

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE LEVADURA (*SACCHAROMYCES  
CEREVISIAE*) Y SELENIO SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN MACHOS  
CAPRINOS.**

**POR:**

**JONATHAN RODRÍGUEZ CARREÓN**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**TORREÓN, COAHUILA**

**ENERO 2019**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PRODUCCIÓN ANIMAL

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE LEVADURA (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) Y  
SELENIO SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN MACHOS CAPRINOS.**

Por:

**JONATHAN RODRÍGUEZ CARREÓN**

TESIS


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

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Pedro Antonio Robles Trillo  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Mc. Alan Sebastian Alvarado Espino  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Rafael Rodríguez Martínez  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Oscar Angel Garcia  
Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal  
  
Coordinación de la División  
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Enero 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS PRODUCCIÓN ANIMAL

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE LEVADURA (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*) Y  
SELENIO SOBRE LA CALIDAD SEMINAL EN MACHOS CAPRINOS.**

Por:


**JONATHAN RODRÍGUEZ CARREÓN**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Pedro Antonio Robles Trillo  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
Mc. Alan Sebastian Alvarado Espino

Coasesor Externo

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Rafael Rodríguez Martínez

  
\_\_\_\_\_  
MVZ. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
Coasesor  
Coasesor de la División Regional de Ciencia Animal  
Regional de Ciencia Animal

Torreón, Coahuila, México  
Enero 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme la vida y así sus enseñanzas de cada día.

A mis padres por su gran apoyo en mi trabajo de tesis en motivación y consejos para lograr este proyecto.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por la oportunidad que me brindó para formarme como profesionista.

Al **Dr. Pedro Antonio Robles Trillo** por su apoyo y enseñanzas a lo largo de la carrera y colaboración en finalizar mis estudios.

Al **M.C. Alan Sebastián Alvarado Espino** por el apoyo brindado durante este proyecto y consejos para finalizarlo.

A todos mis profesores por sus enseñanzas durante mi estancia en esta universidad.

A mis amigos y compañeros que conocí dentro y fuera de las aulas que compartieron conocimientos anécdotas y formaron la vida universitaria.

## **DEDICATORIA**

A mi papá **Tomas Rodríguez Hernández** y mi mamá **Velia Carreón Borjas** por su apoyo que me brindan en mis decisiones y por estar conmigo en las buenas y malas por todo muchas gracias, también por creer en mi a lo largo de toda mi carrera.

A mis hermanos: **Lina, Brissa e Iván** por todos sus consejos, cariño y apoyo brindado durante toda mi infancia hasta el día de hoy. A **Yaríza Chávez** por la motivación y apoyo que me brindo gran parte de mi carrera.

A mi familia y amigos por su apoyo a lo largo de este trayecto.

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la administración oral de levadura *Saccharomyces cerevisiae* y Selenio (Se) sobre la calidad espermática. Se utilizaron 6 machos cabríos de raza Alpino-Francés de 6 a 7 meses de edad con un peso promedio de  $28.5 \pm 2.7$  kg. Los machos fueron asignados a 3 tratamientos x 3 repeticiones en un diseño de cuadro latino. Cada repetición duro 15 días. Durante cada repetición, dos machos fueron distribuidos al azar en cada tratamiento. A todos los grupos se les brindo una dieta base que consistía en 1.5 kg de heno de alfalfa, 200 g de salvado de trigo más el tratamiento de cada grupo: Grupo 1: Se alimentó con 0.5 g de levadura más 0.6 g de selenio y dieta base. Grupo 2: recibió 0.5 g de levadura más dieta base. Grupo 3: Se alimentó solo con la dieta base. El día 14 y 15 de cada tratamiento, se recolecto el semen de los machos y se evaluó el volumen, concentración espermática y la motilidad en masa. El volumen seminal no difirió significativamente en los machos tratados con Levadura + Se ( $0.5 \pm 0.1$  mL), con Levadura ( $0.3 \pm 0.1$  mL) y control ( $0.4 \pm 0.1$  mL). Asimismo, la concentración espermática y el total de espermatozoides tampoco difirieron significativamente entre tratamientos. No se observó diferencia estadística significativa entre tratamientos para la motilidad en masa. Se concluyó que la administración oral de levadura o levadura más selenio no influye en la calidad seminal de los machos cabríos.

**Palabras clave:** Probiótico; Eficiencia reproductiva; Minerales; Caprinos

## INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS .....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
LISTA DE CUADROS .....	v
INTRODUCCIÓN .....	1
Hipótesis .....	2
Objetivo .....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
Levaduras .....	2
Saccharomyces cerevisiae.....	3
Minerales .....	6
Selenio.....	7
Selenio en reproducción.....	12
Selenio y Saccharomyces cerevisiae .....	13
MATERIALES Y MÉTODOS .....	14
Localización del estudio.....	14
Manejo de los animales.....	14
Tratamientos y diseño experimental .....	14
Variables evaluadas.....	15
Volumen.....	15
Concentración espermática y espermatozoides totales.....	15
Motilidad en masa.....	15
Análisis estadístico.....	15
RESULTADOS .....	15
DISCUSIÓN .....	17
CONCLUSIÓN.....	18
LITERATURA CITADA .....	19

## LISTA DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Características seminales obtenidas en los machos Alpino-Francés tratados con Levadura + Se, Levadura o Control durante la estación reproductiva .....	16
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----



## INTRODUCCIÓN

La nutrición animal es un factor altamente ligado con la reproducción, se ha observado que animales con dietas balanceadas tienen un mejor desempeño reproductivo (Chagra, et al. 2001). El selenio (Se) es un oligoelemento esencial para el hombre y los animales, especialmente requerido para el mantenimiento de la espermatogénesis y la fertilidad masculina. La deficiencia de Se o el estado bajo de Se se relaciona con numerosos trastornos reproductivos, incluida la morfología testicular anormal, la calidad deficiente del semen y la alteración de la estructura espermática (Shi, et al. 2017).

La espermatogénesis es consiste en una serie de eventos coordinados por un programa genético específico. Cualquier deterioro en este mecanismo genético durante las diversas fases del proceso puede conducir a la infertilidad. Se sabe que el estrés oxidativo es el foco de interés como una posible causa de infertilidad masculina (Awargal, 2003). La producción de radicales de oxígeno causa daño peroxidativo a los espermatozoides, lo que lleva a daños en el ADN, pérdida de motilidad y reducción en la capacidad de fusión de los espermatozoides (Kumar, et al. 2002). La baja producción de esperma y la mala calidad del esperma son características consistentes de los animales deficientes en Se. El vínculo fundamental entre Se, la calidad del esperma y la fertilidad masculina es GPX4, ya que la enzima es esencial para permitir la producción de la arquitectura correcta de la pieza intermedia de los espermatozoides. (Beckett, and Arthur, 2005).

