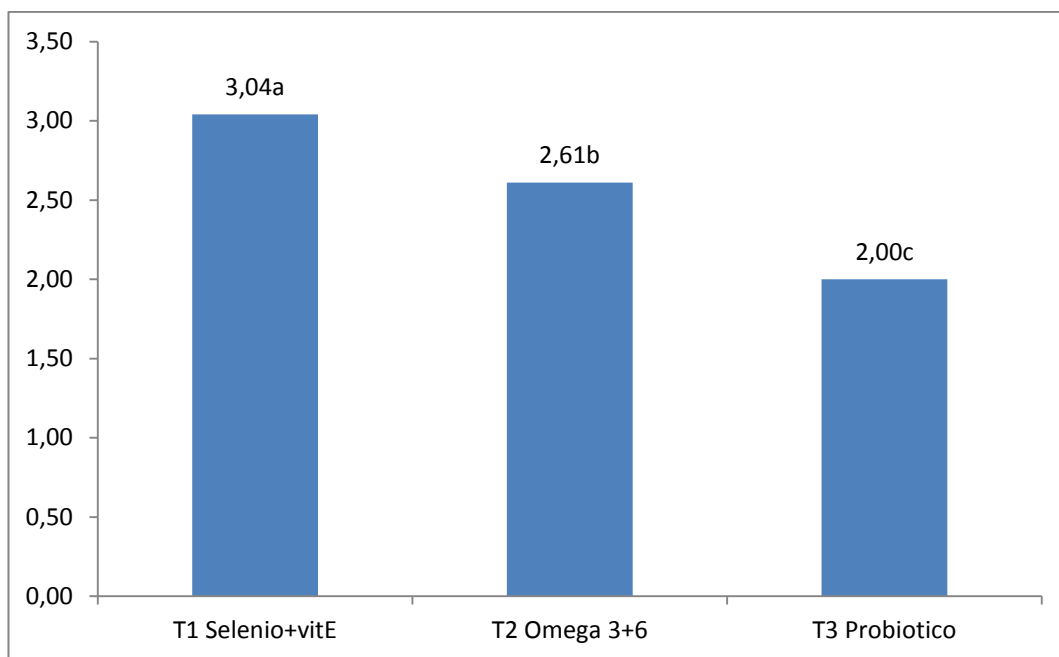
Tratamiento	Promedio
T1 Selenio +vitE	3,04
T2 Omega 3 y 6	2,61
T3 Probiótico	2,00

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico Nº 4.-Diferencia entre los tratamientos de la variable concentración espermática para la vigésima cuarta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable concentración espermática en la vigésima cuarta extracción (tabla № 8) se observa que la mayor concentración espermática se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E, con un valor de 3,04; Esto se debe a que el selenio y la vitamina E van a actuar directamente en la espermátogenesis dentro de las células de Sertoli. Estos dos compuestos optimizan la maduración de los espermatoцитos primarios y por ello se presenta mayor concentración espermática (número de espermatozoides por ml). El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con probiótico a una dosis de 105 mg dando como resultado una concentración de 2,00. Los probióticos no tienen influencia dentro del testículo, éstos solo ayudan a que los alimentos se absorban de mejor manera en el tracto digestivo especialmente en el intestino delgado de los animales.

3.1.2 Volumen del eyaculado

3.1.2.1 Primera extracción

Tabla Nº 9: Análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la primera extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,05	0,01			
Tratamientos	2	0,03	0,01	3,26	5,14	10,92
Error experimental	6	0,03	0,00			
CV		2,80%				

ns

Del análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la primera extracción (tabla Nº 9) se observa que no existe diferencias significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 2,80%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla Nº 10: Ordenamiento de promedios para la variable volumen del eyaculado en la primera extracción.

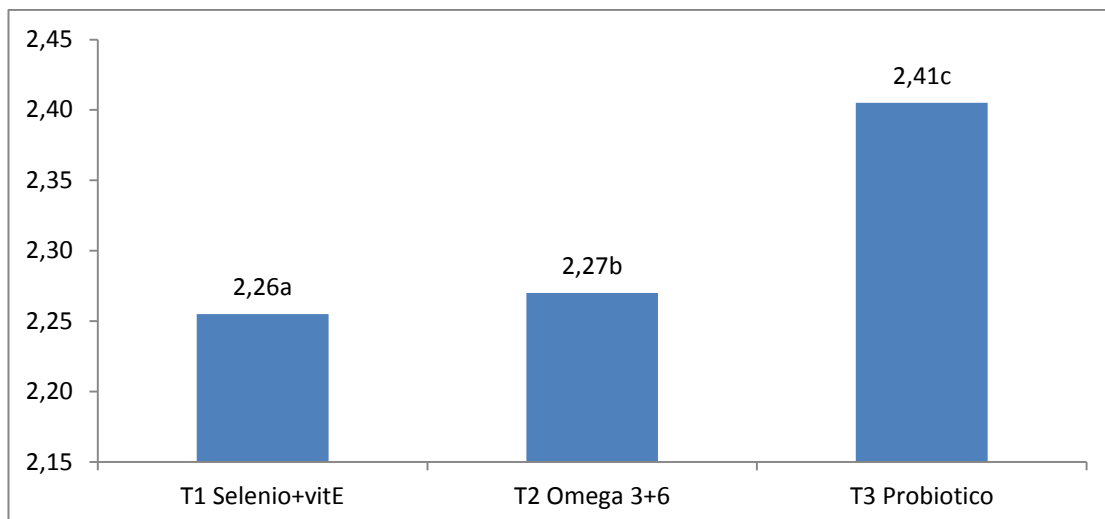
Tratamiento	Promedio
T3 Probiótico	2,41
T2 Omega 3 y 6	2,27
T1 Selenio+vitE	2,26

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico Nº 5.-Diferencia entre los tratamientos de la variable volumen del eyaculado para la primera extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable volumen del eyaculado en la primera extracción (tabla № 10) se observa que el mayor volumen del eyaculado se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de probiótico a una dosis de 105mg, con un valor de 2,41. Esto se debe a que los probióticos ayudan a que los alimentos se absorban de mejor manera en el tracto digestivo especialmente en el intestino delgado de los animales, el líquido espermático se encuentra constituido principalmente por azúcares y aminoácidos los cuales se derivan de los carbohidratos adquiridos en la dieta del animal que siendo absorbidos de mejor manera aumentan el líquido seminal y por ende el volumen del eyaculado.

El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E dando como resultado un volumen de 2,26. El selenio orgánico y la vitamina E actúan directamente en el testículo optimizando la espermatogénesis pero no cumplen ninguna función dentro de la formación del líquido seminal que es el encargado de dar que dar volumen al eyaculado.

3.1.2.2 Octava extracción

Tabla N° 11: Análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la octava extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%	
Total	8	0,03	0,00				
Tratamientos	2	0,00	0,00	0,58	5,14	10,92	ns
Error experimental	6	0,02	0,00				

CV 2,71%

Del análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la octava extracción (tabla N° 11) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 2,71%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla N° 12: Ordenamiento de promedios para la variable volumen del eyaculado en la octava extracción.

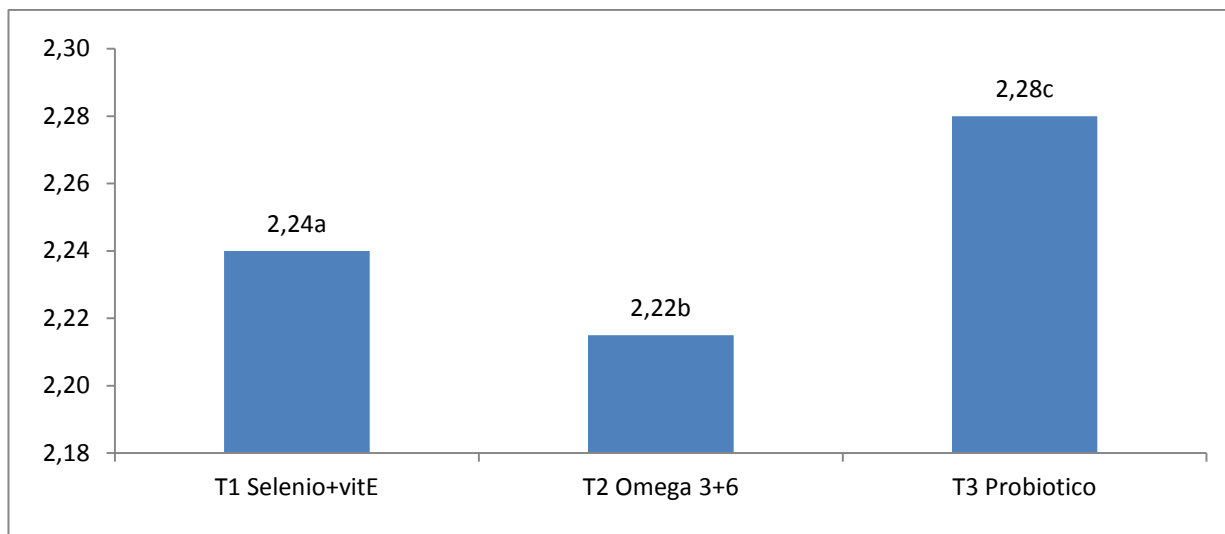
Tratamiento	Promedio
T3 Probiótico	2,28
T1 Selenio+vitE	2,24
T2 Omega 3 y 6	2,22

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico N° 6.-Diferencia entre los tratamientos de la variable volumen del eyaculado para la octava extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable volumen del eyaculado en la octava extracción (tabla № 12) se observa que el mayor volumen del eyaculado se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de probiótico a una dosis de 105 mg, con un valor de 2,41. Esto se debe a que los probióticos ayudan a que los alimentos se absorban de mejor manera en el tracto digestivo especialmente en el intestino delgado de los animales, el líquido espermático se encuentra constituido principalmente por azúcares y aminoácidos los cuales se derivan de los carbohidratos adquiridos en la dieta del animal que siendo absorbidos de mejor manera aumentan el líquido seminal y por ende el volumen del eyaculado.

El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con omegas 3 y 6 a una dosis de 24,5 mg dando como resultado un volumen de 2,22. Los omegas 3 y 6 son compuestos antioxidantes que ayudan a formar nuevas células, son esenciales en la reproducción porque son precursores de las prostaglandinas pero no actúan sobre las glándulas accesorias que son las encargadas de la formación del líquido seminal y por ende del volumen del eyaculado.

3.1.2.3 Décima sexta extracción

Tabla N° 13: Análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la décima sexta extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,04	0,01			
Tratamientos	2	0,04	0,02	47,81	5,14	10,92 *
Error experimental	6	0,00	0,00			

CV 0,93%

Del análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la décima sexta extracción (tabla N° 13) se observa que existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 0,93%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla N° 14: Ordenamiento de promedios para la variable volumen del eyaculado en la décima sexta extracción.

