

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ORAL CON LEVADURA  
(*Saccharomyces cerevisiae*) Y SELENIO SOBRE LA GANANCIA  
DE PESO DE CABRITOS AL DESTETE.**

**POR:**

**NELLY JEANETTE ROMERO MENDOZA**

**TESIS:**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA  
OBTENER EL TÍTULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México.

Junio de 2008

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ORAL CON LEVADURA  
(*Saccharomyces cerevisiae*) Y SELENIO SOBRE LA GANANCIA  
DE PESO DE CABRITOS AL DESTETE.**

**POR:**

**NELLY JEANETTE ROMERO MENDOZA**

**ASESOR PRINCIPAL:**

---

**DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO**

**COASESOR**

---

**DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ**

**Torreón, Coahuila, México.**

**Junio de 2008**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**



**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN ORAL CON LEVADURA  
(*Saccharomyces cerevisiae*) Y SELENIO SOBRE LA GANANCIA  
DE PESO DE CABRITOS AL DESTETE.**

**POR:**

**NELLY JEANETTE ROMERO MENDOZA**

**APROBADA POR:**

---

**DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO  
ASESOR PRINCIPAL**

---

**DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
COASESOR**

---

**M.V.Z. JOSE FRANCISCO SANDOVAL ELIAS  
COORDINADOR DE LA DIVISION REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Torreón, Coahuila, México.**

**Junio de 2008**

**TESIS QUE SE SOMETERÁ A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TITULO DE:**

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**APROBADA POR:**

---

**DR. PEDRO ANTONIO ROBLES TRILLO  
PRESIDENTE**

---

**DR. RAFAEL RODRÍGUEZ MARTÍNEZ  
VOCAL**

---

**M.C. JOSÉ DE JESÚS QUEZADA AGUIRRE  
VOCAL**

---

**M.V.Z. JESÚS GAETA COVARRUBIAS  
VOCAL SUPLENTE**

---

**M.V.Z. JOSE FRANCISCO SANDOVAL ELIAS  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL**

**Torreón, Coahuila, México.**

**Junio de 2008**

## AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por permitirme vivir en este mundo tan maravilloso y el haberme dado la oportunidad de conocer personas excelentes a través de mi carrera y por estar siempre conmigo al iluminar mi camino.

A mi **Alma Terra Mater** por el tiempo y espacio que me brindo, porque gracias a ello recibí una formación que durara toda la vida y que me permitirá aplicar esos conocimientos con éxito, por brindarme la oportunidad de terminar esta etapa de mi vida, siempre le guardare un profundo amor, respeto y agradecimiento.

A **mi familia** por darme la fuerza y por apoyarme siempre en todos los aspectos de mi vida.

A mis asesores:

**Dr. Pedro Antonio Robles Trillo** por brindarme su gran amistad, apoyo y su valioso tiempo, por permitirme participar como su tesista en este trabajo de investigación y por sus sabios consejos.

**Dr. Rafael Rodríguez Martínez** por su gran apoyo, tiempo y paciencia en la realización del presente trabajo, por sus sabios consejos y por su gran amistad.

Al **M.C. José de Jesús Quezada Aguirre** por todo su apoyo incondicional y por su gran amistad que siempre me brindo.

A todos mis **catedráticos** que intervinieron en mi formación y por sus conocimientos que me brindaron durante la carrera al proporcionarme las bases y herramientas necesarias para un buen desarrollo profesional.

A la **familia Mendoza Hernández** por su apoyo y sus consejos que siempre me han brindado y por todo el amor que me dan.

A la **familia Flores Villa** que son mi segunda familia, gracias por apoyarme, ayudarme y quererme tanto así como los consejos y cariño que me han dado siempre.

A mis **compañeros y amigos** que durante la carrera me dieron su apoyo y su amistad incondicional.

A todas las personas que en mi estancia en torreón me apoyaron a lo largo de esta difícil pero muy bonita experiencia.

**A todos ustedes Muchas gracias.**

## DEDICATORIAS

A mis padres **Fernando Romero García** y **M<sup>a</sup> Cristina Mendoza Hernández**, así como a mi hermano **Christian Jared Romero Mendoza**; que a lo largo de mi vida me han apoyado incondicionalmente, por darme la fortaleza y la confianza para mi formación ya que sin ellos esto no hubiera sido posible.

A ti mi querido esposo **Bernardo Flores Villa** porque además de ser un compañero, novio, esposo es un excelente amigo al brindarme su confianza, respeto y compañía, por darme todo su amor y apoyo incondicional durante todo este tiempo por darme ánimos y aliento en los momentos más difíciles, así como los momentos felices que me ha hecho pasar y por abrir una pagina importante en mi vida.

A ti mi niño hermoso **Ángel Daniel Flores Romero** por haber llegado a mi vida e iluminarla con tus alegrías, por ser parte fundamental para mi progreso, por darme esa fuerza para seguir adelante y sobre todo por ese amor y cariño que logro sentir al escuchar de su boca las palabras que me dicen “mama”.

A mi abuelita **Antonia Hernández Sánchez** y a mi tía **M<sup>a</sup> Magdalena Mendoza Hernández** que son como mis segundas mamas y por todo ese amor y apoyo incondicional en todo momento.

A todos **mis tíos, primos y familia en general** por su apoyo que siempre me brindan y por estar conmigo siempre.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>V</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>IX</b>
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
<b>PROBIOTICOS O ADITIVOS MICROBIANOS:</b> .....	<b>4</b>
<i>LAS LEVADURAS</i> .....	<b>5</b>
<b>LOS MINERALES:</b> .....	<b>11</b>
<i>Selenio</i> .....	<b>12</b>
<i>Función</i> .....	<b>12</b>
<i>Selenoproteinas</i> .....	<b>13</b>
<i>Absorción</i> .....	<b>14</b>
<i>Requerimientos de selenio</i> .....	<b>15</b>
<b>EL ECOSISTEMA RUMINAL Y SUS POSIBILIDADES DE MEJORA</b> .....	<b>17</b>
<i>Protozoarios ruminales</i> .....	<b>19</b>
<i>pH ruminal</i> .....	<b>20</b>
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>22</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>23</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DEL PROYECTO</b> .....	<b>24</b>
<i>Localización Geográfica de las instalaciones</i> .....	<b>24</b>
<i>Clima</i> .....	<b>24</b>
<b>PERIODO DE ESTUDIO</b> .....	<b>24</b>
<b>SELECCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS ANIMALES</b> .....	<b>25</b>
<b>ALIMENTACIÓN</b> .....	<b>25</b>
<b>PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>26</b>
<b>VARIABLE EVALUADA</b> .....	<b>26</b>
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN</b> .....	<b>26</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>27</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>32</b>
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	<b>33</b>

## Índice de tablas y figuras

Figura 1.- Esquema de la formación y metabolismo de los ácidos grasos volátiles en el rumen.....	17
Tabla 1. Comparación de los pesos obtenidos durante todo el experimento entre grupo tratado y grupo testigo.....	27
Tabla 2. Efecto de la suplementación sobre el género en la ganancia de peso.....	28
Tabla 3. Comparación de ganancia de pesos de los animales de parto sencillo y parto doble .....	29
Tabla 4. Número de cabritos de parto sencillo y parto doble que formaron el grupo tratado y el grupo testigo.....	30

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de la administración oral de la levadura *saccharomyces cerevisiae* y selenio, antes del destete sobre la ganancia de peso en cabritos. Se utilizaron 26 cabritos Alpinos los cuales se dividieron en dos tratamientos: 1) grupo tratamiento (GT) dieta normal + 1 g/día de *Saccharomyces cerevisiae* (SC), Se y 2) grupo testigo (GT) dieta normal sin suplementación. Durante las primeras 2 semanas se consideraron de adaptación y seis semanas de tratamiento completando un total de 57 días. La alimentación basal de los cabritos fue proporcionada por la leche de la madre y complementaron su alimentación del autoconsumo de la dieta de las madres, el agua a libre acceso. La ganancia de peso en el grupo suplementado fue menor que el grupo control. Los resultados indican que el uso estratégico del *Saccharomyces cerevisiae* y el selenio antes del destete no mejora la ganancia de peso mostrando diferencias ( $P > 0.05$ ) de peso en P3 y P4 en ambos grupos concluyendo sin diferencia estadística ( $P < 0.05$ ). El género influyó de manera negativa para el grupo tratado principalmente en machos obteniendo menor peso en relación a machos del grupo testigo, las hembras se mostraron sin diferencia alguna. El tipo de parto se refleja en una competencia alimenticia y se observó en el presente experimento que cabritos hermanos que quedaron en el mismo grupo experimental tuvieron una menor ganancia de peso. La pérdida de uno de los integrantes del grupo tratado fue considerada como probable causa de diferencias estadísticas en la ganancia de peso entre ambos grupos. Por lo tanto considerando los resultados de este experimento, la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y el selenio no aumentan la ganancia de peso en cabritos antes del destete.