Investigaciones recientes muestran que las fuentes orgánicas de Se, como las que provienen de una fuente de levadura (seleno-aminoácidos) pertenecientes al género de *Sacharomices cerevisiae* en dónde se enriquecen con éste mineral y lo incorpora al aminoácido metionina para formar la seleno-metionina (Se orgánico) haciéndolo más biodisponible que la fuente inorgánica (Cantor et al., 1982). Esto coincide con Ortman y Pehrson. (1997) que confirman que la levadura enriquecida con Se es un aditivo ideal porque los animales la absorben y retienen más que el Se inorgánico.

## **Hipótesis**

La suplementación con selenio más levadura *Saccharomyces cerevisiae*, mejorara las características reproductivas, principalmente calidad del semen de los machos en sistema intensivo, se modificara positivamente el rendimiento del semen mejorando calidad midiendo los parámetros tales como volumen, concentración, motilidad en masa.

## **Objetivo**

El objetivo de este experimento es comparar el efecto de la suplementación de selenio más levadura sobre las características seminales en machos jóvenes alpino francés en un sistema intensivo.

## **REVISIÓN DE LITERATURA**

### ***Levaduras***

Se han utilizado las levaduras desde hace siglos primero, para hacer bebidas fermentadas, después para hacer pan y finalmente como fuente de ingredientes para los alimentos balanceados de los animales (Muerlennan, 2001).

Los microorganismos que constituyen los probióticos o aditivos microbiánicos son principalmente bacterias capaces de producir ácido láctico, que son las más conocidas, pero también se incluyen bacterias no lácticas, levaduras y hongos. En lo referente a las posibilidades de utilización de los probióticos, lo anterior es una diferencia importante entre rumiantes y no rumiantes (Lesmeister, et al. 2004).

Dentro de los aspectos modernos de la nutrición del rumiante, el uso de las levaduras es una práctica que empieza a convertirse en rutina en una gran cantidad de fincas ya que existen investigaciones científicas donde se demuestra los beneficios de la levadura sobre el ambiente ruminal, el consumo de materia seca, la digestión y la absorción de nutrientes (Sullivan y Martin 1999).

La composición química de la levadura prensada varía en función de la humedad y del tiempo que lleve fabricada pero se puede dar como media un 70% del contenido de agua. Además se obtienen levaduras secas o deshidratadas con un

contenido de humedad de entre 7 y 9 % y esta se comercializa en polvo o comprimido (Mwenya et al. 2005).

El rango de temperatura óptima para el crecimiento de las levaduras es de 28 a 30°C, con sobre vivencia a 37°C por medio de la formación de ascosporas aunque a 39°C que es la temperatura del ambiente ruminal, se ve afectado su crecimiento y disminución de la viabilidad de la levadura a 48 h de incubación (Mwenya et al. 2005).

### ***Saccharomyces cerevisiae***

Raghebian et al. (2016) realizaron un estudio para determinar el rendimiento del crecimiento, parámetros sanguíneos y estado del sistema inmunológico. Mencionan que corderos Zandi alimentados con *Saccharomyces cerevisiae* SC47 tienen una ganancia de peso mayor alimentándolos con 4.5 g. de levadura diaria y en corderos alimentados con 3 g. se observó mayor cantidad de proteína total y globulina, no se encontraron resultados significativos de hematología. En cuanto a la ingesta de materia seca, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P > 0.05$ ) los glóbulos blancos fueron levemente alterados pero no significativo, excepto la banda de neutrófilos que fue mayor en la dieta de 4.5 g por día. Se concluyó que el uso de levadura viva dietética en alta concentración puede mejorar el rendimiento ( $P > 0.05$ ), metabólicos, plasmáticos ( $P < 0.05$ ) y parámetros hematológicos ( $P > 0.05$ ) en corderos Zandi.

*Saccharomyces cerevisiae* como aditivo en la nutrición animal ha sido investigada ampliamente, sin embargo, los resultados obtenidos son variables y poco repetibles, posiblemente debido a la gran diversidad de dietas ofrecidas a los animales en estudio, a las diferentes cepas de levadura y a la diferente cantidad suministrada a los animales. También se menciona que *S. cerevisiae* incrementa el consumo de alimento, producción de leche, conversión alimenticia y ganancia diaria de peso, pH ruminal y mayor actividad de bacterias anaerobias. (Newbold et al. 1996).

Se añadió cultivo de levadura *S. cerevisiae* a un iniciador texturizado de ternera para determinar los efectos sobre la ingesta, el crecimiento, los parámetros sanguíneos y desarrollo del rumen. Lesmeister et al. (2004) indican que la

inclusión del cultivo de levadura al 2% de la ración para los terneros Holstein de inicio aumento significativamente la ingesta de materia seca inicial y total, se tomaron muestras del tejido del rumen para medir el crecimiento epitelial del rumen lo cual se obtuvo un ligero desarrollo del rumen la ganancia diaria promedio que fue en un 15.6% y el cambio diario de anchura de cadera en comparación con el tratamiento de control. Los autores sugieren que la adición de cultivo de levadura en un iniciador de ternera de leche al 2% mejora la ingesta y el crecimiento de materia seca y mejora ligeramente el desarrollo del rumen en los terneros de leche. Se midió la concentración de HEM (Hematología), PTP y  $\beta$ HBA ( $\beta$ -hidroxibutirato) en plasma sanguíneo. Se encontraron valores esperados para terneros de esta edad, y no se observaron diferencias de tratamiento para HEM, PTP o  $\beta$ HBA.

Milewski et al. (2013) tuvieron como objetivo determinar el efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en los indicadores de los rasgos de rendimiento de la carne en ovejas, así como en indicadores seleccionados no específicos de defensa humoral y celular. En comparación con el control, la levadura administrada al grupo experimental de corderos aumentó significativamente los valores de los rasgos analizados de rendimiento cárnico, es decir, peso corporal, tasa de crecimiento, dimensiones musculus longissimus dorsi ( $P \leq 0.05$ ) y ganancias diarias ( $P \leq 0.01$ ), apuntando a desarrollo muscular mejorado también mencionaron que Los corderos alimentados con la levadura mostraron un aumento significativo ( $P \leq 0.01$ ) en la actividad de la lisozima y la ceruloplasmina y un aumento en las concentraciones séricas de gammaglobulinas.

