

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**



**Conducta sexual de machos caprinos suplementados  
con *Saccharomyces cerevisiae***

**TESIS**

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**PRESENTA:**

Eleazar Neftali Salazar Camarillo

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dr. Juan González Maldonado**

Ejido Nuevo León, Mexicali, BC, México

Junio de 2024

La presente tesis “**CONDUCTA SEXUAL DE MACHOS CAPRINOS SUPLEMENTADOS CON SACCHAROMYCES CEREVISIAE**” fue realizada por Eleazar Neftali Salazar Camarillo y dirigida por el Dr. Juan González Maldonado, ha sido evaluada y aprobada por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

**Consejo particular**

**DIRECTOR**

\_\_\_\_\_

Dr. Juan González Maldonado

**SINODAL**

\_\_\_\_\_

Dr. Saúl Hernández Aquino

**SINODAL**

\_\_\_\_\_

Dr. Jesús Santillano Cázares

## ÍNDICE

Sección	Página
I. AGRADECIMIENTOS .....	iv
II. DEDICATORIA.....	v
III. ÍNDICE DE CUADROS .....	vi
IV. ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
V. LISTA DE SÍMBOLOS / NOMENCLATURA.....	viii
VI. RESUMEN .....	ix
VII. ABSTRACT .....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	2
2.2. Suplementación de levadura en rumiantes de interés zootécnico .....	3
2.3. Suplementación de levadura en caprino.....	5
2.4. Suplementación de levadura en aspectos reproductivos de rumiantes .....	7
2.5. Aspectos reproductivos del macho caprino .....	9
2.6. Comportamiento sexual del macho caprino.....	10
2.7. Factores que afectan el comportamiento reproductivo del macho caprino .....	11
2.8. Reguladores hormonales del comportamiento sexual del macho.....	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. HIPÓTESIS.....	18
5. OBJETIVO .....	18
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
6.1 Localización del área de estudio.....	19
6.2 Unidades y diseño experimental.....	19
6.3 Alimentación y alojamiento de las unidades experimentales.....	20
6.4 Variables de respuesta .....	20
6.5 Análisis estadístico .....	21
7. RESULTADOS.....	22

8. DISCUSIÓN .....	29
9. CONCLUSIÓN .....	33
10. LITERATURA CITADA.....	34

## I. AGRADECIMIENTOS

Le agradezco al **INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**, por darme los conocimientos requeridos en todo mi proceso como estudiante de licenciatura. Siempre brindándome un espacio donde pude realizar distintas actividades, contribuyendo en mi proceso de formación profesional.

Al Dr. **JUAN GONZALEZ MALDONADO**, por siempre brindarme su apoyo y su confianza total, durante mi estancia en el instituto.

.

## II. DEDICATORIA

A **DIOS** por darme la vida y guiarme en el camino. Por nunca soltarme en los momentos que necesite, cuando sentía que había una barrera que no podía cruzar, estuvo ahí para apoyarme y demostrarme que camina junto conmigo y yo con él. Me siento profundamente agradecido porque me dio salud necesaria para estar todos los días de pie en la universidad, sin duda, es por su gran misericordia y gracia hacia mí.

A mis **PADRES**, por ser personas incondicionales, demostrándome a cada momento su amor y cariño para mí. Siempre poniéndome como prioridad en sus vidas, por darme las herramientas y el sustento para poder culminar esta bella etapa de la universidad. Son personas muy especiales, mi ejemplo a seguir por todo lo que han logrado a lo largo de sus vidas. Esto es para ustedes, sé que están orgullosos de mí y esta es una manera de expresar mi agradecimiento y regresarles un poco de lo mucho que me han dado. Gracias por todo, papás, los amo con todo mi corazón.

A mis **HERMANAS**, por estar en los momentos que estaba pasando por dificultad y me escuchaban. Son de gran importancia en mi vida, siempre animándome a ser una buena persona y un buen estudiante, quiero expresarles mi cariño a través de estas palabras, este trabajo también es para ustedes, la amo.

### III. ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
Cuadro 1	Aspectos reproductivos del macho caprino	10
Cuadro 2.	Efecto del periodo experimental sobre el valor de las variables de comportamiento sexual en machos caprinos suplementados (LSC) o no (Control) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	22
Cuadro 3	Efecto del periodo experimental sobre el valor de las variables de comportamiento sexual en machos caprinos suplementados (LSC) o no (Control) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	23

#### IV. ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
Figura 1	Número de intentos de monta de machos cabríos suplementados (línea solida) o no (línea punteada) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	24
Figura 2	Número de olfateos de machos cabríos suplementados (línea solida) o no (línea punteada) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	25
Figura 3	Número de vocalizaciones de machos cabríos suplementados (línea solida) o no (línea punteada) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	25
Figura 4	Número de reflejos de flehmen de machos cabríos suplementados (línea solida) o no (línea punteada) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	26
Figura 5	Número de exteriorizaciones del pene en machos cabríos suplementados (línea solida) o no (línea punteada) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	27
Figura 6	Tiempo dedicado a la exploración por machos cabríos suplementados (línea solida) o no (línea punteada) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	28
Figura 7	Tiempo de respuesta en machos cabríos suplementados (línea solida) o no (línea punteada) con levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	28

## V. LISTA DE SÍMBOLOS / NOMENCLATURA

kg	Kilogramo
g	Gramo
s	Segundos
LSC	Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
mg	Miligramo
ml	Mililitro
°C	Grados Celsius
d	Día

## VI. RESUMEN

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* tiene efectos benéficos sobre la actividad metabólica de los animales de interés zootécnico, pero se desconoce su efecto sobre variables de comportamiento reproductivo del macho caprino. Por tanto, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el efecto de la suplementación de levadura sobre el comportamiento reproductivo de machos caprinos expuestos a hembras. Las unidades experimentales (10 machos caprinos de la raza Boer) fueron asignados a uno de dos tratamientos: Control y suplementados con levadura (LSC) en un diseño cruzado (dos periodos de ocho semanas). Los machos fueron expuestos a cabras, y se determinó el número de olfateos, intentos de montas, vocalización, reflejos de flehmen, tiempo de respuesta y exteriorizaciones del pene. El número de olfateos fue menor ( $p < 0.05$ ) en el grupo LSC que en el control. El efecto del periodo afectó significativamente ( $p < 0.05$ ) a las variables número de olfateos, intentos de montas, vocalización, reflejos de flehmen y exteriorizaciones del pene, obteniéndose los mayores valores en el periodo 1 en comparación con el periodo 2. En conclusión, los machos cabríos suplementados con levadura *Saccharomyces cerevisiae* muestran un menor número de olfateos cuando son expuestos a un grupo de hembras en anestro, en comparación con el grupo de machos no suplementados. El número de intentos de montas, vocalizaciones, reflejos de flehmen, tiempo de respuesta y exteriorizaciones del pene no son afectados por la suplementación de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en machos cabríos.

**Palabras clave:** comportamiento, levadura, semental, suplementación.

## VII. ABSTRACT

The *Saccharomyces cerevisiae* yeast supplementation has shown positive effects on the metabolic activity of farm animals, but it is unknown whether it affects goat buck sexual behavior. Therefore, the objective of the present research work is to evaluate the effect of yeast supplementation on traits of reproductive behavior in goat bucks exposed to female goats. The experimental units (10 Boer goat bucks) were assigned to one of two treatments: Control and yeast supplementation (LSC) in a crossover design (two periods of eight weeks). The bucks were exposed to a group of goats, and the number of sniffs, mount attempts, vocalization, flehmen reflex, time response, and penis exteriorization was recorded. The number of sniffs was lower ( $p < 0.05$ ) in the LSC than in Control group. The effect of period significantly affected ( $p < 0.05$ ) the number of sniffs, mount attempts, vocalizations, flehmen reflex, and penis exteriorizations; the highest values were obtained in period 1 in comparison con period 2. In conclusion, the goat bucks supplemented with *Saccharomyces cerevisiae* yeast show a lower number of sniffs after being exposed to a group of anestrous goats, in comparison to a group of males not supplemented with yeast. The number of mount attempts, vocalization, flehmen reflex, time response, and penis exteriorization were not affected by *Saccharomyces cerevisiae* yeast supplementation.

**Key words:** behavior, yeast, stud, supplementation.

## 1. INTRODUCCIÓN

El buen desempeño sexual del macho es fundamental para incrementar la eficiencia productiva de las unidades de producción. Existen varios factores que pueden alterarlo, tales como la raza del animal (Sicilia *et al.*, 2007), la estación del año (Ponce-Covarrubias *et al.*, 2023), la jerarquía social (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018) y la nutrición (Delgadillo *et al.*, 2021). Este último factor es el que será estudiado en el presente trabajo de investigación.

La manipulación de la actividad metabólica y reproductiva del animal se puede lograr mediante la suplementación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*). Esta levadura es de distribución mundial, y en el medio de producción animal es conocida por su capacidad de aumentar la productividad del animal por medio de mejorar la actividad metabólica del mismo (Suárez Machín & Guevara Rodríguez, 2017). En caprinos se sabe que la suplementación de esta levadura mejora la digestibilidad de la materia seca (Xue *et al.*, 2022), la conversión alimenticia (Kamal *et al.*, 2013) y las ganancias de peso (Zhang *et al.*, 2023).

En el ámbito reproductivo, la suplementación de animales con esta levadura ha mostrado ser efectiva en mejorar la producción de hormonas relacionadas con la fertilidad y gestaciones en las hembras (Nasiri *et al.*, 2018). Sin embargo, el estudio de los efectos de la suplementación de la levadura, sobre aspectos reproductivos del macho, ha recibido poca atención, y los resultados obtenidos hasta el momento no son conclusivos (dos Santos *et al.*, 2018; Emmanuel *et al.*, 2019). Por lo que se desconoce si realmente la suplementación de la levadura puede manipular aspectos reproductivos del macho.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

Las levaduras son de distribución mundial, fueron descubiertas hace más de 100 años, y desde entonces se han descubierto más de 1500 especies, las cuales se pueden clasificar en dos categorías principales: convencionales (emparentadas con *S. cerevisiae*) y las no convencionales (Onyema *et al.*, 2023). La levadura es de distribución mundial, se le puede encontrar de manera natural en el sistema digestivo de insectos, en las cascaras de las frutas, en la madera del roble, y el suelo. Históricamente, las levaduras se han utilizado ampliamente en la elaboración de pan, vinos, cerveza y bioetanol (Coronel & Valdez, 2018). Actualmente, las levaduras se comercializan a nivel mundial, con un valor estimado de 3.9 billones de dólares, el mercado está controlado por Estados Unidos, Alemania y China (Onyema *et al.*, 2023).