**Palabras clave:** levadura, crecimiento, selenio, cabrito, *Saccharomyces cerevisiae*.

## INTRODUCCION

Hoy en día la ganadería caprina se ha visto sometida a mayores exigencias tanto nutricionales, económicas como productivas. Lo que ha obligado a buscar alternativas nutricionales para hacer los procesos cada vez más productivos y con ello mejorar la rentabilidad de este rubro (Acero, García et al. 2007).

Además la alimentación animal se ha convertido en una actividad económica de importancia, integrándose de lleno a los ciclos económicos convencionales. Como tal, existen factores económicos que afectan el mercado de la producción de alimentos artificiales. Esta situación produce cambios en los componentes usados en la elaboración de los alimentos, buscando la optimización de los recursos (Acero, García et al. 2007).

Es difícil encontrar algún alimento que satisficiera completamente las necesidades de un animal, lo que obliga a diversificar la elección de alimentos; el conjunto de alimentos que proporcionan los nutrientes para cubrir dichas necesidades, a lo largo de un día, recibe el nombre de ración o dieta (Pherson, Ortman et al. 1999).

La calidad de la ración es un factor clave para el éxito de la alimentación. No es fácil definir la calidad, pero intervienen en ella la composición química, el aspecto, la digestibilidad y la palatabilidad de esta (Koenig, Rode et al. 1997).

Los defectos nutricionales provocan muchos problemas de salud: La deficiencia de agentes nutritivos y minerales es una de las mayores razones para que los animales no cumplan con su potencial y estén propensos a las enfermedades (Spears 2003).

Desde los comienzos de la formulación de raciones para el ganado se consideró la necesidad de complementar los ingredientes básicos que aportaban los macro nutrientes esenciales (proteína y energía) con una serie de sustancias que suministraban principios igualmente necesarios, como las

vitaminas y los minerales. Estas sustancias que permiten mejorar la composición de la ración y así mismo mejorar la función del sistema digestivo se le denominan “aditivos probióticos y prebióticos” (Oeztuerk, Schroeder et al. 2005).

En la alimentación del rumiante se utilizan levaduras, entre las que se destacan *saccharomyces cerevisiae*. Las levaduras pueden actuar como probióticos mediante dos mecanismos: 1) estimulando el proceso de la fermentación. 2) favoreciendo el desarrollo de algunas bacterias (Oeztuerk, Schroeder et al. 2005)

La estimulación de la fermentación esta relacionada con el hecho de que las levaduras protegen a las bacterias anaerobias de las lesiones que les puede provocar la presencia de oxígeno. Paralelamente, el desarrollo de las bacterias del rumen se vera estimulando por la producción de ácido málico o de ácidos dicarboxílicos por parte de las levaduras (Shyam, Kamrab et al. 2004).

En las dietas se incluyen además, elementos adicionales para mejorar las características físicas del alimento. Este tipo de elementos ha sido usado en la industria del alimento animal, a través de los años, como agente aglomerante, carriers de suplementos, aditivos de libre flujo para alimentos y como lubricantes para reducir la pérdida por fricción en el proceso de peletización (Mwenya, Santoso et al. 2005).

Otros beneficios reportados al usar estos elementos en la dieta consideran el incremento en la ganancia en peso y la prevención de enfermedades y diarrea, así como el uso como carriers de vitaminas, minerales, antibióticos y otros compuestos activos en mezcla de alimento (Lila, Mohammed et al. 2004).

Se debe tener presente que existe un cambio constante en el balance mineral de la ración, el cual está dado por las variaciones que presentan los diferentes alimentos utilizados de acuerdo a la temporada y lugar en que nos encontramos, al manejo y condiciones particulares existentes en cada predio, como también el nivel y orientación productiva del rebaño (Rowntree, Hill et al. 2004).

Un ejemplo de estos compuestos son el selenio y el *saccharomyces cerevisiae*.

## REVISION DE LITERATURA

### ***PROBIOTICOS O ADITIVOS MICROBIANOS:***

La preocupación creciente sobre el uso de antibióticos y otras sustancias utilizadas como aditivos en la alimentación de los animales, ha despertado el interés por el estudio de otro tipo de aditivos, de origen microbiano surgiendo así la tendencia al empleo de los “probióticos” (Jimeno, Rebollar et al. 2003).

En 1989 la FDA (*Food and Drug Administration*) propuso a los fabricantes que utilicen el término aditivo microbiano (o DMF, direct fed-microbial) en lugar de probiótico (Ullrey 1992).

Tal vez la definición mas adecuada sea la propuesta en 1992, según la cual los probióticos son: cultivos simples o mezclados de microorganismos vivos que, aplicados a los animales o al hombre, benefician al hospedador mejorando las propiedades de la microflora intestinal original, en la práctica suelen presentarse bajo formas destinadas a ser administradas en el agua o en el pienso.

Los microorganismos que constituyen los probióticos o aditivos microbianos son principalmente bacterias capaces de producir ácido láctico, que son las mas 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, Heinrichs et al. 2004).

Esto es debido a que los rumiantes son capaces de producir importantes cantidades de lactato y lacto bacilos en el retículo-rumen en condiciones naturales de acidez (i.e. raciones con elevado concentrado). Resulta así que uno de los puntos de mayor interés del empleo de probióticos en rumiantes es controlar la acumulación de lactato en el rumen, lo que se intenta conseguir por

medio de la estimulación de los microorganismos utilizadores de lactato y estimuladores de la síntesis de propionato (Callaway and Martin 1997).

La mayoría de las bacterias que se utilizan como aditivos en los animales de granja pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*) (Jimeno, Rebollar et al. 2003).

Las bacterias como aditivo microbiano, se emplearon inicialmente por sus efectos benéficos postruminales, basados en el mantenimiento del equilibrio de la microbiota del aparato digestivo, limitando la proliferación de especies potencialmente patógenas. Sin embargo, ciertos aditivos microbianos de origen bacteriano pueden además, mejorar las funciones ruminales (Ghorbani, Beauchemin et al. 2002; Beauchemin, Yang et al. 2003).

### **Principales características del cultivo microbiano**

Los cultivos de levadura presentan varias características importantes: 1) No son patógenos, ni tóxicos, 2) No se absorben en el tracto digestivo, 3) No dejan residuos en los tejidos animales, 4) Se utilizan en pequeñas cantidades, 5) Proliferan in vivo e in vitro, 6) Promueven el crecimiento de bacterias celulolíticas, 7) Son estables a temperaturas elevadas y 8) No causan mutación (Shyam, Kamrab et al. 2004)

### **LAS LEVADURAS.**

La gente ha usado 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).

Levadura es un nombre genérico que agrupa a una variedad de organismos unicelulares, incluyendo especies patógenas para plantas y animales, y

especies no solamente inocuas sino de gran utilidad (Gonzalez and Valenzuela 2003).

Dentro de los aspectos modernos de la nutrición del rumiante, el uso de las levaduras es una practica 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 and Martin 1999).

Las levaduras son hongos unicelulares son muy parecidas a las bacterias microscópicamente, pero son mas cremosas y los colores que presentan son blancos, beiges o poco mas oscuros, crecen a 32°C (Mwenya, Santoso et al. 2005).

Las levaduras (*Saccharomyces* spp.) son sin duda uno de los aditivos mas utilizados en alimentación animal, tanto en monogástricos como en rumiantes. Existe un relativo consenso 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, Wallace et al. 1995).

Respecto a los efectos del empleo de levaduras en la alimentación de cabras lecheras, aunque también existe escasa información publicada, no hay diferencias entre tratamientos en vacas lecheras y cabras, estos resultados podrían ser consecuencia de las menores condiciones de acidez ruminal y mayores ingestiones de materia seca de las cabras, en relación al vacuno lechero (Doreau and Jouany 1998),

### **SACCHAROMYCES CEREVISIAE:**

*Saccharomyces cerevisiae* es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la hu-

manidad; su nombre deriva del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza) (Hernández 1999).

La levadura es un hongo heterotrófico que no contiene clorofila, vive en un amplio espectro de ambientes naturales y el tipo de colonias que forma, así como el tipo de azúcares que puede fermentar determinan su género y especie (Muerlennan 2001).

La reproducción se lleva a cabo por gemación y por reproducción sexual. La más común es por gemación y es un proceso en el cual la célula madre desarrolla una pequeña ampolla que va aumentando de volumen hasta secarse convirtiéndose en una célula hija. La reproducción sexual se lleva a cabo mediante el cruce de esporas cuando las condiciones de vida son desfavorables (Mwenya, Santoso et al. 2005)

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, Santoso et al. 2005).