Shankpal et al. (2016) realizaron un estudio para evaluar el efecto de suplementar la grasa de sobrepeso y el cultivo de levadura comercial *Saccharomyces cerevisiae* en el consumo de alimento, la digestibilidad, el rendimiento de crecimiento y la eficiencia de conversión alimenticia en los machos Surti destetados. Veinticuatro cabritos Surti se dividieron en cuatro grupos iguales de seis animales en cada grupo según la edad y el peso corporal. Los cabritos fueron alimentados con TMR y grasa de sobrepeso y levadura (T1); TMR con 2% de levadura (T2); TMR con 2% de grasa de sobrepeso (T3) y TMR

con una combinación de 2% de levadura y grasa de sobrepaso (T4) después del diseño completamente aleatorizado, estos autores determinaron La eficiencia de conversión alimenticia para materia seca, proteína cruda, proteína cruda digerible (DCP) y nutriente digestible total (TDN) fue mejor ( $P < 0.01$ ) en el grupo T2 y T4 en comparación con el grupo T1 y T3. Concluyeron que la inclusión de levadura viva *Saccharomyces cerevisiae* y grasa de sobre paso al 2% en TMR (60: 40 concentrado de fibra) para los machos Surti destetados resultó en un mejor crecimiento, digestibilidad de nutrientes y eficiencia de conversión alimenticia con 6.66% menos de costo de alimento en comparación con el grupo de control.

Por otro lado se inició un estudio para determinar los efectos de la levadura de la cerveza *Saccharomyces cerevisiae* en la calidad de la canal respectivamente del estrés que sufren los corderos antes del sacrificio y la inmunidad que adquieren durante su desarrollo, Sowińska et al. (2016) empezaron el estudio con dos grupos de corderos: control (C) y experimental (E) que desde el día 11 de vida recibió una adición de preparación seca de *Saccharomyces cerevisiae*. A la edad de 100 días, 12 corderos de cada grupo fueron destetados de las madres durante 12 horas antes del sacrificio en ayunas, y transportados a un matadero. Se tomaron muestras de sangre para determinar los valores de la relación de neutrófilos a linfocitos, cortisol y glucosa. Después de 24 horas de enfriamiento de las canales de cordero, *musculus longissimus dorsi* se sometió a mediciones de acidez (pH<sub>24</sub>) y color (CIE Lab), y se tomaron muestras de músculo para evaluar la absorción de agua y la fuerza de corte. En ambos grupos, el estudio mostró un aumento ( $P < 0.01$ ) en la concentración de glucosa en BST 3 en comparación con BST 1 y BST 2. Los resultados obtenidos sugieren la conveniencia de aplicar una preparación de levadura de cerveza seca en la cría de corderos para fortalecer su inmunidad y aliviar los efectos del estrés previo a la matanza.

Otros científicos realizaron un estudio para observar los efectos del cultivo de levadura viva en la dieta sobre el rendimiento de engorde en algunos parámetros de sangre y rumen, Özsoy. et al. (2013) dividieron en total 48 cabritos híbridos de cabra macho (razas Saanen x Sami) en un control y tres grupos de

tratamiento, cada uno con 12 crías. El cultivo de levadura viva en base a alimento. El nivel de Rumen amoníaco-N aumentó con 3 y 4.5% de cultivo de levadura viva (+30.9 y + 30.5% con respecto al grupo de control). El conteo de bacterias coliformes en el líquido ruminal y en las heces disminuyó, se concluye que el cultivo de levadura en vivo se puede incluir en las dietas de cabra macho al nivel de 4,5% con un rendimiento positivamente positivo.

Peralta et al. (2008) realizaron una investigación en pollos alimentados con dieta base más levadura *Saccharomyces cerevisiae* ya que mejora las variables productivas y la calidad de la canal, efectos que son dependientes de la dosis utilizada y el tiempo de administración de la misma se han encontrado mejoras en el peso de la canal y reducción de la grasa en las aves. Otras investigaciones verificaron los efectos de la pared celular de la Levadura, encontrándose que los manano oligosacáridos, uno de los componentes de la misma, tienen efectos beneficiosos en la salud de las aves, ya que son biorreguladores del tracto intestinal, con acción preventiva o curativa, manifestándose en mejoras en la producción sin dejar residuos en la canal.

Las levaduras *Saccharomyces* spp son sin duda uno de los aditivos más utilizados en alimentación animal, tanto en mono gástricos como en rumiantes. Existe un consenso relativo de que las mejores respuestas en rumiantes se han observado en el caso de vacas lecheras, y los efectos reconocidos en rumiantes se atribuyen al aumento de la celulólisis ruminal y del flujo de proteína microbiana al intestino (Newbold et al. 1995).

### **Minerales**

La nutrición es un factor íntimamente ligado con el peso vivo, lo que implica que un animal mal nutrido presenta una disminución en su libido y afecta la calidad seminal. Para el norte de México son comunes bajos niveles reproductivos en hatos de caprinos en agostadero, esto debido a que la temporada de empadre coincide con la época seca del año, además en estos sistemas de producción no se suplementa con concentrado ni con minerales (Mellado et al. 2004)

Los minerales están presentes en las células y tejidos del cuerpo animal en una gran variedad de funciones, combinaciones químicas y en determinadas

concentraciones las cuales varían con el elemento y tejido en consideración. Por ello la concentración de elementos esenciales debe mantenerse dentro de los límites bastante estrechos o márgenes normales, para salvaguardar la integridad funcional y estructural de los tejidos y para mantener sin alteración el crecimiento, la salud y la productividad del animal (Underwood, 1981)

### **Selenio**

El selenio fue descubierto por Berzelius y Gahn en 1817 mientras examinaban el sedimento de una planta de ácido sulfúrico en Gripsholm en Suecia. Se entiende fácilmente que había muchos escépticos cuando la primera evidencia fue presentada en 1957 de que el Se podía ser elemento esencial. Hasta 1997 se reconocían por lo menos 15 diferentes selenoproteínas mamíferas o selenoenzimas y arriba de 7 selenoenzimas microbianas (Swecker, 1997).

Este micro mineral funciona para prevenir daños oxidativos en los tejidos finos del cuerpo, las deficiencias de este elemento puede inhibir la respuesta de IgG en los desafíos de las células rojas en los animales y la desintoxicación de ciertas toxinas (Awadeh, et al. 1998).

Un papel importante del Se es que forma parte de la enzima Glutación peróxidasa (GSH-Px). Esta enzima asegura la destrucción del peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) que se forma en las reacciones oxidativas respiratorias y que es tóxico. Sin la eliminación de peróxidos, las células musculares, pancreáticas, hepáticas y los glóbulos rojos de la sangre serían destruidos con rapidez (Rotruck et al. 1973).

La GSH-Px se reconoce generalmente por su función antioxidante. Esta enzima de peso molecular de 88 000 daltons, tiene cuatro subunidades con cuatro átomos de selenio cada molécula. Existen sin embargo, diferentes formas de esta enzima, las cuales funcionan en las membranas de diferentes sitios (citósólica, plasmática, intestinal y pulmonar) cada una con especificidad al sistema antioxidante necesitado por este tejido (López et al., 2003).