La levadura *S. cerevisiae* es un microorganismo microscópico, pertenece al reino de los hongos, está constituida por una célula eucariótica, con capacidad de reproducción sexual y asexual; en condiciones favorables puede reproducirse cada 90 minutos por medio de un proceso conocido como gemación (Duina *et al.*, 2014). Además, puede adaptarse a condiciones aerobias y anerobias, lo cual la hace ser un organismo con una gran capacidad de adaptación (Ballet *et al.*, 2023). Su nombre proviene de los vocablos *Saccharo* (azúcar) *myces* (hongo) y *cerevisiae* (cerveza), esta obtiene su energía a partir de la glucosa (Suárez-Machín *et al.*, 2016)

La *S. cerevisiae* está formado por 12 mega bases y 600 genes, se le conoce como la levadura del panadero o del cervecero (Ballet *et al.*, 2023). Se considera dentro del género *Sacharomyces*, la especie *cerevisiae* es una de las más termorresistentes, el rango de temperatura en el que esta levadura se desarrolla oscila entre 32 a 45.4 °C, lo cual es más amplio que el de la especie *S. cariocanus*, la cual se desarrolla mejor en un rango de temperatura de 28.8 a 41 °C (Salvadó *et al.*, 2011). Además, la *S. cerevisiae* es conocida por su capacidad para capturar metales pesados, tales como plomo, mercurio, cadmio, cromo y arsénico (Ballet *et al.*, 2023)

## **2.2. Suplementación de levadura en rumiantes de interés zootécnico**

La gran disponibilidad de la levadura *S. cerevisiae* en el mercado ha hecho posible que se cuente con remanentes industriales para la alimentación de animales de interés zootécnico, aparte de que esta levadura ofrece un elevado valor proteico (45%), ha mostrado ser benéfica en la nutrición de rumiantes, ya que tiene la capacidad de mejorar el ambiente ruminal, al disminuir la cantidad de oxígeno disponible, lo que supone un mejor medio para el crecimiento de bacterias celulolíticas (Suárez Machín & Guevara Rodríguez, 2017).

En bovinos, la suplementación de 100 g d<sup>-1</sup> incrementó la calidad de leche producida, principalmente al aumentar el contenido de grasa (3.73 vs 3.50%) y proteínas (4.18 vs 4.00%) (Narváez Herrera *et al.*, 2021). Además, en otro estudio, la suplementación de levadura (10 g día<sup>-1</sup>) a vacas resultó en un incremento de 165 l de leche al día 105 de la lactancia (Rivas *et al.*, 2008). Lo anterior puede ser explicado por los efectos de la levadura a nivel ruminal, tales como estabilización del pH, incremento en la producción de ácidos grasos, lo que permite al animal incrementar la digestibilidad del alimento consumido, y por consiguiente dirigir una mayor cantidad de energía a la producción láctea (Rivas *et al.*, 2008).

En becerros predestete y corderos en engorda, la suplementación con levadura, 0.3% y 1 g kg<sup>-1</sup>) no fue efectiva en incrementar las ganancias de peso, o la conversión alimenticia. Sin embargo, si se observaron efectos positivos sobre el color de la carne por efecto de la inclusión de levadura en la ración de los animales (Jesús Omar *et al.*, 2018; Mariezcurrena-Berasain *et al.*, 2019). En bovinos de engorda, la inclusión de 20% de levadura mostró ser efectiva en incrementar las ganancias de peso (Choque, 2020).

En otro estudio llevado a cabo en ovinos de engorda, la incorporación de 10 g kg<sup>-1</sup> de alimento terminado incrementó las ganancias de peso (260 vs 310 g día<sup>-1</sup>), el consumo de alimento (1.44 vs 1.64 kg día<sup>-1</sup>) y la conversión alimenticia (5.96 vs 5.63), en comparación con los animales, cuya dieta no incluyó a la levadura (Barragán *et al.*, 2009). La mejora en el desempeño productivo de los corderos en este último estudio puede estar justificada por la inclusión de una dosis alta de la levadura en la ración, o bien por una mejora en la degradabilidad de la materia seca consumida por el animal (63 vs 68%) (Barragán *et al.*, 2009). Otros investigadores han reportado que el efecto de la levadura sobre el desempeño productivo de corderos sigue una respuesta cuadrática. Al respecto, las mayores ganancias de peso (340 g día<sup>-1</sup>) y conversiones alimenticias (5.6) se observaron en corderos suplementados con 5 g día<sup>-1</sup>, en comparación con aquellos suplementados con 3 y 10 g día<sup>-1</sup> de levadura *S. cerevisiae* (Gloria-Trujillo *et al.*, 2022). En contraste con lo anterior, la suplementación de 3 a 5 g día<sup>-1</sup> de la levadura, no afectó las ganancias de peso, ni las características de la canal de corderos en engorda (Trujillo *et al.*, 2014). Las discrepancias entre estudios pueden deberse a la naturaleza de la dieta utilizada, o bien a la cepa que se eligió en cada estudio.

### 2.3. Suplementación de levadura en caprino

La incorporación de 0.6% de *S. cerevisiae* en la ración de cabras produjo un incremento en la producción de ácidos grasos volátiles, así como en la digestibilidad de la materia seca, fibra detergente ácido y neutro, lo cual estuvo asociado con un aumento en el consumo de alimento y las ganancias de peso (Xue *et al.*, 2022). De manera similar, en un estudio con cabritos, la suplementación (por 120 días) de  $5.6 \times 10^9$  células<sup>-1</sup> cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, mejoró las ganancias de peso (35 vs 48 g d<sup>-1</sup>), la conversión alimenticia (8.89 vs 7.65), pero incrementó la producción de ácidos grasos volátiles (4.46 vs 5.79 mmol dl<sup>-1</sup>) (Kamal *et al.*, 2013).

Se cree que el efecto positivo de la levadura sobre el desempeño productivo de los caprinos se debe a la modificación de la actividad metabólica a nivel ruminal. En este sentido, la suplementación de cabritas con 3 g día<sup>-1</sup> de levadura incrementó la población de bacterias que degradan celulosa, redujo la producción de NH<sub>3</sub> y de nitrógeno ureico en sangre, y produjo un aumento en las concentraciones sanguíneas de glucosa, lo que fue acompañado por mayores ganancias de peso (Zhang *et al.*, 2023). Se cree que la levadura estimula el crecimiento de las bacterias que utilizan lactato, el uso de esta materia prima favorece una reducción del pH ruminal, lo que favorece el desarrollo de las bacterias que degradan forraje. Además, el uso de lactato producirá un aumento en las concentraciones de propionato, el cual será utilizado en el hígado del animal para la síntesis de glucosa, lo que a su vez implicará más energía disponible, y un mejor desempeño del animal (Pimentel *et al.*, 2022).

El efecto de la levadura sobre el pH ruminal es controversial. En un estudio, la suplementación de *S. cerevisiae* ( $5.6 \times 10^9$  células<sup>-1</sup> cabeza<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) no afectó el pH del rumen en cabritos (6.92 vs 6.99, para los grupos control y suplementado) (Kamal *et al.*, 2013). Sin embargo, la suplementación de 3 g

animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> redujo el valor de esta variable, pero solo en uno de los días del muestreo (30 días posteriores al inicio de la suplementación) (Zhang *et al.*, 2023). Por el contrario, la suplementación de 3 y 6 g animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> redujo el pH a las 3 h post-alimentación (6.40 vs 6.47 vs 6.55 para los grupos control y los suplementados con 3 y 6 g de levadura, respectivamente).

En cabras lecheras, la suplementación de 5 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> de levadura produjo incrementos significativos en el porcentaje de proteína (2.83 vs 29.95%), de lactosa (4.15 vs 4.33%), así como en la producción diaria de leche (1.82 vs 1.98) en comparación con las cabras no suplementadas con la levadura (Ma *et al.*, 2020). Esto puede deberse al incremento en la digestibilidad de la materia seca de la dieta, principalmente de forrajes, lo que pudiera incrementar la disponibilidad de la materia prima para la síntesis de grasa y glucosa (acetato y propiónico a nivel ruminal) (Ma *et al.*, 2020). En otro estudio con cabras lecheras, en el cual se evaluó la suplementación de 0.2 g animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, se reportó que aún a este bajo nivel de suplementación, la incorporación de la levadura al régimen alimenticio de las cabras es efectiva en producir aumentos en el consumo de alimento (2.71 vs 2.35 kg d<sup>-1</sup>), en la producción diaria de leche (2.38 vs 2.08 kg d<sup>-1</sup>), pero redujo el contenido de grasa en leche (4.46 vs 4.32%), y no se encontraron efectos significativos, por efecto de la suplementación de levadura, en el contenido de proteína o lactosa en leche (Stella *et al.*, 2007).

En un meta-análisis se abordó el impacto que tiene la suplementación de levadura sobre aspectos productivo de cabritos en crecimiento y se obtuvieron los siguientes resultados: la suplementación de levadura es efectiva en incrementar las ganancias diarias de peso, el efecto que tiene su suplementación sobre el consumo de alimento no resultó significativo, pero se observan incrementos significativos en las concentraciones sanguíneas de

glucosa, y de ácidos grasos volátiles a nivel ruminal, así como en las concentraciones de glóbulos blancos (Ogbuewu & Mbajjorgu, 2023).

#### **2.4. Suplementación de levadura en aspectos reproductivos de rumiantes**

El efecto de la suplementación de *S. cerevisiae* sobre aspectos reproductivos de la hembra y el macho han sido estudiados en los animales de interés zootécnico. En ovejas, se suplementó la levadura ( $10 \text{ g oveja}^{-1} \text{ d}^{-1}$ ), dos semanas antes y tres semanas después del empadre. Los resultados de este estudio mostraron que las ovejas suplementadas presentaron mayores concentraciones de estradiol al momento del celo, y de progesterona, después del empadre. Además, la tasa de partos gemelares fue mayor (36 vs 9%), y el peso promedio de las crías (3.99 vs 4.96 kg) fueron mayores en las ovejas que fueron suplementadas con levadura, en comparación con las del grupo no suplementadas (Ahmadzadeh *et al.*, 2018). De manera similar, la suplementación de levadura ( $0.2 \text{ g kg}^{-1}$  de peso vivo) a cabras, por un periodo de 45 días, resultó en un incremento en la producción de progesterona ( $5.71 \text{ vs } 10.41 \text{ pg ml}^{-1}$ ), así como en un aumento en el tamaño de la camada ( $1.33 \text{ vs } 1.60$  corderos) en comparación con las cabras no suplementadas. (Shareef *et al.*, 2021).

En un experimento en vacas con estrés calórico, la suplementación diaria de 4 g de levadura por animal, comenzando 21 días antes del parto hasta ocho semanas postparto, se encontró que su suplementación incrementó las concentraciones sanguíneas de estradiol ( $26.8 \text{ vs } 28.7 \text{ pg dl}^{-1}$ ) durante la fase del estro, y las de progesterona ( $3.54 \text{ vs } 5.01 \text{ ng dl}^{-1}$ ) durante la fase del diestro. Además, se reportaron mayores concentraciones del glucosa ( $41.0 \text{ vs } 48.3 \text{ mg dl}^{-1}$ ), inulina ( $0.23 \text{ vs } 0.90 \text{ mg dl}^{-1}$ ) e IGF-I ( $107 \text{ vs } 140 \text{ mg dl}^{-1}$ ) en vacas suplementadas con la levadura, lo que en general resultó en un mayor número de vacas gestantes en el grupo suplementado con levadura, en comparación

con las vacas del grupo control (55 vs 70%) (Nasiri *et al.*, 2018). Lo anterior es contradictorio con lo reportado en otro estudio llevado a cabo también con vacas lecheras (Sauls-Hiesterman *et al.*, 2021), en el cual no se encontraron efectos significativos en el desempeño reproductivo de vacas suplementadas con levadura. Las diferencias entre estudios pueden deberse a la dosis de levadura utilizada (4 vs 10 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>).