Las recomendaciones para suministrar la levadura son dos: 1) debe de estar viva y 2) se debe dar constantemente. La respuesta de esta depende de factores tales como la composición del forraje y el concentrado y condición del animal aunque a pesar de esto siempre funciona (Dawson, Newman et al. 1990).

La levadura activa promueve un desarrollo adecuado del rumen de los cabritos y evita problemas del tracto digestivo cuando se cambia de una dieta a base de leche a una dieta a base de granos y forraje, la proteína oligosacárido manano fosforilado (MOS) es la que produce este efecto (Dawson, Newman et al. 1990).

MOS esta presente en la pared celular de la levadura, liga físicamente a las bacterias patógenas como *Salmonella*, *Echerichia Coli*, etc., lo que evita que las bacterias formen colonias en el intestino del rumiante en la primera fase de infección evitando que se presenten diarreas y se obtenga un mejor crecimiento del animal así como un ahorro energético en la lucha contra patógenos (Dawson, Newman et al. 1990).

*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 (Newbold, Wallace et al. 1996).

Se menciona que *S. cerevisiae* incrementa el consumo de alimento, la producción de leche, conversión alimenticia y ganancia diaria de peso, en respuesta a incrementos en la cantidad y actividad de las bacterias anaeróbicas totales y celulolíticas que modifican la concentración de ácidos grasos volátiles, pH ruminal y nitrógeno amoniacal; sin embargo, los resultados no son consistentes, de tal manera que se recomienda diferenciar las cepas de levadura *S. cerevisiae* que promuevan la utilización de la fibra detergente neutro de la ración (Piva, Belladonna et al. 1993).

Investigaciones realizadas con *S. cerevisiae* en la nutrición de los rumiantes en México durante los últimos años, plantean que no todas las cepas de levadura tienen el mismo modo de acción en los diversos sistemas de producción animal; las diferencias en la respuesta con cepas de *S. cerevisiae* y la interacción que se produce con la dieta que se ofrece a los animales, presentan nuevas oportunidades, así como nuevos problemas, para definir la modificación que causan al metabolismo ruminal, por efecto de las diferentes cepas de cultivos y su diferente cantidad suministrada (Ángeles, Corona et al. 1998).

### **Condiciones de crecimiento de *S. cerevisiae***

Las levaduras requieren para su óptimo crecimiento un ambiente acuoso, pH con rango de 3.5 a 5.0, posiblemente debido a que la actividad de las proteínas plasmáticas de las levaduras en los límites de su membrana se da en estos valores de pH; en estas condiciones de pH requerido para el crecimiento de la levadura, la actividad bacteriana a nivel ruminal tendría consecuencias perjudiciales para los microorganismos y para los rumiantes (Mwenya, Santoso et al. 2005).

Las levaduras mantienen su actividad metabólica y resisten el estrés físico asociado con el secado, calentamiento y exposición al pH ácido en condiciones anaeróbicas. No obstante, se ha demostrado que *S. cerevisiae* presenta crecimiento limitado bajo esas condiciones y es incapaz de mantener una población productiva dentro del ecosistema ruminal; ni mantener una población viable en el rumen y son incapaces de establecerse permanentemente; por tal motivo, no es común que desarrolle crecimiento a nivel ruminal, en forma adicional a lo anterior el crecimiento de las levaduras se ve afectado por la presencia de ácidos grasos insaturados, tales como el colesterol y el ácido nicotínico; sin embargo, se ha observado cierto grado de viabilidad ruminal, que se puede explicar en parte por los estudios in vitro en condiciones anaeróbicas y con una concentración de bacterias similar a la esperada en el rumen, donde se observa que la viabilidad de las diferentes cepas de levadura *S. cerevisiae* es mínima después de 12 h; por lo tanto, se estima una alta tasa de degradación de las levaduras por parte de las bacterias ruminales (Cobos 1996).

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, Santoso et al. 2005).

### **Mecanismo de acción:**

Los mecanismos de acción de las levaduras que aumentan la digestibilidad pueden atribuirse a lo siguiente: 1) Cambio en la flora bacteriana por competencia y estimulación del crecimiento, por medio del aumento de la actividad celulolítica y alteración de la síntesis microbiana, 2) Modulación del ambiente ruminal evitando fluctuaciones en el pH ruminal, 3) Reducción de la actividad de las bacterias metanogénicas, 4) Optimización de la absorción de minerales, 5) Son fuente de nutrientes y productos esenciales como aminoácidos, vitaminas y enzimas, 6) Incremento en metabolitos como ácidos grasos volátiles a causa de una mayor actividad bacteriana, 7) Disminución de la concentración del nitrógeno amoniacal, 8) Modifican el perfil de aminoácidos en el flujo duodenal, 9) Incrementan la proteína sobrepasante, 10) Incrementan el consumo voluntario de los animales, 11) Disminuyen la concentración de ácido láctico y 12) Incrementan la degradación de la fibra (Karaoglu and Durdag 2005).

Las características de *S. cerevisiae* permiten eliminar el oxígeno del ambiente ruminal, con lo que se facilita el crecimiento de bacterias anaeróbicas estrictas, es decir de bacterias celulolíticas que promueven la degradación de la pared celular y estimulan el crecimiento de bacterias que utilizan lactato y digieren celulosa; por lo tanto, incrementan la digestibilidad de la dieta, así como la relación acético-propiónico (Callaway and Martin 1997; Caja, González et al. 2003).

Lo anterior se resume a lo siguiente:

Funciones más importantes de la levadura en el rumen

- Más energía derivada de la fibra.
- Liberación de nutrientes que se encuentran unidos a la fibra,
- Digestión más rápida.
- Estabiliza el pH.
- Incrementa el consumo de alimento.
- Mejor digestibilidad.

- Más proteína bacteriana.
- Consume oxígeno del rumen.
- Incrementa la energía metabolizable.
- Remueve el azúcar.
- Mejora la protección inmunológica.
- Liga físicamente bacterias patógenas.
- Mayor ganancia de peso.

(Dawson, Newman et al. 1990; Miller-Webster, Hoover et al. 2002).

### ***Los minerales:***

En la actualidad 22 elementos minerales son considerados ser esenciales para las más altas formas de vida animal. Estos comprenden 7 macronutrientes que son: Calcio (Ca), Fósforo (P), Potasio (K), Sodio (Na), Cloro (Cl), Magnesio (Mg) y Azufre (S); y 15 elementos traza o micronutrientes minerales: Hierro (Fe), Yodo (I), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Manganeso (Mn), Cobalto (Co), Molibdeno (Mo), Selenio (Se), Cromo (Cr), Estaño (Sn), Vanadio (V), Flúor (F), Silicio (Si), Níquel (Ni) y Arsénico (As) (Bull 1914).

Los minerales usados en la alimentación animal pueden ser divididos en 2 tipos principales; aquellos requeridos por los animales por sus atributos nutricionales y aquellos utilizados por la industria de alimentos por sus características físicas como lo es el selenio (Bull 1914).

Los minerales y las vitaminas son elementos muy importantes para el buen funcionamiento del organismo animal. En los jóvenes aseguran el crecimiento y desarrollo del esqueleto y los tejidos blandos, mientras que en los adultos sirven para reemplazar las pérdidas producidas a consecuencia de la lactación (Failla 2003).

En los animales jóvenes alcanzan una mayor importancia las necesidades de macrominerales (Calcio, Fósforo, Magnesio, Potasio, Sodio, Cloro y Azufre), los cuales aseguran el crecimiento y desarrollo de los tejidos. Las necesidades

están condicionadas por la velocidad de crecimiento del animal y su peso vivo (Failla 2003)

## **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 selenio 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).

El selenio está ampliamente distribuido en el ambiente en bajas concentraciones, ha alcanzado aplicaciones tecnológicas, industriales, en fármacos, agrícola y por supuesto nutricional (Jeong, Yoo et al. 2002).

Este elemento traza se incorpora en forma de selenocisteína (Jeong et al. 2002). Regula las funciones de muchas proteínas reguladoras involucradas en señales de transducción y afecta una variedad de actividades celulares incluyendo crecimiento celular y supervivencia (Kim, Johnson et al. 2004).

## **Función**

El selenio 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, Kincaid et al. 1998).

La variedad de funciones metabólicas que se ha encontrado tiene el Selenio en el organismo animal, hace evidente que es un mineral esencial. No solamente en lo que respecta a su participación como cofactor de enzimas antioxidantes, sino también en otros aspectos tales como la división y reparación del ADN, proteínas de las mitocondrias, etc. (Céspedes and Sánchez 2000).