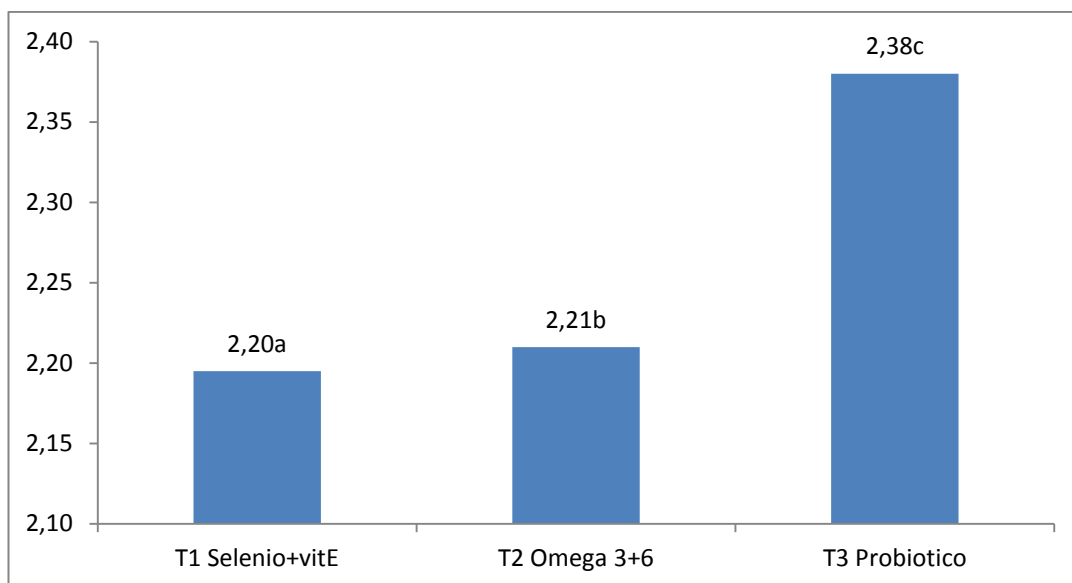
Tratamiento	Promedio
T3 Probiótico	2,38
T2 Omega 3 y 6	2,21
T1 Selenio+vitE	2,20

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico N° 7.-Diferencia entre los tratamientos de la variable volumen del eyaculado para la décima sexta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable volumen del eyaculado en la décima sexta extracción (tabla № 14) se observa que la mayor concentración espermática se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de probiótico a una dosis de 105mg, con un valor de 2,38. Esto se debe a que los probióticos ayudan a que los alimentos se absorban de mejor manera en el tracto digestivo especialmente en el intestino delgado de los animales, el líquido espermático se encuentra constituido principalmente por azúcares y aminoácidos los cuales se derivan de los carbohidratos adquiridos en la dieta del animal que siendo absorbidos de mejor manera aumentan el líquido seminal y por ende el volumen del eyaculado. El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E dando como resultado un volumen de 2,20. El selenio orgánico y la vitamina E actúan directamente en el testículo optimizando la espermatogénesis pero no cumplen ninguna función dentro de la formación del líquido seminal que es el encargado de dar volumen al eyaculado.

3.1.2.4 Vigésima cuarta extracción

Tabla Nº 15: Análisis de varianza de la variable volumen del eyaculado en la vigésima cuarta extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,06	0,01			
Tratamientos	2	0,05	0,02	10,43	5,14	10,92 *
Error experimental	6	0,01	0,00			

CV 2,16%

Del análisis de varianza de la variable volumen espermático en la vigésima cuarta extracción (tabla Nº 15) se observa que existe diferencia poco significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 2,16%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla Nº 16: Ordenamiento de promedios para la variable volumen del eyaculado en la vigésima cuarta extracción.

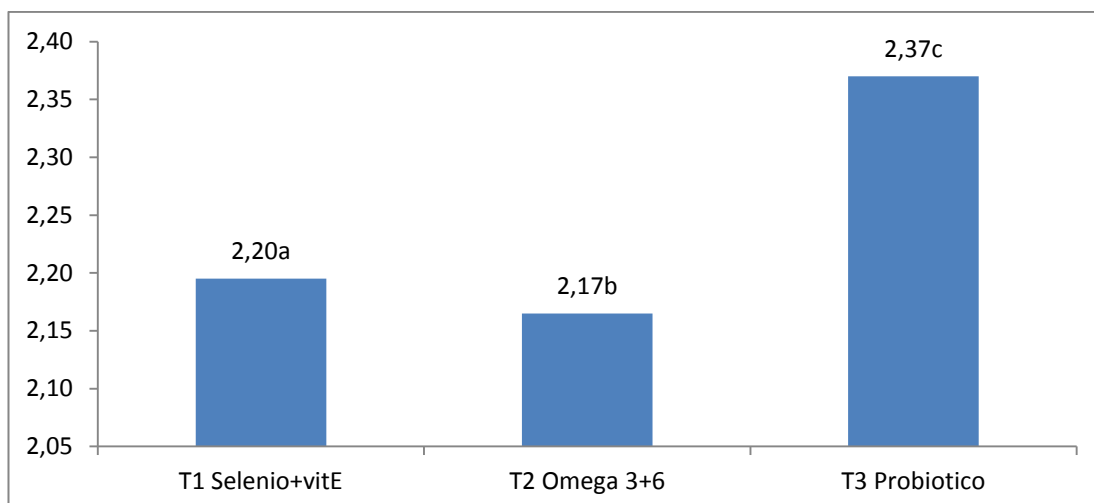
Tratamiento	Promedio
T3 Probiótico	2,37
T1 Selenio+vitE	2,20
T2 Omega 3 y 6	2,17

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico Nº 8.-Diferencia entre los tratamientos de la variable volumen del eyaculado para la vigésima cuarta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable volumen del eyaculado en la vigésima cuarta extracción (tabla Nº 16) se observa que la mayor concentración espermática se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de probiótico a una dosis de 105 mg, con un valor de 2,37. Esto se debe a que los probióticos ayudan a que los alimentos se absorban de mejor manera en el tracto digestivo especialmente en el intestino delgado de los animales, el líquido espermático se encuentra constituido principalmente por azúcares y aminoácidos los cuales se derivan de los carbohidratos adquiridos en la dieta del animal que siendo absorbidos de mejor manera aumentan el líquido seminal y por ende el volumen del eyaculado. El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con omegas 3 y 6 a una dosis de 24,5 mg dando como resultado un volumen de 2,17. Los omegas 3 y 6 son compuestos antioxidantes que ayudan a formar nuevas células, son esenciales en la reproducción porque son precursores de las prostaglandinas pero no actúan sobre las glándulas accesorias que son las encargadas de la formación del líquido seminal y por ende del volumen del eyaculado.

3.1.3 Motilidad espermática individual

3.1.3.1 Primera extracción

Tabla N° 17: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la primera extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,02	0,00			
Tratamientos	2	0,01	0,00	2,00	5,14	10,92 ns
Error experimental	6	0,01	0,00			

CV 3,15%

Del análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la primera extracción (tabla N° 17) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 3,15%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla N° 18: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática individual en la primera extracción.

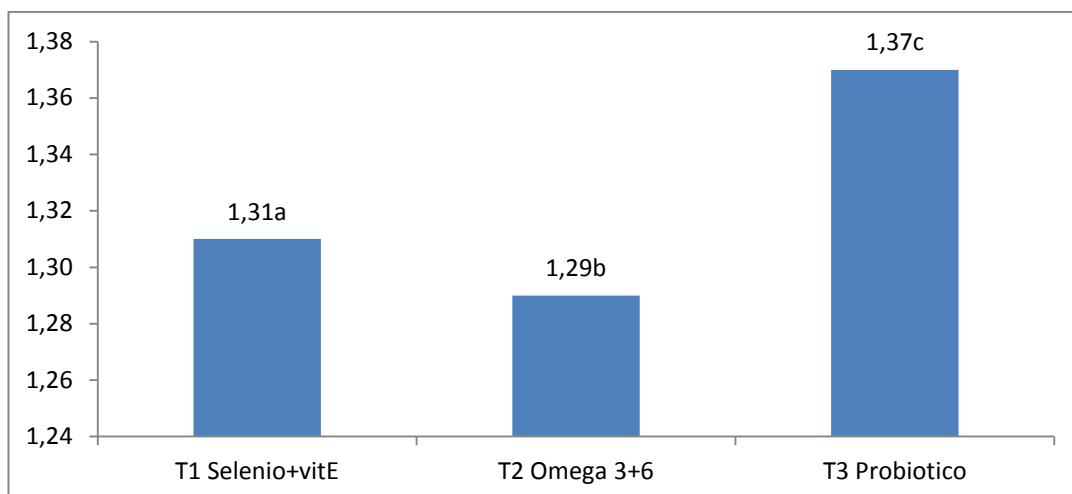
Tratamiento	Promedio
T3 Probiótico	1,37
T1 Selenio+vitE	1,31
T2 Omega 3 y 6	1,29

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico N° 9.-Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la primera extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable motilidad espermática individual en la primera extracción (tabla Nº 18) se observa que la mayor motilidad espermática individual se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de probiótico a una dosis de 105 mg, con un valor de 1,37.

El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con omegas 3 y 6 a una dosis de 24,5 mg dando como resultado una motilidad individual de 1,29. Estos resultados se deben a que ninguno de los suplementos interviene directamente en la función de la motilidad espermática individual.

3.1.3.2 Octava extracción

Tabla Nº 19: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la octava extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,05	0,01			
Tratamientos	2	0,02	0,01	1,30	5,14	10,92
Error experimental	6	0,04	0,01			

ns

CV **6,39%**

Del análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la octava extracción (tabla № 19) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 6,39%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla № 20: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática individual en la primera extracción.

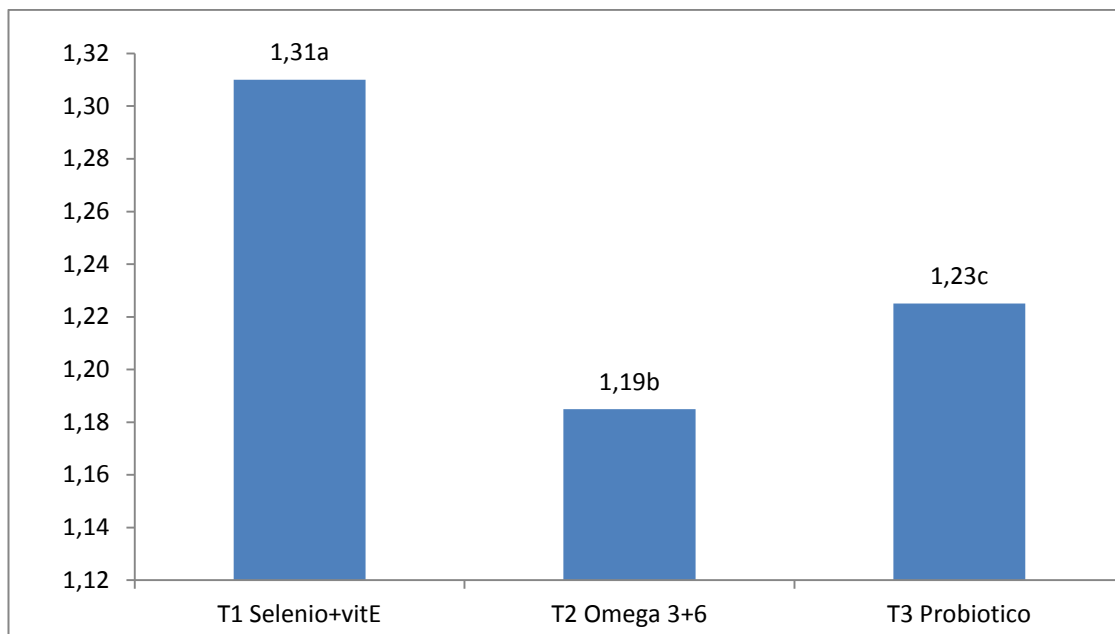
Tratamiento	Promedio
T1 Selenio+vitE	1,31
T3 Probiótico	1,23
T2 Omega 3 y 6	1,19

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico № 10.- Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la octava extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable motilidad espermática individual en la octava extracción (tabla № 20) se observa que la mayor motilidad espermática individual se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E, con un valor de 1,31.

El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con omegas 3 y 6 a una dosis de 24,5 mg dando como resultado una motilidad individual de 1,19. Estos resultados se deben a que ninguno de los suplementos interviene directamente en la función de la motilidad espermática individual.

