	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<u>Documento</u>	<u>Código</u>	<u>Fecha</u>	<u>Revisión</u>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	<u>Dependencia</u>	<u>Aprobado</u>		<u>Pág.</u>
	DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(42)

RESUMEN - TESIS DE GRADO

AUTORES	YEFERSON PEÑARANDA SOTO		
FACULTAD	DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE		
PLAN DE ESTUDIOS	ZOOTECNIA		
DIRECTOR	CARLOS ANDRÉS SEPÚLVEDA PALLARES		
TÍTULO DE LA TESIS	EVALUACION DE LA CALIDAD SEMINAL DE LOS REPRODUCTORES CAPRINOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER SUPLEMENTADOS CON CROMO		
<u>RESUMEN</u> (70 palabras aproximadamente)			
<p>EL PRESENTE TRABAJO SE DESARROLLÓ CON EL FIN DE EVALUAR LA CALIDAD SEMINAL DE REPRODUCTORES CAPRINOS SUPLEMENTADOS CON CROMO, SIENDO ESTE UN MINERAL DE VITAL IMPORTANCIA EN LA ABSORCIÓN DE GLUCOSA EN LA CÉLULA.</p> <p>EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN SE REALIZÓ EN LAS INSTALACIONES DEL APRISCO DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, SECCIONAL OCAÑA, PARA LO CUAL SE REALIZÓ CON TRES MACHOS CABRÍOS, DOS DE ELLOS DE LA RAZA SAANEN Y UNO DE RAZA CRIOLLA, TOMANDO UN PERIODO DE 45 DÍAS PARA LA FINALIZACIÓN DEL MISMO</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS: 42	PLANOS:	ILUSTRACIONES: 2	CD-ROM: 1



EVALUACION DE LA CALIDAD SEMINAL DE LOS REPRODUCTORES
CAPRINOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
SUPLEMENTADOS CON CROMO

YEFERSON PEÑARANDA SOTO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
ZOOTECNIA
OCAÑA
2015

EVALUACION DE LA CALIDAD SEMINAL DE LOS REPRODUCTORES
CAPRINOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
SUPLEMENTADOS CON CROMO

YEFERSON PEÑARANDA SOTO

Trabajo de grado presentado para optar el título de Zootecnista

Director
CARLOS ANDRÉS SEPÚLVEDA PALLARES
Zootecnista

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE
ZOOTECNIA
OCAÑA
2015

CONTENIDO

	pág.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	11
1. <u>EVALUACION DE LA CALIDAD SEMINAL DE LOS REPRODUCTORES CAPRINOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER SUPLEMENTADOS CON CROMO</u>	12
1.1 <u>FORMULACION DEL PROBLEMA</u>	12
1.2 <u>JUSTIFICACION</u>	12
1.3 <u>OBJETIVOS</u>	13
1.3.1 Objetivo General	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
2. <u>MARCO REFERENCIAL</u>	14
2.1 <u>MARCO HISTORICO</u>	14
2.1.1 Cromo	14
2.1.2 Generalidades de la anatomía del aparato reproductor del macho cabrio	15
2.1.3 Evaluación seminal	17
2.2 <u>MARCO TEORICO</u>	19
2.3 <u>MARCO CONCEPTUAL</u>	20
2.4 <u>MARCO LEGAL</u>	21
2.4.1 Constitución Política De Colombia	21
2.4.2 Resolución 1056 (17 abril 1996).	21
3. <u>DISEÑO METODOLOGICO</u>	23
3.1 <u>LOCALIZACION</u>	23
3.2 <u>DISEÑO EXPERIMENTAL</u>	23
3.2.1 Diseño de investigación	23
3.2.2 Población y muestra.	25
3.2.3 Variables e indicadores	25
3.3 <u>METODOLOGIA</u>	26
4. <u>RESULTADOS</u>	27
4.1 <u>SUPLEMENTACIÓN DE CADA MACHO CABRIO CON CROMO CON UNA DOSIS DE 0, 1 Y 1,2 mg POR ANIMAL AL DÍA POR 45 DÍAS.</u>	27
4.2 <u>EXAMEN FÍSICO DEL EYACULADO</u>	30
4.2.1 Color	30
4.2.2 Volumen del eyaculado	30
4.3 <u>EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL</u>	31
4.3.1 Motilidad masal	31
4.3.2 Motilidad individual	34

4.3.3 Concentración de espermatozoides.	35
4.4 <u>DISCUSIÓN</u>	36
5. <u>CONCLUSIONES</u>	38
6. <u>RECOMENDACIONES</u>	39
<u>REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS</u>	40

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Modelo del funcionamiento del cromo en la célula	15
Figura 2. Motilidad masal %	33

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Variables e indicadores	25
Cuadro 2. Evaluación de la primera colecta semen realizado	29
Cuadro 3. Evaluación de la segunda colecta de semen realizada	29
Cuadro 4. Evaluación de la tercera colecta de semen realizada	30
Cuadro 5. Color del eyaculado	30
Cuadro 6. Volumen del eyaculado (cm ³)	31
Cuadro 7. Análisis de varianza (ANAVA) del volumen	31
Cuadro 8. Escala basada en el porcentaje de células móviles y criterio evaluativo según Derivaux (1976), Morrow (1986), Hafez (1989)	32
Cuadro 9. Motilidad Masal %	32
Cuadro 10. Análisis de varianza (ANAVA) motilidad masal	32
Cuadro 11. Pruebas de Múltiple Rangos para resultados por tratamientos por el método 95,0 % Tukey HSD	33
Cuadro 12. Clasificación de la motilidad espermática de acuerdo a la Sociedad de Teriogenología de los Estados Unidos de Norteamérica	34
Cuadro 13. Escala basada en la velocidad de movimiento de las células móviles Barth (2001)	34
Cuadro 14. Motilidad Individual (%)	35
Cuadro 15. Análisis de varianza (ANAVA) motilidad individual	35
Cuadro 16. Concentración de espermatozoides (millones de espermatozoides/centímetro cúbico)	36
Cuadro 17. Análisis de varianza (ANAVA) concentración espermática	36

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el fin de evaluar la calidad seminal de reproductores caprinos suplementados con cromo, siendo este un mineral de vital importancia en la absorción de glucosa en la célula.

El desarrollo de la investigación se realizó en las instalaciones del aprisco de la Universidad Francisco de Paula Santander, seccional Ocaña, para lo cual se realizó con tres machos cabríos, dos de ellos de la raza Saanen y uno de raza criolla, tomando un periodo de 45 días para la finalización del mismo. A los animales en estudio luego de realizarse un acostumbamiento de 15 días con el suplemento se realizó 3 colectas de semen en un intervalo de 15 días usando el electro eyaculador como herramienta para este procedimiento, posterior a cada colecta se procedió a realizar una evaluación macroscópica como a su vez microscópica en las instalaciones del laboratorio de reproducción animal.

El trabajo de investigación se enmarco en el desarrollo de los objetivos trazados como lo fueron la suplementación de cada animal con una dosis de 0, 1 y 1.2 mg de cromo, como a su vez la evaluación de parámetros macroscópicos de la calidad espermática.

El diseño metodológico que se eligió para la realización del trabajo fue un cuadrado latino 3 x 3, realizando una descripción para las variables cualitativas y un análisis estadístico para las variables cuantitativas.

Posterior a los análisis estadísticos se pudo concluir que el suplemento basado en cromo mejoró significativamente la variable motilidad masal, como a su vez hubo aumentos considerables en las demás variables como motilidad individual, concentración espermática y volumen. Por otra parte queda abierta la brecha para posteriores investigaciones con respecto al tema ya que en el presente trabajo difirieron mucho los resultados cuando se usó 1 y 1.2 mg ya que se trabajó con dietas diaria a base de forraje mas no balanceadas teniendo en cuenta los requerimientos nutricionales de cada animal.

INTRODUCCION

La producción caprina al igual que las otras producciones pecuarias con el paso del tiempo viene transformándose de ser tradicional a ser tecnificada, para con lo cual han venido un sinnúmero de investigaciones en el área reproductiva enmarcadas en la hembra caprina, dejando a un lado la importancia que representa el macho cabrío en el rebaño, por tal motivo se presenta una investigación enfocada en el reproductor caprino usando una suplementación basada en el elemento mineral cromo, como mejorador de la calidad seminal de cada uno de los individuos sometidos en estudio.

La utilización de suplementos minerales en este caso cromo orgánico tienen una justificación metabólica que repercuten en el mejoramiento de la productividad del aprisco, el mecanismo de acción del cromo se basa esencialmente en mejorar la absorción de la glucosa en la célula potencializando la funcionalidad de la insulina, de este modo se dispondrá una mayor cantidad de energía disponible para procesos reproductivos.

Un mejoramiento en la calidad reproductiva de cada macho cabrío repercute en la aplicación eficiente de biotecnologías como inseminación artificial como a su vez en la diversificación de genética por medio de congelación de semen caprino, como a su vez aumento de índices de fertilidad en programas de montas naturales controladas.