En referencia a los estudios que se han llevado a cabo, durante la evaluación del desempeño reproductivo de machos en respuesta a la suplementación de levadura, es poca la información disponible. En un estudio en conejos, la suplementación de los sementales con levadura (0.3 a 0.6 g d<sup>-1</sup> animal<sup>-1</sup>), por un periodo de 51 días, afectó de manera negativa el desempeño reproductivo de los sementales, observándose una reducción en la concentración espermática (390 vs 143 vs 259 millones de células espermáticas por cada mililitro de semen eyaculado, en los grupos control, y suplementados con 0.3 y 0.6 g de levadura, respectivamente) (Besseboua & Ayad, 2021). Resultados similares fueron reportados en gallos suplementados con levadura, en el cual los autores suponen que la disminución en la calidad de la muestra seminal, se debe a un incremento de la carga bacteriana observada en gallos suplementados con levadura (dos Santos *et al.*, 2018).

Contrario a los resultados anteriores en sementales, otros investigadores han reportado que la inclusión de *S. cerevisiae* en la dieta, a razón de 0.12 g kg<sup>-1</sup> de alimento, incrementa la concentración espermática a nivel de epidídimo (5.89 vs 7.28 mil millones de células espermáticas por mililitro de eyaculado), así como el porcentaje de espermatozoides motiles (70 vs 80%) y vivos (89 vs 94%), en comparación con los animales no suplementados (Emmanuel *et al.*, 2019). Esto pudiera deberse a que la levadura ejerce un efecto protector/antioxidante a nivel de células espermáticas, o bien a su capacidad para estimular la proliferación de las células testiculares (Emmanuel *et al.*, 2019). En ovinos, la suplementación de la levadura (10 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>, por 80

días) también fue efectiva en incrementar la producción de espermatozoides (2036 vs 2296 millones de células espermáticas por mililitro de eyaculado), y mejoró la motilidad masal del eyaculado (1.91 vs 3.70) en comparación con los animales no suplementados con la levadura; los autores sugieren que el efecto benéfico de la levadura sobre el desempeño reproductivo de los sementales pudiera deberse a una mejora del estado antioxidante del animal, así como a un aumento en la digestibilidad de la ración ofrecida (Ben Saïd *et al.*, 2022).

## **2.5. Aspectos reproductivos del macho caprino**

Las primeras montas (montas primarias) pueden observarse tan pronto como los 3.5 meses de edad. Estas se caracterizan por la ausencia de eyaculados (Peixoto *et al.*, 2018). Los primeros eyaculados con espermatozoides comienzan a presentarse a medida que se establece la espermatogénesis, producción de espermatozoides. La cual da inicio entre los 70 a 84 días de edad, y tiene una duración promedio de 47 días (Skinner, 1970). A medida que el semental aumenta su edad, también lo hace su desarrollo testicular y la producción de espermatozoides. Al respecto, el peso testicular y la producción de espermatozoides se incrementan de 38 g y  $0.1 \times 10^9$  espermatozoides  $\text{ml}^{-1}$  a 252 g y  $67.1 \times 10^9$  espermatozoides  $\text{ml}^{-1}$  de los 140 a 196 días de edad (Skinner, 1970).

Los machos caprinos suelen alcanzar la pubertad a una edad de entre 4 a 6 meses de edad, o cuando alcanzan el 60% de su peso corporal. A partir de este momento pueden ser utilizados para prácticas reproductivas, aunque algunos recomiendan esperar hasta que alcancen al menos los 17 meses de edad (Cadena-Villegas *et al.*, 2021). Otras características reproductivas del macho caprino se pueden observar en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Aspectos reproductivos del macho caprino\***

<b>Característica reproductiva</b>	<b>Valor</b>
Peso testicular (g)	101
Densidad del volumen del parénquima testicular (%)	
Túbulos seminíferos	87.7
Túnica propia	3.0
Epitelio	75.4
Lumen	9.3
Compartimento intertubular	12.3
Células de Leydig	1.4
Tejido conectivo	8.0
Vasos sanguíneos	2.2
Vasos linfáticos	0.7
Diámetro tubular ( $\mu\text{m}$ )	237

\*Tomado de (Leal *et al.*, 2004)

## **2.6. Comportamiento sexual del macho caprino**

El macho caprino sigue un patrón de comportamiento sexual característico, en el cual se pueden observar autofelación, esparcimiento de orina en su zona ventral y barba, vocalización, olfateo, manoteo y despliegue del reflejo de flehmen (Sicilia *et al.*, 2007).

La vocalización es una parte importante del comportamiento sexual del macho caprino, el sonido es característico de la especie, y por sí solo es capaz de inducir el comportamiento del celo en las cabras. En una prueba, la exposición de 6 cabras al sonido emitido por un semental indujo el celo en 5 de ellas (J. Alberto Delgadillo *et al.*, 2006).

En el macho cabrío, la muestra de atracción hacia una hembra inicia proporcionando patadas delanteras, o manoteos, vocalizaciones e intentos de monta y montas falsas (sin penetración). Una característica del macho caprino es que antes o después del primer acercamiento a la hembra, este suele realizar el auto marcaje (orinare el tres anterior, barba y cara). Esto es seguido por el reflejo de flehmen (posición que adopta el macho, y que se caracteriza por presentar una posición rígida, con la cabeza y labio superior levantada en respuesta al olor de la orina o la hembra) (Espinosa Cervantes *et al.*, 2013). Por otra parte, el semental responde a una cabra en celo mediante el olfateo y lamido del área ano-genital.

El cortejo de la hembra puede durar de 1 a 10 minutos, mientras que la monta y penetración lleva de 2 a 9 segundos. Los machos pueden llegar a realizar de 2 a 20 montas en un día (Corneliu GASPAR *et al.*, 2023). La monta inicia con la penetración de la hembra y la presencia del golpe de riñón (penetración inicial de la vulva por el pene del macho, seguido de un fuerte empujo por parte del macho hacia la dirección craneal, acompañado con la penetración completa y la eyaculación) (Silvestre *et al.*, 2012).

## **2.7. Factores que afectan el comportamiento reproductivo del macho caprino**

La raza del macho caprino es uno de los factores conocidos por alterar el patrón de comportamiento sexual del semental. Por ejemplo, en una comparación entre las razas Majarero, Tinerfeño y Palmero, se observó que durante la exposición de los sementales a una hembra estrogenizada, los sementales de la raza Palmero desplegaban el reflejo de flehmen (18.5 vs 10.4 vs 10.4, para las razas Palmero, Majareño y Tinerfeño, respectivamente) y manoteo (26.9 vs 11.5 vs 16.9, para las razas Palmero, Majareño y Tinerfeño, respectivamente) en un mayor número de ocasiones que los animales de las otras razas (Sicilia *et al.*, 2007). En otro estudio, los machos de la raza Nubia mostraron ser sexualmente más activos (llevar a cabo la vocalización, olfateo

y eyacular más rápido), cuando eran expuestos a hembras en celo, que los machos de la raza Damasco. De acuerdo a los autores, estas diferencias pueden estar estrechamente relacionadas con los niveles de testosterona de cada raza (Darwish & Mahboub, 2011).

El fotoperiodo y la disponibilidad de forraje son otros de los factores conocidos por afectar el patrón de comportamiento normal del semental caprino. En machos caprinos de la raza Boer se observó una disminución en el olfateo, reflejo de flehmen, intentos de monta y esparcimiento de orina en el mismo animal durante los meses de noviembre a mayo, mientras que la intensidad del olor y el diámetro de la circunferencia escrotal obtuvieron sus valores más bajos durante los meses octubre a diciembre (Ponce-Covarrubias *et al.*, 2023).

Lo anterior está relacionado con que la época reproductiva de los caprinos en México, la cual se presenta entre los meses de mayo a diciembre. Al respecto, machos estimulados con fotoperiodo controlado (exposición del animal a 16 horas luz y 8 de oscuridad), para presentar comportamiento sexual durante la época de anestro, mostraron un mayor número de olfateos, inspecciones, intentos de montas y montas después de ser expuestos a cabras en anestro (Véliz Deras *et al.*, 2004). Esto se debe a que la simulación de un fotoperiodo, similar al de la época reproductiva, estimula la secreción de testosterona, la cual aumenta la libido y la expresión del comportamiento sexual de caprino. De hecho, esta hormona es capaz de inducir un comportamiento parecido al macho en cabras, cuando estas son inyectadas con 100 mg de propionato de testosterona (Rojero *et al.*, 2016). La disminución en la intensidad del olor y circunferencia escrotal se debe principalmente a la disponibilidad de forraje, ya que durante los meses de octubre a diciembre se observa una reducción drástica en disponibilidad de alimento para los animales (Ponce-Covarrubias *et al.*, 2023).

La nutrición es un factor conocido por afectar el comportamiento reproductivo del macho cabrío. Se sabe que la suplementación de 600 g animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, incrementó el número de veces que los machos se aproximaban a las hembras con la intención de estimularlas (presencia de manoteo y vocalización) (114 vs 540) en comparación con los machos no suplementados (Delgadillo *et al.*, 2021). Esto puede deberse a una disminución en el libido del animal, ya que se ha demostrado que los sementales caprinos sub-alimentados (50% de su dieta de mantenimiento) muestran un menor peso corporal, reducida circunferencia escrotal, menor intensidad del olor, y son más tardados en estimular el comportamiento del celo (9.5 vs 2.5 días), posiblemente debido a que muestran un menor interés por las hembras (136 vs 307 acercamientos hacia las cabras) en comparación con sementales bien alimentados (dieta que proporciona 1.5 de sus requerimientos de mantenimiento) (Delgadillo *et al.*, 2020).

Los cuernos pueden o no estar presentes en los sementales caprinos. Se han reportado diferencias en el comportamiento sexual de los machos por efecto de la presencia o ausencia de cuernos. Por ejemplo, los machos con cuernos presentan un mayor tiempo de latencia (periodo que transcurre entre la presentación del macho a la hembra, y presencia de la primera monta) (2.5 vs 0.6 minutos), mayor número de montas (15 vs 5), y un mayor tiempo de reacción (periodo que transcurre entre la presentación del macho a la hembra en celo, y la consumación del acto sexual) (5 vs 1.4 minutos) en comparación con los machos acornes (Karaca *et al.*, 2016). Lo anterior puede estar relacionado con la jerarquía del animal. Generalmente se asocia la presencia de cuernos con un mayor nivel jerárquico, y se conoce que los machos dominantes realizan más montas (6 vs 2), pero menos olfateos (2 vs 3), intentos de monta (2 vs 5) que los machos sumisos (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018).