3.1.3.3 Décima sexta extracción

Tabla № 21: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la décima primera extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,02	0,00			
Tratamientos	2	0,01	0,01	3,80	5,14	10,92
Error experimental	6	0,01	0,00			

ns

CV **2,80%**

Del análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la décima sexta extracción (tabla Nº 21) se observa que existe diferencia no significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 2,80%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla Nº 22: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática individual en la décima sexta extracción.

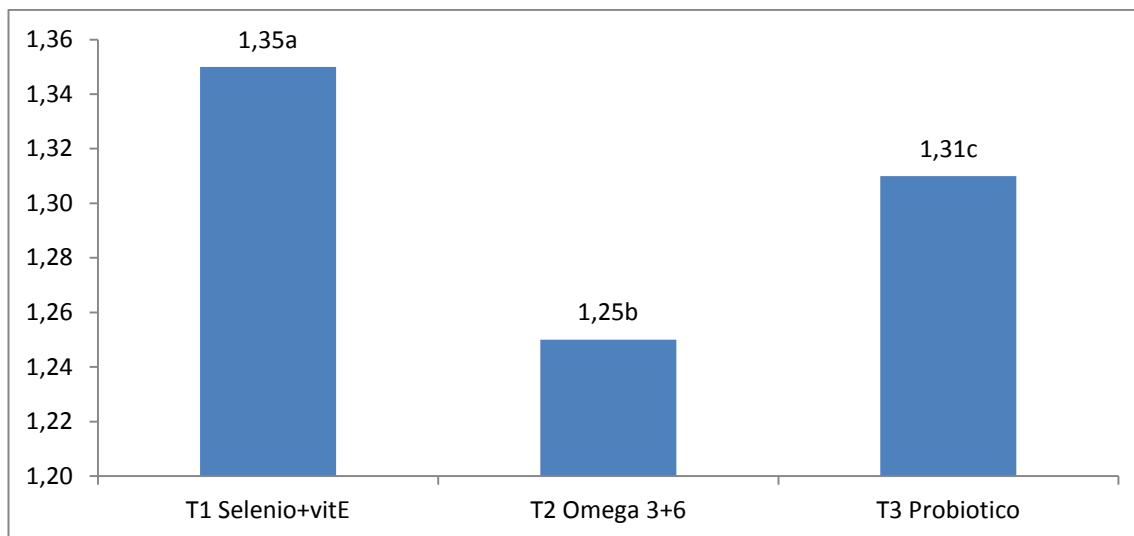
Tratamiento	Promedio
T1 Selenio+vitE	1,35
T3 Probiótico	1,31
T2 Omega 3 y 6	1,25

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico Nº 11.-Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la décima sexta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable motilidad espermática individual en la décima sexta extracción (tabla Nº 22) se observa que la mayor motilidad espermática individual se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E, con un valor de 1,35.

El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con omegas 3 y 6 a una dosis de 24,5 mg dando como resultado una motilidad individual de 1,25.

Estos resultados se deben a que ninguno de los suplementos interviene directamente en la función de la motilidad espermática individual.

3.1.3.4 Vigésima cuarta extracción

Tabla Nº 23: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la vigésima cuarta extracción.

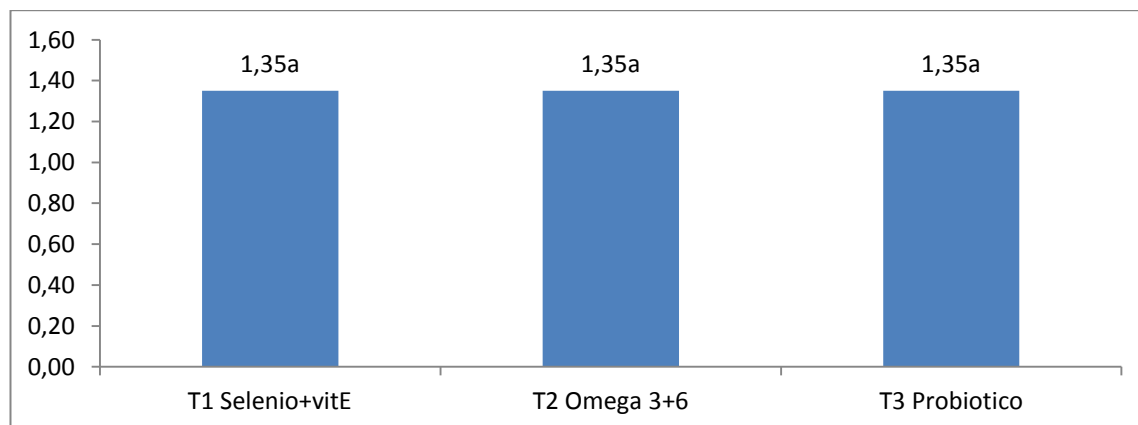
FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,0024000	0,0003000			
Tratamientos	2	0,0000000	0,0000000	0,0000000	5,14	10,92
Error experimental	6	0,0024000	0,0004000			

ns

CV 1,48%

Del análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la vigésima cuarta extracción (tabla № 23) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 1,48%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Gráfico № 12.-Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática individual para la vigésima cuarta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

En la vigésima cuarta extracción de la variable motilidad espermática individual no se realizó ordenamiento de promedios ya que todos los valores son iguales.

3.1.4 Motilidad espermática en masa

3.1.4.1 Primera extracción

Tabla N° 24: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la primera extracción

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,06	0,01			
Tratamientos	2	0,02	0,01	1,18	5,14	10,92
Error experimental	6	0,04	0,01			

ns

CV 6,87%

Del análisis de varianza de la variable motilidad espermática individual en la primera extracción (tabla N° 24) se observa que existe no diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 6,87%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla N° 25: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática en masa en la primera extracción.

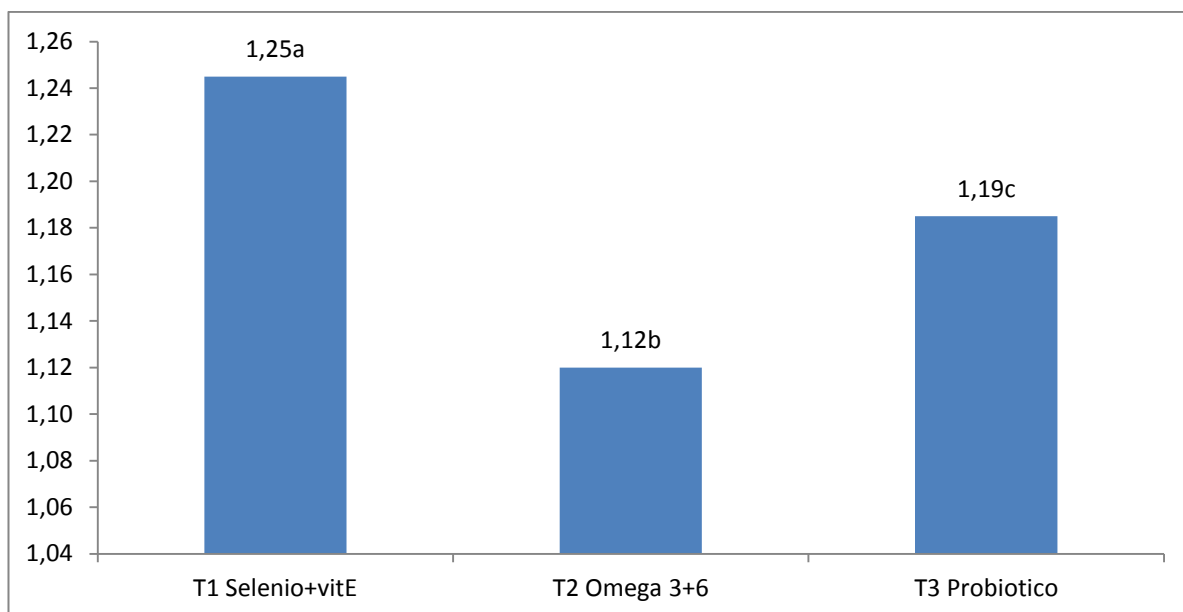
Tratamiento	Promedio
T1 Selenio+vitE	1,25
T3 Probiótico	1,19
T2 Omega 3 y 6	1,12

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico N° 13.-Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática en masa para la primera extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable motilidad espermática en masa en la primera extracción (tabla № 25) se observa que la mayor motilidad espermática en masa se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de selenio orgánico (metionina) más una dosis de 700 mg de vitamina E, con un valor de 1,25.

El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con omegas 3 y 6 a una dosis de 24,5 mg dando como resultado una motilidad en masa de 1,12. Estos resultados se deben a que ninguno de los suplementos interviene directamente en la función de la motilidad espermática en masa.

3.1.4.2 Octava extracción

Tabla № 26: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la octava extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,03	0,00			
Tratamientos	2	0,02	0,01	6,00	5,14	10,92 *
Error experimental	6	0,01	0,00			

CV **3,17%**

Del análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la octava extracción (tabla Nº 26) se observa que existe diferencia poco significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 3,17%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla Nº 27: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática en masa en la octava extracción.

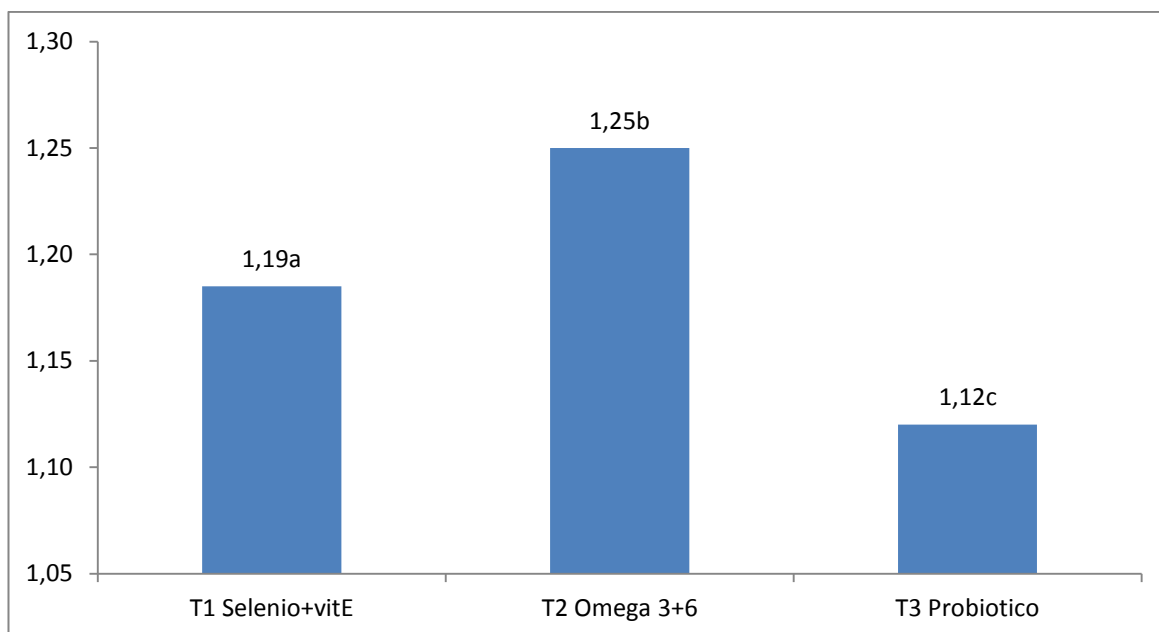
Tratamiento	Promedio
T2 Omega 3 y 6	1,25
T1 Selenio+vitE	1,19
T3 Probiótico	1,12

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico Nº 13.-Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática en masa para la octava extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable motilidad espermática en masa en la octava extracción (tabla Nº 27) se observa que la mayor motilidad espermática individual se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de omegas 3 y 6 a una dosis de 24,5 mg, con un valor de 1,25. El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con probiótico a una dosis de 105 mg dando como resultado una motilidad individual de 1,12.