El uso del cromo como suplemento se realizó por medio de una investigación en las instalaciones del aprisco de la Universidad Francisco de Paula Santander, seccional Ocaña, en el estudio se trabajó con tres reproductores de raza Saanen y criolla, manejando un diseño cuadrado latino 3x 3, usando tres niveles de cromo en cada uno de los individuos sometidos a estudio.

Toda esta serie de investigaciones repercuten en el desarrollo de conocimientos que serán dirigidos a la formación de profesionales idóneos en el campo pecuario como a su vez herramienta de mejoramiento para los capricultores

1. EVALUACION DE LA CALIDAD SEMINAL DE LOS REPRODUCTORES CAPRINOS DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER SUPLEMENTADOS CON CROMO

1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

Durante muchos años la producción animal ha venido en una conversión de ser tradicional para dar paso a una producción tecnificada, teniendo en su horizonte ser más eficientes, con mejores parámetros productivos, entre otros aspectos técnicos como son conversiones alimenticias más bajas, pesos al sacrificio en menor tiempo y parámetros reproductivos óptimos que se van a ver reflejados en la rentabilidad del negocio. Todos estos objetivos son trazados y ayudados de la mano con los avances que se han hecho en cada una de las ramas de la producción, una rama de las cuales ha sido muy estudiada es la reproducción, pero ésta, todo el tiempo ha sido orientada en potencializar la hembra caprina, dejando a un lado el macho cabrío, siendo este un 50 % de la productividad que pueda generar un aprisco.

No desmeritando al macho cabrio se quiere dejar al descubierto una estrategia que ayudaría a mejorar la fertilidad en el ámbito caprino mejorando la calidad seminal lo cual repercutiría en un número mayor de servicios por cada macho.

Conocedores de la importancia que tiene el macho cabrio en un rebaño, se hace necesario buscar estrategias de suplementación que repercutan en el aumento de la calidad seminal, para tal fin se realizara la adición de un suplemento de cromo a tres reproductores caprinos de las razas Saanen y Criollo.

Los reproductores caprinos se encuentran en el aprisco de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander, la cual a su vez se encuentra ubicada en la ciudad de Ocaña en el departamento se Norte de Santander, específicamente a 2,8 Km del casco urbano y con una temperatura promedio de 22 grados centígrados.

1.2 JUSTIFICACION

Un buen estado reproductivo de los reproductores caprinos asegurara a su vez una elevada tasa de natalidad de nuestro aprisco, lo cual determinara la rentabilidad de la producción.

Para garantizar un buen estado de reproductores se debe tener en cuenta factores tales como manejo, genética, clima, sanidad y alimentación siendo este de gran importancia ya que cualquier especie animal asegura los requerimientos nutricionales de mantenimiento y en ultima medida la reproducción, es decir sin una adecuada alimentación se detiene la reproducción.

Viendo la relación que tiene la alimentación con la reproducción, se hace necesario buscar estrategia de suplementación que mejore los parámetros reproductivos de los machos caprinos, una de estas opciones que tienen los productores es la suplementación con el

cromo ya es un elemento esencial que tiene una función preponderante en el metabolismo de la insulina como factor de tolerancia a la glucosa lo cual dispondrá de mejor energía en el proceso de espermatogénesis.¹

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General. Realizar una evaluación de la calidad seminal de los reproductores caprinos de la Universidad Francisco de Paula Santander suplementados con cromo.

1.3.2 Objetivos específicos. Suplementar cada macho cabrío con cromo con una dosis 0, 1.2 mg y 1 mg en un periodo de 45 días.

Evaluar la calidad seminal de cada macho cabrío sometido a estudio.

Realizar un análisis físico de las partes externas que hacen parte del sistema reproductivo del caprino.

¹ SOUSA, A Y BOIN, C. Efeitos da suplementação de cromo orgânico para bovinos de corte em confinamento. 2003. [On line] Citado 10 de octubre del 2014. Disponible en internet: <http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/nutricao/efeitos-da-suplementacao-de-cromo-organico-para-bovinos-de-corte-em-confinamento-4861/>

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 MARCO HISTORICO

2.1.1 Cromo. El cromo es un oligoelemento esencial que potencia la acción de la insulina e influye en el metabolismo de los carbohidratos, las proteínas y las grasas. Se ha sugerido que podría utilizarse como complemento para facilitar la pérdida de peso y para mejorar el control del azúcar en sangre.²

Funcionalidad del cromo en la nutrición. El elemento mineral cromo es esencial para el metabolismo de carbohidratos y lípidos, por otra parte es un componente estructural del "factor de tolerancia a la glucosa", potencializa la acción de la insulina.

La administración de suplementos de cromo en las dietas de los animales de granja se ha estudiado ampliamente en los últimos años, con el fin de mejorar el rendimiento, la conversión alimenticia, y promover cambios en la composición de la vivienda estos animales.

Los efectos de los suplementos de cromo orgánico para ganado de carne, mostraron resultados consistentes sólo en los casos en que los animales se encontraban en condiciones de estrés.

Algunos estudios también han demostrado la posibilidad de manipulación de la composición de la canal de ganado bovino mediante el uso de altos niveles de suplementación de cobre en la dieta.³

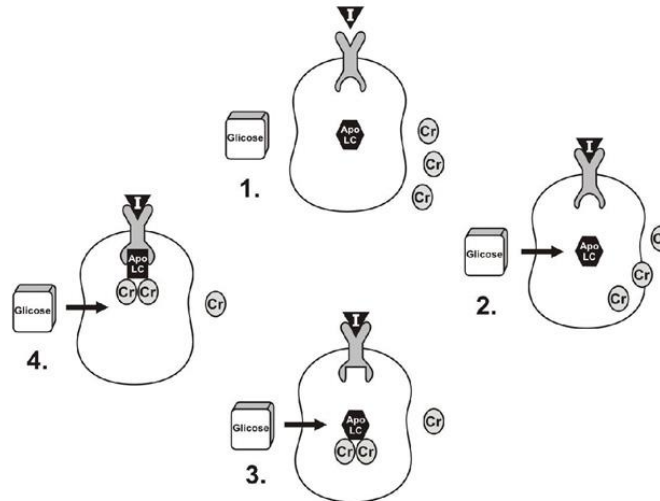
El cromo es importante para la actividad enzimática, la estabilidad de la proteína, y el metabolismo de hidratos de carbono. Sin embargo, el papel principal del cromo es para mejorar la interacción entre la insulina y los receptores celulares, a través de la formación del factor de tolerancia a la glucosa.

El factor de tolerancia a la glucosa estimula la acción de la insulina y aumenta la entrada de glucosa en la célula (Figura 1).

² Eufic. El cromo en la alimentación 2008. [On line]. Citado 11 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.eufic.org/article/es/nutricion/vitaminas-minerales-fitonutrientes/artid/El-cromo-en-la-alimentacion/>

³ SOUSA, A Y BOIN, C. Efeitos da suplementação de cromo orgânico para bovinos de corte em confinamento. 2003. [On line] Citado 10 de octubre del 2014. Disponible en internet: <http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/nutricao/efeitos-da-suplementacao-de-cromo-organico-para-bovinos-de-corte-em-confinamento-4861/>

Figura 1. Modelo del funcionamiento del cromo en la célula



Fuente: <http://www.iepec.com/foto/exibirFotoOriginalPopUp&idFoto=783>

En el paso uno, la insulina se une al receptor y produce la activación. En el paso dos, la activación del receptor de la insulina que estimula la entrada de cromo en la célula se produce. En el paso tres el cromo se une al péptido Apo-LC conocido como sustancia de bajo peso molecular de cromo de unión. En el paso cuatro Apo-LC se une al receptor de insulina y aumenta la actividad de los mismos. Esta energía adicional producido por la mayor cantidad de glucosa que entra en la célula se utiliza para móviles, la nueva síntesis de proteínas, el crecimiento muscular, el mantenimiento y la mejora en la reproducción.

La absorción de cromo es principalmente en el intestino delgado y formas inorgánicas (cloruro de óxido) tienen baja absorción (0,4 - 3% Anderson, 1987). Las formas orgánicas de cromo tienen mayor absorción (Olin et al, 1994;.. Anderson et al, 1996), y en la actualidad hay seis formas orgánicas utilizados en la alimentación animal. Ácido crom-amino, picolinate- de cromo, cromo-nicotinato, quelato de cromo, cromo y cromo-proteína de levadura⁴

2.1.2 Generalidades de la anatomía del aparato reproductor del macho cabrío

Anatomía testicular del macho cabrío. Los testículos son considerados los órganos sexuales primarios, los cuales realizan dos funciones básicas: Producción de gametos y producción de hormonas sexuales. Debido al comportamiento estacional de esta especie, el tamaño de los testículos varía, alcanzando su máximo tamaño a la mitad de la estación reproductiva, lo cual está relacionado con la capacidad para producir gametos. Superficialmente, el testículo está recubierto por una membrana fibrosa llamada túnica

⁴ FERRIANI, Antonio. O papel do cromo na nutrição de bovinos. 2008. [On line]. Citado 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.iepec.com/noticia/o-papel-do-cromo-na-nutricao-de-bovinos>

albugínea debido a su aspecto blanquecino, esta estructura contiene las arterias y venas testiculares. Además, esta membrana da sostén al parénquima testicular, el cual está formado por varios lóbulos, dentro de estos, se encuentran los túbulos seminíferos, que son las estructuras encargadas de producir a los espermatozoides. La red de túbulos seminíferos de cada lóbulo desembocan en la rete testis la cual se comunica posteriormente con la cabeza del epidídimo.