El metabolismo específico del selenio se centra alrededor de su incorporación como selenocisteína en los selenoproteínas. Cuando las fuentes dietéticas son inadecuadas, las células animales tienen una capacidad disminuida de desintoxicar los peróxidos, así las concentraciones del selenio en el plasma y las actividades del glutatión peroxidasa declinan y los signos de deficiencia aparecen (Thurnham 1997).

### **Selenoproteínas**

Las selenoproteínas están involucradas en muchos aspectos del metabolismo, lo cual incrementa el potencial para reconocer los aspectos causados por la deficiencia de selenio y aquellos causados por la falla de los sistemas antioxidantes (Arthur, McKenzie et al. 2003).

La selenoproteína P y la glutatión-peroxidasa extracelular (GPx-3) son las únicas conocidas del plasma. La selenoproteína P es un buen marcador del estado nutricional del selenio y debido a su ubicación y a su origen predominante en el hígado, la selenoproteína P ha sido postulada como una proteína de transporte de selenio del hígado a otros tejidos (Burk and Hill 2003).

La enzima glutatión-peroxidasa contiene como componente esencial al selenio y es esencial para proteger a las células y tejidos del daño autooxidativo debido a la producción de radicales libres y es necesario en la función de células de inmunidad (Arthur, McKenzie et al. 2003; Kim, Johnson et al. 2004).

Además de la eliminación de bacterias invasoras patógenas y hongos el selenio también es esencial para la remoción de virus y la destrucción de células neoplásicas que impidan el buen funcionamiento del animal y por consecuencia la disminución de peso (Georgieva 2005).

La regularización actual de la NRC publica que toda dieta de los rumiantes se debe suplementar con 0.3 ppm en forma de selenito de sodio o selenato (NRC 2003).

El selenio se administra frecuentemente por vía oral: en bolo o introduciendo el compuesto en forma de levadura, mezclado con glucosa, agregado en las raciones o mezclado en sales minerales (Juniper, Phipps et al. 2006).

### **Absorción**

La absorción del selenio es mayor en animales que reciben una dieta basada en un alimento concentrado que en un alimento basado en forraje, así la disponibilidad del selenio en fuentes inorgánicas y orgánicas parece ser influenciada por la composición de la dieta y ambiente del rumen, puesto que el requisito mínimo sugerido es de 2 mg/Kg (Davis, McDowell et al. 2006).

La absorción del Selenio se realiza principalmente en intestino delgado (duodeno) y ciego. Para el Selenio inorgánico no es un proceso activo pues el 90% del Selenio absorbido es transportado por una proteína (López , Preston et al. 1969).

El selenio puede ser suplido en las dietas del ganado en forma inorgánica (generalmente sales de selenito de sodio o selenate) o en formas orgánicas (levadura de selenio) aunque la distribución de los compuestos del selenio en la levadura varía entre las fuentes (Knowles 1999), y así la suplementación elimina el riesgo de la degeneración muscular en las crías (Pherson, Ortman et al. 1999).

Comparado con los no rumiantes, los rumiantes absorben la selenita de sodio mal, esta diferencia es parcialmente el resultado del ambiente reductor del rumen, que convierte en parte los compuestos del selenio a selenio elemental insoluble. Los animales suplidos con esta fuente de selenio orgánico son más eficaces en la transferencia del selenio vía placentaria y leche que los animales suplementados con selenita de sodio (Gunter, Beck et al. 2003).

La digestibilidad del selenio en los rumiantes es muy baja, alrededor del 29% en ovejas, cabras y del 11% en vacas, el selenio inorgánico se reduce más fácilmente en el rumen que el selenio orgánico, esto sucede cuando los animales son suplementados con piedras mineralizadas que traen mezclados

los minerales, por lo tanto el selenio se reduce a una forma poco asimilable (Ivancic and Weiss 2001).

En el caso del Selenio orgánico, el tipo de transporte difiere según al aminoácido que se trate: para la Selenometionina es un transporte activo, interfiriendo la L metionina en su absorción; para la Selenocisteína es pasivo, pues la mayor parte (92 a 99 %) lo hace unida a una proteína (Arthur, McKenzie et al. 2003).

Parece ser que lo que más afectaría la absorción del Selenio inorgánico es su forma química; por ejemplo, el Selenito de Sodio es más rápidamente absorbido que el Selenato, así la suplementación en animales en crecimiento las beneficia aumentando las concentraciones en sangre (Knowles, Grace et al. 1999).

La acumulación más grande del selenio en los órganos internos es encontrada en el hígado, el riñón y los pulmones. El hígado conserva la cantidad más grande de selenio en animales alimentados con suplementos y el riñón conserva la cantidad más grande de selenio en animales alimentados con dietas básicas sin suplementos (Enjalbert, Lebreton et al. 1999).

En cabritos, el riñón sería el órgano que más concentra Selenio cuando el consumo dietético de Selenio es bajo, llegando a concentraciones más elevadas que el hígado, revirtiéndose esta situación al ser suplementados con este mineral (Enjalbert, Lebreton et al. 1999).

El metabolismo del selenio es estudiado midiendo la retención en el cuerpo, orina, pérdida y retención fecal y en tejidos seleccionados después de la administración del selenio a los animales en niveles variados de selenio en la dieta. Los caminos principales de la excreción son las heces y la orina (López , Preston et al. 1969).

### **Requerimientos de selenio**

Si bien existe alguna variabilidad en los requerimientos de Selenio para las distintas especies, en caprinos el promedio es de alrededor de 0.1-0,2 ppm en términos de Materia Seca; este nivel elevaría el status de Selenio en el recién

nacido, aumentando la viabilidad de los cabritos y la respuesta inmune (Weber 1995).

Hasta el momento no existe acuerdo entre los distintos autores en lo que respecta a los valores que se pueden considerar normales pero existen valores de referencia aportados por la NRC 1989 (NRC 1989).

En rumiantes los niveles debajo de  $50\mu\text{g/L}$  en sangre total indican un estado de deficiencia, concentraciones de  $50\text{-}75\mu\text{g/L}$  se consideran marginales pero algunos autores consideran que por lo menos  $100\text{-}200\mu\text{g/L}$  son requeridas para tener una buena capacidad inmune y poder resistir infecciones que detengan el crecimiento del animal y la ganancia de peso (Pherson, Ortman et al. 1999).

La hipótesis de que el estado del selenio en los cabritos puede ser mejorado si sus dietas fueran ofrecidas con un compuesto orgánico en lugar de la selenita de sodio fue confirmado en un estudio, dichos resultados indicaron que el selenio en los cabritos debe ser adecuada no solo para prevenirlos de enfermedades sino para proporcionarles una capacidad inmune optima (Weiss, Todhunter et al. 1990).

Conocer aspectos relacionados con los requerimientos, funciones, y metabolismo de los minerales, permite comprender la importancia que estos adquieren en la medida que se desea obtener una producción eficiente y prevenir la aparición de patologías asociadas a un déficit de Selenio (Weiss and J.S.Hogan. 2005).

Se ha observado que la suplementación de selenio en cabras selenodeficientes, aumenta los niveles de selenio en sangre pero se requiere de días a semanas e inclusive meses de suplementación para obtener resultados en la función celular, crecimiento y en la ganancia de peso (Swecker 1997).



El rumen degrada y fermenta eficientemente los polisacáridos estructurales por medio de un número muy elevado de enzimas (polisacaridasas) producidas por su propia microbiota. Por ejemplo, la degradación de los arabinoxylanos, polisacárido estructural que se encuentra en las paredes celulares de los forrajes y en el endospermo de los cereales, requiere una serie de enzimas trabajando secuencialmente (Lynch and Martin 2002).

La hidrólisis de los polisacáridos estructurales hasta azúcares fermentables es por tanto un sistema complejo de cooperación entre los microorganismos y sus enzimas. Estos aspectos característicos de los procesos fermentativos ruminales en su orden bioquímico y microbiológico, son de una importancia primordial al momento de comprender y hacer más efectivas las tecnologías que incluyen las enzimas exógenas como aditivos a los alimentos (Yoon and Stern 1996).

El patrón de fermentación ruminal está influenciado por la interacción entre la dieta, la Población de microorganismos y el animal. Los aspectos importantes en el rumen para la fermentación, son: 1) condiciones para una eficiente actividad celulolítica y 2) necesidades de la síntesis óptima de proteína microbial (Rodríguez and Llamas 1990).

La concentración de las poblaciones microbianas que viven en el rumen en anaerobiosis, específicamente para bacterias, protozoarios y hongos son de  $10^{10}$ /ml,  $10^6$ /ml y  $10^4$ /ml respectivamente (Jouany 1994). Para permitir que los organismos de crecimiento lento; tales, como los hongos y protozoarios ruminales puedan reproducirse se necesita permanencia prolongada del alimento dentro del rumen de 48 a 72 h y sostener así la concentración de las poblaciones microbianas (Wang, McAllister et al. 2001).