Estos resultados se deben a que ninguno de los suplementos interviene directamente en la función de la motilidad espermática en masa.

3.1.4.3 Décima sexta extracción

Tabla Nº 28: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la décima primera extracción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ftab5%	Ftab1%
Total	8	0,01	0,00			
Tratamientos	2	0,01	0,00	2,00	5,14	10,92
Error experimental	6	0,01	0,00			

ns

CV **3,29%**

Del análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la décima sexta extracción (tabla N° 28) se observa que no existe diferencia significativa para los tratamientos en estudio; el coeficiente de variación para esta variable fue de 3,29%. El cual manifiesta un buen manejo del experimento.

Tabla N° 29: Ordenamiento de promedios para la variable motilidad espermática en masa en la décima sexta extracción.

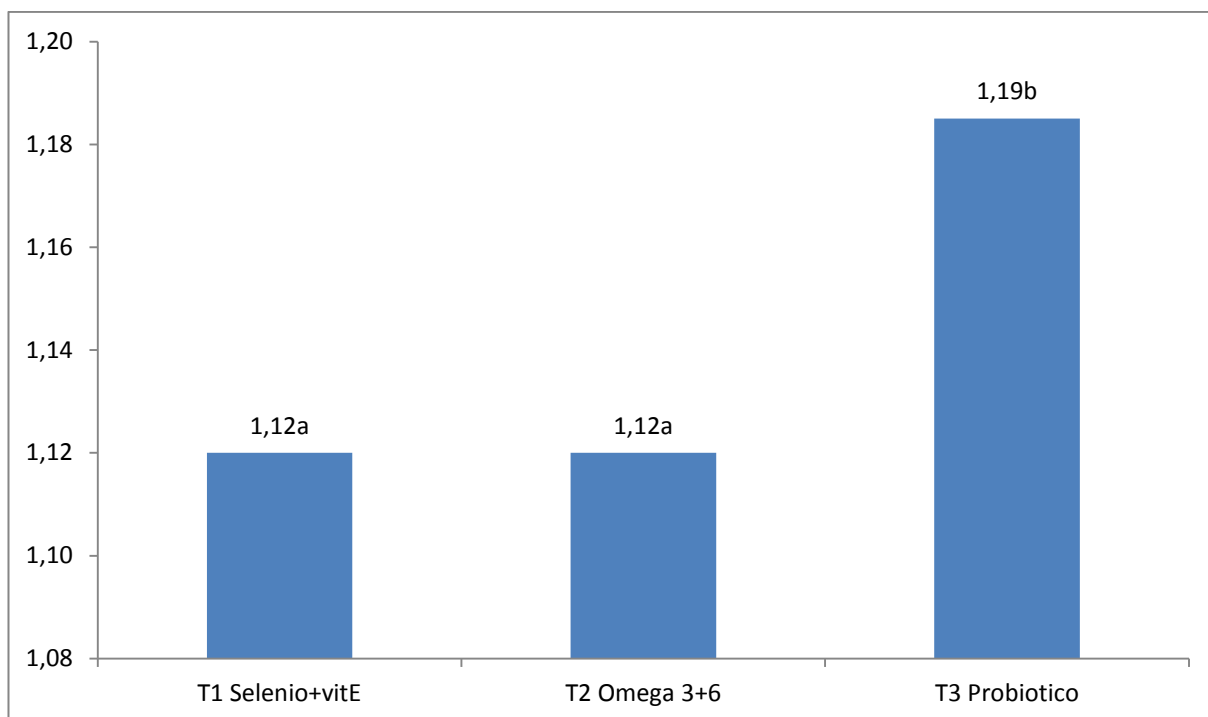
Tratamiento	Promedio
T3 Probiótico	1,19
T1 Selenio+vitE	1,12
T2 Omega 3 y 6	1,12

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Gráfico N° 14.-Diferencia entre los tratamientos de la variable motilidad espermática en masa para la décima sexta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Del ordenamiento de promedios de la variable motilidad espermática en masa en la décima sexta extracción (tabla № 29) se observa que la mayor motilidad espermática individual se presenta cuando a los verracos se suministra un suplemento de probiótico a una dosis de 105 mg, con un valor de 1,19.

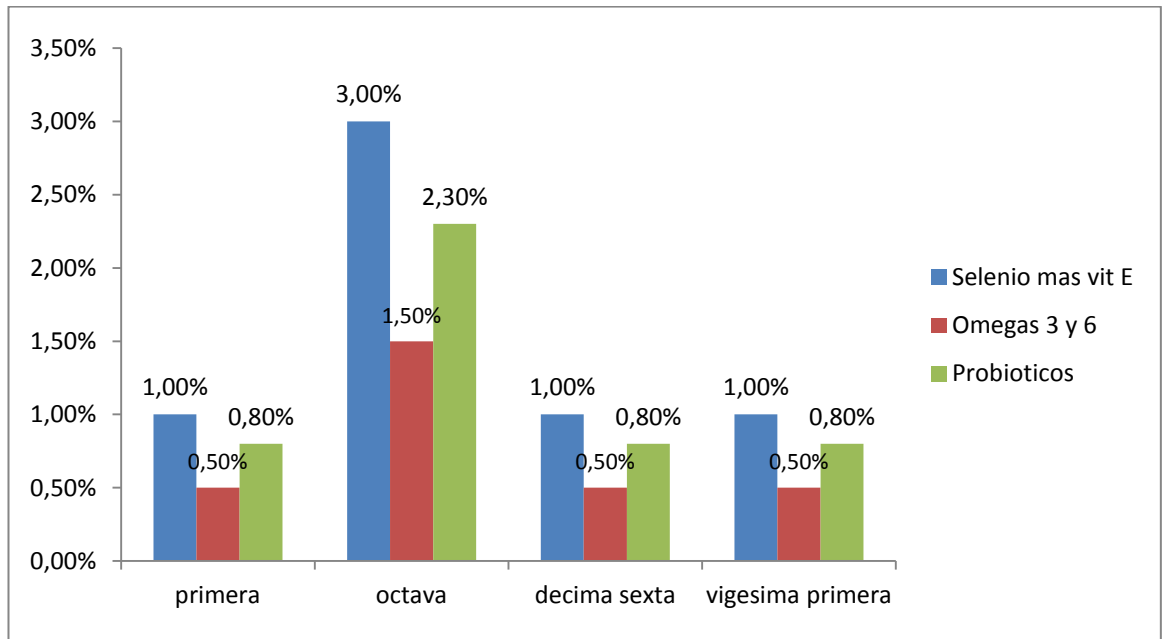
El tratamiento con menores resultados se presentó en los verracos que fueron suministrados con omegas 3 y 6 a una dosis de 24,5 mg dando como resultado una motilidad individual de 1,12. Estos resultados se deben a que ninguno de los suplementos interviene directamente en la función de la motilidad espermática en masa.

3.1.4.4 Vigésima cuarta extracción

Tabla № 30: Análisis de varianza de la variable motilidad espermática en masa en la vigésima cuarta extracción.

3.1.5 Porcentaje de espermatozoides muertos

Gráfico Nº 16.-Diferencia entre los tratamientos de la variable porcentaje de espermatozoides muertos para la primera, octava, décima sexta y vigésima cuarta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

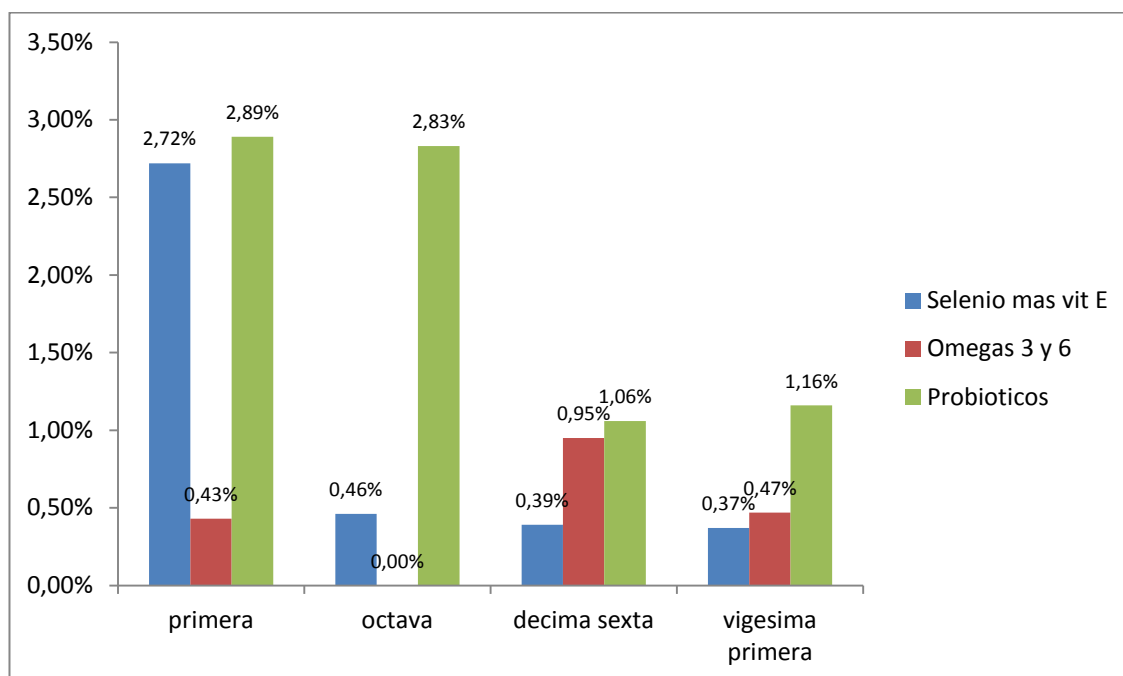
David Tinillo T.

En la variable porcentaje de espermatozoides muertos se observa que en las cuatro extracciones los omegas 3 y 6 son los que menor número de espermatozoides muertos presentan, esto se debe a que los omegas 3 y 6 son antioxidantes y hacen que la célula espermática pueda soportar el manejo y sobrevivir. El tratamiento con menores resultados es el de selenio orgánico más vitamina E ya que estos compuestos no tienen ningún efecto sobre la supervivencia del espermatozoide.

3.1.6 Anormalidades espermáticas

3.1.6.1 Colas Flectadas

Gráfico № 17.-Diferencia entre los tratamientos de la variable anormalidades espermáticas, colas flectadas, para la primera, octava, décima sexta y vigésima cuarta extracción.