Las células precursoras de los espermatozoides (espermatogonias) se localizan en la membrana basal de los túbulos seminíferos cuya estructura está mantenida por las células de Sertoli, que a su vez constituyen la barrera hemato-testicular, la cual previene una reacción antígeno-anticuerpo al evitar el contacto de componentes sanguíneos con los espermatozoides; a medida que las células maduran y se reproducen van migrando hacia la luz de los túbulos seminíferos para posteriormente llegar a la rete testis. El intersticio contiene vasos sanguíneos, terminales nerviosas y a las células de Leydig que son las principales responsables de la producción de andrógenos a partir de colesterol.

Los testículos se alojan en la bolsa escrotal, la cual está separada en dos mitades por un septum. El escroto participa en la termorregulación necesaria para la espermatogénesis, ya que este proceso debe llevarse a cabo por debajo de la temperatura corporal. Esta estructura está formada por piel y dos membranas: la túnica dartos y la túnica vaginal. La piel cuenta con gran cantidad de glándulas sudoríparas y sebáceas. La túnica dartos está íntimamente adherida a la piel y contiene tejido muscular el cual se contrae o relaja dependiendo de la temperatura ambiental, buscando siempre mantener la temperatura testicular por debajo de la corporal. Los mecanismos de termorregulación incluyen también al músculo cremaster que conecta a la túnica vaginal con el abdomen, regulando la proximidad del testículo al abdomen.

El mecanismo termorregulador cuenta además con el plexo pampiniforme, el cual está constituido por la arteria espermática que envuelve de manera tortuosa a la vena espermática con la finalidad de enfriar la sangre que llega al testículo.⁵

La circunferencia escrotal en los carneros está influenciada por la edad ya que la circunferencia escrotal aumenta con la edad, el peso y el tamaño testicular en carneros puede ser evaluado correctamente por medio de la circunferencia escrotal que puede ser un predictor de la fertilidad

Aptitud reproductiva del macho cabrío. En el macho adulto, el comportamiento sexual (motivación y eficiencia) depende directamente en primer lugar de la secreción hormonal y segunda, de los eventos sociales. El inicio del acto sexual involucra la interacción entre estos dos principales factores, el segundo juega un papel iniciador. Factores externos como

⁵ CERVANTES, Julio. Anatomía y fisiología básica del aparato reproductor en el caprino. [On line] Citado el 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://amaltea.fmvz.unam.mx/ESCRITOS%20REPRO/Anatomia%20y%20Fisiologia%20Aparato%20Reproductor.pdf>

la nutrición o clima puede también interactuar con estos factores. El comportamiento sexual del macho es controlado por sus metabolitos.

En época de apareamiento, las secreciones esferoidales varían con la estación y están bajo un control fotoperiódico. Sin embargo los niveles hormonales progresan lentamente con la variación estacional y algunas semanas son necesarias para inducir un efecto sobre el comportamiento sexual, además las variaciones episódicas rápidas en los niveles hormonales, observados durante un día, no tienen consecuencia directa en la facilitación de la expresión del comportamiento del macho.

El estro de la hembra juega un papel importante en la facilitación de la expresión del comportamiento sexual total en machos. El estímulo olfatorio, que son consecuencias del estado del estro, así como la visión, son factores importantes en el éxito de la copulación.

Duración y eficiencia de la espermatogénesis. La duración de los diferentes estados de a espermatogénesis es una constante biológica característica para cada especie individual. La activación de la espermatogonia de las células de origen para la liberación de las células espermáticas libres en el interior del lumen de los túbulos toma de 46-49 días en el carnero. Cuando la espermatogénesis es perturbada un cierto número de células degeneran, pero aquella que continúan su desarrollo hasta el final lo hacen con la misma velocidad, en carneros hipofectomizados (con la glándula pituitaria quirúrgicamente extirpada).

La espermatogénesis es un proceso continuo, en el carnero las divisiones de una nueva espermatogonia tiene inicio a intervalos regulares de 10.3 días. La producción permanente de células espermáticas es segura debido al gran número de células de origen que empiezan su división a diferentes tiempos. Un grano de testículo (carnero en otoño) es capaz de producir 12.2×10^6 espermatozoides por día como máximo. Consecuentemente cada testículo produce cerca de 4.82×10^6 espermatozoides por día.⁶

2.1.3 Evaluación seminal

Evaluación macroscópica

Volumen. La determinación del volumen se realiza inmediatamente después de su recogida, valorándolo directamente en el tubo colector graduado, evitando el error producido al pasar el eyaculado de un recipiente a otro para su valoración. La determinación precisa del volumen de un eyaculado es imprescindible para determinar el número total de espermatozoides contenido en el mismo.

El volumen medio de un eyaculado en ganado caprino es de 0.8 a 1.5 mL, existiendo variaciones según el método de recogida, especie, estado fisiológico del macho, raza, edad, tamaño corporal, alimentación y régimen sexual al que se le somete.

⁶ FRANCO, Moises. Efecto de la naloxona sobre la espermatogénesis y crecimiento del caprino. 1996. [On line] Citado el 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080087075.PDF>

Aspecto físico. El color del semen caprino varía del blanco cremoso al amarillento. Dicha coloración, producida por la presencia de riboflavinas en el plasma seminal, está sujeta a variaciones raciales e individuales.

Tonalidades grises y/o pardas, y rosáceas son indicadores de contaminación y/o infección del sistema reproductor; y de la presencia de hematíes en el semen (debido principalmente a lesiones del pene durante la recogida) respectivamente.

La densidad que presenta el semen de pequeños rumiantes es debida a su alta concentración.

Evaluación microscópica

Motilidad masal. Esta prueba valora la formación y progresión de ondas producidas por el desplazamiento de los espermatozoides. La onda de movimiento sólo puede ser observada en especies de alta concentración espermática, como es el caso de pequeños rumiantes.

La valoración de la movilidad masal se realiza mediante microscopía óptica a 10x sobre una gota de semen puro colocada sobre un portaobjetos atemperado a + 37°C. La clasificación varía en función de la escala utilizada: de 0 a 5 0 a ++

Motilidad individual. La movilidad individual es una de las pruebas que con mayor frecuencia se utilizan para evaluar la calidad seminal y en algunas especies parece estar correlacionada con la capacidad fertilizante del espermatozoide

La movilidad espermática se valora rutinariamente de manera subjetiva mediante un microscopio óptico (a 10x ó 20x) sobre una gota de semen determinando el porcentaje de espermatozoides móviles y su calidad de movimiento

Concentración espermática. La concentración espermática viene definida como el número de espermatozoides por unidad de volumen (expresado normalmente en millones por mil) de eyaculado. Los diferentes métodos utilizados para su cálculo varían en función de la rapidez y seguridad.

La determinación de la concentración espermática mediante hematímetros y cámaras cuentaglobos se realiza tras una dilución 1/200 en una solución acuosa. Si bien esta técnica es muy segura, el tiempo requerido para cada conteo hace que dicha técnica sólo se aplique cuando el número de muestras a evaluar no sea muy grande.