Se ha reportado que la adición de levadura *S. cerevisiae* incrementa la concentración de bacterias Gram.(-) en el contenido ruminal ( $1.6 \times 10^4$  vs  $2.0 \times 10^5$  UFC/ml, UFC: unidades formadoras de colonias) y también incrementa el contenido de bacterias Gram.(-) en las heces ( $1.1 \times 10^4$  vs  $2.6 \times 10^3$  UFC/ml), además, la levadura estimula el crecimiento de bacterias amilolíticas a nivel

ruminal, la levadura incrementa el número de bacterias totales, bacterias viables totales, celulolíticas, amilolíticas y protozoarios; sin embargo se han encontrado resultados contradictorios a lo antes mencionado (Sohn and Song 1996; de Queiroz, Bergamaschine et al. 2004).

### **Protozoarios ruminales**

Los protozoarios ruminales que pertenecen al orden Holotricos son capaces de penetrar profundamente los tejidos de las plantas y causar cierto deterioro y adherirse por medio de un organelo específico. Los Holotricos presentan la propiedad de asimilar azúcares solubles y transformar una parte de éstos en polisacáridos de reserva, que se almacenan en una estructura similar al almidón; mediante este mecanismo se disminuyen los riesgos de acidosis en animales que consumen niveles altos de glúcidos de fácil digestión (Chalupa 1977).

Los protozoarios del orden Entodinomorfos se asocian a la planta, ingieren pequeñas partículas de alimento o las engloban y se adhieren a fragmentos grandes. Los protozoarios ciliados no son esenciales, pero su actividad puede afectar la nutrición del rumiante (Chalupa 1977).

Al incrementar la frecuencia de alimentación de los rumiantes, se incrementa la concentración de protozoarios, debido a que en el medio ruminal existe un flujo más constante de sustrato para los microorganismos ruminales, este efecto provoca disminución en las variaciones diurnas en las poblaciones de bacterias y protozoarios ciliados (Chalupa 1977).

En forma diferente a los Holotricos, los Entodinomorfos metabolizan el ácido láctico y disminuyen el pico de acidosis causado por el exceso de carbohidratos fácilmente fermentables (almidón o azúcares), lo cual además es un ejemplo del efecto amortiguador de los protozoarios (Chalupa 1977).

Los protozoarios tienen un efecto negativo sobre la población de bacterias amilolíticas ruminales como resultado de la competencia entre éstos y las

bacterias por la utilización de sustratos y la particular habilidad de los protozoarios de ingerir granos de almidón y bacterias (Chalupa 1977).

En presencia de protozoarios ciliados se reduce significativamente la actividad amilolítica en el rumen, se observa menor digestión del almidón en el ambiente ruminal y por consiguiente se reducen los cambios drásticos en el pH (Huntington, Harmon et al. 2006).

Los protozoarios actúan de varias formas en la digestión de los componentes de la pared celular: 1) Participan directamente en la digestión, principalmente durante las primeras horas del consumo, por el incremento en la tasa de degradación de las fracciones resistentes al ataque de bacterias, actúan como estabilizadores en la fermentación ruminal, 2) Incrementan el tiempo de retención de los alimentos en el rumen, con lo cual se incrementa el tiempo de contacto entre los microorganismos y el sustrato, sostienen una fermentación más uniforme entre los intervalos de alimentación, 3) Estabilizan las condiciones físico-químicas del rumen, lo que favorece el desarrollo de la flora celulolítica, 4) Actúan como fuentes continuas de proteína a nivel ruminal, por la conversión de proteína bacteriana a protozoaria, con la aparente retención de proteína en el rumen y 5) Tienen un efecto destoxificador al reducir nitratos y nitritos siendo esta actividad mayor que el de las bacterias (Bonhome, Leng et al. 1981).

Se ha registrado que *S. cerevisiae* incrementa la concentración (mmol) de AGV totales; sin embargo, no se afectan las proporciones de ácido acético y propiónico (Andrighetto, Bailoni et al. 1993).

## **pH ruminal**

Aún cuando no puede definirse un pH óptimo en el medio ruminal, los microorganismos presentan cierto intervalo en el cual se reproducen mejor y su metabolismo es más eficiente, los protozoarios manifiestan su principal desarrollo a pH cercano a 6.5 y son severamente afectados en pH superiores a

8 e inferiores a 5.5, siendo este último uno de los factores que más afectan su población (Rodríguez and Llamas 1990).

La disminución en el pH del rumen reduce la viabilidad de las bacterias celulolíticas y por lo tanto, se reduce la actividad sobre los carbohidratos estructurales concluyendo que en condiciones ruminales de pH bajo, el ataque bacteriano a las paredes celulares es difícil y por lo tanto se reduce su digestión (Rodríguez and Llamas 1990).

Se considera que un pH ruminal superior a 6.2 es el óptimo para obtener una buena digestión de celulosa. La importancia de la amortiguación del pH a nivel ruminal tiene la finalidad de mantener el metabolismo de los microorganismos ruminales en un rango óptimo para su crecimiento. La modulación del pH ruminal es uno de los efectos de *S. cerevisiae* (Rodríguez and Llamas 1990).

Los beneficios de utilizar probióticos pueden surgir de los metabolitos o por su interacción con otros microorganismos ruminales, mejorando el aprovechamiento de las fuentes nitrogenadas tales como el amonio y proteínas por parte de los microorganismos ruminales (Robinson and Garrett 1999).

## **Objetivo**

El objetivo del presente estudio es evaluar la ganancia de peso en cabritos suplementados de forma oral con 1gr del producto constituido por selenio y *saccharomyces cerevisiae* antes del destete.

## **Hipótesis**

Al suplementar cabritos en forma oral con selenio y *Saccharomyces cerevisiae* se obtiene una mejoría en la ganancia de peso corporal.

## **Materiales y Métodos.**

### ***Descripción del lugar del proyecto***

#### **Localización Geográfica de las instalaciones.**

El experimento se realizó en instalaciones de la posta caprina localizada dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL) ubicada en Periférico y carretera a Santa Fe, en el municipio de Torreón de la Comarca Lagunera, la cual se localiza en la parte oeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 103° 26'33" longitud oeste y 25° 32'40" latitud norte, a una altura de 1,120msnm. Limita al norte con el municipio de Matamoros; al sur y al oeste con el estado de Durango. Se localiza a una distancia aproximada de 265km de la capital del estado.

Las instalaciones cuentan con comederos de concreto tipo canaleta, el piso de los corrales consta de un 50% de concreto y el otro 50% de tierra, además tienen sombras de lámina que abarcan la parte de concreto del corral y los comederos.

#### **Clima.**

El clima es de subtipos, secos semicalidos la temperatura media anual es de 20 a 22° C siendo su máxima extrema de 41.5°C la cual puede alcanzar hasta los 45°C en épocas cálidas y la mínima de -5.5°C. La precipitación pluvial anual en promedio se encuentra en un rango de 150 a 200mm siendo el periodo lluvioso de Junio a Septiembre.

#### ***Periodo de estudio.***

El periodo de estudio fue durante el mes de Febrero (21-feb-2007) al mes de Abril de 2007 (22-abr-2007), con una duración de 6 semanas desde que se formaron los grupos hasta que se destete el último cabrito, durante el cual se evaluó el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y selenio sobre la ganancia de peso antes del destete.

### ***Selección y Características de los animales.***

De un total de 36 cabritos Alpinos que nacieron durante el periodo del 31 de enero al 12 de febrero de 2007, 19 hembras y 17 machos no destetados se seleccionaron 26 cabritos Alpinos en base a peso y fecha de nacimiento recientes de forma completamente al azar, los animales seleccionados tenían 14 días de nacidos  $\pm$  5 días, se agruparon 13 de ellos en el grupo tratado y los 13 restantes en el grupo testigo incluyendo ambos sexos, pesando aproximadamente 5.5 Kg. y hasta 11kg con una media de 7.4kg, recibiendo uno de los siguientes tratamientos:

Primer grupo. (n=13) con peso promedio de 7.5kg, suplementados con *Saccharomyces cerevisiae* y selenio (1gr diario del producto Celtic® Yeast MNS producto comercializado por Celtic® Aus Holland S.A. de C.V) de forma oral el cual para proporcionarse mas fácilmente se preparo de la siguiente manera: 13gr del producto en 65ml de agua para administrar 5ml vía oral todos los días a cada uno de los animales, este procedimiento se realizaba aproximadamente a las 5:00 p.m.

Segundo grupo. (n=13) con peso promedio de 7.6kg que fue el grupo testigo con dieta normal sin suplementación se les administro vía oral 5ml de agua a cada uno de los animales diariamente a la misma hora.