Fuente: Directa

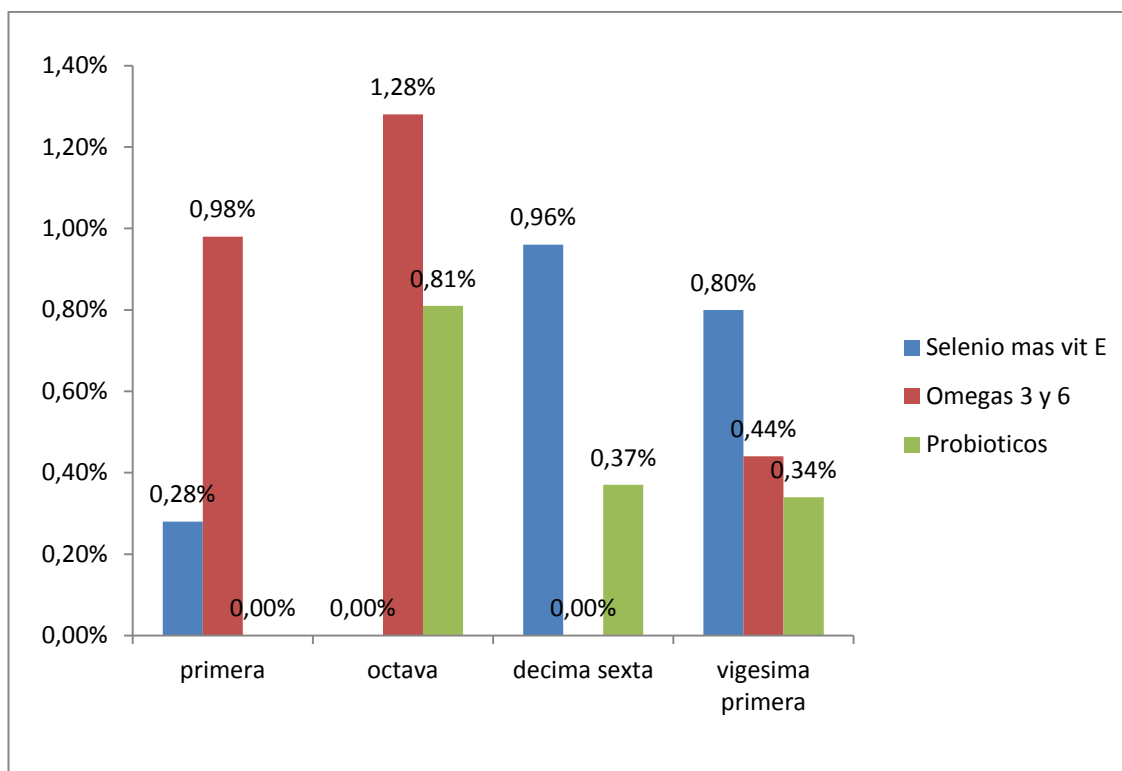
Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

En la variable anormalidades espermáticas, colas flectadas, se observa que en las cuatro extracciones los omegas 3 y 6 son los que menor número de espermatozoides anormales presentan, esto se debe a que los omegas 3 y 6 son antioxidantes y formadores de nuevas células por lo tanto disminuyen la incidencia de este tipo de anomalía que se presenta el momento de la maduración de la célula espermática. El tratamiento con menores resultados es el de los probióticos ya que estos compuestos no tienen ningún efecto sobre la formación del espermatozoide.

3.1.6.2 Cola enrollada

Gráfico № 18.-Diferencia entre los tratamientos de la variable anormalidades espermáticas, cola enrollada, para la primera, octava, décima sexta y vigésima cuarta extracción.



Fuente: Directa

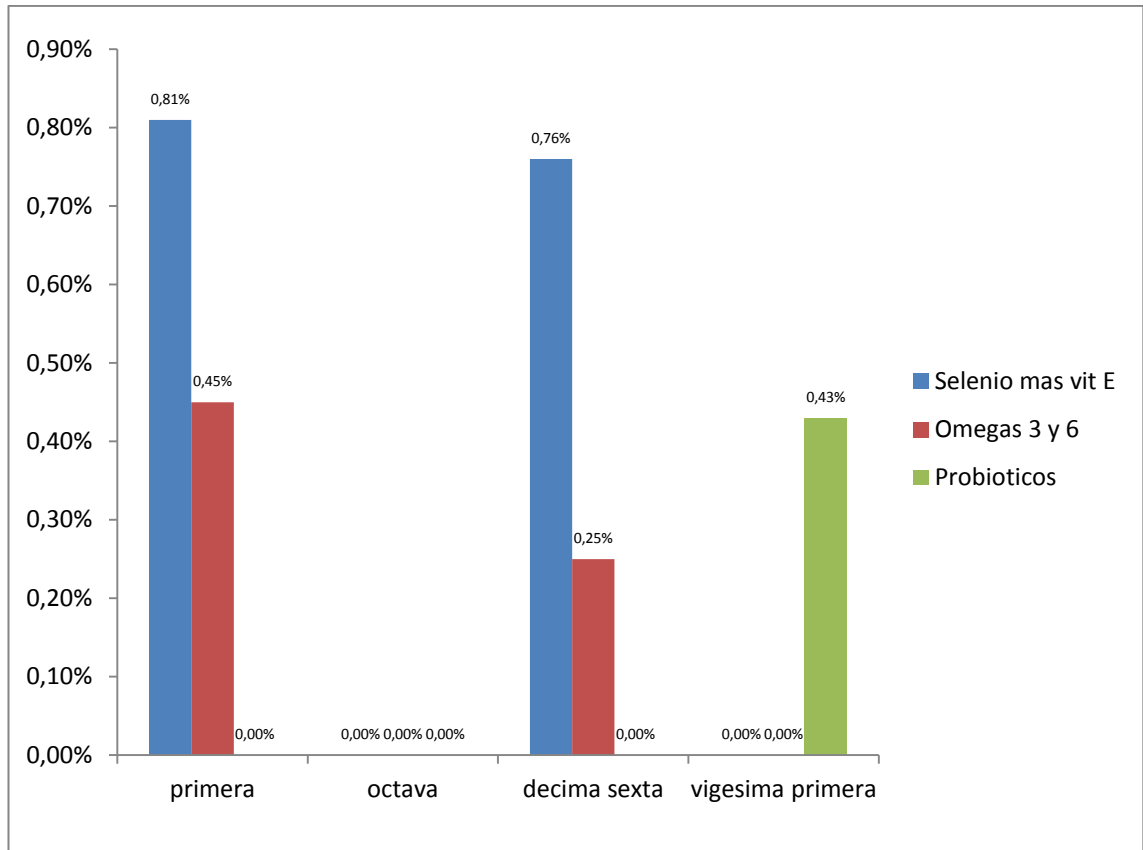
Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

En la variable anormalidades espermáticas, cola enrollada, se observa mucha variación en los resultados esto se debe a que este tipo de anormalidad se presenta por mal manejo de las temperaturas el momento de manipular el semen.

3.1.6.3 Cabezas sueltas

Gráfico Nº 19.-Diferencia entre los tratamientos de la variable anormalidades espermáticas cabezas sueltas para la primera, octava, décima sexta y vigésima cuarta extracción.



Fuente: Directa

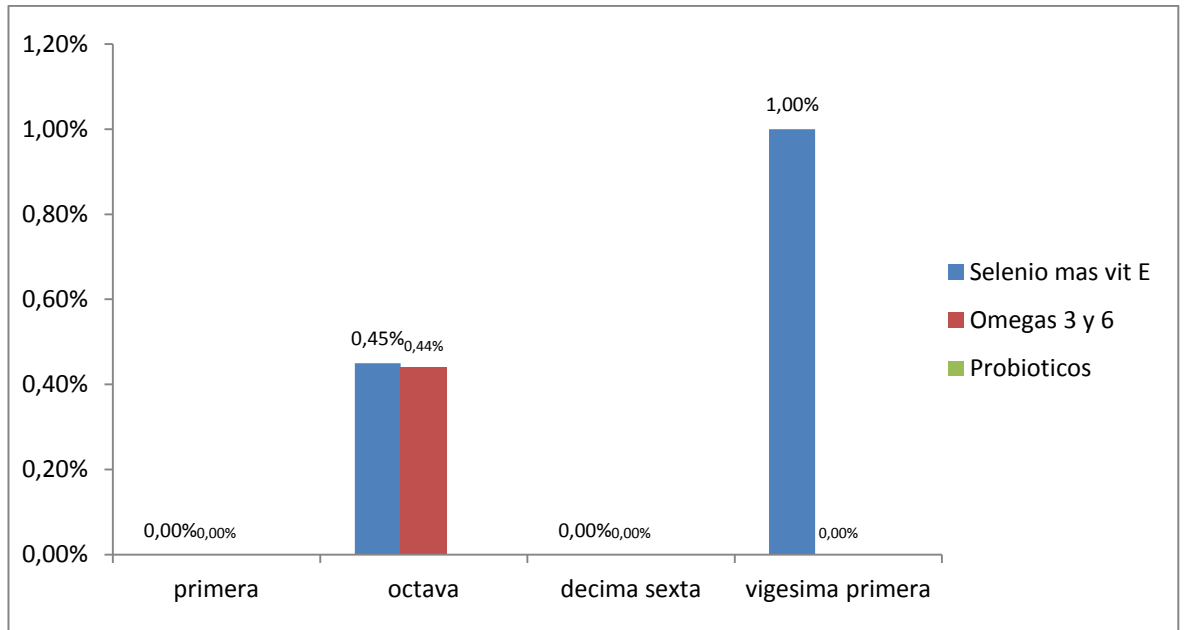
Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

En la variable anomalías espermáticas, cabezas sueltas, se observa que en las cuatro extracciones los probióticos son los que menor número de espermatozoides anormales, se observa esta variación en los resultados porque este tipo de anomalía se presenta por mal manejo de las temperaturas el momento de manipular el semen o por cambios de temperatura bruscos que ha sufrido el verraco.

3.1.6.4 Gota citoplasmática proximal

Gráfico Nº 20.-Diferencia entre los tratamientos de la variable anomalías espermáticas gota citoplasmática proximal para la primera, octava, décima sexta y vigésima cuarta extracción.



Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

En la variable anormalidades espermáticas, gota citoplasmática proximal, se observa que en las cuatro extracciones los probióticos son los que menor número de espermatozoides anormales, se observa esta variación en los resultados porque este tipo de anomalía se presenta por mal manejo de las temperaturas el momento de manipular el semen o por cambios de temperatura bruscos que ha sufrido el verraco.

3.2 CONCLUSIONES

- En lo que se refiere a la concentración espermática al comparar los tres tratamientos mediante el análisis estadístico dio como resultado que existe una diferencia muy significativa entre el T1 (selenio orgánico mas vitamina E) y el T3 (probióticos) esto se debe a que el selenio y la vitamina E actúan directamente en la maduración de los espermatozoides.
- Al examinar la variable volumen del eyaculado se determinó que el tratamiento que produjo un mayor resultado fue el T3 (probióticos) esto se debe a que los probióticos ayudan la absorción de los carbohidratos que luego

se convierten en azúcares y aminoácidos, siendo estos los principales componentes del líquido seminal.

- En cuanto a las variables motilidad tanto individual como en masa no hubo una diferencia significativa ya que ninguno de los suplementos tiene relación directa con el movimiento de los espermatozoides.
- En el análisis del porcentaje de espermatozoides muertos no se encontró gran variabilidad, pero si existió una disminución del número de espermatozoides muertos.
- La variable pH no presentó ningún tipo de variación por eso no se realizó análisis estadístico.
- En la variable porcentaje de anormalidades se obtuvo una disminución en todos los tratamientos, esto se debe a que una suplementación alimenticia y un manejo adecuado del verraco disminuyen las anormalidades de los espermatozoides.
- En lo que se refiere a la comparación de los resultados con la tabla patrón de los valores normales del espermiograma, se puede observar que en la variable concentración espermática se obtiene un mejor resultado en el T1 (744×10^3 espermatozoides) y en la variable volumen del eyaculado el mejor resultado se obtuvo con el T3 (216 ml), en el resto de variables no se observó una diferencia significativa entre los tratamientos y la tabla patrón.

3.3 RECOMENDACIONES

- Se recomienda la suplementación diaria de Selenio orgánico más vitamina E en los verracos reproductores a partir del primer año de edad, a los que se realiza dos extracciones semanales de semen, para mejorar la concentración espermática ya que estos actúan directamente en el testículo y en la maduración de los espermatozoides.
- Se recomienda la utilización diaria de suplementos a base de probióticos en los verracos reproductores a partir del primer año de edad, a los que se realiza dos extracciones semanales de semen, para aumentar el volumen del eyaculado ya que estos ayudan a la absorción de los carbohidratos que a su vez se convierten en azúcares y aminoácidos, siendo los principales componentes del líquido seminal.