La GSH-Px representa además el 75% del Se sanguíneo, estando contenida en el interior de los glóbulos rojos a los que se incorpora durante la eritropoyesis. El hecho de que exista una fuerte correlación entre el Se sanguíneo y GSH-Px, y que su determinación en sangre sea rápida y sencilla, hace que esta enzima sea

en la actualidad, una de las medidas indirectas más importantes en el diagnóstico de procesos carenciales (Oblitas et al., 2000).

El suministro de bolos de cristal soluble, conteniendo Se, aumenta la concentración de Se en sangre, la movilidad espermática, los espermatozoides vivos y la repuesta a la integridad de la membrana de la célula espermática (Kendall et al., 2001).

El Se tiene interrelación con otros elementos; se ha observado que el azufre compite por los sitios de absorción con el selenio, tanto en plantas como en animales y reducen su disponibilidad. También existe una interrelación importante entre el selenio, la vitamina E y los aminoácidos que contienen azufre, en la prevención de algunas enfermedades de origen alimentario causadas por su deficiencia. La vitamina E impide la formación de ácido hidroxiperóxido graso, los aminoácidos que contienen azufre (como precursores de la GSH-Px) y el selenio interviene en la destrucción de peróxido, dichos nutrientes, producirán un resultado bioquímico similar, esto es, disminución de la concentración de peróxidos o de productos inducidos por éstos en los tejidos (Underwood, 1997). La actividad biológica más importante del selenio es través de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-Px), la cual en cooperación con la vitamina E y algunos otros agentes antioxidantes son capaces de reducir los efectos destructivos sobre las células vivas de reacciones peroxidativas. Los efectos antioxidantes del Se y la vitamina E son diferentes, pero no menos complementarios. La vitamina E previene la formación de peróxidos grasos por secuestro de radicales libres antes de que ellos inicien la peroxidación grasa. El Selenio, como parte esencial de la enzima GSH-Px, reduce los peróxidos ya formados para reducir los alcoholes reactivos; sin embargo, el porcentaje de Se total varía grandemente de un tejido a otro y de una especie animal a otra, así, por ejemplo, en eritrocitos humanos, únicamente el 10 % del Se está presente en la GSH-Px, comparado al 75 % en ovinos y 100 % en ratas (Persson-Moschos, 1995).

El Se fue conocido inicialmente por sus efectos tóxicos en caballos (1934), después se demostró su esencialidad en ratas (1957), particularmente para la síntesis de glutatión peroxidasa (1973) y en 1974 se permitió su inclusión en las



dietas de los rumiantes (NRC, 1983). Por otro lado Vignola et al. (2008) tuvieron como objetivo evaluar el rendimiento, la calidad y la estabilidad oxidativa de la carne, el contenido total de Se y selenoaminoácidos específicos del músculo de corderos que fueron alimentados con dietas suplementadas con diferentes fuentes de Se y en diferentes niveles. Cuarenta y ocho corderos Apeninos de 30 días de edad ( $12.78 \pm 0.94$  kg) recibieron, durante un período de 63 días, una ración mixta total (RTM) que era Se completó (Grupo de control: antecedentes solamente: 0.13 mg / kg Se) o se complementó. Con selenito de Na (0.30 mg / kg de Se como selenito de Na) o levadura enriquecida con selenio (0.30 mg / kg y 0.45 mg / kg de Se como levadura seca) estos autores concluyeron que la suplementación de Se puede aumentar significativamente los niveles de Se muscular y producir, en particular cuando se alimenta con levadura Se, una fuente de carne enriquecida con Se.

La mayor parte del Se en los tejidos animales se encuentra en dos formas, la selenometionina (SeMet) y la selenocisteína (SeCys), ambos son complejos de Se con aminoácidos azufrados, en los que el elemento azufre ha sido sustituido por el Se. Se han identificado otras formas de incorporación de Se a las selenoproteínas, como la selenocisteína y la seleno metil selenocisteína. Los microorganismos del rumen pueden incorporar selenio en selenoaminoácidos, aunque el selenio se une más firmemente a la proteína microbiana cuando la fuente de selenio es selenometionina en lugar de selenito o selenato (Bock et al., 1991).

Shi et al. (2017) realizaron un estudio en ovejas el cual tuvo como objetivo investigar los efectos del Se en la proliferación *in vitro*, la apoptosis y la producción de testosterona de las células de Leydig de oveja. Se recogieron células de Leydig de ovejas de 8 meses de edad y se dividieron en cuatro grupos de tratamiento (0, 2,0, 4,0 y 8,0 mmol / l de Se). Después del tratamiento con Se durante 48 h, se usaron el MTT y el ensayo de citometría de flujo para detectar la proliferación celular y la apoptosis. El nivel de testosterona se determinó mediante ELISA. La expresión de ARNm y la abundancia de proteína del ciclo celular, la apoptosis y los genes relacionados con la síntesis de testosterona se

detectaron usando PCR en tiempo real El porcentaje de células apoptóticas se incrementó con el aumento del nivel de Se. Estos resultados demuestran que el Se puede afectar la proliferación y la apoptosis de las células de Leydig al regular el estrés oxidativo celular y las expresiones de los genes relacionados con el ciclo celular y la apoptosis. Se puede también aumentar la producción de testosterona de las células de Leydig.

Shi et al. (2009) tuvieron como objetivo estudiar los efectos del nuevo nano-selenio elemental en la dieta sobre la ultraestructura testicular, la calidad del semen y la actividad de GSH-Px en machos cabríos. Se ofreció a cuarenta y dos machos cabríos de 2 meses una ración mixta total que se había suplementado con nano-Se (0.3 mg / kg Se) o sin suplementar (el grupo de control solo recibió 0.06 mg / kg de Se-fondo), para un período de 12 semanas. Los resultados mostraron que el nivel de Se testicular, el semen glutatión peroxidasa y la actividad de ATPasa aumentaron significativamente en el grupo de suplementación de nano-Se en comparación con el control ( $P < 0.05$ ). La calidad del semen (volumen, densidad, movilidad y pH) no se vio afectada por el agregado de Se en las dietas, sin embargo, la tasa de anormalidad espermática de los machos de control fue significativamente mayor que los machos suplementados con Se ( $P < 0.05$ ). En conclusión, la deficiencia de selenio resultó en mitocondrias espermáticas anormales, y la suplementación con nano-Se mejoró el contenido de testículo Se.