### ***Alimentación.***

La alimentación consistió en leche proporcionada por la madre, agua a libre acceso y autoconsumo de las dietas de las madres. Las madres recibían una alimentación basada en 1.75 Kg de alfalfa, 750 gr. de concentrado con 14% de P.C y 1.7Mcal/Kg. M.S y sujetas a una ordeña diaria.

Los cabritos de los dos grupos fueron ubicados en un solo corral junto con sus madres y dentro de ese mismo corral se encontraba uno más pequeño donde se llevaba a cabo el procedimiento de suplementación.

### ***Procedimiento experimental.***

Durante el procedimiento de suplementación los animales fueron separados de sus madres y reunidos en el corral chico que se encontraba dentro del mismo corral donde estaban con sus madres, ahí se tomaba uno por uno y se le daba la toma de 5ml del producto diluido en agua, una vez que se hacía esto se anotaba en una bitácora tabulada y con fecha, una palomita que indicaba que ese animal había sido suplementado, hecho esta acción el animal era soltado con las demás cabras del corral y el procedimiento seguía con cada uno de los animales faltantes.

### ***Variable evaluada.***

Ganancia de peso corporal.

El peso corporal se determinó cada semana en el periodo de adaptación que fueron dos y cada dos semanas durante todo el tratamiento esto se realizaba por las tardes antes de proporcionar el producto a evaluar (levadura con selenio), con una balanza de piso con una capacidad para 300kg ajustada a 250grs.

### ***Análisis estadístico de la información.***

Para la interpretación de los resultados obtenidos se usó el método de análisis de varianza ANOVA. SAS, para determinar el nivel de significancia que se obtuvo en el experimento al comparar grupos, uno con otro y entre miembros de un mismo grupo.

## Resultados y discusión.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la suplementación con selenio y *Saccharomyces cerevisiae* en la ganancia de peso en cabritos antes del destete. Se ha reportado que los suplementos a base de levaduras principalmente de *Saccharomyces cerevisiae* mejoran la salud y la productividad de los animales (Oeztuerk, Schroeder et al. 2005). Si dicha suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* y Selenio en la dieta o de forma oral tiene influencia en la ganancia de peso, era de esperarse que existiera un incremento de peso en el grupo suplementado de este experimento. Sin embargo los resultados obtenidos en el presente estudio demostraron que los cabritos suplementados de forma oral con *Saccharomyces cerevisiae* y selenio antes del destete no presentaron aumento de peso.

En el cuadro 1 se muestra la comparación de pesos obtenidos entre los muestreos del experimento, se observa que el peso inicial de los cabritos en el experimento se mostró sin diferencia aun cuando los grupos de animales no fueron bloqueados por peso para distribuirlos homogéneamente. El peso se mantuvo sin diferencia alguna conforme avanzó el experimento, pero en los muestreos P3 y P4 se observa diferencia ( $P < 0.05$ ), el grupo tratado en relación al grupo testigo muestra una menor ganancia de peso, sin embargo, en el último muestreo de peso no se observa diferencia.

Cuadro 1. Comparación de los pesos obtenidos durante todo el experimento entre grupo tratado y grupo testigo.

	<b>PB</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>
<b>Test</b>	7.6 <sup>a</sup>	8.8 <sup>a</sup>	9.3 <sup>a</sup>	12.7 <sup>a</sup>	15.2 <sup>a</sup>	13.4 <sup>a</sup>
<b>Trat</b>	7.5 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>	11.2 <sup>b</sup>	13.0 <sup>b</sup>	15.2 <sup>a</sup>

P=peso  
Literales distintas dentro de columnas mostraron diferencia.

El cuadro 2 muestra el efecto de la suplementación sobre la ganancia de peso según el género, y aun cuando fueron separados para analizarlos por género, se observa que machos del grupo tratado obtuvieron una menor ganancia de peso en relación a los machos del grupo testigo. En las hembras no se mostró este fenómeno puesto que mantuvieron pesos similares ambos grupos. Es importante considerar que en los animales del grupo tratamiento, murió un

animal en la primera semana de edad. Estos resultados no concuerdan con datos que afirmaron que *Saccharomyces cerevisiae* aumenta entre otras cosas, la ganancia de peso y consumo de alimento (Phillips and von Tungeln 1985; Kornegay, Rhein-Welker et al. 1995; Payne and Southern 2005; Suarez, Van Reenen et al. 2006; Raeth-Knight, Linn et al. 2007).

Lesmeister, Heinrichs et al (2004) afirman que el uso de la levadura en becerros aumenta perceptiblemente el consumo del iniciador y de materia seca, incrementando así peso corporal diario y mejorando el crecimiento del becerro, explicando que dicho aumento de peso pudiera ser por la energía adicional y alimento disponible para la conformación esquelética, aunque no se encuentra mucha documentación sobre este fenómeno.

Cuadro 2. Efecto de la suplementación sobre la ganancia de peso según el género.

	PB	DE	P1	DE	P2	DE	P3	DE	P4	DE	P5	DE
♀ <b>test</b>	7.3	1.0	8.1	1.1	8.6	1.2	11.8	1.4	13.8	1.1	14.2	1.9
♀ <b>trat</b>	7.3	1.0	8.4	1.2	9.3	1.4	11.7	1.8	13.5	2.7	14.1	2.4
♂ <b>test</b>	8.3	0.96	10.3	1.0	11.1	1.0	14.8	1.0	18.3	2.2	17.5	3.9
♂ <b>trat</b>	8.0	0.0	8.5	1.0	8.5	1.3	9.8	2.4	11.7	2.5	11.3	3.6

P=peso  
DE=desviación estándar

A diferencia de Williams, Tait et al. (1991) no encontraron efecto significativo en el tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* en la producción ni cambios de peso vivo en vacas lecheras suplementadas en el primero de sus dos experimentos, aunque si tuvo una tendencia de aumento de peso vivo en el segundo de sus grupos suplementados con una ganancia de 5.5 Kg. en relación al grupo control de su experimento. Tampoco no hubo efecto en aumento de la digestibilidad de la materia seca.

Harrison, Hemken et al. ((Harrison, Hemken et al. 1988) encontraron que la digestibilidad de la alimentación no fue afectada por la suplementación de la levadura; Adams, Gallean et al. (Adams, Galyean et al. 1981). Reportaron que

la suplementación con la levadura mejoraba el consumo de alimento. El peso corporal no fue afectado por la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* al tratamiento, pero otras investigaciones reportan que los animales consumían mas alimento y por ende había una mayor producción y un mayor peso. (Williams, Tait et al. 1991; Wohlt, Finkelstein et al. 1991; Ipharraguerre and Clark 2005).

El tipo de parto fue una de las variables que pudo influir en la ganancia de peso del grupo tratado, en el cuadro 3 se comparan las ganancias de peso de los cabritos de parto sencillo y los cabritos de parto doble. Se encontró una diferencia en P1 y P4, una posible causa de dichas diferencias fue que la mayoría de los cabritos de parto doble fueron asignados en el grupo tratado, quedando los cabritos de parto sencillo en el grupo testigo con una competencia menor en cuanto a la alimentación por la madre. La diferencia de P4 pudo haberse reflejado a partir de la muerte del macho del grupo tratado.

Cuadro 3. Comparación de ganancia de pesos de los animales de parto sencillo y parto doble.

	<b>Sencillo</b>	<b>Doble</b>
<b>PB</b>	7.8 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>
<b>P1</b>	9.0 <sup>a</sup>	7.8 <sup>b</sup>
<b>P2</b>	9.5 <sup>a</sup>	8.5 <sup>a</sup>
<b>P3</b>	12.4 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>
<b>P4</b>	14.8 <sup>a</sup>	12.8 <sup>b</sup>
<b>P5</b>	14.7 <sup>a</sup>	13.5 <sup>a</sup>

La distribución de animales de parto sencillo y parto doble en cada grupo quedo reflejada en el cuadro 4 encontrándose que la mayor cantidad de animales de parto sencillo quedaron en el grupo testigo afectando la ganancia de peso del grupo tratado.

Cuadro 4. Número de cabritos de parto sencillo y parto doble que formaron el grupo tratado y el grupo testigo.

	<b>Ld</b>	<b>Ls</b>	<b>Td</b>	<b>Ts</b>
<b>PB</b>	5	8	3	10
<b>P1</b>	5	8	3	10
<b>P2</b>	5	8	3	10
<b>P3</b>	5	7	3	10
<b>P4</b>	5	7	3	10
<b>P5</b>	5	7	3	10

La literatura señala resultados contradictorios sobre la ganancia de peso con el uso de levaduras (Pichilingue Valladares 1994; Jurgens, Rikabi et al. 1997).