- Se recomienda que el semen tenga un manejo térmico de 36°C y que sea protegido de la luz directa del sol inmediatamente después de realizada la extracción hasta la llegada de la muestra al laboratorio para disminuir el porcentaje de espermatozoides muertos y conservar intacta la motilidad espermática.
- Se recomienda que los verracos deben recibir una alimentación adecuada con un concentrado específico para sus requerimientos y una suplementación que además de mantener al animal en un óptimo estado físico mejorará notablemente y en poco tiempo los valores de los espermiogramas haciendo que el verraco suplementado sea un reproductor más eficiente.

BIBLIOGRAFIA

- C.GALINDA, A. SALTIEL, J. VALENCIA, J. BECERRIL, G. BUSTAMANTE, Reproducción de animales domésticos, Primera edición, México 1991, ISBN: 968-18-1954-4, págs. 342-344. (1)
- DYCE SACK WENSING, Anatomía Veterinaria, primera edición, México 1999, ISBN: 0-7216-4961-0, págs. 894-898. (2)
- FRANSON/ SPURGEON, Anatomía y fisiología de los animales domésticos, quinta edición, México 1999, ISBN: 968-25-2127-0, págs. 386-406. (3)
- G.H ARTHUR, D.E NOAKES, H PEARSON, Reproducción y obstetricia en veterinaria, Sexta edición, España 1991, ISBN: 84-7615747-9, Págs. 563-580, 600-607, 636. (4)

- HAFESE.S.E, Reproducción e Inseminación Artificial en Animales, Quinta edición, USA 1987, España 1994 ISBN: 6-8121-101337, Págs. 19-31,205-224. (5)
- H.JOES BEARDEN, FLUQULY Jhon, Reproducción animal aplicada, Primera edición, México 1982, ISBN: 968-426-200-0, págs. 21-35, 117-185. (6)
- LEXUS, Manual de crianza de animales, Séptima edición, Ecuador 2004, ISBN: 9972-625-74-5 págs. 184-192 (7)
- M.KAHN Cynthia, B.A., M.A. MANUAL MERCK DE VETERINARIA, Barcelona España sexta edición 2007, Editorial Océano/ Centrum. ISBN 978-84-7841-079-8. Pags: 1743-1749. (8)
- NUSSHAG Wilhelm, Compendio de anatomía y fisiología de los animales domésticos, segunda edición, ISBN: 84-200-0090-6 pags. 165-175 (9)
- P. BROERS, INTERVET, Compendium de reproducción animal, segunda edición, España 1996, ISBN: 84-605-2158-3, págs. 89-91 (10)
- SHIVELY M.J., Anatomía Veterinaria básica, comparativa y clínica, Sexta edición, USA 1998, ISBN: 968-426-569-7, pags. 237-241 (11)
- SISSON S., JD Grossman, Anatomía de los animales domésticos Tomo II, Quinta edición, México 1996, ISBN: 968-7535-31-8, págs. 1432-1434 (12)
- VALENCIA MENDEZ JAVIER, Fisiología de la reproducción porcina, Primera edición, México 1986, ISBN: 968-24-1832-1, págs. 131-138. (13)
- TERRANOVA EDITORES, Enciclopedia agropecuaria Terranova, segunda edición, Colombia 2001, ISBN: 958-9271-25-1, págs. 153-167 (14)

- W.S. BRIULEY Morgan. PhD. WC Wagner DVM. PhD. Fertilidad e Infertilidad en la Practica Veterinaria. España, 2000, tercera edición, ISBN: 84-7615-749-5, Págs.: 9-10,90-92.(15)

PAGINAS WEB

- <http://www.aspe.org.ec/porcinos/porcinos/index.html> consultado el martes 19/04/2011 7:00pm
- [www.cuencarural.com/.../69958-manejo-de-verracos-para-centros-de inseminación-artificial/](http://www.cuencarural.com/.../69958-manejo-de-verracos-para-centros-de-inseminación-artificial/) consultado el martes 19/04/2010 7:00pm
- http://www.magapor.com/images/Veterinarios/Doc_14.pdf consultado el sábado 23/04/2011 7:00pm
- <http://www.aacporcinos.com.ar/articulos/index.html> consultado el sábado 23/04/2011 7:10pm
- <http://www.aspe.org.ec/tpn.htm> consultado el sábado 23/04/2011 7:30pm
- www.saf-agri.com consultado el sábado 23/04/2011 7:30pm
- www.produccionanimal.com consultado el sábado 23/04/2011 7:30pm
- Escobar Parra Sebastián, Artículo, 2006. www.ergomix.com consultado el sábado 23/04/2011 7:30pm
- Probióticosennutricionanimal, www.infocarne.com/probioticos consultado el Martes 03/05/2011 7:30pm
- www.uc/variabilidad-del-peso-en-porcinos/tesis.html,2005 consultado el jueves 05/05/2011 7:30pm

GLOSARIO

- **Libido:** Es el apetito sexual o instinto sexual.
- **Prolificidad:** Es la cualidad de procrear y multiplicarse rápidamente, por medio de camadas fuertes y numerosas.
- **Testosterona:** Hormona que producen los testículos y cuya función es el desarrollo de las glándulas genitales y el mantenimiento de los caracteres secundarios del macho.
- **LH:** es una hormona gonadotrópica de naturaleza glicoproteica. La LH estimula la ovulación femenina y la producción de testosterona masculina
- **FSH:** Es la sigla en inglés para hormona foliculoestimulante, una hormona liberada por la hipófisis anterior. En las hembras, la FSH estimula la producción de óvulos y de una hormona llamada estradiol y en los machos estimula la producción de espermatozoides.
- **Semen:** Es una mezcla de espermatozoides suspendidos en una secreción del testículo y epidídimo, que en el momento de la eyaculación se combina con secreciones de la próstata, vesícula seminal y glándulas bulbouretrales.
- **Morfología:** Se refiere al estudio de las formas externas de algo, más precisamente será en los ámbitos de la biología.
- **Anoxema:** Estructura interna axial de los cilios y flagelos de los eucariontes, básicamente microtubular, que constituye el elemento esencial para la movilidad.

- **Espermograma:** Es una prueba diagnóstica que consiste en analizar el semen, y evaluar sus características macroscópicas y microscópicas.
- **Espermatogénesis:** Proceso de formación, maduración y desarrollo de los gametos masculinos.
- **Protrusión:** Avanzamiento anormal de una parte, tumor u órgano, por aumento de volumen o por una causa posterior que lo empuja.
- **Motilidad:** Es un término de la biología para expresar la habilidad de moverse espontáneamente e independientemente.
- **Acrosoma:** Corpúsculo anterior de la cabeza del espermatozoide formado por un gran aparato de Golgi.
- **Ácidos nucleicos:** Son macromoléculas, polímeros formados por la repetición de monómeros llamados nucleótidos, unidos mediante enlaces fosfodiéster. Se forman, así, largas cadenas o polinucleótidos, lo que hace que algunas de estas moléculas lleguen a alcanzar tamaños gigantes (de millones de nucleótidos de largo).
- **Plasma seminal:** Es el componente líquido del semen (el líquido viscoso que expulsa el pene en la eyaculación).
- **Hemocitómetro:** Aparato para contar el número de células en un volumen conocido de sangre u otro líquido.
- **Cámara de Neubauer:** Es un instrumento utilizado en medicina y biología para realizar el recuento de células en un medio líquido.
- **Fertilidad:** Capacidad fisiológica de una hembra, de un macho para producir un hijo o una hija vivo/a.
- **Viabilidad espermática:** Posibilidad de movimiento que posee el espermatozoide dentro del líquido seminal.
- **Aerobias:** Organismos que pueden vivir o desarrollarse en presencia de oxígeno.
- **Sinergismo:** Es el resultado de la acción conjunta de dos o más causas, pero caracterizado por tener un efecto superior al que resulta de la simple suma de las dichas causas.
- **Clorhexidina:** Es una sustancia antiséptica de acción bactericida y fungicida. Pertenece al grupo de las biguanidas.

ANEXOS

Anexo Nº 6: Tabla de registro individual utilizada durante el desarrollo de la investigación

REGISTRO INDIVIDUAL							
COLECTA NUMERO:				FECHA:			
Nombre:				Tratamiento:			
Concentración	Volumen	pH	Motilidad		Muertos	Anormales	Observaciones
			Ind.	Mas.			

Fuente: Directa

Elaborado por: Mónica Velástegui M.

David Tinillo T.

Anexo № 7: Resumen de extracciones de la variable concentración espermática (/ml x 10³)

# OBS.	A. grasos Omega 3 y 6		Selenio + vit E		Probiótico	
	Domingo	Joaquín	Dodi	Noel	Lugo	Beto
1	60	151	361	596	54	119
2	94	117	461	934	39	123
3	119	176	500	726	63	93
4	143	160	479	650	64	94
5	140	164	509	816	59	96
6	140	160	486	752	44	75
7	140	159	512	809	79	75
8	150	173	524	608	58	89
9	180	190	566	634	75	110
10	155	180	587	809	62	91
11	200	156	569	818	65	95
12	150	218	671	749	60	88
13	178	170	635	574	70	102
14	200	200	762	809	68	99
15	351	272	780	800	52	150
16	423	310	820	700	77	171
17	400	397	856	720	57	151
18	395	440	950	880	76	110
19	430	450	900	870	68	88
20	430	435	1000	835	80	150
21	410	470	970	880	88	140
22	430	415	1020	893	90	162
23	450	422	1025	880	80	122
24	412	405	1097	935	100	140

Anexo Nº 8: Resumen de extracciones para la variable volumen del eyaculado (ml)

# OBS.	A. grasos Omega 3 y 6		Selenio vit E		Probiótico	
	Domingo	Joaquín	Dodi	Noel	Lugo	Beto
1	220	160	212	152	229	284
2	202	131	234	98	120	214
3	134	154	189	148	197	284
4	156	156	158	157	174	284
5	163	147	167	109	205	290
6	146	124	198	162	197	185
7	162	193	212	120	226	202
8	185	143	213	141	190	182
9	153	180	206	113	225	215
10	215	160	151	120	140	152
11	234	173	184	123	210	223
12	207	162	162	97	222	190
13	188	145	172	128	202	197
14	128	172	161	146	195	180
15	156	130	253	189	257	232
16	150	174	154	160	250	230
17	98	228	152	170	186	175
18	140	170	135	160	220	215
19	145	140	150	175	230	213
20	150	170	149	149	240	235
21	145	160	160	152	233	250
22	160	170	160	135	250	220
23	163	172	140	180	229	229
24	135	160	135	182	215	260

Anexo Nº 9: Resumen de extracciones para la variable motilidad en masa (%)

# OBS.	A. grasos Omega 3 y 6		Selenio vit E		Probiótico	
	Domingo	Joaquín	Dodi	Noel	Lugo	Beto
1	0,97%	0,95%	0,95%	0,98%	0,98%	0,98%
2	0,95%	0,95%	0,95%	0,97%	0,97%	0,95%
3	0,98%	0,95%	0,98%	0,95%	0,95%	0,90%
4	0,98%	0,98%	0,98%	0,97%	0,99%	0,95%
5	0,97%	0,95%	0,95%	0,97%	0,99%	0,95%
6	0,95%	0,95%	0,95%	0,85%	0,95%	0,98%
7	0,97%	0,90%	0,98%	0,98%	0,95%	0,97%
8	0,95%	0,90%	0,95%	0,98%	0,90%	0,97%
9	0,97%	0,95%	0,98%	0,95%	0,97%	0,98%
10	0,98%	0,97%	0,97%	0,95%	0,95%	0,97%
11	0,98%	0,95%	0,98%	0,95%	0,98%	0,95%
12	0,97%	0,98%	0,95%	0,98%	0,95%	0,98%
13	0,98%	0,97%	0,97%	0,95%	0,95%	0,95%
14	0,98%	0,97%	0,97%	0,95%	0,98%	0,98%
15	0,98%	0,95%	0,98%	0,97%	0,97%	0,95%
16	0,95%	0,95%	0,97%	0,98%	0,98%	0,95%
17	0,98%	0,95%	0,97%	0,98%	0,98%	0,95%
18	0,98%	0,95%	0,97%	0,95%	0,97%	0,98%
19	0,98%	0,97%	0,95%	0,98%	0,98%	0,98%
20	0,95%	0,98%	0,97%	0,98%	0,98%	0,95%
21	0,98%	0,98%	0,97%	0,98%	0,97%	0,95%
22	0,98%	0,97%	0,98%	0,98%	0,98%	0,98%
23	0,98%	0,98%	0,98%	0,95%	0,98%	0,97%
24	0,98%	0,97%	0,97%	0,98%	0,97%	0,98%

