



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

“EFECTO DE LA LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* Y CROMO
ORGÁNICO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y
CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJOS EN CRECIMIENTO
FINALIZACIÓN”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA:
M.V.Z. ARACELI GÓMEZ MERCADO

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Mayo de 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

“EFECTO DE LA LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* Y CROMO
ORGÁNICO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y
CALIDAD DE LA CARNE DE CONEJOS EN CRECIMIENTO
FINALIZACIÓN”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA:
M.V.Z. ARACELI GÓMEZ MERCADO

COMITÉ DE TUTORES

Dr. JUAN EDREI SANCHEZ TORRES
Dr. IGNACIO ARTURO DOMINGUEZ VARA
Dr. ERNESTO MORALES ALMARAZ

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Mayo de 2018

DEDICATORIAS

A Dios por el regalo de la vida y por permitirme llegar hasta donde estoy.

A mis padres Antonio y Aurora quienes me han brindado todo su amor y apoyo incondicional, gracias por la educación que me han dado y por apoyarme en cada decisión de mi vida.

A mi nina Ofelia, tú qué sabes lo importante que eres para mí, gracias por cuidarme, educarme y quererme como una madre, tu amor incondicional significa mucho en mi vida.

A mis hermanos Alma, Toño y Pon, sin ustedes no estaría en donde estoy, gracias por todo el apoyo que he recibido de ustedes, han sido un ejemplo a seguir para mí y me han demostrado que todo lo que se quiere se puede lograr.

A mi novio Jonathan, gracias por tu apoyo en cada proyecto emprendido, por estar conmigo en las buenas y en las malas, y por tu amor incondicional.

A mi cuñada Viri, que me ha acompañado en diferentes etapas de mi vida y ha estado ahí como una hermana, gracias por tus consejos y por formar parte de mi vida.

A mi cuñada Imelda, gracias por tu apoyo y cariño.

A mi compaye Cesar, gracias por todo tu apoyo y por tus consejos.

A mis sobrinos Adolf, Quina, Dany, Ponchito y Cesarin, quienes son el motor de mi vida.

A mi mejor amiga Mónica, gracias por estar conmigo en cada etapa de mi vida por tus consejos y regaños.

A mis amigos y compañeros de laboratorio (Conchita, Nachito, Manuel, Liz, Pao) por brindarme su apoyo en mi trabajo y sobre todo su amistad.

AGRADECIMIENTOS

Al programa en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por haberme aceptado para realizar mis estudios de posgrado.

Al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca brindada para realizar mis estudios de maestría.

A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, que me ha dado alojamiento y cobijo por varios años para seguir con mi formación académica.

A mis tutores, Dr. Juan Edrei Sánchez Torres, Dr. Ignacio A. Domínguez Vara y Ernesto Morales Almaraz por su apoyo, exigencias y enseñanzas en la realización de este proyecto.

A la Ingeniero María de Lourdes García Bello, por su apoyo en la realización del proyecto de investigación y por sus enseñanzas en el laboratorio y sobre todo por su amistad.

Al Doctor José Mendoza Becerril por creer en mí y apoyarme en mi formación académica dentro del ámbito de la cunicultura.

Al Doctor Juan José Pascual Amorós y equipo de trabajo (Luis, Eugenio, Mari Carmen, Concha, Pablo, Juan Carlos y Enrique) por haberme aceptado en el Instituto de Ciencia y Tecnología Animal (ICTA) de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), para realizar una estancia de investigación y compartir sus conocimientos y amistad.

Al doctor Arturo Garcia por su amistad y consejos durante este periodo de mi vida.

A mis maestros durante la maestría que fueron pieza fundamental para llegar hasta este punto de mi formación.

RESUMEN

Se utilizaron cincuenta y seis conejos de la raza California (con un peso vivo promedio inicial de $1,200 \pm 50$ g), los cuales fueron asignados aleatoriamente a uno de los 4 tratamientos probados (14 conejos por tratamiento). T1 dieta basal (DB testigo), T2 DB +*Saccharomyces cerevisiae* (SC 0.2%), T3 DB+ (SC 0.2 %+Cromo 0.3 mg/kg MS) y T4 DB+ (SC 0.2 %+Cromo 0.6 mg/kg MS). Los resultados se analizaron como un diseño completamente al azar utilizando el procedimiento MIXED de SAS. La comparación de medias se hizo mediante el método de Tukey. Los valores promedio de peso vivo al sacrificio, rendimiento de canales, peso de la canal caliente y peso de la canal fría fueron similares ($P > 0.05$) entre los tratamientos probados. En el color de la carne no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en las variables L^* , a^* , b^* , C^* y h° . Los promedios de peso de la grasa renal, inguinal, escapular y grasa total, fueron mayores ($P < 0.05$) en los tratamientos T3 y T4 y menores en el T1, mientras que el efecto de la dieta con cromo fue mayor ($P < 0.05$) que la dieta sin cromo.

En la composición nutrimental del músculo *longissimus dorsi* no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos. En conclusión, los conejos no fueron afectados en el comportamiento productivo por la suplementación de *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico; sin embargo, hubo un incremento en el depósito de la grasa renal, inguinal y escapular en los conejos que recibieron dietas adicionadas con cromo orgánico y *Saccharomyces cerevisiae*.

Palabras clave: Conejos, *Saccharomyces cerevisiae*, cromo orgánico, grasa, carne.

ABSTRACT

Fifty six rabbits of the California breed (with an initial average live weight of $1,200 \pm 50$ g) were used, they were randomly assigned to one of the 4 treatments tested, (14 rabbits per treatment). T1 basal diet (control DB), T2 DB + *Saccharomyces cerevisiae* (SC 0.2%), T3 DB + (SC 0.2% + Chromium 0.3 mg/kg DM) and T4 DB + (SC 0.2% + Chromium 0.6 mg/kg DM). The results were analyzed as a completely randomized design using the SAS MIXED procedure. The mean comparison was made using the Tukey method. The behavior response of the rabbits was not affected by the treatments ($P > 0.05$). The average values of live weight at slaughter, yield of carcass weight, hot carcass weight and cold carcass weight were similar ($P > 0.05$) among the treatments tested. In the color effect, no significant differences were found ($P > 0.05$) between the treatments in the variables L^* , a^* , b^* , C^* and h° . The averages of renal, inguinal, scapular and total fat weight were higher ($P < 0.05$) in treatments T3 and T4 however in T1 was lower, while the effect of diet with chromium was higher ($P < 0.05$) than the diet without chromium. In the nutritional composition of the *longissimus dorsi* muscle no significant differences were found ($P > 0.05$) between the treatments. In conclusion, rabbits were not affected in the behavior response by the supplementation of *Saccharomyces cerevisiae* and organic chromium; however, there was a positive effect on the deposition of renal, inguinal and scapular fat in rabbits that received diets supplemented with organic chromium and *Saccharomyces cerevisiae*.

Key words: Rabbits, *Saccharomyces cerevisiae*, organic chromium, fat, meat.