En el grupo testigo murieron 10 lechones (3.6%) y en el grupo tratado murieron 7 (2.5%). De allí, los resultados obtenidos, similar a lo que paso en el experimento realizado con cabritos, uno del grupo tratado murió reflejando una ganancia de peso por debajo del grupo testigo (Jurgens, Rikabi et al. 1997).

Las levaduras como probióticos son aditivos totalmente seguros para los animales, el consumidor y el medio ambiente, pero presentan dos inconvenientes principales: la falta de consistencia de su actividad y que su precio es entre un 20 y un 30 % superior al de los APC. (Carro and Ranilla 2005; Oeztuerk, Schroeder et al. 2005).

Es claro que la adición de *Saccharomyces cerevisiae* a la dieta de rumiantes y no rumiantes resulta en una promoción del crecimiento en algunas ocasiones. El efecto es significativo cuando los animales se someten a estrés crónico (desafío microbiológico), como sucede con el selenio, que se necesita que el animal entre en una etapa de estrés para que las funciones del selenio sobresalgan ayudando en la mejora de la respuesta inmune (Weiss and J.S.Hogan. 2005).

Los modos de acción se explican en parte por la capacidad de la levadura de ayudar a “mantener” el equilibrio de la flora bacteriana intestinal y ruminal (Piva, Belladonna et al. 1993; Miller-Webster, Hoover et al. 2002).

Efectivamente reduce el impacto de bacterias. Es posible que la levadura estimule la función de macrófago (como un “bioadyuvante”), lo que explicaría la mejor respuesta en presencia de enfermedades, aunque los modos de acción se deben esclarecer para controlar los efectos de dichas enfermedades (Callaway and Martin 1997).

Los resultados obtenidos nos hacen pensar que la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* y selenio vía oral en cabritos antes del destete puede estar asociado a una mejoría en la función ruminal pero no al aumento de peso a comparación como sucede en las vacas.

Es de esperar que su utilización se incremente en el futuro, debido a que estos compuestos son sustancias totalmente seguras para el animal y el consumidor, más investigación será requerida para evaluar las sustancias alimentarias alternativas, de las que hay disponible una limitada información, para identificar las condiciones óptimas para su uso. Se recomienda que se estudie la función de *Saccharomyces cerevisiae* y selenio midiendo parámetros ruminales y poder obtener resultados positivos.

## Conclusiones.

El aumento en el consumo de alimento y ganancia de peso indican un efecto positivo de la levadura cuando es administrada o suplementada en animales en crecimiento, además la inclusión de la levadura no tiene efectos negativos en la medida de otros parámetros. A pesar del interés de muchos nutriólogos rumiantes en relación con la función de *Saccharomyces cerevisiae* hay pocos estudios que investigan los efectos de dicha levadura en cabritos, los suplementos que contienen *Saccharomyces cerevisiae* son usados generalmente para medir parámetros reproductivos y productivos en vacas, ovejas, cerdos. Bajo las condiciones de este estudio la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* y selenio en cabritos antes del destete no mejora la ganancia de peso.

## LITERATURA CITADA

- Acero, R., A. García, et al. (2007). "Effect of sectorial policies in organic meat goat farms." Arch. Zootec. **56 (Sup. 1)**: 753-758.
- Adams, D. C., M. L. Galyean, et al. (1981). "Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate and monensin on liquid dilution rate, rumen fermentation and feedlot performance of growing steers and digestibility in lambs. ." J Anim Sci **53**: 780.
- Andrighetto, I., L. Bailoni, et al. (1993). "Effects of yeast culture addition on digestion in sheep fed a high concentrate diet." Small Ruminant Research **12(1)**: 27-34.
- Ángeles, C. S., G. L. Corona, et al. (1998). "Cambios en la población de protozoarios y en el metabolismo ruminal utilizando dos cultivos de levaduras." Investigación Pecuaria. Vol. 26. Supl 2. **26**: 275.
- Arthur, J. R., R. C. McKenzie, et al. (2003). "Selenium in the immune system. ." J.Nutr **133 (5 Suppl 1)**: 1457S-9S.
- Awadeh, F. T., R. L. Kincaid, et al. (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.
- Beauchemin, K. A., W. Z. Yang, et al. (2003). "Effects of bacterial direct-fed microbials and yeast on site and extent of digestion, blood chemistry, and subclinical ruminal acidosis in feedlot cattle." J. Anim. Sci. **81**: 1628–1640.
- Bonhome, A., R. A. Leng, et al. (1981). "Kinetics of large ciliate protozoa in the rumen of cattle given sugar cane diets." J.Nutr **46**: 371-384.
- Bull, R. C. (1914). Trace Minerals and Immunology. Idaho, University of Idaho.
- Burk, R. F. and K. E. Hill (2003). "Selenoprotein metabolism and function: evidence for more than one function for selenoprotein P." J. Nutr **133**: 1517S-1520S.
- Caja, G., E. González, et al. (2003). XIX Curso de especialización FEDNA. Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: Probioticos, enzimas y acidos grasos., Departamento de Producción Animal, Universidad de León, 23 y 24 de Octubre.
- Callaway, E. S. and S. A. Martin (1997). "Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose." J. Dairy. Sci **80(9)**: 2035-2044.

- Carro, M. D. and M. J. Ranilla (2005). Los aditivos antibióticos de crecimiento en cerdos. . Departamento de Producción Animal I. U de N.L., Departamento de Producción Animal I. U de N.L.
- Céspedes, C. T. and S. D. Sánchez (2000). Algunos aspectos sobre el estrés oxidativo, el estado antioxidante y la terapia de suplementación. Rev.Cubana Cardiol. **14(1)**: 55-60.
- Cobos, P. (1996). Microbiología aplicada a producción de rumiantes. Memoria. Curso internacional avanzado de nutrición de rumiantes, Universidad Autónoma Metropolitana México D.F, 23-25 octubre
- Chalupa, W. (1977). "Manipulating Rumen Fermentation." J Anim Sci **45, No. 3**: 585-599.
- Davis, P. A., L. R. McDowell, et al. (2006). "Tolerance of inorganic selenium by range-type ewes during gestation and lactation." J. Anim. Sci. **84(3)**: 660-668.
- Dawson, K. A., K. E. Newman, et al. (1990). "Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities." J Anim Sci. **68(10)**: 3392-8.
- de Queiroz, R. C., A. F. Bergamaschine, et al. (2004). Use of Product from Enzyme and Yeast in the Cattle Diet: Nutrients Digestibility and Performance in Feedlot. R. Bras. Zootec. **33**: 548-1556.
- Doreau, M. and J. P. Jouany (1998). "Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on nutrient digestion in lactating dairy cows." J.Dairy Sci. **81(12)**: 3214-21.
- Enjalbert, F., P. Lebreton, et al. (1999). "Effects of pre- or postpartum selenium supplementation on selenium status in beef cows and their calves." J Anim Sci. **77(1)**: 223-229.
- Failla, M. L. (2003). "Trace elements and host defense: recent advances and continuing challenges." J.Nutr. **133(suppl 1)**: 1443S-1447S.
- Georgieva, N. V. (2005). "Oxidative stress as a factor of disrupted ecological oxidative balance in biological systems." Bulg. J. Vet. Med **8(1)**: 1-11.
- Ghorbani, G. R., K. A. Beauchemin, et al. (2002). "Effects of the suplementación of yeast live on ph ruminal of dairy cows in estabulation free." J. Anim. Sci. **81**: 1628–1640.
- Gonzalez, A. and L. Valenzuela (2003). La levadura *Saccharomyces cerevisiae*: un modelo de estudio desde hace más de cien años, Universidad Nacional Autonoma De Mexico.Mexico D.F.