En Tlaxcala, México, se demostró que las altas tasas de mortalidad de corderos se podían corregir con un suplemento mineral que aportaba 0.2 ppm de Se en la dieta. Posteriormente, se encontró que el 66% de las muertes en algunos rebaños caprinos de Tlaxcala mostraron signos de distrofia muscular nutricional, y se confirmó que la deficiencia de selenio se manifiesta en suelo, forraje y suero de caprinos durante las épocas seca y lluviosa (Ramírez-Bribiesca et al., 2001).

Shi et al. (2010) realizaron un estudio el cual tuvo como objetivo determinar efectos del nano-selenio inorgánico, orgánico y elemental en el rendimiento del crecimiento, la concentración de Se y el estado antioxidante en el crecimiento de cabras machos. Un total de 40 cabras negras Taihang destetadas se dividieron

aleatoriamente en cuatro grupos iguales, dado que la dieta basal no estaba complementada (la CTRL solo recibió 0.03 mg / kg de fondo Se) o suplementada con 0.3 mg / kg Se como selenito sódico (SS), Se-levadura (SY) o nano-selenio elemental (NS) para un experimento de 90 días. Al final de la ruta de alimentación, se sacrificaron cinco dólares en cada grupo y se recogieron muestras de corazón, hígado, bazo, pulmón, riñón, músculo y testículo para la determinación de Se. El resultado mostró que la condición corporal final se incrementó ( $P < 0.05$ ) en corderos suplementados con Se. La retención de sangre total, suero y algunos órganos en NS también fueron más altos que SS o SY ( $P < 0.05$ ). Concluyeron que la suplementación de Se puede mejorar el rendimiento del crecimiento, el estado oxidante sérico y la concentración de Se en la sangre y los tejidos en la cabra en crecimiento. La suplementación dietética de nano-Se elemental es más efectiva en comparación con el Se inorgánico u orgánico.

Cuando el Se se administra en forma de seleniato, se absorbe principalmente en el duodeno, entra al organismo y se reduce a selenito, uniéndose a las proteínas del plasma; así es llevado por la corriente sanguínea al hígado y al bazo, en donde es reducido a Selenio elemental, por la glucosa, que lo lleva a todos los tejidos excepto a los grasos. La pérdida ocurre por medio de los pulmones, orina y excremento, la eliminación es considerable y se ejecuta de manera relativamente rápida, a pesar de todo, cuando el consumo es alto, tiende a acumularse y causa lesiones en los tejidos (Carbjal et al., 2013).

Lo anterior explica la menor absorción de Se en rumiantes que en los animales monogástricos, 29-35 % en rumiantes y de 77 a 85 % en monogástricos, cuando es administrado como selenito por vía oral; el principal sitio de absorción del elemento es el duodeno (Sarabia-Martínez, 2004).

Kumar et al. (2009) realizaron un estudio con el objetivo de determinar la distribución de selenio total (Se) y de la proporción de Se total compuesta por los aminoácidos selenizados selenometionina (SeMet) y selenocisteína (SeCys) en los tejidos post mortem de corderos que fueron alimentados con dosis altas levadura enriquecida selenizada, Treinta y dos corderos Texel X Suffolk ( $6,87 \pm 0,23$  kg BW) recibieron sustitutivo de leche reconstituida y una dieta granulada,

ambos complementados con alto SY ( $6.30 \pm 0.18$  mg Se / kg MS) o sin suplementar ( $0.13 \pm 0.01$ ) mg Se / kg de MS), según la designación del tratamiento, durante un período continuo de 91 días. Estos autores concluyeron que hubo aumentos en las concentraciones totales de Se en sangre total y tejido como resultado de la suplementación dietética con dosis altas de SY. Además, la distribución de las especies totales de Se y Se difirió entre la designación de tratamiento y el tipo de tejido.

En otro experimento, Petrerá et al. (2009) determinaron los efectos de la fuente de Se dietética sobre la leche de cabra y el estado de Se en sangre. Se utilizaron 90 cabras lecheras lactantes alimentadas con la misma dieta basal fueron asignadas aleatoriamente a 1 de 3 tratamientos dietéticos: control negativo (CTRL), que contenía solo fondo Se (concentración dietética de 0.13 mg Se kg<sup>-1</sup> MS); levadura de selenio (SY) como el suplemento Se (0.26 mg Se cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> de Se-levadura individualmente ofrecida); selenito de sodio (SS) como el suplemento de Se (0.26 mg de cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> de selenito de sodio ofrecido individualmente). El período de suplementación fue 112 d. Se tomaron muestras de sangre venosa (antes de la comida de la mañana) y muestras de leche (a.m. ordeño) de 10 cabras/ tratamiento en d 0, 28, 56, 84 y 112, y se registraron los rendimientos de leche. Ambas fuentes de Se, en comparación con CTRL, aumentaron la actividad de GPX-1 ( $P < 0.05$ ), el contenido de Se en la sangre ( $P < 0.001$ ) y el plasma ( $P < 0.05$ ) indicando una mayor eficiencia de captación e incorporación de Se en la leche en los animales suplementados con Se-levadura en comparación con aquellos que reciben dosis similares de selenito.

### **Selenio en reproducción**

El Se es un elemento esencial para el mantenimiento de la espermatogénesis y la fertilidad (Shi et al., 2017). La deficiencia de Se se relaciona con una baja calidad seminal (Shi et al., 2017). En machos cabríos, la suplementación de Se mejoró los parámetros seminales como volumen, motilidad progresiva, concentración espermática, integridad del cromosoma y de la membrana espermática (Kumar et al., 2012).

Durante la época reproductiva, la poligamia de los moruecos aumenta sus requerimientos nutricionales para la producción de semen en un período de tiempo relativamente corto (empadre), esto puede inducir a deficiencias de Se en ciertas épocas, y causar una menor producción y calidad del semen (Ahsan et al., 2014).

El selenio también actúa como catalizador de la hormona activa tiroidea y es necesario para el funcionamiento del sistema inmune y reproductivo. Sin embargo, la función más importante del selenio es como antioxidante, ya que actúa en el espacio extracelular, en el citoplasma, en asociación con las membranas celulares y específicamente en el tubo digestivo (Boggero, 2005).

### ***Selenio y Saccharomyces cerevisiae***

El Se en combinación con levadura es conocido como fuente de Se orgánico. Esta fuente de Se es más biodisponible y provee una mayor transferencia de Se Mehdi y Dufrasne, (2016). En un estudio, Hernandez-Garcia et al. (2015) utilizaron treinta y dos corderos (Pelibuey x Katahdin) para evaluar los efectos de diferentes niveles de levadura viva *Saccharomyces cerevisiae*, selenio y cromo mezclado (Se-Cr), y una mezcla de levadura-Se-Cr en el rendimiento de crecimiento y los rasgos de la canal. Se observó que los corderos alimentados con Se-Cr o levadura-Se-Cr tuvieron un DMI más alto ( $P < 0.05$ ) que los animales suplementados solo con levadura y que la suplementación con levadura, Se-Cr mixta o levadura-Se-Cr no mejoró ADG, peso corporal final, contenido de grasa en la espalda y rendimiento de la canal de crecimiento de corderos Pelibuey.