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIAS..... | i |
| AGRADECIMIENTOS..... | ii |
| RESUMEN..... | iii |
| ABSTRACT..... | iv |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1 Aspectos Generales..... | 3 |
| 2.2 Producción y consumo de carne de conejo..... | 3 |
| 2.3 Panorama Nacional..... | 4 |
| 2.3.1. Sistema familiar o de traspatio..... | 4 |
| 2.3.2 Sistema semi industrial..... | 4 |
| 2.3.3. Sistema industrial..... | 5 |
| 2.4 Características digestivas del conejo..... | 6 |
| 2.5. Alimentación convencional de los conejos..... | 8 |
| 2.6. Comportamiento alimentario..... | 8 |
| 2.7 Composición y calidad nutritiva de la carne..... | 11 |
| 2.8 Características de calidad de la carne..... | 14 |
| 2.8.1. pH en la carne..... | 14 |
| 2.8.2 pH del tracto gastrointestinal..... | 16 |
| 2.8.3 Capacidad de retención de agua (CRA)..... | 16 |
| 2.8.4 Color..... | 18 |
| 2.8.5 Propiedades de textura..... | 22 |
| 2.9 Probióticos..... | 23 |
| 2.9.1 Generalidades..... | 23 |
| 3. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | 24 |
| 3.1 Efectos en la salud humana..... | 25 |

| | |
|--|----|
| 3.2 Efectos en la salud animal | 26 |
| 3.3 Posibles mecanismos de acción..... | 26 |
| 4. Cromo..... | 27 |
| 4.1 Generalidades | 27 |
| 4.2 Metabolismo del Cromo | 28 |
| 4.3 Requerimientos del cromo en la alimentación..... | 29 |
| 4.4 Función biológica del cromo (Cr 3+) | 31 |
| 4.5 Toxicidad del Cromo | 33 |
| III. JUSTIFICACIÓN..... | 35 |
| IV. HIPOTESIS | 37 |
| V. OBJETIVOS | 38 |
| VI. MATERIAL Y MÉTODO | 39 |
| VII. RESULTADOS | 42 |
| VIII. DISCUSIÓN | 48 |
| IX. CONCLUSIONES..... | 56 |
| XI. LITERATURA CITADA..... | 57 |
| ANEXOS..... | 81 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Diferencias en la composición química de las heces firmes y blandas de conejos | 8 |
| Cuadro 2. Composición química de ingredientes que se pueden utilizar en la alimentación de conejos | 9 |
| Cuadro 3. Niveles recomendados de nutrientes en dietas para conejos en producción intensiva | 10 |
| Cuadro 4. Composición química de carnes de diferentes especies (100 g de fracción comestible) | 12 |
| Cuadro 5. Comparación del nivel de proteínas en los distintos tipos de carnes .. | 12 |
| Cuadro 6. Comparación del nivel de lípidos en los distintos tipos de carnes | 14 |
| Cuadro 7. Pérdida de agua (%) por cocción (asado) de carne de conejo de acuerdo a la edad y contenido de grasa | 18 |
| Cuadro 8. Parámetros de color medidos en la superficie de la canal en diferentes músculos de cuatro especies pecuarias | 21 |
| Cuadro 9. Composición de la dieta testigo y aporte nutrimental en base húmeda para los conejos en crecimiento (kg) | 41 |
| Cuadro 10. Respuesta productiva y rendimiento de canales de conejos en crecimiento finalización alimentados con <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y cromo orgánico (g) | 43 |
| Cuadro 11. Efecto de la dieta complementada con <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y cromo orgánico en el color del músculo <i>longissimus dorsi</i> en conejos en crecimiento y finalización | 44 |

Cuadro 12. Análisis químico proximal (%) de la carne de conejos en crecimiento finalización complementados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico 46

Cuadro 13. Tipo y peso (g) de grasa de la canal de conejos en crecimiento finalización alimentados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico 47

I. INTRODUCCIÓN

Se estima que la producción de carne tendrá que aumentar un 85% en el año 2030 para cubrir la demanda de la creciente población mundial (IFAD, 2014). En los países en desarrollo, las unidades de producción (UP) ganaderas con animales de gran tamaño como el bovino, no podrán aumentar significativamente su contribución al suministro de carne ya que precisan demasiado espacio e inversiones. Por el contrario, una parte importante de esa demanda de carne puede ser atendida en dichos países por ganaderías a pequeña escala, además, contribuye a mantener a la población en las zonas rurales y aporta nutrientes de elevado valor biológico a los habitantes (Friedrich, 2001). Tradicionalmente en el mundo, los conejos han sido criados por pequeños productores, con el fin de proporcionar carne a sus familias e ingresos complementarios (Lukefahr y Cheeke, 1991). Sin embargo, los altos costos en los insumos usados en las UP de conejos han propiciado a buscar alternativas que les permitan disminuir los costos de alimentación. Por otro lado, frecuentemente se utilizan diversos aditivos en la alimentación animal, cuyo propósito es incrementar la calidad de la dieta o la salud animal, así como aumentar la eficiencia alimenticia. En el caso de la producción cunícola, se han usado microorganismos de dos grupos, bacterias del género *Bacillus* y levaduras del género *Saccharomyces*. La inclusión de levaduras en dietas para conejos mejora su estado de salud estabilizando la microflora intestinal cecal, lo que reduce la mortalidad, principalmente en la etapa post-destete; además, en otras especies se ha observado que aumenta la digestibilidad de los nutrientes de la dieta (Mejía, 2001). Por ello, se sustenta la posibilidad de incluir la levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) como probiótico por su elevado contenido de proteína de alta digestión y absorción por el organismo, ya que se ha demostrado que puede actuar como inmuno estimulador e inmuno regulador e incrementar la resistencia inespecífica para un gran número de bacterias que afectan al tracto respiratorio y digestivo, lo que promueve el establecimiento de una microbiota ideal y eficiente.

Los compuestos de Cromo trivalente (Cr-3) se emplean en humanos y especies pecuarias con diferente finalidad; en humanos el suministro de Cr ha mostrado mejorar la sensibilidad a la insulina, justificando su uso como tratamiento adjunto de la diabetes mellitus (Schachter *et al.*, 2001) y de enfermedades cardiacas (Aguilar *et al.*, 1995); además, por su efecto en el metabolismo de la glucosa, la insulina y los lípidos, el Cr ha sido usado para reducir la grasa corporal y en el control del peso (Anderson, 1998), o para recuperar el peso corporal perdido (Cerulli *et al.*, 1998). Actualmente, en las especies pecuarias, se prueban compuestos de Cr para mejorar la producción y la calidad de la carne de los cerdos (Matthews *et al.*, 2001; Güémez *et al.*, 2011); de los pollos de engorda (Amatya *et al.*, 2004); la producción de huevo (Sahin, 2002a; Sahin, 2002b); en ovinos aumentó la ganancia de peso y características de la canal al aumentar el Cr (Domínguez *et al.*, 2009). El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta productiva, características de la canal y composición nutricional de la carne de conejos suplementados con la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Aspectos Generales

El conejo (*Oryctolagus cuniculus*) es un mamífero que pertenece a la familia de los lepóridos y se incluye dentro del orden Lagomorfos.

En la antigüedad, según los naturalistas del siglo XVI, el conejo sólo existía en la Península Ibérica, sur de Francia, Islas Baleares, Córcega y Cerdeña. Como se consideraba animal dañino, se le perseguía y no había interés en su protección; por el contrario, se procuraba extinguido, lo que explica lo lento que se propagaba por otros territorios. Durante la Edad Media se fue extendiendo hacia Europa Central, pero tan lentamente, que a mediados del siglo XVI ni siquiera había alcanzado el territorio alemán (Lebas *et al.*, 1996).