La concentración media estimada en el ganado caprino es de 2.500 a 3.000 x 10⁶ espermatozoides/ml, siendo susceptibles a variaciones estacionales, raciales e individuales.⁷

⁷CORTEZ, Susana. Efecto de la conservación sobre la Fisiología espermática de semen caprino. (S.F). [On line] Citado 10 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19972000/X/3/X3050301.pdf>

2.2 MARCO TEORICO

El cromo como un nutriente esencial. El cromo (Cr) se ha estudiado desde el final del siglo XIX, cuando se descubrieron los efectos cancerígenos del cromo hexavalente. La esencialidad del cromo trivalente se demostró en 1959; se ha estudiado en seres humanos y animales de laboratorio desde la década de 1970 y es sólo a partir de la década de 1990 que el cromo se ha estudiado como un elemento esencial en los animales de granja con la misma intensidad. El cromo trivalente es esencial para el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas. El cromo es biológicamente activo como parte de un oligopéptido – cromodulin que potencializa el efecto de la insulina al facilitar la unión a receptores en la superficie celular a la insulina. El cromo que actúa como un cofactor de la insulina y la actividad del cromo en el organismo es paralelo a las funciones de insulina. La absorción de cromo es baja, oscilando entre 0,4 y 2,0% para los compuestos inorgánicos, mientras que la disponibilidad de cromo orgánico es de 10 veces mayor. El cromo absorbido circula en la sangre unida a la fracción de plasma β -globulina y se transporta a los tejidos unidos a la transferrina. El cromo absorbido se elimina principalmente por la orina, por filtración glomerular; una pequeña cantidad se excreta a través del sudor, la bilis y en la leche. La demanda de cromo ha crecido como resultado de factores comúnmente conocidos como factores de estrés, especialmente durante las diferentes formas de nutricionales, metabólicas y la tensión física. Esta revisión describe el metabolismo del cromo, las diferentes funciones biológicas del cromo y síntomas de la deficiencia de cromo.⁸

Efectos de la suplementación de cromo en tasa de crecimiento y metabolismo en engorde de toros. Efectos de la suplementación de cromo en la tasa de crecimiento y los índices metabólicos seleccionados, incluyendo las interacciones con oligoelementos (zinc, cobre) fueron investigados en los toros de ocho meses de edad, divididos en uno experimental (E, n = 8) y uno de control (C, n = 9) grupos con pesos medios en vivo $284,9 \pm 33,9$ y $279,6 \pm 27,0$ kg, respectivamente. El grupo experimental fue alimentado con una dieta suplementada con levaduras de cromo enriquecido en (co-factor III de levadura de cromo, Alltech, 0,1% Cromo trivalente) en una dosis correspondiente a la ingesta de 5 mg de Cr por animal y por día en la primera fase (hasta día 136) y 8 g por animal por día en la segunda fase (días 136-220) de la fase de engorde. Los toros se pesaron y se tomaron muestras de sangre en los días 1, 136 y 220 del período experimental. Los efectos favorables de los suplementos de cromo fueron evidentes a partir de mayores ganancias de peso en la primera fase de engorde ($1,04 \pm 0,12$ vs $0,82 \pm 0,12$ kg; $p \leq 0,01$). La diferencia entre los grupos disminuyó y ahora se convirtió en importante en la segunda fase del período de engorde ($0,82 \pm 0,12$ vs $0,74 \pm 0,14$ kg). Significativamente mayor concentración de proteína ($p \leq 0,01$) en los días 136 y 220, el colesterol total ($p \leq 0,05$) en el día 136 de cobre ($p \leq 0,05$) en los días 136 y 220, y significativamente más baja concentración de magnesio ($p \leq 0,05$) en el día 220, fósforo ($P \leq 0,05$) en el día 136 se encontró en el grupo experimental. No hay efectos de la suplementación de cromo en las

⁸PECHOVA, A y PAVLATA, L. Chromium as an essential nutrient: a review.2007. [On line]. Citado 11 de octubre de 2014. Disponible en internet: http://www.researchgate.net/publication/228622542_Chromium_as_an_essential_nutrient_a_review

concentraciones de glucosa, urea, sodio, potasio, zinc, AST, GMT, LD, se observaron ALP, y CK.⁹

Efecto de la suplementación de cromo sobre rendimientos productivos y reproductivos y algunos parámetros metabólicos a finales de la gestación y la lactancia temprana de las vacas lecheras. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de los suplementos de cromo como cromo-L-metionina (Cr-Met) en rendimientos productivos y reproductivos y algunos parámetros metabólicos en la gestación tardía y la lactancia temprana de las vacas lecheras. Sesenta multíparas Holstein vacas lecheras de acuerdo con la lactancia antes, la paridad, la masa corporal (682 ± 33 kg), y la fecha de parto esperado se divide en partes iguales (30 vacas / tratamiento) y se asignaron aleatoriamente a uno de los dos grupos. Un grupo recibió la dieta basal sin Cr (grupo de control) y otro grupo recibió suplemento de Cromo- L-metionina añadió al nivel recomendado por el fabricante (8 mg de "Cr" / animal/ día) a partir de 21 días antes de la fecha de parto se espera hasta 21 días de lactancia. Suplementario Cr tendió a aumentar la producción de leche ($P = 0,08$), mientras que el porcentaje y el rendimiento de lactosa aumentó ($P < 0,01$). Los complementos de cromo disminuye la concentración de ácidos grasos no esterificados suero a los siete (7) días preparto y 21 días después del parto. La concentración de insulina en suero para las vacas que recibieron cromo fue mayor que el grupo control ($P = 0,05$). La concentración de cortisol sérico se redujo ($P < 0,05$) en el período preparto en el grupo suplementado. El cromo no afectó a las concentraciones de los parámetros metabólicos al parto. Sin embargo, la concentración sérica de glucosa aumentó a los 21 días post-parto en el grupo suplementado ($P < 0,05$). Los complementos de cromo aumentó de neutrófilos y de neutrófilos a la proporción de linfocitos en período preparto ($P < 0,05$). Sobre la base de las concentraciones séricas de progesterona, a días a la primera ovulación tendieron ($P = 0,07$) a ocurrir antes del grupo suplementado. Por otra parte, los días al primer servicio y días al primer estro del grupo suplementado ocurrieron antes que el grupo control ($P < 0,05$), pero los días abiertos, servicios por las tasas de concepción y de concepción en la primera inseminación no difirieron entre los dos grupos ($P > 0,05$). El porcentaje de vacas cíclicas a los 36 días después del parto y el comportamiento estral fue mayor en el grupo suplementado.¹⁰

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Espermatocitogénesis. Proceso en el cual una espermatogonia **Tipo A1** sufre una serie de divisiones mitóticas dando lugar a distintos tipos de células (espermatogonias A2, A3, A4,

⁹ PECHOVA, A y PAVLATA, L. Effects of Chromium Supplementation on Growth Rate and Metabolism in Fattening Bulls. 2002. [On line]. Citado 12 de octubre de 2014. Disponible en internet: http://www.researchgate.net/publication/237446420_Effects_of_Chromium_Supplementation_on_Growth_Rate_and_Metabolism_in_Fattening_Bulls

¹⁰ Kafilzadeh F, shabankareh HK, Targhibi MR. Effect of chromium supplementation on productive and reproductive performances and some metabolic parameters in late gestation and early lactation of dairy cows. 2012. [On line]. Citado 12 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22552822>

espermatogonia intermedia y espermatogonias B1 y B2 y espermatocito tipo 1) (en el toro, este proceso dura 21 días).

Espermiogénesis. En este proceso la espermátide sufre una serie de transformaciones (formación del acrosoma, condensación de la cromatina, eliminación de citoplasma, formación del flagelo) que cuando se libera de la célula de Sertoli (Espermiación) da lugar al espermatozoide.¹¹

Células de Sertoli. Son células de citoplasma extendido, de forma piramidal, que sostienen el epitelio germinativo y constituyen el armazón del tubuloseminífero, encargadas de la nutrición de los espermatozoides.

Células de Leydig. Llamadas también células intersticiales se localizan en el estroma del tejido conectivo del testículo, ubicado entre los túbulos seminíferos, y son las responsables principales de sintetizar y secretan la testosterona.¹²

Glucosa. La glucosa es un carbohidrato, y es el azúcar simple más importante en el metabolismo humano. La glucosa se llama un azúcar simple o un monosacárido, porque es una de las unidades más pequeñas que tiene las características de esta clase de hidratos de carbono

Insulina. Es una hormona cuya función es introducir la glucosa (azúcar) a las células del cuerpo para realizar distintas funciones. La insulina es como una llave que abre la cerradura de las puertas de las células del cuerpo para que la glucosa (azúcar en la sangre) pueda entrar y sea utilizada como energía.¹³

2.4 MARCO LEGAL

2.4.1 Constitución Política De Colombia. Título II. Capítulo 2. Artículo 65. Dentro de los derechos, garantías y deberes, establece la producción de alimentos como uno de los derechos sociales, económicos y culturales, y por tanto establece que gozara de especial protección, se incentivara su desarrollo en infraestructura, investigación y transferencia de tecnología.

2.4.2 Resolución 1056 (17 abril 1996). Por la cual se dictan disposiciones sobre el control técnico de los Insumos Pecuarios y se derogan las Resoluciones No. 710 de 1981, 2218 de 1980 y 444 de 1993.

¹¹Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Área de Fisiología de la Reproducción. Información (S.F) [On line]. Citado 14 de octubre de 2014. Disponible en internet: http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/FisiologiaProduccion_Informacion_Espermatogenesis.html

¹² Funciones de reproducción. Bases fisiológicas de la reproducción en el macho (S.F) [On line]. Citado 14 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/fisiologia-animal/Material%20de%20clase/bloque-2-cap-9-tema-1.-funciones-de-reproduccion.pdf>

¹³ NUTRILIFE. Insulina. (SF) [On line]. Citado 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.nutreme.mx/#!insulina/ccmq>

El gerente general del instituto colombiano agropecuario ICA en uso de sus facultades legales y en especial de las que le confieren los Decretos Nos. 2141 de 1992, 2645 de 1993, 1840 de 1994 y 2150 de 1995.