Shi et al. (2010) hicieron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto a corto plazo de la levadura enriquecida con selenio dietético (Se) sobre los parámetros del semen en la cabra durante la temporada de cría. Además, se investigó el estado antioxidante y el contenido de Se en el plasma seminal. Se asignaron aleatoriamente a un total de 72 cabras adultas Taipei negras estos corderos fueron alimentados con la dieta basal suplementada con 0 (control), 0.5, 1.0 y 2.0 mg de Se / kg de materia seca (MS) (de levadura enriquecida con Se) estos autores demostraron que la suplementación de la semilla dietética a corto plazo tiene efectos lineales ( $P < 0.001$ ) y cuadráticos ( $P < 0.001$ ) sobre los parámetros

del semen y las actividades antioxidantes. Se puede concluir que la suplementación a corto plazo de la levadura enriquecida en Se puede mejorar la calidad del semen en la cabra y el Se juega un papel importante en los sistemas oxidativos del plasma seminal.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### ***Localización del estudio***

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Unidad Caprina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna, ubicada en Torreón, Coahuila, México (25°32 '40" N, 103°26 '33" O). Se encuentra a una altura de 1,120 msnm. La temperatura media anual es de 20 a 22° C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 100 a 200 milímetros.

### ***Manejo de los animales.***

Se utilizaron 6 machos cabríos Alpino-Francés. Los machos tenían 6 a 7 meses de edad y pesaban  $28.55 \pm 2.74$ . Los machos fueron estabulados en corrales abiertos, provistos de sombra y con agua a libre acceso.

### ***Tratamientos y diseño experimental.***

Los machos fueron asignados a 3 tratamientos x 3 repeticiones en un diseño de cuadro latino. Cada repetición duró 15 días. Durante cada repetición, dos machos fueron distribuidos al azar en cada tratamiento. La dieta base consistió en 1.5 kg de heno de alfalfa y 200 g de salvado de trigo. Los tratamientos fueron como sigue:

- Grupo Levadura + Se: Dieta base más 5 g de levadura y 6 g de Se al día (6 g/ macho/ día).
- Grupo Levadura: Dieta base más 5 g de levadura
- Grupo control: Dieta base

Cada tratamiento fue ofrecido durante 15 días. El día 14 y 15 de cada tratamiento, se recolectó el semen de los machos, para lo cual se utilizó una VA a 42-45° C. Se utilizó una cabra en celo. El semen se colocó en un baño maría a 35° C hasta su evaluación.

### ***Variables evaluadas***

#### ***Volumen***

Se midió directamente del tubo graduado (0.1 mL) después de la recolección del semen.

#### ***Concentración espermática y espermatozoides totales***

La concentración espermática se determinó mediante un fotómetro SDM 1 (Minitube, Alemania). Brevemente, una gota (20  $\mu$ L) de semen sin diluir se colocó en una microcubeta. Esta se introdujo en el fotómetro SDM 1 y después de unos segundos, la concentración fue mostrada en la pantalla y expresada como células x 10<sup>6</sup> por mL.

Para obtener el total de espermatozoides por eyaculado, la concentración por mL se multiplica por el volumen del eyaculado.

#### ***Motilidad en masa***

Luego de la recolección, una gota de semen de 10  $\mu$ L se colocó en un porta-objetos atemperado a 37° C. el porta-objetos con la muestra se colocó sobre el microscopio y se observó a 10X. La motilidad se determinó en una escala de 6 puntos de acuerdo a la velocidad y los remolinos de la muestra, donde 0= muertos y 5 movimientos en remolino rápidos y bien definidos (Lindsay et al., 2015).

#### ***Análisis estadístico.***

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico MYSTAT 10. Los datos que no tenían una distribución normal fueron transformados mediante raíz cuadrada. Los datos se analizaron mediante la prueba de ANOVA para muestras repetidas.

## **RESULTADOS**

Este trabajo se llevó a cabo con la finalidad de comparar los efectos de la adición de levadura sin y con selenio a las dietas de los sementales caprinos. Los resultados del presente experimento se muestran en el cuadro 1. No se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables estudiadas.

El volumen seminal fue similar en los machos que no recibieron el aditivo, los tratados con Levadura, y levadura + Se, ( $P>0.05$ ), observándose un rango de 0.3

a 0.5 ml de volumen. Así mismo, la concentración espermática, en donde numéricamente se detectó una diferencia del 5% entre el grupo sin levadura y el que recibió Levadura más selenio. En el conteo total de espermatozoides del grupo que recibió levadura a comparar con el levadura más Se no se observó una diferencia significativa ( $P>0.05$ ). En la motilidad en masa de los machos tratados solo con levadura se observó un rango de .8 puntos al compararla con el grupo control.

**Cuadro 1.** Características seminales obtenidas en los machos Alpino-Francés tratados con Levadura + Se, Levadura o Control durante la estación reproductiva.

	<b>Control</b>	<b>Levadura</b>	<b>Levadura + Se</b>
<b>Variable</b>			
Volumen (mL)	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.5 ± 0.1
Concentración (células x 10 <sup>6</sup> /mL)	3255.0 ± 1187.3	3240.0 ± 1105.1	3083.0 ± 1131.7
Espermatozoides totales (células x 10 <sup>6</sup> / mL)	1241.7 ± 618.6	1034.7 ± 628.7	1515.8 ± 710.7
Motilidad masa (0-5)	2.9 ± 1.5	2.1 ± 1.6	2.6 ± 1.6



## DISCUSIÓN

En este estudio la suplementación con levadura o levadura más Se no mejoró las características seminales de los machos cabríos Alpino-Francés durante la estación reproductiva. Los resultados coinciden con los obtenidos por Shi et al. (2010a), quienes mencionan que la suplementación de nano-Se en machos Boer no mejoró el volumen, densidad, motilidad y pH.

El Se es un elemento esencial para el mantenimiento de la espermatogénesis y la fertilidad (Shi et al., 2017). La deficiencia de Se se relaciona con una baja calidad seminal (Shi et al., 2017). En machos cabríos, la suplementación de Se mejoró los parámetros seminales como volumen, motilidad progresiva, concentración espermática, integridad del acrosoma y de la membrana espermática (Kumar et al., 2012). Además, el Se más levadura mejoró significativamente la calidad seminal (Shi et al., 2010b). El efecto del Se sobre la calidad seminal se debe a que en carneros, la administración de Se aumentó la proliferación de las células de Leydig y la producción de testosterona *in vitro* (Shi et al., 2017).