Por las razones anteriores, la cría doméstica del conejo ha sido muy lenta y sin prestarle atención, ciñéndose al medio rural y agrícola (Lebas *et al.*, 1996). La producción intensiva de razas variadas, por su carne, por su piel o por su pelo, en reclusión completa, es relativamente moderna.

Tradicionalmente, los conejos han sido criados por pequeños ganaderos de diferentes países del mundo, con el fin de proporcionar carne a sus familias e ingresos suplementarios (Lukefahr y Cheeke, 1991). Los conejos son especialmente apropiados para la ganadería a pequeña escala por diversos motivos: tienen un rápido ritmo de crecimiento, alcanzando el peso de sacrificio en 8-10 semanas, poseen un elevado potencial reproductor, pudiéndose obtener 5-9 camadas por año; tienen un pequeño tamaño y requieren instalaciones simples, generando pocos ruidos y olores; además, su dieta puede incluir alimentos que no compiten por su utilización en la alimentación humana (Cheeke, 1995).

2.2 Producción y consumo de carne de conejo

En el siglo XVI comenzó la crianza de conejos en el viejo continente, desde donde se llevó a Australia y Nueva Zelanda durante la expansión colonial; pero fue hasta

el siglo XIX cuando se convirtió en una actividad practicada por la mayor parte de los Europeos, tanto del medio rural como en las ciudades (FAO, 2001).

Según los datos publicados por la FAO (2014), la producción mundial de carne de conejo, alcanzó 1.8 millones de toneladas. Según las últimas estadísticas sobre las existencias cunícolas mundiales hay 925 millones de cabezas de acuerdo a datos de la FAO (2014); destacan Asia y América del Sur con 56.7% y 30% del total, respectivamente. De acuerdo a la FAO, la evolución de la cría de conejos en los últimos 3 años del 2011 al 2013 es positiva manifestando un crecimiento del 3.73%, siendo América del Sur la región con mayor crecimiento (6.8%), seguido por África (3.3%) y Asia (2.6%).

2.3 Panorama Nacional

En México, a la cunicultura se le ha dado poca importancia, dejándola con una orientación para el sector rural en el traspatio y de subsistencia alimentaria. La producción cunícola se desarrolla en la actualidad en tres sistemas:

2.3.1. Sistema familiar o de traspatio: El número de animales oscila entre 10 y 20 reproductores. La producción está destinada al consumo, se carece de tecnificación; los animales son producidos a nivel de piso o en jaulas hechas con material no adecuado para la especie. La alimentación se basa en productos agrícolas y desperdicios de casa (pan, tortilla, cascara de fruta o verdura); no existe control sanitario alguno, ni productivo y reproductivo (Comité Nacional Sistema Producto Cunícola, 2009).

2.3.2 Sistema semi industrial: En este sistema se cuenta con un mínimo de 50 hembras; se lleva un manejo reproductivo, productivo y sanitario controlado. Puede existir cierta tecnificación. La alimentación que reciben se basa en alimento concentrado. Su producción se comercializa, generalmente por medio de intermediarios o de manera directa a clientes (restaurantes, carnicerías), además,

se utiliza la venta al consumidor de manera directa (Comité Nacional Sistema Producto Cunicola, 2009).

2.3.3. Sistema industrial: En este sistema se cuenta con un número de 100 a más de 200 hembras reproductoras; en algunas granjas se han puesto en práctica los conocimientos y la experiencia de los grandes países productores de carne de conejo (inseminación artificial y manejo en bandas); el manejo reproductivo, productivo y sanitario es estricto. Se hace indispensable el uso de registros y la utilización de alimentos concentrados. La producción que se obtiene de ese sistema se destina a restaurantes, centros comerciales, o al público de manera indirecta (Comité Nacional Sistema Producto Cunicola, 2009).

El sistema familiar o de traspatio ocupa el 80% la producción total de conejos en México, seguido del 15% del sistema semi industrial, mientras que el sistema industrial solamente el 5%, esto debido al manejo más estricto e instalaciones de mayor nivel que se requieren para la producción. (Comité Nacional Sistema Producto Cunicola, 2009).

En México, la producción de conejos para carne se realiza con las siguientes razas: Nueva Zelanda Blanco, California, Chinchilla, Mariposa, Azteca negro y algunas líneas como la FES-Cuautitlán UNAM y animales criollos producto de cruzamiento en las granjas (Comité Nacional Sistema Producto Cunicola, 2009).

En 2016, se reportó que en México se contaba con 389,135 hembras en producción, 14,374,651 conejos producidos, 15,689 toneladas de carne y 128 kg de consumo per capita. (Comité Nacional Sistema Producto Cunicola, 2016).

El Estado de México es la entidad de mayor producción (30.2%), seguido de Puebla (14.7%) e Hidalgo (6.9%) (INEGI, 2007).

El Estado de México presenta un inventario de 65,000 vientres y en él se producen aproximadamente 2,340 toneladas de carne en canal, 1500 familias mexiquenses

se dedican a esta actividad. Las zonas de mayor producción y comercialización son el oriente, contemplando principalmente los municipios de Amecameca, Texcoco y Teotihuacán; la zona del Valle de Toluca, el municipio de Jilotepec y Atlacomulco. (SAGARPA, 2015); el 85% de los productores sacrifica sus conejos en el mismo lugar en que se producen, sin el conocimiento de que existe la norma oficial NMX-FF-105-SCFI 2005 de aplicación voluntaria para mejorar la calidad e inocuidad de la carne de conejo. El 4% de los cunicultores destina la producción para el abasto familiar, el 29 % vende conejos en pie y el 67% vende carne en canal fresca o refrigerada; la comercialización es local y generalmente no se emplean estrategias de mercadeo; el 84% no recibe asistencia técnica, el 89% de los productores no están organizados pero manifestaron su interés por pertenecer a alguna asociación de cunicultores (Orihuela, 2007). El consumo en México es de 100 g habitante/año, inferior a la media mundial. En esta entidad los municipios con mayor producción son Amecameca, Jilotepec, Atlacomulco, Toluca y Texcoco, los cuales también tiene mayor consumo (250 g habitante/año) que el promedio nacional (SAGARPA, 2015).

2.4 Características digestivas del conejo

El conejo presenta un intestino grueso muy desarrollado, permitiendo la maceración, fermentación y solubilización de las partes fibrosas del alimento. Las enzimas de la microflora del ciego y colon proximal degradan la celulosa y otros carbohidratos no absorbidos en ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico), que atraviesan la pared intestinal y se utilizan como en los rumiantes, ingresando en el ciclo del ácido tricarbóxico (Cheeke, 1995). Sin embargo, los ácidos grasos volátiles representan sólo un 10% del metabolismo basal (Sandford, 1988). Por lo tanto, a pesar de que la microflora del ciego ataca a la fibra, el conejo sólo utiliza una pequeña cantidad, entre 15 y 35% (Lebas *et al.*, 1996). Este animal es menos eficiente en la utilización de los alimentos fibrosos que los rumiantes, équidos y otros herbívoros, pero más que las aves. Además, la microflora intestinal del conejo sintetiza vitaminas del complejo B, de forma que el conejo es

autosuficiente, salvo en el caso de las B₆ y B₁₂ (Arrington y Kelley, 1976); también juega un papel importante en la síntesis y remodelación de aminoácidos (Rosell, 1980).