CONSIDERANDO

Que corresponde al Instituto Colombiano Agropecuario ICA, ejercer el control técnico de los Insumos Agropecuarios.

Que toda persona natural o jurídica que se dedique a la producción, importación, control de calidad y comercialización de Insumos Pecuarios, deberá registrarse en el ICA y cumplir las normas contenidas en la legislación vigente.

Que es necesario establecer las normas a las cuales se debe sujetar toda persona natural o jurídica que se dedique a las actividades mencionadas en el considerando anterior¹⁴.

¹⁴ ICA. RESOLUCION 1056 (17 ABRIL 1996). [On line]. Citado 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.ica.gov.co/getattachment/498ca7d0-65d6-4f6d-bb03-bc905c0a22d7/1056.aspx>

3. DISEÑO METODOLOGICO

3.1 LOCALIZACION

El presente trabajo se realizara en la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, ubicada a tres kilómetros del casco urbano de la ciudad. El lugar escogido para el estudio presenta las siguientes características: altura sobre el nivel del mar de 1200 metros, precipitación anual promedio de 800 a 1200 milímetros, humedad relativa del 75% y temperatura promedio diaria de 18 a 24°C.

3.2 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.2.1 Diseño de investigación. Para efectos de análisis estadístico de las variables cualitativas del ensayo se realizará una descripción de cada una de ellas y a las variables cuantitativas se les aplicará un diseño experimental Cuadrado Latino 3x3, con tres tomas de datos durante el ensayo con cada una de las colectas de semen, que serán practicadas a las unidades experimentales participantes del ensayo.

En el ensayo se presentan tres grupos, dos de ellos serán tratados con cromo, suministrado como suplemento alimenticio a razón de 1 y 1.2 mg diarios por 45 días y un grupo testigo durante la toma de datos al cual no se le suministrará cromo como suplemento, para lo cual se tomarán tres colectas de semen con un intervalo de 15 días entre la toma de muestras, se hará una evaluación de la calidad seminal, con sus respectivos indicadores. (Ver Cuadro 1. Variables)

Para el diseño Cuadrado Latino se presentan a continuación las hipótesis de nulidad. La hipótesis principal recoge el efecto de los tratamientos (dosis de cromo) y las hipótesis secundarias los efectos de filas (periodo) y columnas (cada una de las muestras de semen tomadas).

Se trata de un diseño de una unidad experimental por casilla y con formato cuadrado 3x3, hay un total de $d^2 = 9$ unidades experimentales (siendo d la cantidad de valores por dimensión).

Hipótesis principal

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

Hipótesis secundarias

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

$$H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0$$

La primera hipótesis alternativa está asociada a la hipótesis experimental o hipótesis sobre los tratamientos y las dos hipótesis alternativas están asociadas a los efectos de filas y columnas, respectivamente, estas tres hipótesis alternativas tienen la misma expresión:

H_1 : Por lo menos una desigualdad

La prueba estadística se basa en el análisis de varianza, asumiendo el modelo aditivo y un nivel de significación de 0,05. Una vez terminado el ensayo se obtendrá la correspondiente matriz de datos, a los cuales se estimará la varianza para el cálculo del valor de F.

El modelo aditivo del Diseño Cuadrado Latino 3x3 es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} es cualquier dato de la matriz, μ = media global del experimento, α_i = el efecto del i tratamiento, β_j = el efecto de la j fila, γ_k = el efecto de la k columna, y ε_{ijk} = el error experimental

La matriz de datos a obtener es la siguiente y con base en estos datos se estimarán las varianzas para el cálculo del valor de F.

	C1	C2	C3
B1	A1	A3	A2
B2	A2	A1	A3
B3	A3	A2	A1

Donde:

A = Tratamientos (Suplemento cromo 0, 1 y 1.2 mg)

B = Filas (periodo)

C = Columnas (Macho cabrío)

La matriz del ensayo para cada una de las variables analizadas es la siguiente:

Macho	Macho 1	Macho 2	Macho 3
Periodo 1	T0	T1.2	T1
Periodo 2	T1	T0	T1.2
Periodo 3	T1.2	T1	T0

Donde:

T0 = Tratamiento sin adición de suplemento cromo

T1 = Tratamiento con adición de 1 mg de suplemento cromo

T1.2 = Tratamiento con adición de 1.2 mg de suplemento cromo

3.2.2 Población y muestra. En el aprisco de la Universidad Francisco de Paula Santander se cuentan con tres machos cabríos de las razas Saanen y Criollo, los cuales oscilan en edades de 2 a 4 años, su alimentación se basa en pasto de corte de cuba 22 y forraje de maíz.

3.2.3 Variables e indicadores. Las Variables e indicadores que se evalúan se presentan en el cuadro 1:

Cuadro 1. Variables e indicadores

VARIABLES	INDICADA	ÍNDICE
Examen físico del eyaculado	Condiciones organolépticas	<p>Color. Blanco cremosos normal muy bueno Blanco azulado normal malo Amarillento normal malo Amarillo anormal malo</p> <p>Volumen. > 4,5 cm normal muy bueno del 2,5-4,5 cm normal bueno eyaculado 0,5-2,5 cm normal regular < 0.5 cm anormal malo</p>
Evaluación de la calidad seminal	Motilidad masal	80 – 95% = > de 800 millones/ml muy bueno 60 – 80% = > 500 - 800 millones/ml bueno 30-60% = > 200 - 500 millones/ml regular 30 % = < 200 millones/ml malo
	Motilidad individual	Movimiento progresivo y porcentaje de supervivencia 80 – 95% vivos Muy Bueno 60 – 80% vivos Buenos 30 – 60% vivos Regular <30% vivos Malo
	Concentración o densidad	Muy buena = 750 – 1.000 millones de espermatozoides/ml Buena 400-750 millones de espermatozoides/ml Regular 250 -400 millones de espermatozoides/ml Malo <250 millones de espermatozoides

Fuente. Autor del proyecto

3.3 METODOLOGIA

Distribución de los animales. La distribución de los animales se realiza el día de inicio del ensayo y se ubican en corrales diferentes

Acostumbramiento. Los animales inmersos en la investigación serán sometidos a un periodo de acostumbramiento de adición de cromo en un periodo de 8 días.

Consumo de suplemento: Diariamente se pesa la cantidad de cromo para cada tratamiento/ animal, el cual tendrá un periodo de adición de 15 días.

Trabajo de laboratorio: Cada 15 días, luego de terminado cada tratamiento se realizara una eyaculación de cada macho cabrío por medio de un electroeyaculador, las muestras obtenidas serán sometidas a un análisis físico (volumen y color) y microscópico (Concentración, motilidad masal y motilidad individual)

Interpretación de datos: Luego de ser colectados los datos obtenidos de los tratamientos, estos serán analizados por medio de un software estadístico con el fin de llegar a una conclusión de la investigación

4. RESULTADOS

4.1 SUPLEMENTACIÓN DE CADA MACHO CABRIO CON CROMO CON UNA DOSIS DE 0, 1 Y 1,2 mg POR ANIMAL AL DÍA POR 45 DÍAS.

A continuación se presentan los resultados del ensayo “Evaluación de la calidad seminal de los reproductores caprinos de la Universidad Francisco de Paula Santander suplementados con cromo”. El ensayo fue realizado con el fin de analizar la calidad seminal obtenida con animales alimentados bajo suplemento de cromo, para lo cual a cada macho cabrío se le realizó una colecta de semen mediante la herramienta de electro eyaculador con un periodo de 15 días entre una y la próxima colecta.

Para la ejecución del análisis estadístico de las variables cualitativas del ensayo se realizó una descripción de cada una de ellas y a las variables cuantitativas se les aplicó un diseño experimental Cuadrado Latino 3x3, con tres tomas de datos durante el ensayo a las colectas de semen realizadas, a cada una de las unidades experimentales participantes del ensayo.

En el ensayo se presentaron tres grupos, dos de ellos fueron tratados con cromo, suministrado como suplemento alimenticio a razón de 1 y 1.2 mg diarios por 45 días y un grupo testigo durante la toma de datos al cual no se le suministró cromo como suplemento, para lo cual se tomaron tres colectas de semen con un intervalo de 15 días entre la toma de muestras, por consiguiente se midieron variables de tipo físico, como a su vez la evaluación de la calidad seminal, con sus correspondientes indicadores

Para el diseño Cuadrado Latino se presentan a continuación las hipótesis de nulidad. La hipótesis principal recoge el efecto de los tratamientos (dosis de cromo) y las hipótesis secundarias los efectos de filas (periodos) y columnas (macho cabrío).