En este estudio, el efecto nulo de la suplementación de Se más levadura o levadura sobre la calidad seminal podría deberse al tiempo de administración del tratamiento ya que en los estudios previos, el Se fue administrado por 6 a 12 semanas, actuando durante toda la espermatogénesis (Shi et al., 2010b; Kumar et al., 2012). De hecho, en machos cabríos Saanen se observó un aumento de la secreción de LH y testosterona así como la motilidad en masa, el volumen y la concentración luego de la administración de selenito de sodio cada 10 días por 90 días (Lukusa y Lehloenya, 2017).

## **CONCLUSIÓN**

Los resultados de este estudio muestran que la administración de Se más levadura no mejoró las características seminal en machos cabríos Alpino-Francés durante la estación reproductiva. Es necesario realizar más estudios en donde la suplementación sea por un mayor periodo de tiempo así como evaluar otras fuentes de Se.

## LITERATURA CITADA

- Agarwal, A., & Said, T. M. (2003). Role of sperm chromatin abnormalities and DNA damage in male infertility. *Human reproduction update*, 9(4), 331-345.
- Ahsan, U., Z. Kamran, I. Raza, S. Ahmad, W. Babar, M. H. Riaz, and Z. Iqbal. (2014). Role of selenium in male reproduction-A review. *Anim. Reprod. Sci.* 146: 55-62.
- Awadeh, F. T., Kincaid, R., (1998). "Effect of level and source of dietary selenium on concentrations of thyroid hormones and immunoglobulins in beef cows and calves." *J. Anim. Sci.* 76(4): 1204-1215.
- Beckett, G. J., & Arthur, J. R. (2005). Selenium and endocrine systems. *Journal of endocrinology*, 184(3), 455-465.
- Bock, A., Forchhammer, K., Heider, J., Leinfelder, W., Sawers, G., Veprek, B. (1991). Selenocysteine: The 12st amino acid. *Mol. Microbiol* 5:515-520.
- Boggero, C., y R. Castro. (2005). Carencia de Selenio (Se) y Vitamina E. *Arch. Zootec.* 34:113-120.
- Cantor, A. H., Moorhead, P. D., & Musser, M. A. (1982). Comparative effects of sodium selenite and selenomethionine upon nutritional muscular dystrophy, selenium-dependent glutathione peroxidase, and tissue selenium concentrations of turkey poults. *Poultry Science*, 61(3), 478-484.
- Carbajal, H. M. A., Aquí, Q. G. y Díaz, G. C. (2013). Uso de selenio en ovinos. *Abanico Veterinario.* 3: 44-54.
- Chagra P., Leguiza, D. y Vera, T. (2001). "ALIMENTACION DEL GANADO CAPRINO". Cartilla de divulgacion INTA EEA La Rioja. 10.13140/RG.2.1.1488.5524.
- Failla, M. L. (2003). "Trace elements and host defense: recent advances and continuing challenges." *J.Nutr.* 133(suppl 1): 1443S-1447S.
- Hernandez-Garcia, P. A., Lara-Bueno A., Mendoza-Martínez G. D., Bárcena-Gama J., Plata-Pérez F., X., López-Ordaz R., Martínez-García J., A.,(2015). Effects of feeding yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), organic selenium and chromium mixed on growth performance and carcass traits of hair lambs. *Journal of Integrative Agriculture* 2015, 14(3): 575–582

- Karagiannidis, A., Varsakeli, S., Alexopoulos, C. y Amarantidis I.I.,(2000). Seasonal variation in semen characteristics of Chios and Friesian rams in Greece. *Small Ruminant Research* 37, 125-130.
- Kendall, N. R., A. M. Mackenzie, and S. B. Telfer. (2001). The effect of a copper, cobalt and selenium soluble glass bolus given to grazing sheep. *Liv. Prod. Sci.* 68:31-39.
- Kumar, N., Garg, A. K., Dass, R. S., Chaturvedi, V. K., Mudgal, V., & Varshney, V. P. (2009). Selenium supplementation influences growth performance, antioxidant status and immune response in lambs. *Animal feed science and technology*, 153(1-2), 77-87.
- Kumar, T. R., Doreswamy, K., & Shrilatha, B. (2002). Oxidative stress associated DNA damage in testis of mice: induction of abnormal sperms and effects on fertility. *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 513(1), 103-111.
- Lesmeister K. E., Heinrichs A. J., y Gabler M. T., (2004). Effects of Supplemental Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Culture on Rumen Development, Growth Characteristics, and Blood Parameters in Neonatal Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 87:1832–1839.
- Lindsay, T. J., & Vitrikas, K. R. (2015). Evaluation and treatment of infertility. *Women*, 100(8), 26-27.
- López, M., M. Miranda, J. Hernández, C. castillo, and J.L. Benedito. (2003). Glutati6n peroxidasa (GSH-PX) en la patologías asociadas a deficiencias de selenio en rumiantes. *Arch Med. Vet.* 29 (2): 171-180.
- Lukusa, K., & Lehloenya, K. C. (2017). Selenium supplementation improves testicular characteristics and semen quality of Saanen bucks. *Small Ruminant Research*, 151, 52-58.
- Marin-Guzman, J., Mahan, D. C., Chung, Y. K., Pate, J. L., & Pope, W. F. (1997). Effects of dietary selenium and vitamin E on boar performance and tissue responses, semen quality, and subsequent fertilization rates in mature gilts. *Journal of Animal Science*, 75(11), 2994-3003.
- Mellado, M., Rodríguez, A., Villarreal, J.A., García, J.E. y R. López. (2004) Dietas de cabras granadinas y nubias en agostadero y relación entre

- constituyentes de la dieta y metabolitos sanguíneos. En XVIII Reunión Nacional de Caprinocultores, Puebla, Puebla, México.
- Milewski S., Wójcik R., Zaleska B., Małaczewska J., Tański Z., Siwicki A.K., (2013). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* dried yeast on the meat performance traits and selected indicators of humoral immunity in lambs. ACTA VET. BRNO 2013, 82: 147–151
- Millán, A. E. (2012). Biomarcadores del estatus de selenio en paciente critic con syndrome de respuesta inflamatoria sistémica. Seguimiento durante 7 días de estancia en la unidad de cuidados intensivos. Tesis Doctoral. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos "José Mataix" Centro de Investigación Biomédica". Departamento de Fisiología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada, España. 407p.
- Muerlennan, F. (2001). "Cultivos de levadura." Feeding Times 6: 1354-1361.
- Mwenya, B., B. Santoso, et al. (2005). "Effects of Yeast Culture and Galacto-Oligosaccharides on Ruminal Fermentation in Holstein Cows." J. Dairy Sci. 88: 1404–1412.
- Newbold, C. J., R. J. Wallace, et al. (1995). "Different strains of *saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep." J. Anim Sci. 73: 1811-1818.
- Newbold, C. J., R. J. Wallace, et al. (1996). "Mode of action of the yeast *Sacchavomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants." J. Nutr 76(249- 261).
- NRC. US National Research Council. (1983). Underutilized resources as animal feedstuffs. National Academies Press, Washington D. C.
- Oblitas, F., P.A. Contreras, M. Phil, T.M. Bohmwald, y M.V.F. Wittwer. (2000). Efecto de la suplementación con selenio sobre la actividad sanguínea de glutacion peroxidasa (GSH-Px) y ganancia de peso en bovinos selenio deficientes mantenidos en pastoreo. Arch. Med. Vet.32(1)511-520
- Ortman, K., & Pehrson, B. (1997). Selenite and selenium yeast as feed supplements for dairy cows. Journal of Veterinary Medicine Series A, 44(1-10), 373-380.