Los alimentos consumidos pasan rápidamente por el estómago y por el intestino delgado para permanecer por algunas horas en el ciego; ahí, en el curso de un proceso especial, se transforma el aspecto de los alimentos y aparecen pequeñas bolas mucosas, llamadas excrementos blandos que pasan por el colon formando “rosarios”. Su aspecto, su resistencia y su composición, los diferencia de los excrementos duros (Sandford, 1988).

Estos excrementos blandos, son excretados principalmente durante la noche, y son ingeridos por el animal a su salida del ano inmediatamente (cecotrofia). Se efectúa entonces una nueva digestión en el curso de este segundo tránsito muy distinta a la primera (Sandford, 1988).

Al volver a consumir las heces blandas, el conejo puede aumentar la ingesta de vitamina B junto con la proteína que ha sido sintetizada por las bacterias; pero parece incapaz de usar el nitrógeno no proteico (NNP), como el que contiene la urea (Cheeke, 1995).

En el Cuadro 1 se muestran las diferencias entre las dos clases de heces en conejos (heces firmes y blandas).

El tubo digestivo relativamente es más desarrollado en el conejo joven que en el adulto, alcanza prácticamente su tamaño definitivo en un conejo de 2.5 a 2.7 kg, cuando el animal sólo pesa como máximo el 60-70% de su peso vivo adulto.

Cuadro 1. Diferencias en la composición química de las heces firmes y blandas de conejos.

| Nutriente | Heces | |
|-------------------------|--------|---------|
| | Firmes | Blandas |
| Proteína bruta (%) | 10.92 | 34.97 |
| Extracto etéreo (%) | 4.100 | 3.550 |
| Fibra bruta (%) | 35.53 | 13.89 |
| Extracto libre de N (%) | 41.10 | 36.59 |
| Cenizas (%) | 8.35 | 11.00 |

Fuente: Cheeke, (1995).

2.5. Alimentación convencional de los conejos.

Los estudios sobre la alimentación del conejo son relativamente escasos, diferentes autores como Lebas *et al.*, (1996), mencionan que cuando el conejo se encuentra ante diferentes alimentos (alfalfa, maíz en grano seco, avena, etc.), elige en función de criterios difícilmente previsibles.

La intensificación de los sistemas productivos en conejos y el aumento de su importancia económica implican que la elección adecuada de los piensos adquiera una gran importancia si se tiene en cuenta su notable incidencia, tanto en los costos de la explotación (80% del total), como en los rendimientos productivos de los animales. Sin embargo, solamente con un buen manejo, piensos adecuados proporcionan rendimientos óptimos (De Blas *et al.*, 1986).

2.6. Comportamiento alimentario

Los estudios sobre el comportamiento alimentario se han ocupado principalmente de los conejos que reciben alimentos completos equilibrados o en el ámbito de las

preferencias alimentarias, de los alimentos secos, tales como granos, pajas y forrajes secos (Cuadro 2) (Lebas *et al.*, 1996).

Cuadro 2. Composición química de ingredientes que se pueden utilizar en la alimentación de conejos.

| Ingrediente | Nutriente (% BS; Mcal kg MS) | | | | | |
|-------------------|------------------------------|-----|------|------|------|------|
| | MS | EE | CE | Ca | P | ED |
| Avena | 86 | 5.3 | 10.2 | 0.08 | 0.34 | 2800 |
| Trigo | 86 | 1.9 | 23.0 | 0.05 | 0.33 | 3100 |
| Maíz | 86 | 4.2 | 22.0 | 0.01 | 0.27 | 3200 |
| Cebada | 86 | 2.0 | 40.0 | 0.05 | 0.35 | 3000 |
| Sorgo | 86 | 3.0 | 25.0 | 0.03 | 0.30 | 3150 |
| Salvado de trigo | 87 | 4.0 | 9.6 | 0.13 | 1.20 | 2300 |
| Salvado de maíz | 89 | 6.3 | 9.0 | 0.03 | 0.23 | 2750 |
| Pasta de soya | 88 | 1.8 | 7.4 | 0.30 | 0.62 | 3260 |
| Pasta de girasol | 90 | 1.8 | 26.5 | 0.35 | 0.90 | 2770 |
| pasta de canola | 89 | 1.8 | 11.7 | 0.75 | 1.10 | 2800 |
| Paja de trigo | 90 | 1.3 | 42.0 | 0.47 | 0.09 | 700 |
| Harina de pescado | 91 | 8.3 | 0.0 | 3.90 | 2.55 | 4160 |

MS=Materia Seca, EE=Extracto Etéreo, CE=Celulosa, Ca=Calcio, P=Fósforo, ED=Energía Digestible.

(Fuente: INRA, 1989; Maertens *et al.*, 1990).

En el Cuadro 3 se observan los niveles recomendados de nutrientes en dietas para conejos en producción intensiva.

Cuadro 3. Niveles recomendados de nutrientes en dietas para conejos en producción intensiva.

| Composición de la dieta (90% M.S.) | Unidades | Conejas reproductoras | Gazapos al destete | Conejos en engorda | Alimento mixto |
|------------------------------------|----------|-----------------------|--------------------|--------------------|----------------|
| E.D. | Kcal/kg | >2,500 | >2,250 | >2,400 | >2,400 |
| E.M. | Kcal/kg | >2,380 | >2,140 | >2,280 | >2,280 |
| P.C. | % | 17.50 | 16.00 | 15.50 | 17.00 |
| Lis. | % | >0.85 | >0.75 | >0.72 | >0.75 |
| Met.-Cist. | % | >0.62 | >0.65 | >0.65 | >0.65 |
| Trip. | % | >0.15 | >0.13 | >0.13 | >0.15 |
| Tre. | % | >0.65 | >0.60 | >0.60 | >0.62 |
| Leu. | % | >1.25 | >1.05 | >1.05 | >1.02 |
| Isoleu. | % | >0.70 | >0.60 | >0.60 | >0.65 |
| Val. | % | >0.85 | >0.70 | >0.70 | >0.80 |
| His. | % | >0.43 | >0.35 | >0.35 | >0.40 |
| Arg. | % | >0.80 | >0.90 | >0.90 | >0.90 |
| Fen.-Tir. | % | >1.40 | >1.2 | >1.2 | >1.25 |
| F.C. | % | >11.5 | >15.5 | >14.5 | >14.0 |
| F.D.A. | % | >15.0 | >20.0 | >18.5 | >17.5 |
| Grasa | % | 4-5 | 3-5 | 3-5 | 3-5 |

Martens,(1990).

Los conejos son mucho más sensibles a pequeños cambios en la alimentación que otros animales, a veces se niegan a aceptar una nueva dieta durante varios días y llegan a morir de hambre antes de probar la nueva dieta (McNitt *et al.*, 2013).

La alimentación de los conejos con forrajes, más un alimento concentrado complementario, plantea igualmente algunos problemas cuando los forrajes son poco apetecibles. Cuando un cunicultor se encuentre frente a esta situación, deberá limitar la cantidad de alimento concentrado o, en general, la del alimento más apetecible. Por el contrario, la situación cambia si el conejo se encuentra frente a dos alimentos ricos en energía (Ly. 1999). De Blas y Wiseman (2010) mencionan que las dietas nuevas suministradas a los conejos en libre elección no son aceptadas inmediatamente, pero su consumo puede observarse aumentado a largo plazo.