Los machos de 15 meses de edad, aún sin experiencia sexual previa, son capaces de mostrar un comportamiento sexual normal y lograr porcentajes de gestaciones similares a las obtenidas en hembras expuestas a machos, de la misma edad, pero con experiencia sexual (Fernández *et al.*, 2018). De manera similar, otros investigadores no encontraron diferencias significativas en el desempeño reproductivo entre machos cabríos adultos y jóvenes (3.3 vs 1.5 años de edad) (Darwish & Mahboub, 2011). Sin embargo, esto no sucede cuando el umbral de las diferencias de edades se incrementa.

En general, los machos jóvenes tienen una mayor libido que los adultos. Esto puede ser evidenciado por el hecho de que los machos menores a un año de edad pueden realizar de 5 a 6 montas en una mañana, mientras que los adultos (6-5 años de edad) suelen montar de una a dos ocasiones por la mañana (Peixoto *et al.*, 2018).

## **2.8. Reguladores hormonales del comportamiento sexual del macho**

El comportamiento del macho es regulado por factores ambientales, metabólicos y hormonales. Dentro de este último, la testosterona es uno de los más conocidos, se sabe que las concentraciones de esta hormona siguen un patrón bien definido, observándose concentraciones elevadas durante la época reproductiva, y bajas durante la época de anestro (Obregón & Torres-Díaz, 2012). El efecto de la testosterona sobre el comportamiento del macho está bien definido desde la etapa fetal, en la cual esta hormona se encarga de estimular el desarrollo del tracto reproductivo del macho y de la masculinización del sistema nervioso (Mhaouty-Kodja *et al.*, 2019). Diferenciándose este último del de la hembra en que el del macho presenta un núcleo dimórfico de mayor tamaño (Granata *et al.*, 2012).

La testosterona suele ser utilizada para inducir el comportamiento característico del macho en hembras. En un estudio llevado a cabo con cabras, se demostró que la inyección de 100 mg de propionato de testosterona es efectiva en inducir el comportamiento del macho en cabras, pudiendo ser estas utilizadas para la detección hembras en celo (Martínez-Rojero & Reyna-Santamaría, 2018).

La oxitocina es una hormona producida en el núcleo paraventricular del hipotálamo, y liberada a la circulación general desde la hipófisis posterior; comúnmente se asocia a esta hormona con la hembra, por su efecto que tiene en estimular las contracciones uterinas y la bajada de la leche (Mondragón-Ceballos *et al.*, 2023). Sin embargo, esta juega un papel importante en la regulación de la actividad sexual del macho, principalmente en el eyaculado (Mondragón-Ceballos *et al.*, 2023). Estudios en ratones han demostrado que la administración de oxitocina incrementa la motivación sexual, observándose una disminución en el tiempo requerido entre la presentación de la hembra, la monta y la eyaculación. Además, se sabe que las concentraciones de esta hormona se incrementan significativamente después de la eyaculación (Oti *et al.*, 2021). En carneros, la inyección de 20 UI de oxitocina funciona como un vasodilatador, incrementando la irrigación testicular, así como la producción de hormonas esteroidales (estradiol y testosterona) (El-Shalofy & Hedia, 2021). En toros, la administración de la hormona oxitocina disminuye el tiempo requerido entre el masaje rectal y la obtención de la muestra de semen (Palmer *et al.*, 2004).

La vasopresina u hormona antidiurética es conocida por su función en la regulación del comportamiento sexual del macho, se sabe que concentraciones elevadas de esta hormona pueden estimular comportamientos agresivos en los machos, sobre todo durante el apareamiento, esto con el objetivo de repeler competidores. Además, la

vasopresina facilita la selección de la pareja en especies monógamas (Hiller, 2004). Otras de las funciones de esta hormona es que ayuda al macho a reconocer aspectos sexuales en la hembra (Zimmermann-Peruzatto *et al.*, 2015).

### 3. JUSTIFICACIÓN

La levadura *S. cerevisiae* ha sido ampliamente utilizada en la industria productora de alimentos y medicamentos, así como en los diferentes sistemas de producción animal. Su efectividad en incrementar la productividad animal, a través de estimular funciones metabólicas (incremento en la producción de ácidos grasos volátiles, y glucosa) que conllevan a un uso más eficiente de los insumos alimenticios, ha sido ampliamente demostrado (Suárez Machín & Guevara Rodríguez, 2017).

Sin embargo, existe un área de oportunidad en el área de la reproducción animal, ya que el efecto de la suplementación de levadura *S. cerevisiae* sobre la actividad reproductiva de los animales de interés zootécnico ha recibido poca atención, especialmente en lo que se refiere al macho. En general, se sabe que la suplementación con levadura *S. cerevisiae* mejora la actividad reproductiva de las hembras. Lo anterior al observarse un aumento en la producción de hormonas esteroidales, mayores porcentajes de gestación y prolificidad (Shareef *et al.*, 2021).

En el macho, los resultados de estudios que han tratado de evaluar el efecto de la suplementación de la levadura *S. cerevisiae* sobre aspectos reproductivos han sido contradictorios (dos Santos *et al.*, 2018; Emmanuel *et al.*, 2019). Por lo que continúa siendo necesario llevar a cabo trabajos de investigación que ayuden a clarificar el efecto de la levadura sobre la actividad reproductiva del macho. Específicamente sobre su comportamiento sexual, ya que este es uno de los primeros aspectos a evaluar durante la valoración reproductiva de los sementales.

El presente trabajo de investigación evalúa el efecto de la suplementación diaria de machos cabríos con una fuente comercial de levadura *S. cerevisiae*. La dosis de levadura que se utiliza, mostró ser efectiva en aumentar la concentración espermática de sementales caprinos durante un aprueba piloto. El diseño estadístico que se utiliza en el presente trabajo de investigación es el cruzado, debido al bajo número de unidades experimentales disponibles.

#### **4. HIPÓTESIS**

La suplementación de machos cabríos con la levadura *S. cerevisiae* incrementa su comportamiento sexual (número de olfateos, intentos de montas, vocalización, reflejos de flehmen, tiempo de respuesta y exteriorizaciones del pene) durante su exposición a hembras, en comparación con machos no suplementados.

#### **5. OBJETIVO**

Evaluar el efecto que tiene la suplementación de machos cabríos con levadura *S. cerevisiae* sobre su compartimiento sexual (número de olfateos, intentos de montas, vocalización, reflejos de flehmen, tiempo de respuesta y exteriorizaciones del pene) durante su exposición a hembras.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1 Localización del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la unidad de producción de caprinos “Los pequeños agricultores”, localizada en el Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California. Los animales utilizados en esta investigación fueron manejados de acuerdo a los lineamientos de bienestar animal del “*Canadian Council on Animal Care*” (CCAC, 2009). El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética y Evaluación de la Investigación y el Posgrado del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

### 6.2 Unidades y diseño experimental

Las unidades experimentales fueron 10 machos caprinos de la raza Boer con un peso y edad media de  $61.80 \pm 3.7$  kg y  $1.6 \pm 0.11$  años, respectivamente. Los machos fueron asignados a uno de dos tratamientos: Control ( $n=5$ ,  $1.66 \pm 0.10$  años de edad y  $61.0 \pm 5.0$  kg de peso vivo) y Levadura *S. cerevisiae* (LSC) ( $n=5$ ,  $1.56 \pm 0.10$  años de edad y  $62.0 \pm 1.94$  kg de peso vivo). Los animales del grupo Control no fueron suplementados con levadura, pero recibieron 30 g de trigo molido durante las tardes. Los animales del grupo LSC fueron suplementados con  $3 (2.0 \times 10^{10} \text{ CFU g}^{-1}) \text{ g}^{-1} \text{ d}^{-1} \text{ animal}^{-1}$  de levadura *S. cerevisiae* (ByWays®, Biotecap, México). La levadura fue mezclada con 27 g de trigo molido, y proporcionada a los animales durante las tardes.

El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño cruzado. Los animales permanecieron en sus respectivos grupos experimentales (Control y LSC) por ocho semanas; posteriormente, la suplementación de levadura se detuvo por dos semanas. Al terminar este periodo, los machos del grupo Control fueron cambiados al grupo LSC, y viceversa con los del grupo LSC, por otro periodo de ocho semanas, teniéndose dos periodos experimentales (1 y 2).

### **6.3 Alimentación y alojamiento de las unidades experimentales.**

Cada uno de los sementales utilizados en el presente experimento fue colocado en corraletas individuales, y alimentado con heno de alfalfa (1600 g<sup>-1</sup> macho<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>) a las 08:00 (800 g) y 17:00 h (800 g). La alimentación cubría los requisitos nutricionales de energía y proteína sugeridos por el NRC para pequeños rumiantes.

### **6.4 Variables de respuesta**

Las variables de respuesta fueron el número de intentos de monta, olfateos, reflejos de flehmen, vocalizaciones y exteriorizaciones del pene que mostraba cada uno de los machos durante un periodo de cinco minutos, después de haber sido expuestos a un grupo de 15 cabras en anestro (gestacional y por lactancia). Las cabras se encontraban en un corral de 5.20 × 9.20 m.

La medición de las variables de respuesta se llevó a cabo una vez a la semana. Los machos fueron introducidos al corral de las hembras uno a la vez. La medición de las variables se llevó a cabo con la ayuda de dos técnicos, uno se encargaba de indicar el tipo de comportamiento mostrado por el macho, mientras que el otro lo registraba, y llevaba el tiempo cronometrado. Además, se registró el tiempo que cada macho caprino dedicó a actividades de exploración (consumo de alimento y caminata dentro del corral) durante los cinco minutos de la evaluación de su comportamiento sexual.

Los machos fueron semanalmente sometidos a extracción de semen con vagina artificial y una hembra que no se encontraba en celo. Se registró el tiempo de respuesta de cada semental con la ayuda de un cronometro. Esta variable fue definida mediante el tiempo que el macho caprino tardada entre

su liberación (40 cm de distancia entre el macho y las patas traseras de la cabra) y la eyaculación.

La medición de las variables de comportamiento se llevó a cabo un día después de la colecta semen, a excepción del tiempo de respuesta, ya que la medición de esta variable se llevaba a cabo el mismo día de la colecta de las muestras seminales. El orden en que los machos fueron expuestos a las hembras se mantuvo constante durante todo el periodo experimental.