Se trata de un diseño de una unidad experimental por casilla y con formato cuadrado 3x3, hay un total de $d^2 = 9$ unidades experimentales (siendo d la cantidad de valores por dimensión).

Hipótesis principal

$$H_0: \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$$

Hipótesis secundarias

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$$

$$H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0$$

La primera hipótesis alternativa está asociada a la hipótesis experimental o hipótesis sobre los tratamientos y las dos hipótesis alternativas están asociadas a los efectos de filas y columnas, respectivamente, estas tres hipótesis alternativas tienen la misma expresión:

H₁: Por lo menos una desigualdad

La prueba estadística se basa en el análisis de varianza, asumiendo el modelo aditivo y un nivel de significación de 0,05. Terminado el ensayo se obtuvo la correspondiente matriz de datos, a los cuales se estimó la varianza para el cálculo del valor de F.

El modelo aditivo del Diseño Cuadrado Latino 3x3 es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

Y_{ijk} es cualquier dato de la matriz, μ = media global del experimento, α_i = el efecto del i tratamiento, β_j = el efecto de la j fila, γ_k = el efecto de la k columna, y ε_{ijk} = el error experimental.

Una vez terminado el experimento se obtuvo la siguiente matriz de datos. Con base en estos datos se estiman las varianzas para el cálculo del valor de F.

	C1	C2	C3
B1	A1	A3	A2
B2	A2	A1	A3
B3	A3	A2	A1

Donde:

A = Tratamientos (Suplemento cromo 0, 1 y 1.2 mg)

B = Filas (periodo)

C = Columnas (Macho Cabrío)

La matriz del ensayo para cada una de las variables analizadas es la siguiente:

Macho		Macho 1	Macho 2	Macho 3
Periodo	Periodo 1	T0	T1,2	T1
Periodo 2	T1,2	T1	T0	
Periodo 3	T1	T0	T1,2	

Donde:

T0 = Tratamiento sin adición del suplemento con cromo

T1 = Tratamiento con adición de 1 mg del suplemento con cromo

T1.2 = Tratamiento con adición de 1.2 mg del suplemento con cromo

Cuadro 2. Evaluación de la primera colecta semen realizado

COLECTA DE SEMEN REALIZADA 3 DE MARZO DE 2015			
	MACHO 1	MACHO 2	MACHO 3
NOMBRE	Zeus	Daniel	Yupi
CONS. DE CROMO	0 mg	1,2 mg	1 mg
OLOR	Normal	Normal	Normal
COLOR	Cre moso	Cre moso	Cre moso
VOLUMEN (ml)	0,5	0,5	0,5
MOTILIDAD MASAL (%)	80	65	95
MOTILIDAD INDIVIDUAL (%)	75	65	90
CONCENTRACION (millones de espermatozoides/ ml)	1960	1870	2960

Fuente. Autor del proyecto

Cuadro 3. Evaluación de la segunda colecta de semen realizada

COLECTA DE SEMEN REALIZADA 18 DE MARZO DE 2015			
	MACHO 1	MACHO 2	MACHO 3
NOMBRE	Zeus	Daniel	Yupi
CONS. DE CROMO	1,2 mg	1 mg	0 mg
OLOR	Normal	Normal	Normal
COLOR	Blanco transparente	Cre moso	Blanco transparente
VOLUMEN (ml)	0,8	1	4,5
MOTILIDAD MASAL (%)	50	95	45
MOTILIDAD INDIVIDUAL (%)	75	90	40
CONCENTRACION (millones de espermatozoides/ ml)	500	3820	410

Fuente. Autor del proyecto

Cuadro 4. Evaluación de la tercera colecta de semen realizada

COLECTA DE SEMEN REALIZADA 2 DE ABRIL DE 2015			
	MACHO 1	MACHO 2	MACHO 3
NOMBRE	Zeus	Daniel	Yupi
CONS. DE CROMO	1 mg	0 mg	1,2 mg
OLOR	Normal	Normal	Normal
COLOR	Cre moso	Blanco transparente	Blanco transparente
VOLUMEN (ml)	0,7	0,4	6,5
MOTILIDAD MASAL (%)	85	65	30
MOTILIDAD INDIVIDUAL (%)	80	50	70
CONCENTRACION (millones de espermatozoides/ ml)	3430	790	730

Fuente. Autor del proyecto

4.2 EXAMEN FÍSICO DEL EYACULADO

4.2.1 Color. El eyaculado como tal, es un líquido denso, cremoso, ligeramente amarillento, que contiene una suspensión de espermatozoides en un medio llamado plasma seminal. Chenowethlarg P. (2006).

Para calificar este parámetro seminal se solicitó la ayuda del profesional encargado del laboratorio de reproducción animal.

Cuadro 5. Color del eyaculado

Macho	Macho 1	Macho 2	Macho 3
Periodo 1	Cre moso (T 0)	Cre moso (T 1,2)	Cre moso(T 1)
Periodo 2	Blanco transparente (T 1,2)	Cre moso (T 1)	Blanco transparente (T 0)
Periodo 3	Cre moso (T 1)	Blanco transparente (T 0)	Blanco transparente (T 1,2)

Fuente. Autor del proyecto

4.2.2 Volumen del eyaculado. El volumen de un eyaculado para la especie caprina es de 1 mL, en donde existen variaciones por diversos factores como el método de extracción

seminal, el estado fisiológico del macho, raza, edad, tamaño corporal, alimentación y régimen sexual al que se le somete (Cortes, 2002).

Cuadro 6. Volumen del eyaculado (cm³)

Macho	Macho 1	Macho 2	Macho 3
Periodo			
Periodo 1	0,5 (T 0)	0,5 (T 1,2)	0,5(T 1)
Periodo 2	0,8 (T 1,2)	1 (T 1)	4,5 (T 0)
Periodo 3	0,7 (T 1)	0,4 (T 0)	6,5 (T 1,2)

Fuente. Autor del proyecto

Cuadro 7. Análisis de varianza (ANAVA) del volumen

<i>FV</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tratamientos	5,26222	2	2,63111	0,78	0,5629
B:periodo	6,88222	2	3,44111	1,02	0,4961
C:machos	20,2689	2	10,1344	2,99	0,2505
RESIDUOS	6,77556	2	3,38778		
TOTAL (CORREGIDO)	39,1889	8			

Fuente. Autor del proyecto

Con base a los datos consignados sobre el volumen de las colectas realizadas (cuadro 6), se sometieron a un análisis estadístico, para lo cual con sus resultados obtenidos anteriormente se puede inferir que tanto el efecto de los tratamientos como a su vez el efecto de los periodos y machos no son significativos al 5 %, por consiguiente se acepta la hipótesis nula donde no hay diferencia de las medias de los tratamientos siendo estas iguales.

4.3 EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEMINAL

4.3.1 Motilidad masal. Barth A (2000) reseña que la motilidad masal es el resultado de la concentración espermática, el porcentaje de células con movimiento progresivo y velocidad de movimiento de los espermatozoides.

Cuadro 8. Escala basada en el porcentaje de células móviles y criterio evaluativo, según Derivaux (1976), Morrow (1986), Hafez (1989)

VALOR DESCRIPTIVO	ASPECTO DEL MODELO	% CÉLULAS MÓVILES
Muy buena	Movimiento en ondas vigorosas y en remolinos rápidos	80-90%
Buena	Remolinos y ondas más lentas	60-80%
Regular	Sin remolinos, pero con oscilaciones generalizadas	40-60%
Mala	Escasa o ninguna motilidad	0-40%

Fuente. Autor del proyecto

Cuadro 9. Motilidad Masal %

Macho	Macho 1	Macho 2	Macho 3
Periodo 1	80 (T 0)	65 (T 1,2)	95 (T 1)
Periodo 2	50 (T 1,2)	95 (T 1)	45 (T 0)
Periodo 3	85 (T 1)	65 (T 0)	30 (T 1,2)

Fuente. Autor del proyecto

El movimiento en masa se califico con la ayuda del profesional encargado del laboratorio de reproducción animal.

Cuadro10. Análisis de varianza (ANAVA) motilidad masal

<i>FV</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tratamientos	2905,56	2	1452,78	74,71	0,0132
B:periodo	688,889	2	344,444	17,71	0,0534
C:machos	572,222	2	286,111	14,71	0,0636
RESIDUOS	38,8889	2	19,4444		
TOTAL (CORREGIDO)	4205,56	8			

Fuente. Autor del proyecto

Para la realización del análisis estadístico se tomaron los valores obtenidos en la experimentación con respecto a la motilidad masal (cuadro 8).