2.7 Composición y calidad nutritiva de la carne

Una de las características más importantes que diferencian a la carne de conejo del resto de las carnes y fundamentalmente de las carnes rojas, son sus propiedades nutricionales. (Cuadro 4)

La carne de conejo es muy especial para la alimentación humana, por ser más baja en calorías que otras clásicamente remarcadas por su bajo contenido en colesterol como el pollo o el pavo. Esta carne es muy saludable por su alto porcentaje en proteínas de elevado valor biológico, su bajo contenido en grasa, especialmente en colesterol, su adecuada proporción de grasas insaturadas (mono y poliinsaturadas) y su gran riqueza en algunos minerales importantes (hierro y calcio) y ciertas vitaminas (niacina y vitamina B₁₂). Además, posee buenas proporciones de magnesio, potasio, vitamina B₆, vitamina E y ácido fólico; es así mismo baja en sodio, lo que hace que pueda entrar en la dieta de pacientes con hepatopatía crónica, mujeres embarazadas, niños, enfermos con hipertensión arterial o insuficiencia renal crónica (INTERCUN, 2011). Sin embargo, estas características

son desconocidas por la mayoría de los consumidores, especialmente en países o lugares que, por tradición, consumen otras especies.

Cuadro 4. Composición química de carnes de diferentes especies (100 g de fracción comestible).

| Carne magra | Agua | Proteína | Grasas | Minerales | Kcal/100 g |
|-------------|------|----------|--------|-----------|------------|
| Vacuno | 66.0 | 18.8 | 13.7 | 1.0 | 213 |
| Tenera | 72.7 | 20.5 | 5.4 | 1.1 | 142 |
| Cerdo | 53.3 | 15.3 | 30.5 | 0.8 | 357 |
| Cordero | 69.0 | 18.2 | 12.5 | 1.0 | 199 |
| Conejo | 69.6 | 20.8 | 7.62 | 1.1 | 164 |
| Pollo | 72.7 | 20.6 | 5.60 | 1.1 | 144 |

(Souci *et al.*, 1986/87).

Cuadro 5. Comparación del nivel de proteínas en los distintos tipos de carnes.

| CARNES | APORTE DE PROTEINAS POR 100 g. |
|---------|--------------------------------|
| Conejo | 23.0 |
| Pollo | 21.8 |
| Tenera | 20.7 |
| Cerdo | 20.0 |
| Cordero | 18.0 |

Moreiras (2005).

Ouhayoun (1978), menciona que la composición de la carne de conejo varía con respecto a la edad, sobre todo en la proporción de grasa, utilizando conejos de la raza Nueva Zelanda observó que, a mayor edad, la cantidad de agua disminuye ligeramente y sucede lo contrario en el caso de la proteína y la grasa, es decir, a mayor edad, su proporción se incrementa.

Muchos consumidores de carne creen que las carnes rojas son poco sanas debido a su alto contenido de colesterol y ácidos grasos saturados (Rhee, 1992). Varios estudios epidemiológicos han demostrado una relación directa entre la ingesta de estos ácidos saturados con las enfermedades cardiovasculares, por lo que los médicos recomiendan disminuir su consumo (British Nutrition Foundation, 1996; Dalle, 2002). El contenido de ácidos grasos saturados es más alto en carnes rojas (Enser *et al.*, 1996) que en las de aves o pescado; sin embargo, el contenido de colesterol de la carne magra de vacunos, terneros y cerdos, es muy diferente al de la carne de pollo (sin piel) o pescado e incluso es más bajo que en algunos mariscos (Rhee, 1992).

La carne de conejo se clasifica entre las carnes que contienen bajo colesterol (con un promedio de 53 mg/100 g (Paragi *et al.*, 1992) por lo que podría ser de utilidad en la elaboración de dietas para personas mayores o con problemas cardiovasculares (Guernebleich, 2001). De acuerdo a la composición en ácidos grasos de su carne y grasa, podría ser considerada como un alimento de interés para la dieta humana debido a su contenido relativamente alto de ácidos grasos insaturados (Alasnier y Gandemer, 1998). En el Cuadro 6 se muestra la comparación del nivel de lípidos entre las diferentes especies.

Cuadro 6. Comparación del nivel de lípidos en los distintos tipos de carnes

| CARNES | APORTE DE LÍPIDOS POR 100 g. |
|---------------|-------------------------------------|
| Conejo | 2.8 |
| Pollo | 4.6 |
| Tenera | 8.3 |
| Cerdo | 5.4 |
| Cordero | 17.0 |

Moreiras (2005).

2.8 Características de calidad de la carne

Los atributos de calidad de la carne como el pH, color, la capacidad de retención de agua, propiedades de textura, olor, gusto y la mayoría de los aromas percibidos durante la masticación, no pueden considerarse independientes, ya que todos están relacionados entre sí y su interacción proporciona las características globales de calidad de la carne (Rhee, 1992).

2.8.1. pH en la carne

El pH es la característica más importante de la carne ya que afecta directamente la estabilidad y propiedades de las proteínas; de su valor final (medido generalmente 24 h *post mortem*) dependerán prácticamente todos los atributos importantes de la calidad de la carne, como son la capacidad de retención de agua (textura) y el color. La evolución del pH de la carne de conejo se inicia a partir del pH del músculo, que de acuerdo a Bate-Smith y Bendall (1949), en conejos vivos, es muy cercano a 7.0. Sin embargo, después del sacrificio, el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes, por lo que trata de mantener su integridad disipando sus propias reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa *post-mortem* (transporte, estrés, ayuno, método de aturdimiento, disponibilidad de glucógeno y producción de ácido láctico, entre otros) y del glucógeno disponible (Gondret *et al.*,

1998). Una de las consecuencias de este fenómeno en carne de conejo, es la disminución del pH, que pasa de un valor en el musculo de 7.0 a 7.2, a un pH que oscila entre 5.6 (en músculos de actividad glicolítica) y 6.4 (en músculos oxidativos) (Cabanes, 1996; Delmas y Ouhayoun, 1990); así como de los factores *ante-mortem*. El pH último puede variar según la localización en un mismo músculo (Cantoni *et al.*, 1975).

En el caso de la carne de bovino, Talmant *et al.*, (1986) encontraron que la velocidad de acidificación era más lenta en los músculos rojos (oxidativos) que en los blancos (glicolíticos), mientras que en la carne de conejo la velocidad de acidificación es la misma (3×10^{-3} unidades de pH/minuto), tanto en músculos oxidativos como en glicolíticos; los músculos de la porción delantera de la canal tienen mayor pH que los músculos de la parte trasera (Renou *et al.*, 1986).

Bendall (1973), describió tres fases en el establecimiento del rigor en conejos:

- a. Fase de latencia. En esta fase el musculo permanece extensible, igual que en el momento del sacrificio. La duración de esta fase puede ser prácticamente cero en animales exhaustos, por la falta de reservas energéticas.
- b. Fase de instauración. En esta fase se observa una rápida disminución de la extensibilidad.
- c. Fase de inextensibilidad. La variación del pH post-mortem puede caracterizarse por su velocidad de caída, la cual está en proporción a la actividad ATP-básica de la miosina y por su amplitud, que depende de la cantidad de glucógeno degradado (o de lactato producido).