### **6.5 Análisis estadístico**

Las variables de respuesta, número de intentos de monta, olfateos, reflejos de flehmen, vocalizaciones y exteriorizaciones del pene fueron transformadas utilizando el cuadrado de cada valor. El análisis estadístico de estas variables, así como el del tiempo de respuesta, y el tiempo que los machos caprinos de cada grupo dedicaron a la exploración, fue llevado a cabo con un diseño cruzado con medidas repetidas en el tiempo, utilizando PROC MIXED de SAS. El modelo consideró los efectos fijos de tratamiento, periodo, semana, y sus interacciones. Se consideró al animal y su interacción con el efecto de semana, periodo y tratamiento como efectos aleatorios. La comparación de las medias se llevó a cabo con la prueba de Tukey. Se consideró un valor de  $p < 0.05$  como significativo. El paquete estadístico utilizado en el análisis de los datos fue SAS "ondemand".

## 7. RESULTADOS

El efecto de la suplementación de levadura y del periodo experimental sobre las variables evaluadas se observa en el contenido de los Cuadros 2 y 3. El número de olfateos fue mayor en el grupo Control que en el de los machos suplementados con levadura ( $p < 0.05$ ). El resto de las variables evaluadas no fueron afectadas ( $p \geq 0.05$ ) por la suplementación de levadura. El efecto del periodo fue significativo ( $p < 0.05$ ), los valores más altos para las variables número de olfateos, número de reflejos de flehmen y número de exteriorizaciones del pene se obtuvieron durante el periodo 1, en comparación con el periodo 2; mientras que el tiempo de exploración fue mayor en el periodo 2 ( $p < 0.05$ ).

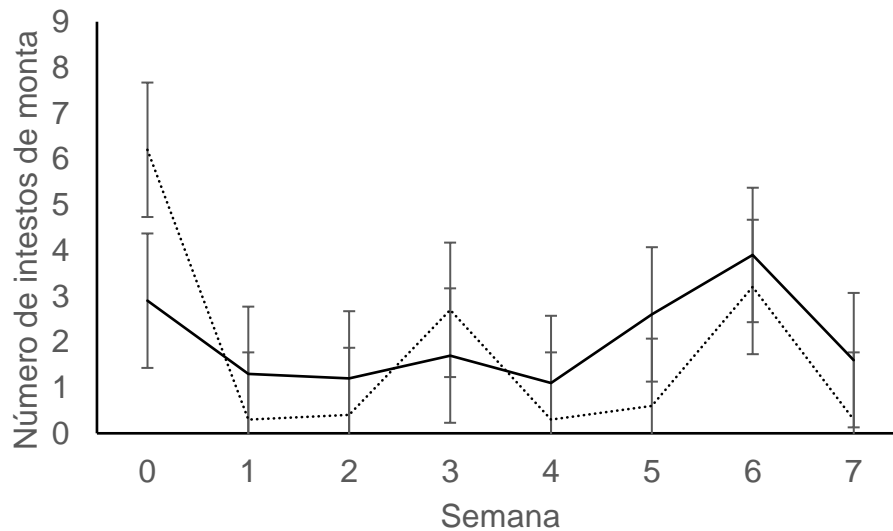
**Cuadro 2. Variables de comportamiento sexual en machos caprinos suplementados (LSC) o no (Control) con levadura *Saccharomyces cerevisiae***

Variable	Tratamiento		Valor de p
	Control	LSC	
Número de intentos de monta	1.81±0.70	1.92±0.70	0.86
Número de olfateos	5.78±0.63	3.88±0.63	0.03
Número de reflejos de flehmen	0.90±0.23	0.67±0.23	0.19
Número de vocalizaciones	4.45±1.71	5.31±1.71	0.52
Número de exteriorizaciones del pene	0.62±0.25	0.83±0.25	0.4
Tiempo explorando (s)	191.90±14.67	205.33±14.67	0.35
Tiempo de respuesta (s)	21.23±3.43	19.04±3.43	0.54

**Cuadro 3. Efecto del periodo experimental sobre el valor de las variables de comportamiento sexual en machos caprinos suplementados (LSC) o no (Control) con levadura *Saccharomyces cerevisiae***

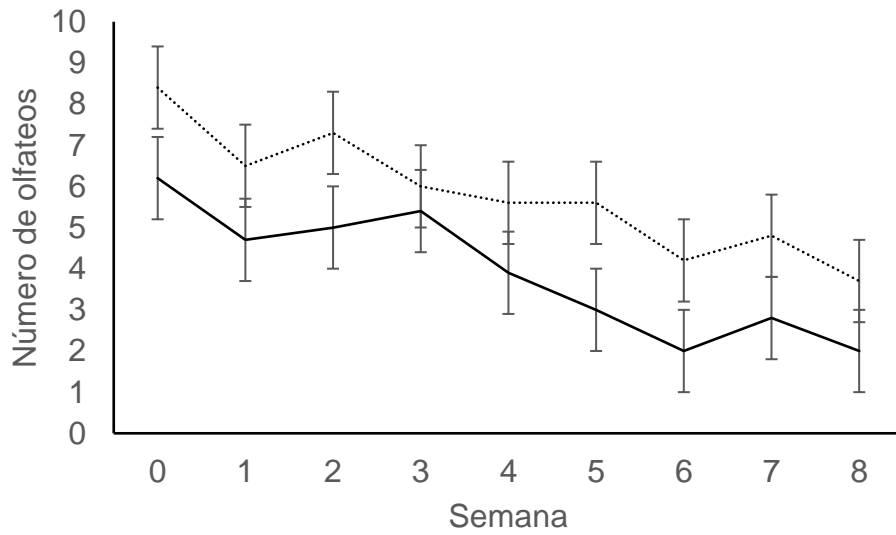
Variable	Periodo		Valor de p
	1	2	
Número de intentos de monta	2.67±0.70	1.05±0.70	0.19
Número de olfateos	7.16±0.63	2.51±0.63	0.0006
Número de reflejos de flehmen	1.21±0.23	0.36±0.23	0.02
Número de vocalizaciones	7.87±1.71	1.88±1.71	0.13
Número de exteriorizaciones del pene	1.31±0.28	0.14±0.28	0.01
Tiempo explorando (s)	158.04±14.77	239.18±14.77	0.00004
Tiempo de respuesta (s)	22.32±3.43	17.95±3.43	0.24

El comportamiento de las variables de respuesta, a lo largo del periodo experimental, se puede observar en las Figuras 1-7. La Figura 1 muestra los valores obtenidos para la variable intentos de monta. Los valores más elevados para esta variable, en ambos grupos experimentales, se registraron en la semana 0, 3 y 6 del experimento. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en estas semanas del muestreo.

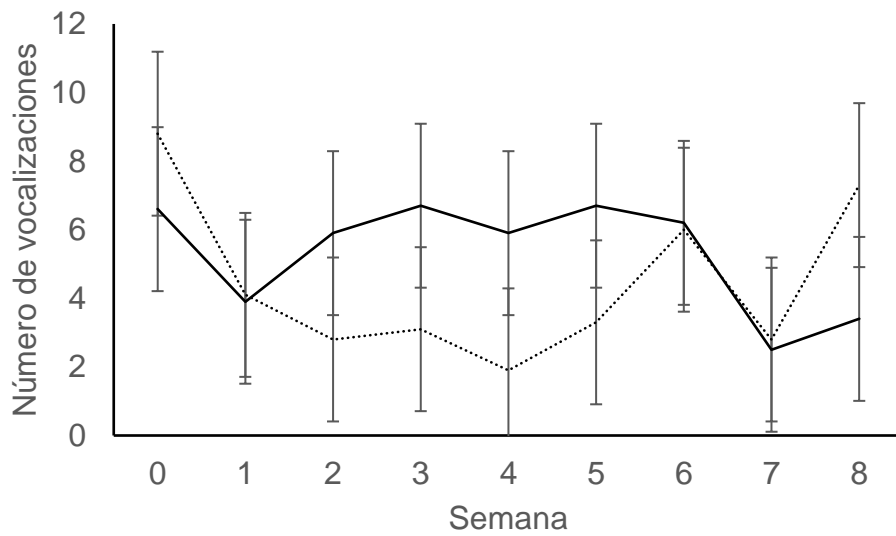


**Figura 1. Número de intentos de monta de machos cabríos suplementados (línea sólida) o no (línea punteada) con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. \* Indica diferencias significativas entre tratamientos.**

La Figura 2 muestra que el número de olfateos durante el periodo experimental siguió un patrón descendente. Sin embargo, el efecto de grupo\*semana no resultó significativo ( $p=0.88$ ). Los valores más altos para la variable número de vocalizaciones se observaron entre las semanas 2 y 5, a favor de los machos suplementados con levadura. Sin embargo, las diferencias entre valores no resultaron significativa ( $p>0.05$ ). Las diferencias numéricas, no significativas, en el número de vocalizaciones entre grupos de machos se observaron entre las semanas 1 a 6 del periodo experimental (Figura 3).

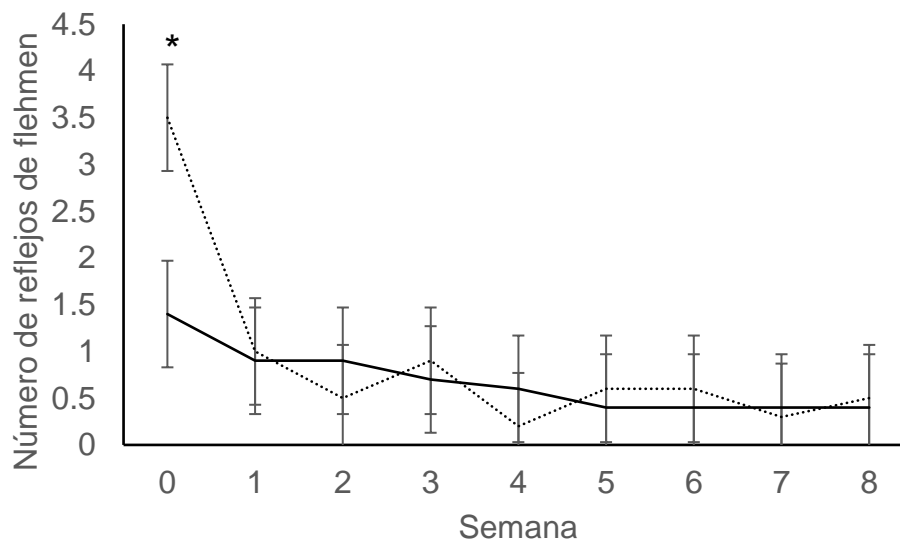


**Figura 2. Número de olfateos de machos cabríos suplementados (línea sólida) o no (línea punteada) con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. \*** Indica diferencias significativas entre tratamientos.