- Gunter, S. A., P. A. Beck, et al. (2003). "Effects of supplementary selenium source on the performance and blood measurements in beef cows and their calves." J Anim Sci **81**: 856-864.
- Harrison, G. A., R. W. Hemken, et al. (1988). "Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations." J. Dairy Sci. **71**: 2967-2975.
- Hernández, D. R. (1999). Efecto de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en consumo, digestibilidad y variables ruminales en borregos alimentados con pasto ovollo (*Dactylis glomerata*) cosechado a dos intervalos de rebrote. Colegio de Posgraduados. Montecillo Méx. **Tesis de maestría en ciencias**: 74p.
- Huntington, G. B., R. J. Harmon, et al. (2006). "Sites, rates, and limits of starch digestion and glucose metabolism in growing cattle." J Anim Sci **84(E. Suppl.)**: E14–E24.
- Ipharraguerre, I. R. and J. H. Clark (2005). "Impacts of the Source and Amount of Crude Protein on the Intestinal Supply of Nitrogen Fractions and Performance of Dairy Cows." J. Dairy Sci. **88:(E. Suppl.)**: :E22–E37.
- Ivancic, J. J. and W. P. Weiss (2001). "Effect of dietary sulfur and selenium concentrations on selenium balance of lactating Holstein cows. ." J. Anim Sci. **84(1)**: 225-232.
- Jeong, D.-w., M.-H. Yoo, et al. (2002). "Protection of Mice from Allergen-induced Asthma by Selenite." Biological Chemistry **277, No. 20** (May 17): 17871–17876.
- Jimeno, V., P. G. Rebollar, et al. (2003). Nutricion y alimentacion del caprino de leche en sistemas intensivos de explotacion. XIX Curso de especializacion FEDNA, Madrid, 23 y 24 de Octubre.
- Juniper, D. T., R. H. Phipps, et al. (2006). "Selenium Supplementation of Lactating Dairy Cows: Effect on Selenium Concentration in Blood, Milk, Urine, and Feces." J. Dairy Sci. **89**: 3544–3551.
- Jurgens, M. H., R. A. Rikabi, et al. (1997). "The effect of dietary active dry yeast supplement on performance of sows during gestation-lactation and their pigs." J Anim Sci. **75**: 593-597.
- Karaoglu, M. and H. Durdag (2005). "The Influence of Dietary Probiotic (*Saccharomyces cerevisiae*) Supplementation and Different Slaughter Age on the Performance, Slaughter and Carcass Properties of Broilers." International Journal of Poultry Science. **4 (5)**: 309-316.

- Kim, S. H., V. T. Jhonson, et al. (2004). "Selenium attenuates lipopolysaccharide induced oxidative stress responses through modulation of cell immune." Exp Biol Med **229**: 203-213.
- Knowles, S. O., N. D. Grace, et al. (1999). "Significance of amount and form of dietary selenium on blood, milk, and casein selenium concentrations in grazing cows. ." J Dairy Sci **82**(2)(Feb): 429-37.
- Koenig, K. M., L. M. Rode, et al. (1997). "Effects of diet and chemical form of selenium on selenium metabolism in sheep." J.Anim Sci. **75**(3)(Mar): 817-27.
- Kornegay, E. T., D. Rhein-Welker, et al. (1995). "Performance and nutrient digestibility in weanling pigs as influenced by yeast culture additions to starter diets containing dried whey or one of two fiber sources." J Anim Sci **73**: 1381-1389.
- Lesmeister, K. E., A. J. Heinrichs, et al. (2004). "Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics, and blood parameters in neonatal dairy calves." J.Anim Sci **2001** **87**(6)(Jun): 1832-9.
- Lila, Z. A., N. Mohammed, et al. (2004). "Effects of a twin strain of *Saccharomyces cerevisiae* live cells on mixed ruminal microorganism fermentation in vitro." J.Anim Sci **82**(6)(Jun): 1847-54.
- López , L. P., R. L. Preston, et al. (1969). "Whole-body retention, tissue distribution and excretion of selenium-75 after oral and intravenous administration in lambs fed varying selenium intakes." J. Nutr **97**(1)(Jan): 123-32.
- Lynch, H. A. and S. A. Martin (2002). "Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture and *Saccharomyces cerevisiae* live cells on in vitro mixed ruminal microorganism fermentation." J Dairy Sci **85**(10)(Oct): 2603-8.
- Miller-Webster, T., W. Hoover, et al. (2002). "Influence of yeast culture on ruminal microbial metabolism in continuous culture." J Dairy Sci. **85**(8)(Aug): 2009-14.
- Mir, Z. and P. S. Mir (1994). "Effect of the addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets and on feed digestibility and in situ degradability." J Anim Sci **72**(3)(Mar): 537-45.
- 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 *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants." J. Nutr. **76**(249-261).
- NRC (1989). Nutrient Requirements of Dairy Cattle. (National Research Council). N. A. Press. Washington.
- NRC (2003). (National Research Council). .
- Oeztuerk, H., B. Schroeder, et al. (2005). "Influence of living and autoclaved yeasts of *Saccharomyces boulardii* on in vitro ruminal microbial metabolism." J. Dairy Sci. **88**(7)(Jul): 2594-600.
- Payne, R. L. and L. L. Southern (2005). "Comparison of inorganic and organic selenium sources for broilers." Poult Sci. **84**(6)(Jun): 898-902.
- Pherson, B., K. Ortman, et al. (1999). "The influence of dietary selenium as selenium yeast or sodium selenite on the concentration of selenium in the milk of Suckler cows and on the selenium status of their calves." J. Anim Sci **77**(12)(Dec): 3371-3376.
- Phillips, W. A. and D. L. von Tungeln (1985). "The effects of yeast culture on the post stress performance of feeder calves." Nutr. Rep. Int. **32**: 287–293.
- Pichilingue Valladares, N. C. (1994). Uso de probióticos en la marrana y su camada durante el período pre-parto, lactación y post-destete. Departamento de Nutrición. Tesis. Lima (Peru). Facultad de Zootecnia. , Universidad Nacional Agraria La Molina, : 98 p.
- Piva, G., S. Belladonna, et al. (1993). "Effects of Yeast on Blood Components, Dairy Cow Performance, Ruminal Fermentation, and Milk Manufacturing Properties'." J Dairy Sci **76**: 2717-2722.
- Raeth-Knight, M. L., J. G. Linn, et al. (2007). "Effect of Direct-Fed Microbials on Performance, Diet Digestibility, and Rumen Characteristics of Holstein Dairy Cows." J. Dairy Sci. **90**: 1802–1809.
- Robinson, P. H. and J. E. Garrett (1999). "Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on adaptation of cows to postpartum diets and on lactational performance." J Anim Sci **77**: 988-999.

- Rodríguez, G. F. and L. G. Llamas (1990). Digestibilidad, balance de nutrimentos y patrones de fermentación ruminal. Manual de técnicas de investigación en producción animal en México, A.C. . México, D.F: 95-126.
- Rowntree, J. E., G. M. Hill, et al. (2004). "Effect of Se on selenoprotein activity and thyroid hormone metabolism in beef and dairy cows and calves." J.Anim Sci. **82(10)**(Oct): 2995-3005.
- Shyam, S. P., D. N. Kamrab, et al. (2004). "Effect of anaerobic fungi on in vitro feed digestion by mixed rumen microflora of buffalo." Reprod. Nutr. Dev **44**: 313–319.
- Sohn, H. J. and M. K. Song (1996). "Effect of feeding yeast diets on the ruminal fermentation characteristic and whole tract digestibility by sheep. ." Korean J. Anim. Sci. **38**: 578-588.
- Spears, J. W. (2003). "Trace mineral bioavailability in ruminants." J.Anim Sci **133(5 Suppl 1)**(May): 1506S-9S.
- Suarez, B. J., C. G. Van Reenen, et al. (2006). "Effects of Supplementing Concentrates Differing in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: I. Animal Performance and Rumen Fermentation Characteristics." J. Dairy Sci. **89**: 4365–4375.
- 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.
- Thurnham, D. I. (1997). "Micronutrients and immune function: some recent developments." J.Clin Pathol **50(11)**: 887-891.
- Ullrey, D. E. (1992). "Basis for regulation of selenium supplements in animal diets." J.Anim Sci **70(12)**(Dec): 3922-3927.
- Wang, Y., T. A. McAllister, et al. (2001). "Effects of an exogenous enzyme preparation on microbial protein synthesis, enzyme activity and attachment to feed in the Rumen Simulation Technique (Rusitec)." British Journal of Nutrition **85**: 325-332.
- Weber, G. G. (1995). Micronutrientes e inmunidad. XI Curso de especialización FEDNA, Barcelona, 7 y 8 de Noviembre

- Weiss, W. P. and a. J.S.Hogan. (2005). "Effect of selenium source on selenium status, neutrophil function, and response to intramammary endotoxin challenge of dairy cows. *J Dairy Sci.* ." **88(12)**(Dec): 4366-74.
- Weiss, W. P., D. A. Todhunter, et al. (1990). "Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin E on periparturient dairy cows." *J Dairy Sci.* **73(11)**(Nov): 3187-3194.
- Williams, P. E. V., C. A. G. Tait, et al. (1991). "Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers." *J Anim Sci.* **69(7)**(Jul): 3016-26.
- Wohlt, J. E., A. D. Finkelstein, et al. (1991). "Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility, and performance by dairy cattle during early lactation." *J. Dairy Sci* **74**: 1395-8.
- Yañez Ruiz, D. R., A. I. Martín García, et al. (2004). "Ruminal fermentation and degradation patterns, protozoa population and urinary purine derivatives excretion in goats and wethers fed diets based on olive leaves." *J. Anim. Sci.* **82**: 3006–3014.
- Yoon, I. K. and M. D. Stern (1996). "Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows." *J Dairy Sci* **79(3)**( Mar): 411-417.