La limitada caída del pH causada por estímulos tales como condiciones de estrés, frio, enfermedad, calor, contracciones extenuantes de los músculos previas al sacrificio, también pueden causar la obtención de canales que produzcan carne oscura y potencialmente dura, debido a los cambios ya mencionados (incremento

del consumo de energía que utiliza el músculo y a la disminución de la cantidad disponible de glucógeno para la producción de ácido láctico después del sacrificio). Para el caso del conejo, el pH se mide normalmente en el músculo *longissimus dorsi* y en el *biceps femoris*; (Blasco *et al.*, 1996; Ouhayoun y Delmas, 1988; Oliver *et al.*, 1997) encontraron valores de pH de 5.70 y 5.77 en el *longissimus* obtenido de conejos alimentados con dietas suplementadas con aceite vegetal y grasa animal, respectivamente, y un pH de 5.66 en la dieta control (no suplementada). Otros valores de pH publicados por varios autores en el músculo *longissimus* de conejos han sido: 5.66-5.71 (Blasco *et al.*, 1996), 5.45-5.63 (Ristic, 1986), 5.69-5.75 (Ouhayoun, 1978) y en pierna 5.87 y 6.03 (Lambertini *et al.*, 1996), 5.98-6.0 (Niedzwiadek *et al.*, 1996).

2.8.2 pH del tracto gastrointestinal

El compartimiento importante del aparato digestivo del conejo es el estómago, que representa alrededor de un tercio de la capacidad digestiva total (Porstmouth, 1977). Se distinguen dos zonas: una fundica y otra pilórica. En la primera el pH es más elevado 3.5 (Gutiérrez *et al.*, 2002), en ella permanecen los cecotrofos durante varias horas después de ser ingeridos 6-8 h (Lang, 1981). En esta zona ha sido detectada actividad fibrolítica (Marounek *et al.*, 1995), de forma que podría tener lugar una cierta digestión de la fibra. El pH en la zona pilórica es muy bajo 1.2; incluso en animales destetados precozmente, lo que asegura la desnaturalización de las proteínas alimenticias y una barrera séptica frente a la contaminación microbiana vía oral. El intestino delgado mide 3 m de longitud en el adulto, en él se vierten secreciones digestivas (pancreática, biliar e intestinal). El transito digestivo es muy rápido de 2 a 4 horas (Gutiérrez *et al.*, 2002).

2.8.3 Capacidad de retención de agua (CRA)

La CRA se refiere a la capacidad de la carne para retener agua cuando se somete a factores externos como corte, presión y temperatura, entre otros. Cuando se aplica cualquiera de las condiciones anteriores, la carne sufre pérdidas de humedad

debido principalmente al agua libre de su estructura. La CRA es una propiedad de gran importancia en la calidad de la carne, ya que sufre cambios antes, durante y después de la cocción. Después del sacrificio, la CRA de la carne se ve afectada por factores como la caída del pH *post-mortem*, la pérdida de ATP, la instauración del *rigor mortis* y los cambios en la estructura miofibrilar asociados, en parte, a la actividad proteolítica (Koohmaraie, 1994; Ouali, 1990); por ello, las propiedades físicas más importantes de la carne (color, firmeza, jugosidad y textura de la carne cocida) están estrechamente relacionadas con la CRA (Hulot y Ouhayoun, 1999). Cuando los tejidos tienen poca capacidad para retener agua durante el almacenamiento, las pérdidas por goteo pueden ser grandes y al mismo tiempo se pierden algunas proteínas solubles, vitaminas y minerales.

Para evaluar la CRA se ha propuesto un método (Barton-Gade *et al.*, 1994) que mide las “pérdidas por goteo” e indirectamente la CRA, pero para la carne de conejo, que es una canal pequeña, los procedimientos sugeridos son poco funcionales, por lo que Pla *et al.*, (2000), sugieren aplicar el método de “Compresión en papel filtro”, el cual evalúa la cantidad de “agua liberada por presión” como una medida indirecta de la CRA. La CRA se expresa como la media de dos réplicas del valor de la cantidad de agua liberada por presión (Press Released Water=PRW) y se calcula mediante la fórmula:

$$PRW = \frac{\text{Peso del papel filtro húmedo} - \text{Peso del papel filtro}}{\text{Peso de muestra de carne}} \times 100$$

Peso de muestra de carne

Respecto a la CRA en el músculo *longissimus* del conejo se encontró lo siguiente. Pla *et al.* (1998), calcularon valores de CRA de 34.43, 35.59 y 35.62%, para tres líneas de conejos; Pla y Cervera (1997) encontraron valores de CRA de 33.5, 36.8 y 30.6% en conejos alimentados con dietas enriquecidas con grasa vegetal animal. Los valores fueron similares a los de Battaglini *et al.* (1994) 35.6-35.7%. Piles *et al.* (2000) publicaron una CRA de 33.83% en conejos seleccionados por tasa de

crecimiento. Dal Bosco *et al.* (2001) obtuvieron valores de CRA de 56.63, 47.05, 44.15 y 47.98%, en *longissimus* fresco, hervido, frito y asado, respectivamente, usando el método de centrifugación (Nakamura y Katoh, 1985).

En el Cuadro 7 se observan las pérdidas por efecto de la edad en la cocción de la carne de conejo, estas se reducen al aumentar la edad (Fisher y Rudolph, 1979).

Cuadro 7. Perdida de agua (%) por cocción (asado) de carne de conejo de acuerdo a la edad y contenido de grasa.

| Variable | Edad (días) | | |
|-----------------|-------------|-------|-------|
| | 86 | 96 | 105 |
| Peso canal (kg) | 1.40 | 1.54 | 1.63 |
| Pierna (%) | 30.9 | 27.6 | 27.3 |
| Grasa (%) | (4.8) | (4.9) | (6.0) |
| Lomo (%) | 34.1 | 30.9 | 30.8 |
| Grasa (%) | (1.5) | (1.7) | (1.6) |

Fischer y Rudolph (1979).

2.8.4 Color

El color de la carne depende del tipo de músculo (actividad) y de la concentración de mioglobulina que contenga el músculo, además del estado de oxidación del átomo de hierro del grupo hem y de una posible desnaturalización de la globulina (Hulot y Ouhayoun, 1999). El color es un indicador muy utilizado para evaluar la calidad de la carne (Issanchou, 1996), de modo que la intensidad del color puede ser usada para evaluar la edad del animal, siendo más oscura y generalmente más dura a mayor edad, debido a que los músculos contienen mayor cantidad de mioglobulina (Cassens, 1994).

Para el caso de la carne, el color es también una característica de importancia comercial, ya que es el primer atributo de calidad que el consumidor puede apreciar.

Para la evaluación del color en carne y productos cárnicos, Honikel (1997), recomienda algunos parámetros a considerar, como definir el tiempo de “Blooming” (tiempo de exposición de la carne al aire, exactamente después de cortar la muestra, que preferentemente debe de ser de dos horas y como mínimo una hora a una temperatura máxima de 3 °C). También debe de considerarse que las lecturas hechas en carne con gran cantidad de grasa intramuscular (marmoleo) o colágeno, producirán valores con gran variabilidad.

El contenido de pigmento de mioglobina es intrínseco al músculo, dependiendo de los factores de producción primarios, tales como la especie, raza, edad, tipo de músculo y el grado de nutrición. El periodo *ante-mortem*, el proceso de sacrificio y las etapas subsecuentes, afectan al color, por la influencia de la velocidad de caída del pH y la disminución de la temperatura. Durante el almacenamiento, distribución y venta, el proceso de oxigenación y oxidación de la mioglobina afectan el color (Honikel, 1998).