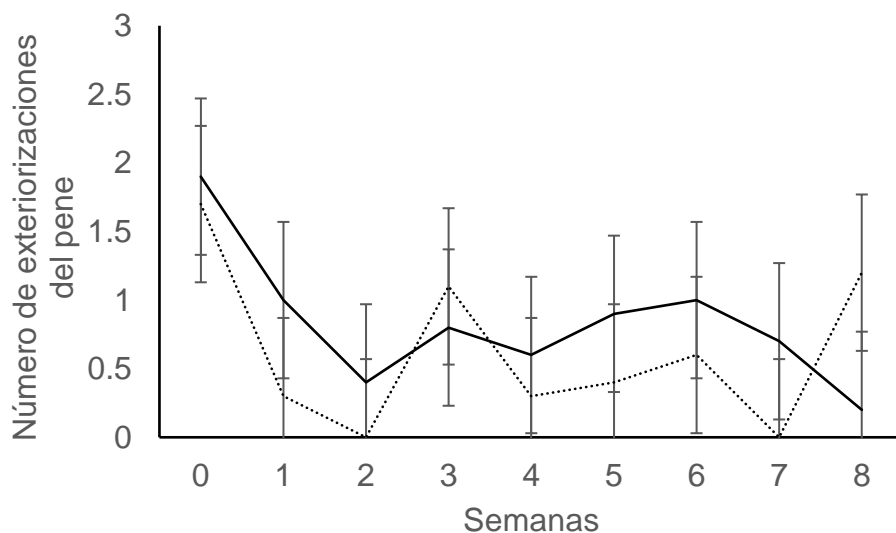
**Figura 3. Número de vocalizaciones de machos cabríos suplementados (línea sólida) o no (línea punteada) con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. \*** Indica diferencias significativas entre tratamientos.

Los valores más altos para la variable número de reflejos de flehmen se registraron durante la semana 0 (Figura 4), a favor del grupo Control ( $p=0.007$ ). A partir de esta semana, los valores para esta variable comenzaron a disminuir en ambos grupos experimentales, hasta estabilizarse, a partir de la semana cinco del experimento.



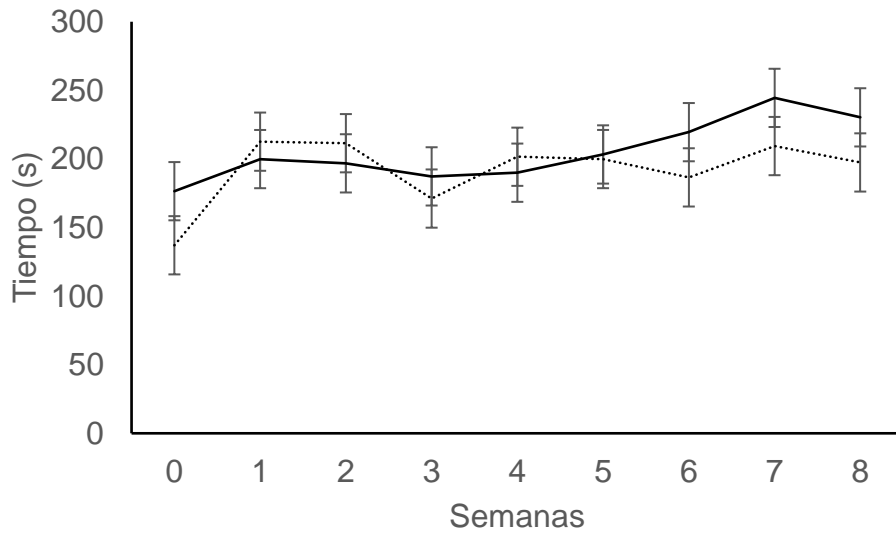
**Figura 4. Número de reflejos de flehmen de machos cabríos suplementados (línea sólida) o no (línea punteada) con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. \* Indica diferencias significativas entre tratamientos ( $p<0.05$ ).**

El número de exteriorizaciones del pene disminuyó entre la semana cero y la dos, en ambos grupos experimentales. En general, los valores para esta variable, en el grupo control, siempre se mantuvieron por debajo de los obtenidos por los animales suplementados con levadura, a excepción de los registrados en las semanas tres y ocho, aunque las diferencias solo fueron numéricas, mas no significativas ( $p\geq 0.05$ ) (Figura 5).

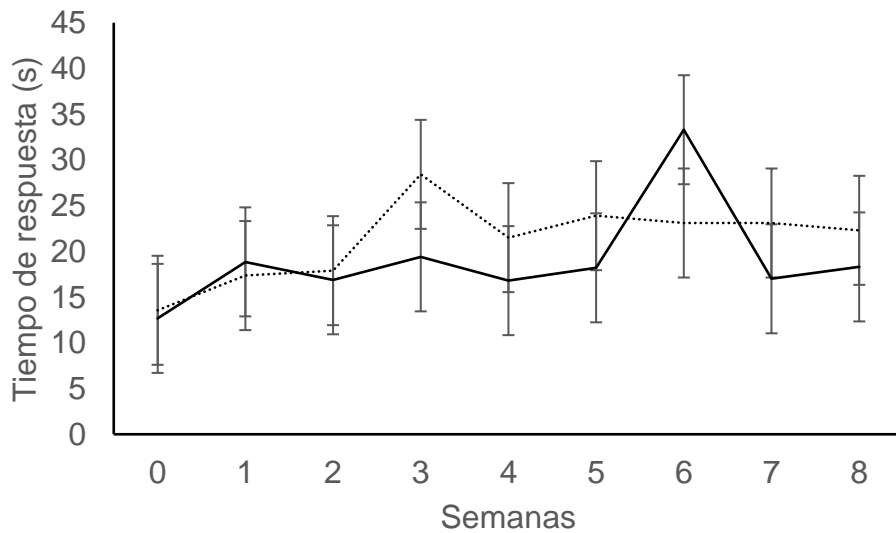


**Figura 5. Número de exteriorizaciones del pene en machos cabríos suplementados (línea sólida) o no (línea punteada) con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. \* Indica diferencias significativas entre tratamientos.**

El efecto de grupo x semana no fue significativo para la variable de tiempo dedicado a la exploración. En el comportamiento de la variable, para el grupo de machos suplementados con levadura, se observó que los valores más elevados se registraron a partir de la semana cinco, pero sin alcanzar la diferencia significativa con respecto al grupo de machos no suplementados con levadura (Figura 6). Los valores más elevados para la variable tiempo de respuesta se obtuvieron en las semanas tres y seis, para los grupos sin y con suplementación de levadura. Sin embargo, las diferencias entre grupos no fueron significativas ( $p > 0.05$ , Figura 7).



**Figura 6. Tiempo dedicado a la exploración por machos cabríos suplementados (línea sólida) o no (línea punteada) con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. \* Indica diferencias significativas entre tratamientos.**



**Figura 7. Tiempo de respuesta en machos cabríos suplementados (línea sólida) o no (línea punteada) con levadura *Saccharomyces cerevisiae*. \* Indica diferencias significativas entre tratamientos.**

## 8. DISCUSIÓN

Se evaluó el efecto de la suplementación de levadura *S. cerevisiae* sobre el comportamiento sexual de machos cabríos. La cantidad de trabajos disponibles que han evaluado el efecto de la suplementación de levadura sobre aspectos reproductivos de los rumiantes es limitada, más aún en lo que se refiere específicamente al macho. Algunos de los trabajos disponibles en machos, carneros, muestran que la suplementación con levadura incrementa la producción de espermatozoides y la motilidad masal del eyaculado (Ben Saïd *et al.*, 2022). Sin embargo, se desconoce la existencia de evidencia científica de trabajos que hayan evaluado el efecto de la suplementación de levadura sobre variables del comportamiento sexual del macho.

Algunos de los elementos característicos del comportamiento sexual del macho caprino son la vocalización, olfateo, manoteo y despliegue del reflejo de flehmen (Sicilia *et al.*, 2007). Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación muestran que el comportamiento sexual de los machos cabríos no es afectado por la suplementación de *S. cerevisiae*, pero se puede notar que los machos suplementados realizaron un menor número de olfateos en comparación con los del grupo Control.

La información disponible en la literatura científica muestra que el número de intentos de monta, olfateos, y reflejos de flehmen, por cada cinco minutos, fue de 0.55, 0.57 y 0.1 en los machos dominantes; y 1.04, 0.85 y 0.27 en los machos caprinos subordinados (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018), los cuales son menores a los obtenidos en el presente trabajo de investigación. Las diferencias entre los resultados de Sánchez-Dávila y colaboradores, con los obtenidos en el presente trabajo de investigación pueden deberse a diferencias de raza (Alpina) y edad (4 meses de edad) de los animales utilizados en cada estudio.

La intensidad del comportamiento sexual estará representado por el número de comportamientos registrados en un periodo de tiempo determinado; por ejemplo, se han reportado hasta 20 comportamientos sexuales en machos caprinos durante un periodo de cinco minutos, aunque no se hizo distinción entre los tipos de comportamiento (olfateos, intentos de monta y exteriorizaciones del pene) (Ángel-García *et al.*, 2015), lo cual es superior a lo encontrado en el presente trabajo de investigación, (13 y 14 comportamientos para los grupos LSC y Control). Las diferencias en resultados pueden radicar en el perfil hormonal de los sementales, ya que Ángel-García y colaboradores suplementaron los sementales con testosterona. En cuanto al tiempo de respuesta de los sementales caprinos, se han reportado valores entre 42 a 193 segundos (Peixoto *et al.*, 2018).

La intensidad del comportamiento sexual es controlado por las concentraciones sanguíneas de testosterona, ya que esta hormona es la encargada de controlar el libido del macho caprino (Rojero *et al.*, 2016). Se esperaba que los machos caprinos suplementados con levadura tuvieran un mayor desempeño sexual que los del grupo Control, ya que se ha reportado que su suplementación incrementa las concentraciones sanguíneas de testosterona (Mannaa *et al.*, 2005). Sin embargo, aun cuando no se detectaron diferencias significativas en la mayoría de las variables evaluadas, se observó que los machos del grupo Control olfatearon en un mayor número de ocasiones a las hembras. Las concentraciones sanguíneas de testosterona no fueron medidas en este estudio, por lo que no se puede establecer si la suplementación de levadura produjo, o no, cambios significativos en esta variable.

El olfateo de la hembra durante el cortejo sexual es común entre los machos caprinos (Espinosa Cervantes *et al.*, 2013), y tiene como principal objetivo identificar la disponibilidad sexual de las hembras. Las cabras utilizadas en el presente trabajo de investigación se encontraban en anestro, lo cual fue confirmado por la ausencia de celos durante el periodo de investigación. La decisión de utilizar las cabras en anestro se tomó porque eran las únicas disponibles en la unidad de producción. Las variaciones en el número de olfateos pueden ser explicadas por diferentes factores, aunque no todos son aplicables al presente experimento; por ejemplo, se sabe que los machos de la raza Nubia llevan a cabo más olfateos de las hembras en celo que los de la raza Damasco (Darwish & Mahboub, 2011). Además, el valor de esta variable disminuye durante la época de anestro (Ponce-Covarrubias *et al.*, 2023), y los machos dominantes realizan menos olfateos a las hembras que los subordinados (Sánchez-Dávila *et al.*, 2018). De los factores antes mencionados, es probable que el factor de jerarquía social haya sesgado los valores de la variable de respuesta olfateo. Los machos cabríos de ambos grupos experimental permanecieron en corraletas individuales durante todo el experimento, por lo que desconocemos si previamente al estudio ya estaban establecidas las jerarquías sociales (dominante y subordinados), ya que los sementales se alojaban en un mismo corral antes de iniciar el trabajo de investigación, por lo que sería pertinente que en futuros trabajos se asegure la ausencia del efecto de jerarquía en las variables de interés.