Anexo Nº 10: Resumen de extracciones para la variable motilidad individual (%)

# OBS.	A. grasos Omega 3 y 6		Selenio vit E		Probiótico	
	Domingo	Joaquín	Dodi	Noel	Lugo	Beto
1	0,90%	0,90%	0,98%	0,90%	0,90%	0,95%
2	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%	0,90%	0,85%
3	0,89%	0,89%	0,95%	0,90%	0,90%	0,90%
4	0,95%	0,95%	0,90%	0,95%	0,95%	0,90%
5	0,90%	0,90%	0,90%	0,98%	0,90%	0,95%
6	0,95%	0,95%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%
7	0,90%	0,90%	0,98%	0,90%	0,95%	0,90%
8	0,95%	0,95%	0,90%	0,95%	0,90%	0,90%
9	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%	0,90%
10	0,90%	0,90%	0,98%	0,90%	0,95%	0,90%
11	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%	0,90%
12	0,85%	0,85%	0,90%	0,95%	0,90%	0,90%
13	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%	0,90%
14	0,90%	0,90%	0,98%	0,90%	0,95%	0,90%
15	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%
16	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%
17	0,95%	0,95%	0,90%	0,90%	0,95%	0,95%
18	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%	0,90%	0,90%
19	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%
20	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%
21	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%
22	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%	0,95%
23	0,90%	0,90%	0,90%	0,95%	0,95%	0,90%
24	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%	0,90%

**Anexo Nº 11: Resumen de extracciones para la variable
espermatozoides muertos (%)**

# OBS.	A. grasos Omega 3 y 6		Selenio vit E		Probiótico	
	Domingo	Joaquín	Dodi	Noel	Lugo	Beto
1	1%	5%	0%	2%	1%	0%
2	0%	2%	0%	1%	5%	1%
3	0%	1%	3%	4%	2%	0%
4	1%	1%	0%	1%	0%	1%
5	1%	0%	1%	0%	1%	1%
6	0%	2%	2%	1%	2%	2%
7	1%	0%	2%	1%	2%	2%
8	2%	1%	4%	2%	1%	1%
9	0%	1%	0%	1%	0%	1%
10	0%	1%	1%	1%	5%	0%
11	1%	0%	1%	2%	0%	0%
12	0%	0%	3%	1%	1%	1%
13	1%	1%	1%	1%	3%	1%
14	0%	0%	0%	0%	0%	1%
15	1%	0%	1%	1%	1%	0%
16	1%	1%	1%	1%	0%	1%
17	1%	1%	1%	0%	1%	1%
18	1%	0%	1%	0%	1%	1%
19	1%	1%	0%	1%	0%	1%
20	2%	1%	1%	0%	1%	1%
21	1%	0%	1%	0%	1%	1%
22	1%	1%	1%	1%	1%	1%
23	0%	0%	1%	1%	2%	1%
24	1%	1%	1%	1%	1%	0%

Anexo № 12: Resumen de extracciones para la variable anomalías espermáticas (%) en verracos suplementados con selenio orgánico mas vitamina E

# OBS.	COLA FLECTADA		COLA ENROLLADA		CABEZA SUELTA		GOTA CITO PROX.	
	DODI	NOEL	DODI	NOEL	DODI	NOEL	DODI	NOEL
1	3,56%	1,88%	0,55%	0%	0%	1,61%	0%	0%
2	0,52%	0,58%	0,81%	0%	0%	0,99%	0%	0,50%
3	0%	0%	0%	2,55%	0,60%	0%	0,51%	0%
4	4,85%	1,71%	0%	0%	0%	0%	0%	1,51%
5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	0%	2,87%	1,50%	0%	0,89%	0%	0%	0%
7	2,94%	4,78%	0%	0%	0%	2,63%	0%	0,72%
8	0,91%	0%	0%	0%	0%	0%	0,90%	0%
9	0,69%	0%	0%	0%	0%	0,99%	0,53%	0%
10	1,55%	0,88%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
11	2,52%	0,99%	0%	0%	0,95%	0%	0%	0,56%
12	1,75%	0%	0%	0%	0%	0,81%	0%	0%
13	1,55%	0,54%	0%	0,99%	0%	0,60%	0%	0%
14	2,81%	0%	0%	0%	0,64%	0%	0%	2,58%
15	1,54%	1,72%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
16	0,78%	0%	0%	1,91%	0,65%	0,87%	0%	0%
17	0,58%	0%	0%	0%	0%	0,72%	0%	0%
18	0%	0%	0%	0%	0,75%	0%	0%	1,78%
19	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1,50%	1,89%
20	2,58%	1,90%	0%	0,54%	0%	0%	0%	0%
21	0,89%	1,50%	1,80%	0%	0%	0%	0,54%	0%
22	0,58%	0%	0,72%	0%	0%	0,81%	0%	1,58%
23	1,80%	0,98%	0%	0,51%	0%	0%	0%	0%
24	0,73%	0%	0%	1,60%	0%	0%	0%	1,99%

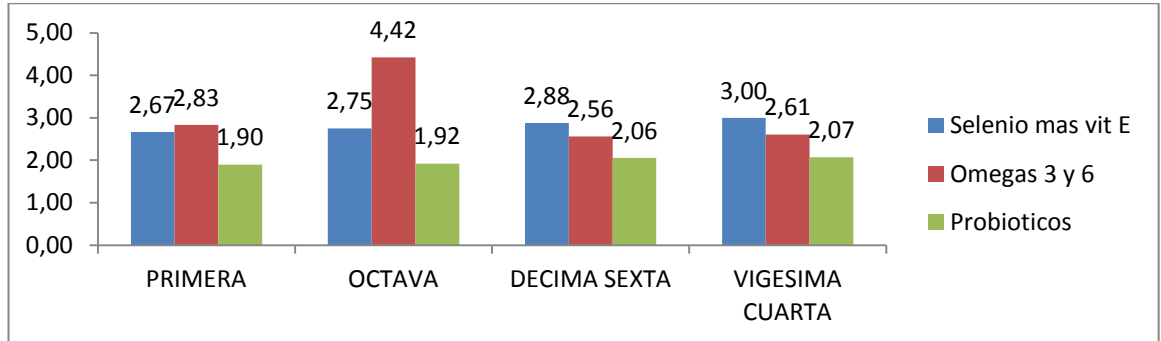
**Anexo №13: Resumen de extracciones para la variable anomalías espermáticas (%)
en verracos suplementados con A. grasos Omega 3 y 6**

# OBS.	COLA FLECTADA		COLA ENROLLADA		CABEZA SUELTA		GOTA CITO PROX.	
	DOMINGO	JOAQUIN	DOMINGO	JOAQUIN	DOMINGO	JOAQUIN	DOMINGO	JOAQUIN
1	0,85%	0%	1,96%	0%	0%	0,89%	0%	0%
2	1,60%	8,56%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	0,55%	1,87%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	2,58%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	1,64%	0%	0,85%	0,00%	0%	1,89%	0%	0%
6	0,89%	0%	0%	0%	0%	0%	1,55%	0%
7	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
8	0%	0%	0%	2,56%	0%	0%	0,87%	0%
9	0%	2,58%	0,82%	0%	0%	0%	0,78%	0%
10	0%	0%	0,98%	1,78%	0%	0%	0%	0%
11	0%	0%	0,64%	0%	0%	0,88%	0%	0,59%
12	1,52%	0,98%	0,99%	0%	0%	0%	0%	0%
13	1,78%	0,99%	0%	0,87%	0%	0,54%	0%	0%
14	0,93%	0%	0%	0,94%	0%	0%	0,88%	1,74%
15	0,74%	0%	0%	0,96%	0%	0,61%	0,91%	0%
16	1,89%	0%	0%	0%	0%	0,50%	0%	0%
17	0%	0%	0%	2,90%	0%	0%	0%	0,77%
18	0%	1,66%	1,90%	0%	0%	0,84%	0,81%	0%
19	0,61%	1,53%	0%	0%	0%	0%	0,92%	0%
20	1,55%	0%	0,80%	0%	0%	0,55%	0%	0%
21	0,90%	0%	0%	0,99%	0,66%	0%	0%	0%
22	0,63%	0%	0%	0,71%	0%	0%	0%	0%
23	0,98%	0%	0,77%	0%	0%	0%	0%	0,71%
24	0%	0,94%	0,88%	0%	0%	0%	0%	0%

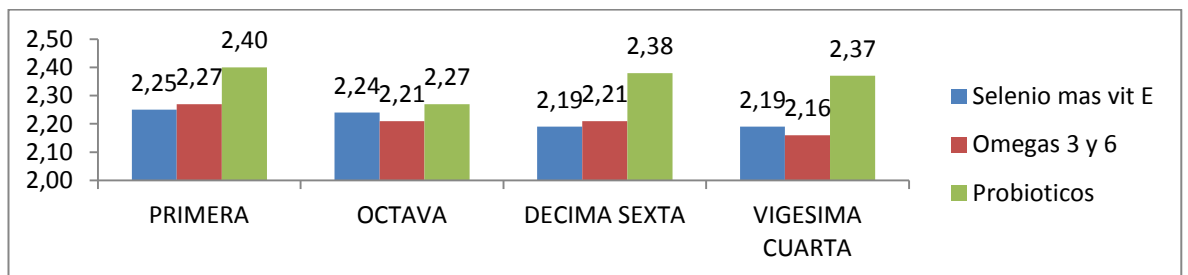
Anexo Nº 14: Resumen de extracciones para la variable anomalías espermáticas (%) en verracos suplementados con probióticos

# OBS	COLA FLECTADA		COLA ENROLLADA		CABEZA SUELTA		GOTA CITO PROX.	
	BETO	LUGO	BETO	LUGO	BETO	LUGO	BETO	LUGO
1	4,78%	0,99%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	7,89%	0%	0%	0,67%	0%	0%	0%	0%
3	5,55%	0%	0%	0%	0%	0,88%	0%	0%
4	8,89%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,53%
5	2,63%	1,54%	0%	0,99%	0%	0%	0%	0%
6	7,52%	1,99%	0%	0,78%	0%	0%	0%	0%
7	4,78%	0,88%	0%	1,61%	0%	0%	0%	0%
8	3,71%	1,69%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
9	1,98%	0%	0%	0%	0%	0,63%	0%	0,74%
10	3,89%	0,70%	0%	0%	0,87%	0%	0%	0%
11	2,55%	0,81%	0%	0%	0%	0,99%	1,95%	0%
12	1,54%	0%	0,92%	0%	0,55%	0,65%	0,88%	0%
13	6,89%	0,97%	1,51%	0,53%	0,59%	0%	0%	0%
14	8,51%	1,54%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
15	1,50%	0,61%	0%	0,73%	0%	0%	0%	0%
16	0,52%	0%	0,95%	0%	0%	0,78%	0%	0%
17	1,88%	0%	0%	0%	0%	0,67%	0%	0%
18	1,89%	0,66%	0%	0%	0,51%	0%	0%	0,50%
19	0%	0,57%	0%	0%	0,55%	0%	0%	0%
20	0%	0,81%	0%	0%	0%	0%	1,55%	0%
21	0,70%	0,83%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
22	0%	0,74%	0%	0,99%	0,51%	0%	0,95%	0%
23	0,65%	0%	0%	0,56%	0%	0%	0%	0%
24	1,76%	0,55%	0%	0,67%	0,85%	0%	0%	0%