Debido a que la mayoría de las investigaciones relacionadas con el color en la carne están realizadas para las especies y cortes de mayor consumo, para la carne de conejo, Blasco *et al.* (1996), sugieren que las medidas de color se obtengan de los músculos de mayor importancia comercial, es decir, *longissimus dorsi* y *bíceps femoris*, considerados los músculos más representativos en estudios realizados en calidad de carne de conejo. Al no haberse precisado los métodos ni la forma de establecer un control de calidad, los diferentes autores realizan las mediciones del color en diferentes lugares de la canal, por lo que la comparación de resultados es difícil (Pla *et al.*, 1995; Renerre, 1982). En el Cuadro 9 se describen las variables de color para diferentes especies y varios músculos de conejo (Pla *et al.*, 1998), donde se puede observar como los valores de color para los parámetros L*, a* y b*, varían ligeramente, de acuerdo al musculo donde se haga la lectura.

La percepción del color de la carne está conformada por la refracción, por la absorción acromática y la reflexión diferencial de las diversas radiaciones luminosas

de la luz por los elementos estructurales de la misma; estos elementos varían dependiendo de la saturación (cantidad de pigmentos), el matiz (estado del pigmento) y la luminosidad (estado físico de la carne). Existe una reflexión diferencial de las diferentes ondas que, al llegar al ojo, estas producen una respuesta en los bastones de este órgano que es interpretada como color, el cual, al tener diferente respuesta, según la cantidad de tipos de bastones que posee una persona, es una característica subjetiva (Braña *et al.*, 2011).

Existen diversos métodos de medición de color como los sistemas Lab como HUNTER Lab y CIE Lab (basados en $L = \pm$ Luminosidad; $a = -$ verde, $+$ rojo; $b = -$ azul, $+$ verde) y sistemas como el PANTONE (basado en un sistema de comparación de colores por medio de paletas o gama de colores), este último es el más utilizado a nivel internacional ya que es el de más fácil uso (Moreno, 2006). Según la Norma Mexicana NMX-FF-105-SCFI-2005 las canales de conejo pueden presentar cuatro coloraciones de rosa (basados en sistema PANTONE) el 196 C, 706 U, 699 C y 701 U.

Los valores de la Luminosidad (L^*) y tendencia al rojo (a^*) para el caso de la carne de vacuno, representan los valores más altos del Cuadro 8; en contraste con los valores de las mismas variables para el musculo *Pectoralis* de pollo que posee los valores más bajos, ambos debido a su composición y propiedades. El músculo *longissimus* de cerdo y conejo posee características semejantes de color, hasta cierto punto; Gil *et al.*, (2001) encontraron valores para L^* de 32.2 a 38.9, en siete razas de terneras españolas para carne.

Cuadro 8. Parámetros de color medidos en la superficie de la canal en diferentes músculos de cuatro especies pecuarias.

| Especie | Músculo | L* | a* | b* |
|----------------------------|----------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Conejo ¹ | L. lumborum | | | |
| | 7 ^a . Vértebra lumbar | 56.89 | 2.35 | 0.57 |
| | 4 ^a . Vértebra lumbar | 55.57 | 2.49 | 1.61 |
| | 2 ^a . Vértebra lumbar | 55.82 | 2.67 | 2.0 |
| | Gluteus accesorius | 54.12 | 3.85 | 3.2 |
| | Biceps femoris | 52.08 | 3.47 | 4.4 |
| Pollo | Pectoralis ² | 81.17 | 2.62 | 15.9 |
| Cerdo | Longissimus ³ | 57.0 | 7.44 | 15.9 |
| | L. thoracis ⁴ | 52.0 | 7.40 | 3.1 |
| Vacuno | L. lumborum | 41.7 | 20.7 | 21.1 |
| | L. thoracis ⁶ | 32.2 | 23.4 | 13.2 |

¹Pla *et al.*, 1995; ²Holownia *et al.*, 2003; ³Norman *et al.*, 2003; ⁴Gil *et al.* 2003, ⁵Raza Belgian Blue. Raes *et al.*, 2003. ⁶Gil *et al.*, 2001.

La coloración de la carne de conejo puede resultar afectada por factores de estrés, tales como el estrés calórico y ruido, resultando canales de una coloración más oscura y menos luminosa tras refrigeración (Kowalska *et al.*, 2011); sin embargo, autores como Gondret (1998) y Hernández (2008), señalan que anomalías de carnes Pálidas, Suaves y Exudativas (PSE) u Oscuras, Firmes y Secas (DFD-Dark, Firm and Dry), no se presentan comúnmente en la carne de conejo. Sin embargo, Sierra (2006) encontró diferencias significativas en los valores de pH entre las razas Nueva Zelanda Blanco (NZB) y la raza California, derivando en diferencias en coloración.

La carne de conejo puede llegar a ser más oscura, seca o húmeda, dependiendo del sistema de envasado, lo que puede llegar a afectar la decisión de compra del consumidor final rechazando el producto por el color, lo que hace que permanezca un mayor tiempo en anaquel y por ende la carne tenga una maduración más prolongada, sin embargo, las unidades rechazadas por los compradores de centros comerciales se pueden utilizar para la industria hotelera y restaurantera donde exigen piezas con un mayor tiempo de maduración (Oliete *et al.*, 2006; Pérez *et al.*, 2011).

Otro factor que puede cambiar la coloración de la carne de conejo es el método de descongelación. Una descongelación en horno de microondas (rápida) comparada con una descongelación en temperaturas de refrigeración (0-4°C) (lenta) dará como resultado una carne con menor luminosidad (Chwastowska *et al.*, 2013).

2.8.5 Propiedades de textura

Las propiedades relacionadas con la textura son las características de calidad más apreciadas por el consumidor (Issanchou, 1996; Lawrie, 1998) y se caracterizan por ser difíciles de definir, ya que al igual que al color, las propiedades de textura de una misma muestra pueden tener diferente significado para cada persona. El contenido de colágeno tiene una relación directa con las propiedades de textura, habiéndose establecido esto a principios del siglo XIX por Lehman (1907). Scönfelt y Naudé (1994) encontraron que la dureza aumenta con la edad y al parecer, está relacionada con el tejido conectivo y muy especialmente con las propiedades del colágeno. La concentración del colágeno no varía significativamente con el crecimiento del animal, pero es más insoluble a mayor peso y a mayor edad. También se ha observado que la velocidad de maduración es más rápida en músculos blancos (contracción rápida), que en los músculos rojos (contracción lenta) (Ouali, 1990). Existen otros factores que influyen las propiedades de textura de la carne como la especie, edad, género, condiciones de estrés

antemortem, tipo de musculo, cantidad y solubilidad de colágeno, longitud del sarcómero, fuerza iónica y degradación miofibrilar (Koochmaraie, 1994).

También se ha observado que la longitud del sarcómero se correlaciona con los valores de esfuerzo cortante de la carne de vacuno (Lepetit *et al.*, 2000) y del cordero (Wheeler *et al.*, 1994). Sin embargo, para la carne de conejo, la longitud del sarcómero no puede ser considerada como un indicador fiable de la terneza, ya que según Walker *et al.*, (1995), en esta especie la longitud de este es probable que tenga poca relación con la maduración de la carne.