La ausencia de diferencias estadísticas entre las variables evaluadas por efecto de la suplementación de levadura se desconoce. Se sabe que en cabras y carneros, suplementando levadura a dosis de  $0.2 \text{ g kg}^{-1}$  de peso vivo y  $10 \text{ g animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ , se logra obtener respuestas positivas en variables reproductivas (Ben Saïd *et al.*, 2022; Shareef *et al.*, 2021). Estas dosis son superiores a la dosis de levadura utilizada en el presente trabajo de investigación ( $0.05 \text{ g kg}^{-1}$  de peso vivo y  $3 \text{ g animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), la cual había sido evaluada en una prueba

piloto, en la que se observó que la dosis de 3 g d<sup>-1</sup> era efectiva en aumentar la concentración espermática del eyaculado en los sementales caprinos. Por tanto, se puede suponer que la ausencia de resultados en las variables de comportamiento, por efecto de la suplementación de levadura, pudieron deberse a que esta no tiene influencia alguna sobre las variables de comportamiento, o que la dosis utilizada no fue efectiva en inducir los cambios deseados, por lo que sería necesario realizar estudios donde se evalúen diferentes niveles de levadura.

El análisis estadístico de la información incluyó el efecto de periodo experimental (1 y 2). Los resultados obtenidos muestran que el periodo tuvo un efecto significativo, a favor de periodo 1 en las variables número de olfateos, número de reflejos de flehmen, número de vocalizaciones, número de exteriorizaciones del pene y tiempo explorando en comparación con el periodo experimental 2. Esto implica que las condiciones de cada periodo influyeron en el comportamiento sexual de los sementales. En el periodo 1, las hembras utilizadas para medir el comportamiento reproductivo de los sementales se encontraban gestantes, mientras que en el segundo ya estaban paridas y produciendo leche. Por tanto, se podría especular que los machos tienen un mayor interés sexual por las hembras gestantes, que por las lactantes. Las diferencias en el deseo sexual por hembras con diferente estado reproductivo han sido previamente mencionado en otro trabajo de investigación (González-Maldonado *et al.*, 2021), el cual se llevó a cabo con carneros, y se observó que los machos dedicaban más tiempo al cortejo de hembras vacías que a las que se encontraban amamantando, posiblemente debido a que los machos tienen la capacidad de distinguir entre las hembras que son más propensas a entablar actividad sexual y las que no están disponibles (González-Maldonado *et al.*, 2021).

## 9. CONCLUSIÓN

Los machos cabríos suplementados con levadura *Saccharomyces cerevisiae* muestran un menor número de olfateos cuando son expuestos a un grupo de hembras en anestro, en comparación con el grupo de machos no suplementados. El número de intentos de montas, vocalizaciones, reflejos de flehmen, tiempo de respuesta y exteriorizaciones del pene no son afectados por la suplementación de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en machos cabríos.

## 10. LITERATURA CITADA

- Ahmadzadeh, L., Hosseinkhani, A., & Daghigh Kia, H. (2018). Effect of supplementing a diet with monensin sodium and *Saccharomyces cerevisiae* on reproductive performance of Ghezel ewes. *Animal Reproduction Science*, 188(October), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2017.11.013>
- Ángel-García, O., Meza-Herrera, C. A., Guillen-Muñoz, J. M., Carrillo-Castellanos, E., Luna-Orozco, J. R., Mellado, M., & Véliz-Deras, F. G. (2015). Seminal characteristics, libido and serum testosterone concentrations in mixed-breed goat bucks receiving testosterone during the non-breeding period. *Journal of Applied Animal Research*, 43(4), 457–461. <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.980420>
- Ballet, N., Renaud, S., Roume, H., George, F., Vandekerckove, P., Boyer, M., & Durand-Dubief, M. (2023). *Saccharomyces cerevisiae*: Multifaceted Applications in One Health and the Achievement of Sustainable Development Goals. *Encyclopedia*, 3(2), 602–613. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3020043>
- Barragán, R. M., Ruiz, V. A., Ramírez, R. R., Serrano, J. A. R., & González, A. L. (2009). Efecto de la adición de un cultivo de levaduras y de la ración sobre la degradación in vitro y productividad de corderos Pelibuey. *Tecnica Pecuaria En Mexico*, 47(1), 41–53
- Ben Saïd, S., Jabri, J., Amiri, S., Aroua, M., Najjar, A., Khaldi, S., Maalaoui, Z., Kammoun, M., & Mahouachi, M. (2022). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* Supplementation on Reproductive Performance and Ruminal Digestibility of Queue Fine de l'Ouest Adult Rams Fed a Wheat Straw-Based Diet. *Agriculture (Switzerland)*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/agriculture12081268>
- Besseboua, O., & Ayad, A. (2021). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* feed supplementation on haematology and reproductive parameters for

- Algerian Rabbits. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*, 186(2), 111–122. <https://doi.org/10.46909/journalalse-2021-011>
- Cadena-Villegas, S., Hernández-Marín, J. A., Gallegos-Sánchez, J., Germán-Alarcón, C. G., & Pérez-Hernández, P. (2021). Reproductive Management of the Male Goat: A Review. *Agro Productividad*. <https://doi.org/10.32854/agrop.v14i8.2102>
- Choque, H. C. L. (2020). Efecto de tres niveles de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la producción de carne en ganado bovino en la Estación Experimental de Choquenaira. *Apthapi*, 6(2), 1958. [file:///C:/Users/HP/Downloads/411-Texto del artículo-1488-1-10-20200831.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/411-Texto%20del%20artículo-1488-1-10-20200831.pdf)
- Corneliu GASPARGASPAR, C., AILINCAI, L. I., & DODAN, A. X. (2023). Observations of sexual behaviors in goats (*capra hircus*) raised on non-professional farms. *Journal of Applied Life Sciences and Environment*, 55(3 (191)), 301–310. <https://doi.org/10.46909/alse-552065>
- Coronel, C., & Valdez, J. (2018). La levadura *Saccharomyces cerevisiae*: de la cerveza a la biología de sistemas. In *Bitácora Digital- Facultad de Ciencias Químicas (UNC): Vol. Vol. 1* (p. 3).
- Darwish, R. A., & Mahboub, H. D. H. (2011). Breed and experience effect on the sexual behaviors of Damascus and Egyptian-Nubian goat bucks. *Theriogenology*, 76(8), 1386–1392. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.06.003>
- Delgadillo, J. A., Lemièrre, A., Flores, J. A., Bedos, M., Hernández, H., Vielma, J., Guerrero-Cervantes, M., Zarazaga, L. A., Keller, M., & Chemineau, P. (2020). Undernutrition reduces the body weight and testicular size of bucks exposed to long days but not their ability to stimulate reproduction of seasonally anestrous goats. *Animal*, 14(12), 2562–2569. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001329>
- Delgadillo, J. A., Sifuentes, P. I., Flores, M. J., Espinoza-Flores, L. A., Andrade-Esparza, J. D., Hernández, H., Keller, M., & Chemineau, P. (2021).

- Nutritional supplementation improves the sexual response of bucks exposed to long days in semi-extensive management and their ability to stimulate reproduction in goats. *Animal*, 15(2). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2020.100114>
- Delgadillo, J. Alberto, Flores, J. A., Véliz, F. G., Duarte, G., Vielma, J., Hernandez, H., & Fernandez, I. G. (2006). Importance of the signals provided by the buck for the success of the male effect in goats. *Reproduction Nutrition Development*, 46(4), 391–400. <https://doi.org/10.1051/rnd:2006020>
- dos Santos, M. N., Ramachandran, R., Kiess, A. S., Wamsley, K. G. S., & McDaniel, C. D. (2018). The impact of dietary yeast fermentation product derived from *Saccharomyces cerevisiae* on Semen quality and semen microbiota of aged White Leghorn roosters. *Journal of Applied Poultry Research*, 27(4), 488–498. <https://doi.org/10.3382/japr/pfy050>
- Duina, A. A., Miller, M. E., & Keeney, J. B. (2014). Budding yeast for budding geneticists: A primer on the *Saccharomyces cerevisiae* model system. *Genetics*, 197(1), 33–48. <https://doi.org/10.1534/genetics.114.163188>
- El-Shalofy, A. S., & Hedia, M. G. (2021). Exogenous oxytocin administration improves the testicular blood flow in rams. *Andrologia*, 53(10), 1–8. <https://doi.org/10.1111/and.14193>
- Emmanuel, D. C., Amaka, A. E., Okezie, E. S., Sunday, U. P., & Ethelbert, O. C. (2019). Epididymal sperm characteristics, testicular morphometric traits and growth parameters of rabbit bucks fed dietary *Saccharomyces cerevisiae* and/or zinc oxide. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*, 21(1). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0803>
- Espinosa Cervantes, R., Córdova Izquierdo, A., & Soto González, R. (2013). Comportamiento sexual en ovinos y caprinos. *Sociedades Rurales, Produccion y Medio Ambiente*, 13(25), 99–116.
- Fernández, I. G., Flores Medina, E., Flores, J. A., Hernández, H., Vielma, J., Fitz-Rodríguez, G., & Duarte, G. (2018). Absence of previous sexual

- experience did not modify the response of anoestrous goats to photo-stimulated bucks in Spring. *Italian Journal of Animal Science*, 17(2), 306–311. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2017.1384335>
- Gloria-Trujillo, A., Hernández-Sánchez, D., Crosby-Galván, M. M., Hernández-Mendo, O., Mata-Espinosa, M. Á., Pinto-Ruiz, R., Ayala-Monter, M. A., & Osorio-Teran, A. I. (2022). Performance and carcass characteristics of lambs fed diets supplemented with different levels of *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 51, 1–9. <https://doi.org/10.37496/RBZ5120200281>
- González-Maldonado, J., Valverde, G. R., De Lara, R. R., Sánchez, J. G., & Ruiz, J. A. (2021). Ram sexual preferences and estrous behavior expression in ewes with different reproductive status. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 45(6), 1074–1079. <https://doi.org/10.3906/vet-2012-80>
- Granata, A. R., Pugni, V., Rochira, V., Zirilli, L., & Carani, C. (2012). Hormonal regulation of male sexual desire: the role of testosterone, estrogen, prolactin, oxytocin, vasopressin, and others. *Hormonal Therapy for Male Sexual Dysfunction*, 72–82.
- Hiller, J. (2004). Speculations on the links between feelings, emotions and sexual behaviour: Are vasopressin and oxytocin involved? *Sexual and Relationship Therapy*, 19(4), 393–412. <https://doi.org/10.1080/14681990412331297974>
- Jesús Omar, C.-O., Cándido Enrique, G.-M., Alejandro, L. C., Oziel Dante, M.-V., José Andrés, R.-G., José Carlos, E.-E., & Saúl, P.-C. (2018). Respuesta productiva de becerros lactantes suplementados con alimento iniciador más cultivo de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*). *Acta Universitaria*, 28(1), 9–14. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1709>
- Kamal, R., Dutt, T., Singh, M., Kamra, D. N., Patel, M., Choudhary, L. C., Agarwal, N., Kumar, S., & Islam, M. (2013). Effect of live *Saccharomyces cerevisiae* (NCDC-49) supplementation on growth performance and