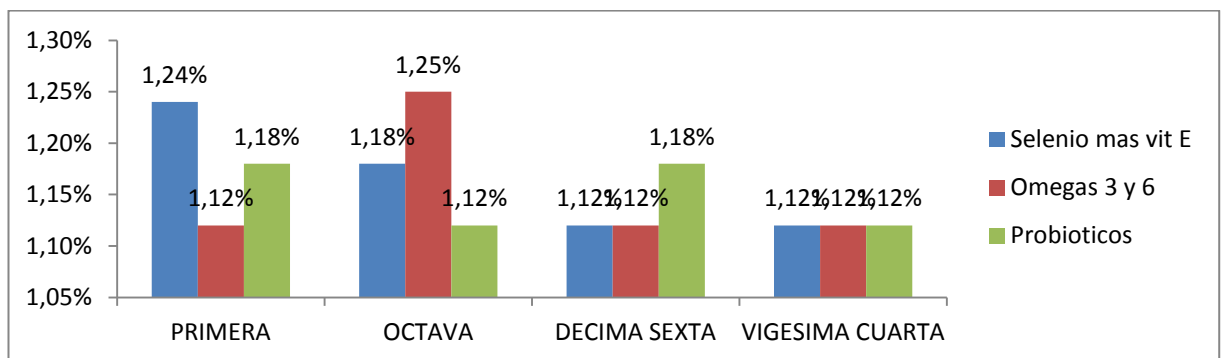
Anexo № 15: Gráfico resumen para la variable concentración espermática (/ml x 10³)



Anexo № 16: Gráfico resumen para la variable volumen del eyaculado (ml)

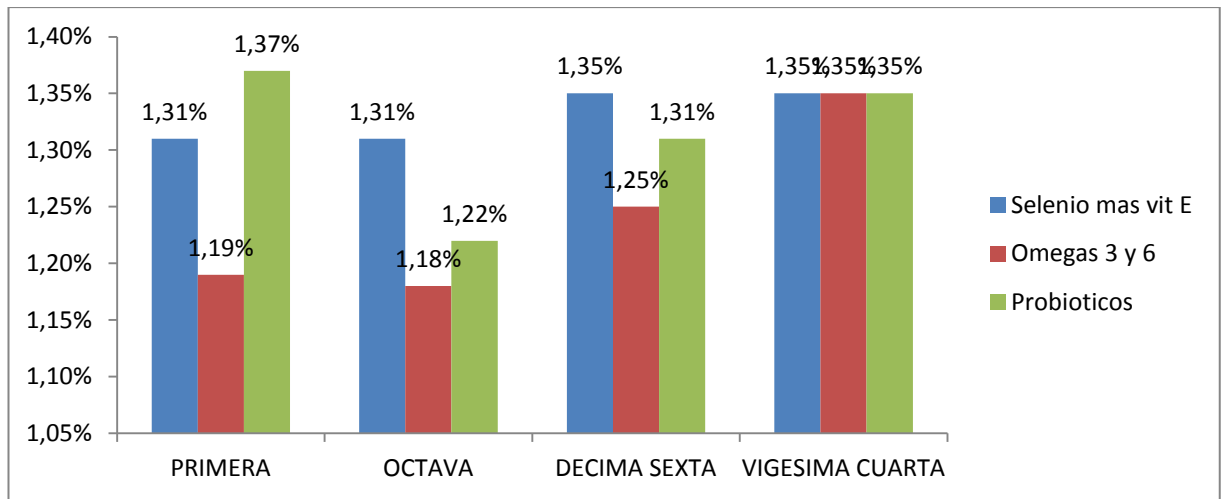


Anexo № 17: Gráfico resumen para la variable motilidad en masa (%)



Anexo № 18: Gráfico resumen para la variable motilidad individual

(%)



Anexo Nº 19



Foto Nº 1: Instalaciones



Foto № 2: Preparación del verraco para la colecta

Anexo № 20



Foto № 3: Colecta de semen



Foto № 4: Colecta de semen

Anexo Nº 21



Foto Nº 5: Medición del volumen del eyaculado



Foto Nº 6: Observación de la motilidad en masa

Anexo Nº 22



Foto Nº 7: Preparación del semen para baño María



Foto Nº 8: Semen en Baño María

Anexo Nº 23



Foto Nº 9: Materiales y reactivos de laboratorio

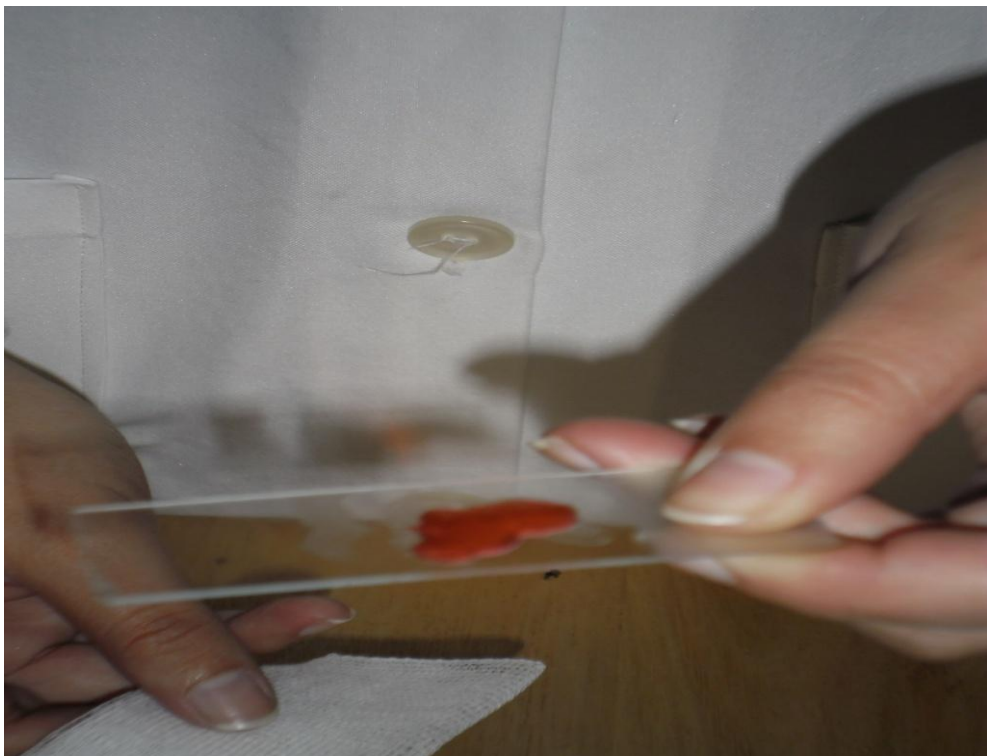


Foto Nº 10: Preparación de la tinción de eosina- nigrosina

Anexo № 24

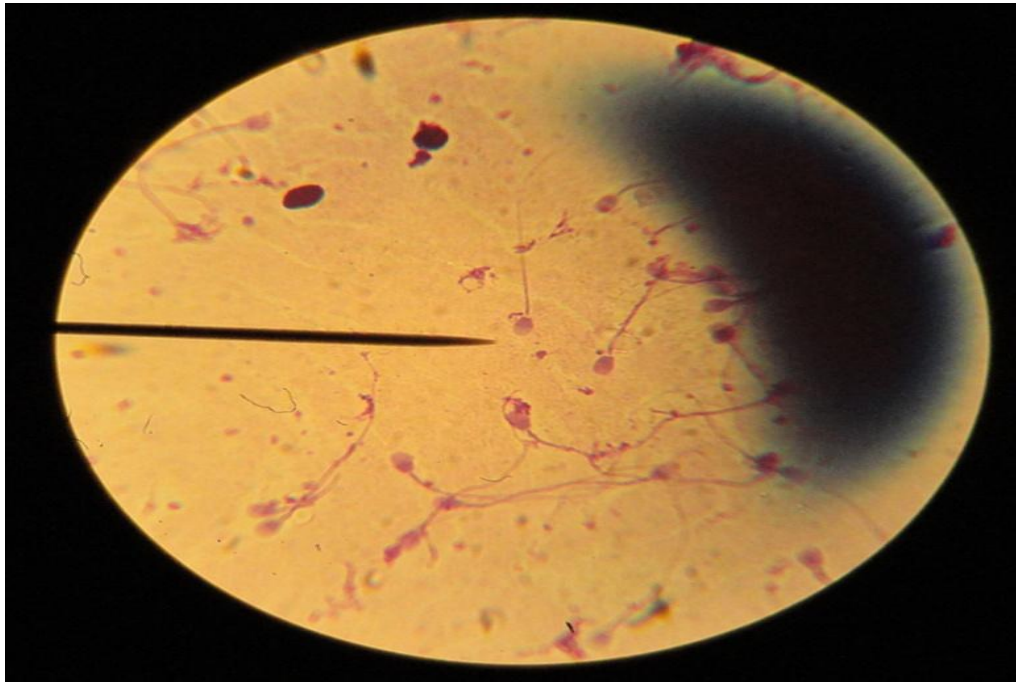


Foto № 11: Tinción de espermatozoides muertos



Foto № 12: Preparación de la cámara de Neubauer

Anexo № 25



Foto № 13: Cámara de Neubauer

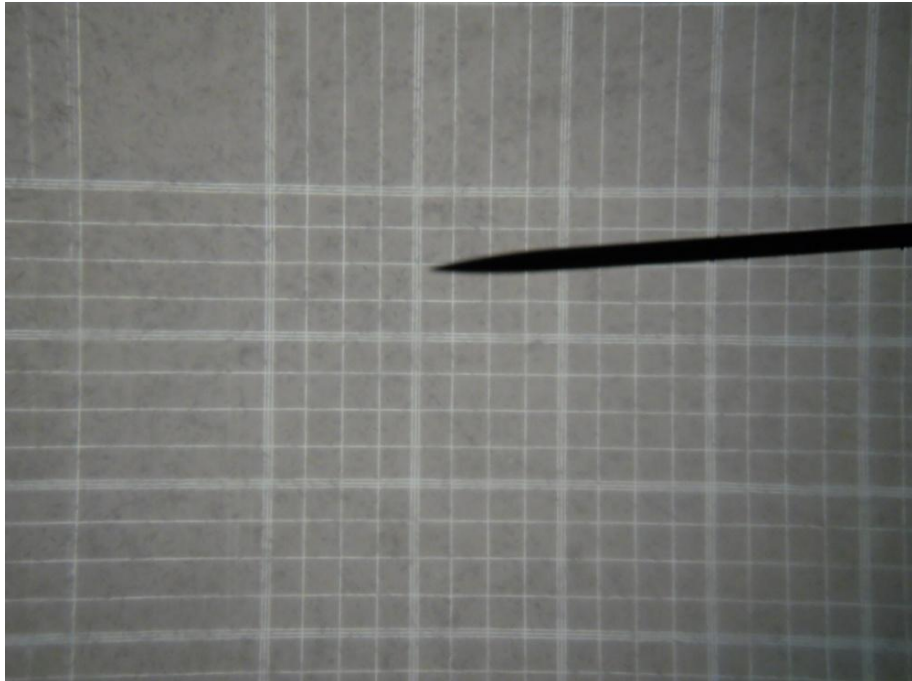


Foto № 14: Conteo de espermatozoides en la Cámara de Neubauer