Cuadro 11. Pruebas de Múltiple Rangos para resultados por tratamientos por el metodo 95,0 % Tukey HSD

<i>tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
T 1,2	3	48,3333	2,54588	X
T 0	3	63,3333	2,54588	X
T 1	3	91,6667	2,54588	X
<i>Contraste</i>	<i>Sig.</i>	<i>Diferencia</i>	<i>+/- Límites</i>	
T 0 - T 1	*	-28,3333	21,1541	
T 0 - T 1,2		15,0	21,1541	
T 1 - T 1,2	*	43,3333	21,1541	

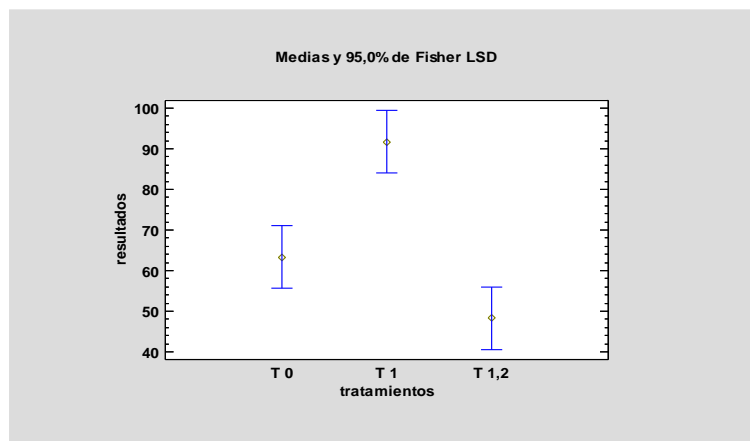
* indica una diferencia significativa.

Fuente. Autor del proyecto

Los resultados del análisis estadístico correspondiente a los valores de la variable motilidad masal obtenidos de las colectas de semen, se puede inferir que tanto el efecto de los periodos como a su vez el efecto de los machos no son significativos al 5 %, por consiguiente se acepta la hipótesis nula donde no hay diferencia de las medias de los tratamientos siendo estas iguales.

Los resultados del análisis estadístico correspondiente a los valores de la variable motilidad masal obtenidos de las colectas de semen, se puede inferir que el efecto de los tratamientos son significativos al 5 %, por consiguiente se acepta la hipótesis alternante donde hay diferencia de las medias de los tratamientos T0 con respecto a T1 y T1 con respecto a T1.2, siendo el tratamiento T1 con mejores resultados.

Figura 2. Motilidad Masal (%)



Fuente. Autor del proyecto

4.3.2 Motilidad individual. La motilidad individual de una muestra de semen se expresa como el porcentaje de células móviles bajo un campo microscópico.

En la evaluación de la motilidad individual de los espermatozoides se estima el porcentaje de células espermáticas con movimiento progresivo lineal (MPL), movimiento *in situ* y espermatozoides inmóviles.

Cuadro 12. Clasificación de la motilidad espermática de acuerdo a la Sociedad de Teriogenología de los Estados Unidos de Norteamérica¹⁵

Motilidad	Excelente	buena	Regular	Mala
Individual	➤ 70 %	50-70%	30-50%	<30%

Fuente. Autor del proyecto

La motilidad progresiva también puede ser evaluada siguiendo la velocidad de movimiento o grado de movimiento y se hace bajo la siguiente escala según Barth (2000).

Cuadro 13. Escala basada en la velocidad de movimiento de las células móviles Barth (2001)

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

Fuente. Autor del proyecto

¹⁵ AGÜERO, Gloria. Evaluación de las Características Seminales de Sementales Bovinos mediante el Analizador Seminal Computarizado (CASA).2012. [On line]. Citado 5 de abril de 2015. Disponible en internet: http://saber.ucv.ve/xmlui/bitstream/123456789/3292/1/T026800002626-0-Tesis_Final_Gloria_Aguero-000.pdf

Cuadro 14. Motilidad Individual (%)

Macho	Macho 1	Macho 2	Macho 3
Periodo			
Periodo 1	75 (T 0)	65 (T 1,2)	90 (T 1)
Periodo 2	75 (T 1,2)	90 (T 1)	40 (T 0)
Periodo 3	80 (T 1)	50 (T 0)	70 (T 1,2)

Fuente. Autor del proyecto

Para calificar este parámetro seminal se solicitó la ayuda del profesional encargado del laboratorio de reproducción animal.

Cuadro 15. Análisis de varianza (ANAVA) motilidad individual

<i>FV</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tratamientos	1505,56	2	752,778	3,57	0,2190
B:periodo	172,222	2	86,1111	0,41	0,7103
C:machos	172,222	2	86,1111	0,41	0,7103
RESIDUOS	422,222	2	211,111		
TOTAL (CORREGIDO)	2272,22	8			

Fuente. Autor del proyecto

Con base a los datos consignados sobre la motilidad individual (cuadro 10), se sometieron a un análisis estadístico, para lo cual con sus resultados obtenidos anteriormente se puede inferir que tanto el efecto de los tratamientos como a su vez el efecto de los periodos y machos no son significativos al 5 %, por consiguiente se acepta la hipótesis nula donde no hay diferencia de las medias de los tratamientos siendo estas iguales.

4.3.3 Concentración de espermatozoides. La concentración de los espermatozoides se expresa como el número de espermatozoides/mL de semen. La determinación de la concentración espermática se lleva a cabo mediante métodos semejantes al recuento de glóbulos rojos realizado en hematología. El conteo directo de células, a través del hemocitómetro o cámara de Neubauer fue diseñado para contar eritrocitos.¹⁶

¹⁶AGÜERO, Gloria. Evaluación de las Características Seminales de Sementales Bovinos mediante el Analizador Seminal Computarizado (CASA).2012. [On line]. Citado 5 de abril de 2015. Disponible en internet: http://saber.ucv.v/xmlui/bitstream/123456789/3292/1/T026800002626-0-Tesis_Final_Gloria_Aguero-000.pdf

Cuadro 16. Concentración de espermatozoides (millones de espermatozoides/centímetro cúbico)

Macho			
Periodo	Macho 1	Macho 2	Macho 3
Periodo 1	1960 (T 0)	1870 (T 1,2)	2960 (T 1)
Periodo 2	500 (T 1,2)	3820 (T 1)	410 (T 0)
Periodo 3	3430 (T 1)	790 (T 0)	730 (T 1,2)

Fuente. Autor del proyecto

Cuadro 17. Análisis de varianza (ANAVA) concentración espermática

<i>FV</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:tratamientos	1,11398E7	2	5,5699E6	12,72	0,0729
B:periodo	853067,	2	426533,	0,97	0,5065
C:machos	1,02407E6	2	512033,	1,17	0,4609
RESIDUOS	875467,	2	437733,		
TOTAL (CORREGIDO)	1,38924E7	8			

Fuente. Autor del proyecto

Con base a los datos consignados sobre la concentración espermática (cuadro 11), se sometieron a un análisis estadístico, para lo cual con sus resultados obtenidos anteriormente se puede inferir que tanto el efecto de los tratamientos como a su vez el efecto de los periodos y machos no son significativos al 5 %, por consiguiente se acepta la hipótesis nula donde no hay diferencia de las medias de los tratamientos siendo estas iguales.

4.4 DISCUSIÓN

Fisiológicamente el cromo orgánico en el organismo tiene una función representativa en el metabolismo de la insulina ya que este permite mejorar la entrada de glucosa en la célula, lo cual dispondrá mayor cantidad de energía disponible

La suplementación mineral en las especies menores en este caso caprina, ha incentivado en los últimos años a la realización de un sinnúmero de estudios con el objetivo de buscar formas más eficientes de producción, tal es el caso del presente trabajo de grado que busca analizar los efectos que tiene la suplementación de cromo en la calidad seminal de los machos caprinos.

La adición de un suplemento con cromo a los animales tratados no tuvo una diferencia significativa sobre el volumen obteniendo, encontrándose valores en el rango de 0,5 a 6 ml,

coincidiendo con los resultados obtenidos por (SHI L et al. 2009) quien no encontró efectos para el volumen en machos de raza boer a los cual se le adicionó un suplemento basado en 0,3 mg de nano-selenio, difiriendo a los obtenidos por (BACA A et al. 2014), quienes compararon los efectos de un suplemento de Co, I, Se, Zn, Mn en la dieta consumida por corderos de raza angora.

La concentración espermática aunque fue numéricamente más alta del tratamiento con 1 mg de cromo con respecto a los tratamientos con 0 mg y 1,2 mg, esta no fue significativa al ($P>0,05$), reflejándose la importancia del nivel de energía disponible en célula, como lo corrobora (FIMBRES 1996), en el cual nivel alto de energía en la dieta tuvo un efecto significativo ($P<0.05$) en la producción de células totales (3978×10^6 células) el cual fué 33.3% mayor en los sementales de raza Alpina, Nubia y Saanen, que consumieron la dieta alta en energía comparados con los animales que recibieron la dieta baja en energía (2653×10^6 células).