- rumen fermentation pattern in local goat. *Journal of Applied Animal Research*, 41(3), 285–288.  
<https://doi.org/10.1080/09712119.2013.782865>
- Karaca, S., Yilmaz, A., Ser, G., & Saribey, M. (2016). Relationships between physiological and behavioral responses of goat bucks in mating season. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45(10), 608–614.  
<https://doi.org/10.1590/S1806-92902016001000005>
- Leal, M. C., Becker-Silva, S. C., Chiarini-Garcia, H., & França, L. R. (2004). Sertoli cell efficiency and daily sperm production in goats (*Capra hircus*). *Anim. Reprod.* v.1, N, 1, 122–128
- Ma, Z. Z., Cheng, Y. Y., Wang, S. Q., Ge, J. Z., Shi, H. P., & Kou, J. C. (2020). Positive effects of dietary supplementation of three probiotics on milk yield, milk composition and intestinal flora in Sannan dairy goats varied in kind of probiotics. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(1), 44–55. <https://doi.org/10.1111/jpn.13226>
- Mannaa, F., Ahmed, H. H., Estefan, S. F., Sharaf, H. A., & Eskander, E. F. (2005). *Saccharomyces cerevisiae* intervention for relieving flutamide-induced hepatotoxicity in male rats. *Pharmazie*, 60(9), 689–695.
- Mariezcurréna-Berasain, M. A., Velázquez-Garduño, G., Pulido-Rodríguez, M. Á., Mariezcurréna-Berasain, M. D., Ortíz López, B., Bórquez-Gastelum, J. L., & Mohamed Salem, A.-F. Z. (2019). Efecto del suplemento de levadura y pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la ganancia de peso, conversión alimenticia y características de canal en corderos Rambouillet. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 30(2), 605–611.  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16075>
- Martínez-Rojero, R., & Reyna-Santamaría, L. (2018). Uso de testosterona en hembras caprinos adultas para la inducción de comportamiento de macho para la detección de estros. *Rev Fac Nac Salud Pública*, 20, 1–17.  
[https://www.redalyc.org/pdf/3755/Resumenes/Resumen\\_375557570003\\_1.pdf](https://www.redalyc.org/pdf/3755/Resumenes/Resumen_375557570003_1.pdf)

- Mhaouty-Kodja, S., Naulé, L., & Capela, D. (2019). Sexual behavior: From hormonal regulation to endocrine disruption. *Neuroendocrinology*, *107*(4), 400–416. <https://doi.org/10.1159/000494558>
- Mondragón-Ceballos, R., Barrios-de Tomasi, J., & Hernández-López, L. E. (2023). Oxitocina y vasopresina : diferencias sexuales y sus implicaciones clínicas. *Revista Médica Del Instituto Mexicano Del Seguro Social*, *61*(2), 196–203.
- Narváez Herrera, J. P., Riascos Vallejos, A. R., & Cisneros Montenegro, J. M. (2021). Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* en la producción y calidad de leche en bovinos del Valle de Sibundoy, Putumayo, Colombia. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *32*(6), e19977. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i6.19977>
- Nasiri, A. H., Towhidi, A., Shakeri, M., Zhandi, M., Dehghan-Banadaky, M., & Colazo, M. G. (2018). Effects of live yeast dietary supplementation on hormonal profile, ovarian follicular dynamics, and reproductive performance in dairy cows exposed to high ambient temperature. *Theriogenology*, *122*, 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.08.013>
- Obregón, E. B., & Torres-Díaz, L. (2012). Seasonal reproduction in the male. *International Journal of Morphology*, *30*(4), 1266–1279. <https://doi.org/10.4067/s0717-95022012000400004>
- Ogbuewu, I. P., & Mbajiorgu, C. A. (2023). Meta-analysis of *Saccharomyces cerevisiae* on enhancement of growth performance, rumen fermentation and haemato-biochemical characteristics of growing goats. *Heliyon*, *9*(3), e14178. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e14178>
- Onyema, V. O., Amadi, O. C., Moneke, A. N., & Agu, R. C. (2023). A Brief Review: *Saccharomyces cerevisiae* biodiversity potential and promising cell factories for exploitation in biotechnology and industry processes – West African natural yeasts contribution. *Food Chemistry Advances*, *2*(May 2022), 100162. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100162>

- Oti, T., Sakamoto, T., & Sakamoto, H. (2021). Systemic effects of oxytocin on male sexual activity via the spinal ejaculation generator in rats. *Communicative and Integrative Biology*, 14(1), 55–60. <https://doi.org/10.1080/19420889.2021.1902056>
- Palmer, C. W., Amundson, S. D., Brito, L. F. C., Waldner, C. L., & Barth, A. D. (2004). Use of oxytocin and cloprostenol to facilitate semen collection by electroejaculation or transrectal massage in bulls. *Animal Reproduction Science*, 80(3–4), 213–223. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2003.07.003>
- Peixoto, M. J. A., Carneiro, M. S. deS., Amorim, D. S., Edvan, R. L. ., Pereira, E. S. ., & Costa, M. R. G. (2018). Comportamiento sexual del macho cabrío murciano granadino en distintas edades. *Archivos de Zootecnia*, 67(257), 35–39.
- Pimentel, P. R. S., Dos Santos Brant, L. M., de Oliveira Lima, A. G. V., Cotrim, D. C., Nascimento, T. V. C., & Oliveira, R. L. (2022). How can nutritional additives modify ruminant nutrition? *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, 54(1), 175–189. <https://doi.org/10.48162/rev.39.076>
- Ponce-Covarrubias, J. L., García y González, E. C., Pineda-Burgos, B. C., Guevara-Arroyo, A. M., Hernández-Ruiz, P. E., Torres-Agatón, F., Ruiz-Ortega, M., Paredes-Alvarado, M., Robles-Robles, J. M., Rodríguez-Castillo, J. del C., Ángel-García, O., & Valencia-Franco, E. (2023). Annual sexual behavior in boer bucks located in the guerrero tropics in Mexico. *Ruminants*, 3(2), 149–157. <https://doi.org/10.3390/ruminants3020014>
- Trujillo, A. G., Henández-Sánchez, D., Hernández-Mendo, O., Crosby-Galván, M., Meraz-Romero, E., & Ramírez-Bribiesca, E. (2014). Comportamiento productivo y niveles de ácidos grasos en la canal de corderos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(2), 87–96

- Rivas, J., Díaz, T., & Hahn, M. (2008). Producción de leche al inicio de la lactancia en vacas lecheras. *Zootecnia Tropical*, 26(4), 421–428.
- Rojero, M., Darío, R., & Santamaría, R. (2016). Uso de testosterona en hembras caprinas adultas para la inducción de comportamiento de macho para la detección de estros. *Avances En Investigación Agropecuaria*, 20(1), {{paginasArticulo[0]}}-{{paginasArticulo[1]}}.
- Salvadó, Z., Arroyo-López, F. N., Guillamón, J. M., Salazar, G., Querol, A., & Barrio, E. (2011). Temperature adaptation markedly determines evolution within the genus *Saccharomyces*. *Applied and Environmental Microbiology*, 77(7), 2292–2302. <https://doi.org/10.1128/AEM.01861-10>
- Sánchez-Dávila, F., Barragán, H. B., del Bosque-González, A. S., & Ungerfeld, R. (2018). Social dominance affects the development of sexual behaviour but not semen output in yearling bucks. *Theriogenology*, 110, 168–174. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2018.01.004>
- Sauls-Hiesterman, J. A., Olagaray, K. E., Sivinski, S. E., Bradford, B. J., & Stevenson, J. S. (2021). First postpartum ovulation, metabolites and hormones in follicular fluid and blood in transition dairy cows supplemented with a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product. *Theriogenology*, 164, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2021.01.013>
- Shareef, M. A., Mohammed, T. R., & Alrawi, H. M. (2021). Impact of *Saccharomyces cerevisiae* enriched with selenium or zinc on reproductive performance, estrogen and progesterone hormone in local Iraqi female goats. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 761(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/761/1/012095>
- Sicilia, J., Capote, J., Argüello, A., & Fresno, M. R. (2007). Breed Characterisation of Sexual Behaviour in Young Canary Bucks. *Arch. Zootec*, 56(1), 571–575.
- Silvestre, P., Naim, P., Cueto, M., & Gibbons, A. (2012). Estacionalidad reproductiva en machos caprinos Criollo-Neuquinos de la Patagonia Argentina. *Archivos de Zootecnia*, 61(233), 119–128.

<https://doi.org/10.4321/s0004-05922012000100013>

- Skinner, J. D. (1970). Post-natal development of the reproductive tract of the male Boer goat. *Agroanimalia*, 2, 177–180
- Stella, A. V., Paratte, R., Valnegri, L., Cigalino, G., Soncini, G., Chevaux, E., Dell’Orto, V., & Savoini, G. (2007). Effect of administration of live *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, milk composition, blood metabolites, and faecal flora in early lactating dairy goats. *Small Ruminant Research*, 67(1), 7–13. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.08.024>
- Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N. A., & Guevara-Rodríguez, C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Aña de Azúcar*, 50(1m), 20–28
- Suárez Machín, C., & Guevara Rodríguez, C. (2017). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de rumiantes. *Icidca*, 51(2), 21–30.
- Véliz Deras, F. G., Vélez Monroy, L. I., Flores Cabrera, J. A., Duarte Moreno, G., Poindron Massot, P., Malpoux, B., & Delgadillo Sánchez, J. A. (2004). La presencia del macho en un grupo de cabras anéstricas no impide su respuesta estral a la introducción de un nuevo macho Previous. *Veterinaria México*, 35(3), 169–178.
- Xue, L., Zhou, S., Wang, D., Zhang, F., Li, J., & Cai, L. (2022). The Low Dose of *Saccharomyces cerevisiae* Is Beneficial for Rumen Fermentation (Both In Vivo and In Vitro) and the Growth Performance of Heat-Stressed Goats. *Microorganisms*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101877>
- Zhang, J., Yang, Y., Lei, X., Wang, Y., Li, Y., Yang, Z., & Yao, J. (2023). Active dry yeast supplementation benefits ruminal fermentation, bacterial community, blood immunoglobulins, and growth performance in young dairy goats, but not for intermittent supplementation. *Animal Nutrition*, 13, 289–301. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2023.02.001>

Zimmermann-Peruzatto, J. M., Lazzari, V. M., de Moura, A. C., Almeida, S., & Giovenardi, M. (2015). Examining the role of vasopressin in the modulation of parental and sexual behaviors. *Frontiers in Psychiatry*, 6(SEP), 1–8. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2015.00130>