- Özsoy B., Yalçın S., Erdogan., Cantekin Z., Aksu T.(2013). Effects of dietary live yeast culture on fattening performance on some blood and rumen uid parameters in goats. *Revue Méd. Vét.*, 2013, 164, 5, 263-271
- Peralta, M., Miazzo, R. y Nilson, A. (2008). Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos de carne - Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in feed broiler. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria* 1695-7504 2008 Volumen IX Número 10.
- Persson-Moschos, M., Huang, W., Srikumar, T. S., Akesson, B., Lindeberg, S. (1995). Selenoprotein P in serum as a biochemical marker of selenium status. *Analyst.* 120: 833-836.
- Raghebian M., Babaei Y., A., Dabiri A., Hajimohammadi A., Hatami P., Raghebian A., Shomeyzi J. y M.J. Bahrani, (2016). Effect of Different Levels of Live Yeast in a High Concentrate Diet on Performance, Blood Constituents and Immune System Status of Zandi Lambs. *Iranian Journal of Applied Animal Science* (2016) 6(4), 833-840
- Ramírez-Bribiesca, J. E., Tórtora, J. L., Huerta, M., Aguirre, A., & Hernández, L. M. (2001). Diagnosis of selenium status in grazing dairy goats on the Mexican plateau. *Small Ruminant Research*, 41(1), 81-85.
- Ramírez-Bribiesca, J. E., J. L. Tórtora, L. M. Hernández, and M. Huerta. (2001). Main causes of mortalities in dairy goat kids from the Mexican plateau. *Small Ruminant Research* 41:77-80.
- Ramírez-Bribiesca, J. E., J. L. Tórtora, M. Huerta, L. M. Hernández, R. López, y M. M. Crosby. (2005). Effect of selenium-vitamin E injection in selenium-deficient dairy goats and kids on the Mexican plateau. *Arq. Bras. de Med. Vet. e Zoot.* 57(1): 77-84.
- Rayman, M. P. 2004. The use of high-selenium yeast to raise selenium status. How does it measured up?. *Br. J. Nutr.* 94: 557-573.
- Rotruck, J, T., A.L. Pope, H.E. Ganther, A.B. Swanson, D.G. Hafeman and W.C. Hoekstra. (1973). Selenium biochemical role as a component of glutathione peroxidase. *Sci.* 179:588-590

- Sarabia-Martínez, M. (2004). Desarrollo de un bolo intraruminal de liberación prolongada con Se orgánico de levaduras para bovinos productores de leche. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Shankpal S., Parnerka S., y B.M. Bhanderi., (2016). The Effect of Feeding Bypass Fat and Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Supplemented Total Mixed Ration on Feed Intake, Digestibility, Growth Performance and Feed Conversion Efficiency in Weaner Surti Kids. *Livestock Research International* | January-March, 2016 | Vol 4 | Issue 1 | Pages 11-17
- Shi L., Song R., Yao X., Ren Y. (2017). Effects of selenium on the proliferation, apoptosis and testosterone production of sheep Leydig cells in vitro. *Theriogenology* 93 (2017) 24e32.
- Shi L., Xun W., Yue W., Zhang C., Ren Y., Shi L., WanG Q., Yang R., Lei F.,(2011). Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium on growth performance, Se concentration and antioxidant status in growing male goats. *Small Ruminant Research* 96 (2011) 49–52
- Shi L., Zhang C., Yue W., Zhu X., Lei F.,(2010). Short-term effect of dietary selenium-enriched yeast on semen parameters, antioxidant status and Se concentration in goat seminal plasma. *Animal Feed Science and Technology* 157 (2010) 104–108
- Shi, L. G., Yang, R. J., Yue, W. B., Xun, W. J., Zhang, C. X., Ren, Y. S., ... & Lei, F. L. (2010). Effect of elemental nano-selenium on semen quality, glutathione peroxidase activity, and testis ultrastructure in male Boer goats. *Animal reproduction science*, 118(2-4), 248-254.
- Sowińska J., Tański Z., Milewski S., Ząbek Z., Wójcik A., Sobiech P., Illek J., (2016). Effect of diet supplementation with the addition of *Saccharomyces cerevisiae* upon stress response in slaughter lambs. *ACTA VET. BRNO* 2016, 85: 177-184;
- Sullivan, H. M. and S. A. Martin (1999). "Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on in vitro mixed ruminal microorganism fermentation." *J Dairy Sci* 82(9)(Sep): 2011-2016.

- Swecker, W. S. V., Tech. Blacksburg, V.A.) (1997). Selenium and immune function in cattle. 19(10,suppl.) S248-S253, S285.
- Underwood, E.J. (1997). Trace Elements in human and animal nutrition. New York, USA: Academic Press.
- Underwood, E.J. and Suttle, N.F. (1999). Mineral nutrition of Livestock. Uk, CABI publishing.
- Uttam, S., Abioye, F., Hancock, D, and Sonon, L. (2016). Selenium in Animal Nutrition: Deficiencies in soils and forages, requirements, supplementation and toxicity. Int. J. of App. Agric. Sci. 2: 112-125.
- Vignola G. G., Lambertini L., Mazzone G., Giammarco M., Tassinari M., Martelli G., Bertin G., (2008). Effects of selenium source and level of supplementation on the performance and meat quality of lambs. Meat Science 81 (2009) 678–685.
- Weber, G. G. (1995). Micronutrientes e inmunidad. XI Curso de especialización FEDNA, Barcelona, 7 y 8 de Noviembre
- Zubair, M., M. Ali, M. Ahmad, S. M. Sajid, I. Ahmad, and S. T. Gul. (2015). Effect of selenium and vitamin E on cryopreservation of semen and reproductive performance of animals (a review). J. Entomol. Zool. Studies. 3: 82-86.