El nivel de cromo en la dieta tuvo un efecto significativo ($P<0.05$) en la motilidad masal, la cual fue mayor cuando los animales tratados consumieron un 1 mg de cromo con relación cuando consumieron 0 mg y 1.2 mg, el nivel de cromo más alto influyo negativamente en la calidad seminal, pudo deberse a que el cromo como es un factor de mejoramiento para la absorción de glucosa, en exceso de energía esta se acumuló como grasa escrotal la cual interfiere con los mecanismos de termorregulación en el testículo, como lo menciona (Coulter, G et al. 1997) cuando describen que se produce mayor potencial reproductivo en toros alimentados con dietas que aportan niveles moderados de energía (con base en 100% de forraje) que en los reproductores alimentados con dietas que ofrecen elevados niveles de energía (con base en granos 80% y forraje 20%), debido a que el exceso de energía en la dieta afecta la motilidad progresiva y la morfología espermática como producto de la acumulación de grasa a nivel escrotal, que interfiere con los mecanismos de termorregulación en el testículo.

El porcentaje de espermatozoides móviles, es decir la motilidad individual no fue estadísticamente significativa ($P>0,05$), estos resultados obtenidos fueron contrarios a lo encontrado por (AZIZUNNESA, A et al. 2013) quien fue mayor la motilidad individual del grupo tratado con concentrado salvado de trigo (50%), maíz triturado (25%), harina de soja (20%), harina de pescado (1%), fosfato dicálcico en polvo (2%), premezcla de vitamina mineral (0,5%) y sal (1,5%) que el grupo control en corderos, evidenciando la importancia de la nutrición con relación a minerales y macronutrientes. Por otra parte el valor mínimo de la motilidad del esperma por el carnero es 60% según lo informado por (Garner y Hafez, 1982).

5. CONCLUSIONES

Los resultados arrojados de la suplementación con cromo en las cantidades 0 mg, 1 mg y 1,2 mg a los machos cabríos pertenecientes del proyecto caprino de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, tuvo una diferencia significativa con relación a la motilidad masal.

La adición de 1 mg de cromo a los diferentes animales mostró una mejora numérica en cada uno de los parámetros a analizar como lo fueron volumen, motilidad masal, motilidad individual y concentración espermática.

La adición de 1.2 mg de cromo tuvo un efecto negativo con relación a las variables a tener en cuenta sobre la evaluación del calidad seminal, obteniéndose valores más bajos que cuando se adicionó 1 mg de cromo.

El comportamiento de los animales con relación a la aceptación del suplemento no presento rechazo lo cual es muy beneficioso ya que se consume el 100 % de las dosis a tratar.

6. RECOMENDACIONES

La suplementación mineral es de vital importancia en los procesos reproductivos, para tal fin se aconseja, realizar más trabajos sobre este tema con el objetivo de mejorar los índices de fertilidad en machos cabríos.

Realizar trabajos con periodos más largos y a su vez mayor número de animales tratando de controlar parámetros como clima, sanidad, manejo y suplementación basada en cromo ya que no fue significativo estadísticamente, se vio numéricamente cambios favorables en los parámetros reproductivos de los machos.

Para la realización de posteriores trabajos de investigación sobre el tema se recomienda realizar una dieta específica que cumpla los requerimientos diarios de cada animal para poder tener mejores herramientas de juicio sobre la funcionalidad del cromo ya que en el anterior trabajo no se tuvieron en cuenta debido a que los animales se encontraban bajo un sistema de alimentación a voluntad de forrajes de corte lo cual puede dispersar los resultados del cromo.

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS

AGÜERO, Gloria. Evaluación de las Características Seminales de Sementales Bovinos mediante el Analizador Seminal Computarizado (CASA).2012. [On line]. Citado 5 de abril de 2015. Disponible en internet: http://saber.ucv.ve/xmlui/bitstream/123456789/3292/1/T026800002626-0-Tesis_Final_Gloria_Aguero-000.pdf

AZIZUNNESA A, ZOHARA B, BARI F, ALAM Md. G. Effects of Concentrate Supplementation on Reproductive Performances and Semen Quality of Indigenous Rams in Bangladesh.2013. [On line]. Citado 8 de abril de 2015. Disponible en internet: <http://www.ksep.or.kr/journal/article.php?code=14203>

BACA A, SNYMAN M, KILIAN E. Effect of frequency of mineral and vitamin supplementation on semen quality of angora goat sires.2014.[On line]. Citado 7 de abril de 2015. Disponible en internet: http://gadi.agric.za/Agric/Vol14No1_2014/semen.php

CERVANTES, Julio. Anatomía y fisiología básica del aparato reproductor en el caprino. [On line] Citado el 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://amaltea.fmvz.unam.mx/ESCRITOS%20REPRO/Anatomia%20y%20Fisiologia%20Aparato%20Reproductor.pdf>

CORTEZ, Susana. Efecto de la conservación sobre la Eufic. El cromo en la alimentación 2008. [On line].Citado 11 de octubre de 2014.Disponible en internet: <http://www.eufic.org/article/es/nutricion/vitaminas-minerales-fitonutrientes/artid/El-cromo-en-la-alimentacion/>

COULTER G, Cook R, Kastelic J. Effects of dietary energy on scrotal surface temperature, seminal quality, and sperm production in young beef bulls.1997. [On line] Citado 10 de Abril del 2015. Disponible en internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9110219>

EL-KHADRAWY. 1991. Biochemical changes in blood and semen of buffalo-bulls fed on ammoniated rice straw. [On line].Citado 8 de abril de 2015.Disponible en internet: http://www.bu.edu.eg/portal/uploads/Veterinary%20Medicine/Theriogenology/993/publications/Abdel-Salam%20Ibrahim%20El-Azab_PAPER_13.pdf

FERRIANI, Antonio. O papel do cromo na nutrição de bovinos. 2008. [On line]. Citado 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.iepec.com/noticia/o-papel-do-cromo-na-nutricao-de-bovinos>

FIMBRES, Hector. Efecto de la energia y proteina sobre la aptitud reproductiva de sementales caprinos antes y despues del empadre de otoño.1996.[On line]. Citado 7 de abril de 2015. Disponible en internet: <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080071711.PDF>

FISIOLOGÍA ESPERMÁTICA DE SEMEN CAPRINO. (S.F). [On line] Citado 10 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://biblioteca.ucm.es/tesis/19972000/X/3/X3050301.pdf>

FRANCO, Moises. Efecto de la naloxona sobre la espermatogénesis y crecimiento del caprino. 1996. [On line] Citado el 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080087075.PDF>

FUNCIONES DE REPRODUCCIÓN. Bases fisiológicas de la reproducción en el macho (S.F) [On line]. Citado 14 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://ocw.um.es/cc.-de-la-salud/fisiologia-animal/Material%20de%20clase/bloque-2-cap-9-tema-1.-funciones-de-reproduccion.pdf>

ICA. RESOLUCION 1056 (17 ABRIL 1996). [On line]. Citado 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.ica.gov.co/getattachment/498ca7d0-65d6-4f6d-bb03-bc905c0a22d7/1056.aspx>

KAFILZADEH F, SHABANKAREH HK, TARGHIBI MR. Effect of chromium supplementation on productive and reproductive performances and some metabolic parameters in late gestation and early lactation of dairy cows. 2012. [On line]. Citado 12 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22552822>

NUTRILIFE. Insulina. (SF) [On line]. Citado 15 de octubre de 2014. Disponible en internet: <http://www.nutreme.mx/#!insulina/ccmq>

PECHOVA, A y PAVLATA, L. Effects of Chromium Supplementation on Growth Rate and Metabolism in Fattening Bulls. 2002. [On line]. Citado 12 de octubre de 2014. Disponible en internet: http://www.researchgate.net/publication/237446420_Effects_of_Chromium_Supplementation_on_Growth_Rate_and_Metabolism_in_Fattening_Bulls

PECHOVA, A y PAVLATA, L. Chromium as an essential nutrient: a review.2007. [On line]. Citado 11 de octubre de 2014. Disponible en internet: http://www.researchgate.net/publication/228622542_Chromium_as_an_essential_nutrient_a_review

SHI L, YANG R, YUE W, XUN W, ZHANG C, Ren Y, SHI L, LEI F. Effect of elemental nano-selenium on semen quality, glutathione peroxidase activity, and testis ultrastructure in male Boer goats.2009. [On line]. Citado 6 de abril de 2015. Disponible en internet: [http://www.animalreproductionscience.com/article/S0378-4320\(09\)00250-4/abstract](http://www.animalreproductionscience.com/article/S0378-4320(09)00250-4/abstract)

SOUSA, A Y BOIN, C. Efeitos da suplementação de cromo orgânico para bovinos de corte em confinamento. 2003. [On line] Citado 10 de octubre del 2014. Disponible en internet: <http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/nutricao/efeitos-da-suplementacao-de-cromo-orgânico-para-bovinos-de-corte-em-confinamento-4861/>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS Aires.
Área de Fisiología de la Reproducción. Información (S.F) [On line]. Citado 14 de octubre
de 2014. Disponible en internet:
http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/FisiologiaProduccion_Informacion_Espermatoge