En los ensayos de evaluación de las propiedades de textura, también es importante considerar dos factores fundamentales: el tamaño y geometría de las muestras, así como la dirección de las fibras en el momento del ensayo, ya que se ha visto que ambos tienen gran influencia sobre estas propiedades (Guerrero y Guardia, 1999; Murray y Martin, 1980).

2.9 Probióticos

2.9.1 Generalidades

El término probiótico fue utilizado por primera vez por Lilly y Stillwell (1965) para describir sustancias secretadas por un microorganismo el cual estimula el crecimiento de otros.

Parker (1974) fue el primero en utilizar el término probiótico en el contexto para describir organismos y sustancias las cuales contribuyen al equilibrio microbiano intestinal, sin embargo, al emplear la palabra sustancias, también se hace referencia a los antibióticos. Ya en 1989, Fuller, intentando mejorar la idea de Parker, planteó la siguiente definición: Un suplemento alimenticio de microorganismos vivos, el cual afecta benéficamente al hospedero animal al mejorar su balance microbiano intestinal. Esta vez se introduce el aspecto de un efecto benéfico sobre el hospedero y se enfatiza el requerimiento de viabilidad para los probióticos (Schrezenmeir y De Vrese, 2001).

En el 2003, Sanders llevó a cabo una revisión, donde la definición más reciente fue publicada en un encuentro de Expertos Consultores de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), los cuales definieron a los probióticos como microorganismos vivos que al ser administrados en cantidades adecuadas, confieren un beneficio saludable al hospedero.

En 1993, Chesson menciona que la adición directamente a la dieta de microorganismos usados como promotores de crecimiento han proporcionado resultados variables expresados en los parámetros productivos; esto puede deberse a la diferencia en las cepas usadas, cantidad de la dosis, composición de la dieta, estrategias de alimentación y a la interacción con otros aditivos alimenticios en la ración diaria.

El comportamiento animal en respuesta a la adición de probióticos puede verse modificado por diferentes factores como; la dosis utilizada, edad, raza, tipo de explotación, uso de antibióticos, estrés y el ambiente de la crianza. Es por esto que es muy común encontrar respuestas variables al uso de probióticos, por lo que considerar estos factores es un punto crítico antes de utilizar estos productos (Fox, 1994).

3. *Saccharomyces cerevisiae*

El género *Saccharomyces* incluye dos mil especies, la más conocida es *Saccharomyces cerevisiae* (Sc), es una levadura, que mide de 5 a 10 μm , anaerobia facultativa, que se propaga mediante el proceso de metabolismo oxidativo (fermentación), más de 40% de su peso en seco consiste en proteína de alta calidad pues son ricas en lisina, además de vitamina B₁₂ y minerales; las colonias crecen rápidamente y maduran en tres días, son planas, lisas, como un botón de flor de color crema bronceado.

La levadura *Sc* tiene un crecimiento óptimo a pH de 3.0 y de 4.5 a 6.5, pero crece bien a pH de 8.7, también se ha demostrado que algunas especies toleran condiciones muy ácidas con un pH de 1.5, lo que la convierte en buena candidata para ser utilizada como probiótico, ya que al entrar al tracto gastrointestinal puede resistir la variación de pH y de temperatura (Czerucka *et al.*, 2007).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* ha sido considerada como probiótico en especies domésticas. En algunos trabajos de investigación se ha demostrado que puede actuar como un inmuno estimulador e inmuno regulador y puede además incrementar la resistencia inespecífica para un gran número de bacterias que afectan el tracto respiratorio y digestivo. En condiciones normales, *S. cerevisiae* no puede colonizar el tracto digestivo, pero una parte significativa de las levaduras ingeridas pueden ser encontradas vivas en las heces de los animales. Esta es la más importante diferencia con otros probióticos tales como las bacterias ácido lácticas en las que su efecto biológico está estrechamente relacionado con su adhesión a la mucosa intestinal (Ouweland *et al.*, 1999).

La mayoría de levaduras, como *S. cerevisiae*, son importantes para la industria debido a su habilidad de convertir azúcar (glucosa, maltosa) en etanol y dióxido de carbono (cervecería, destilería). *Saccharomyces cerevisiae* posee el estatus GRAS (reconocimiento de total seguridad) dado por la FDA de los EE.UU (Auclair, 2001).

3.1 Efectos en la salud humana

Saccharomyces cerevisiae se ha utilizado en medicina humana con fines profilácticos y terapéuticos. Por su capacidad inmunomoduladora, esta levadura ha sido utilizada como tratamiento efectivo para el acné (Weber *et al.*, 1989). Así mismo se ha utilizado como medicamento para controlar diarreas de origen inespecífico, incluso en casos de infecciones producidas por agentes resistentes a antibióticos y antidiarreicos (Kirchelle *et al.*, 1996). También se ha utilizado como agente profiláctico para prevenir diarreas a personas que viajan constantemente a zonas

insalubres (Kollaritsch *et al.*, 1993), en diarreas producidas por las toxinas de *Clostridium difficile* (Castagliuolo *et al.*, 1999).

3.2 Efectos en la salud animal

Saccharomyces cerevisiae Sc47 es una cepa comercial que se usa en la alimentación porcina, mejora algunos parámetros productivos y de salud de los animales (Roque *et al.*, 1994; Pirvulescu *et al.*, 1996; White *et al.*, 2002). Cuando se administra el Sc por vía oral en cerdos jóvenes, se ha observado que puede tener un efecto de prevención y control en algunas infecciones bacterianas del tubo digestivo como *E. coli*, *Salmonella cholera suis* y *Campilobacter jejuni* (Pirvulescu *et al.*, 1996; White *et al.*, 2002). En conejos, cuando se adiciono Sc47 en concentración de 107 UFC/g en el periodo posdetete, 21 días como mínimo, incrementa el promedio de ganancia de peso diario y reduce la incidencia de patógenos (Maertens *et al.*, 1990). Según Maertens *et al.*, 1990 y Roques *et al.*, 1994, la levadura puede ser usada en permanente para promover el establecimiento de una microbiota ideal y eficiente.

La cepa Sc47, no se ha estudiado tanto como otras, la cual es una cepa seleccionada de la industria de la panadería, comercialmente se ha usado para alimentación de cerdos (Auclair, 1997) y otros animales de granja, en pruebas de campo ha demostrado efectos contra *E. coli* e *Isospora suis* en cerdos (Fuller, 1989; Stanley *et al.*, 1993).

3.3 Posibles mecanismos de acción

Entre los efectos que las levaduras pueden tener en la protección del hospedador contra los patógenos están: el bloque de toxinas a través de la serina proteasa, que tiene una acción inhibitoria al unirse con las toxinas. Debido a la presencia de mananos en la membrana de las levaduras, las bacterias se adhieren a ellas formando conglomerados de levaduras y bacterias que por un lado sacan a las bacterias del ecosistema intestinal al ser eliminadas junto con las heces fácilmente

y por otro lado evitan que las bacterias se adhieran a los receptores de la mucosa intestinal (Ries y Sousa, 1993).

Análisis in vitro, han indicado que *S. cerevisiae* posee algunos mecanismos de interferencia bacteriana, como la modulación de las señales de transducción bacteriana, aumento de los componentes del complemento provocados al ser fagocitado y la producción de citocinas, contribuyendo con ello a la regulación del microbismo bacteriano del intestino de los cerdos (Czerucka *et al.*, 2000; Caetano *et al.*, 1986; Janh *et al.*, 1996; Tasteyre *et al.*, 2002).

Por otro lado, la levadura sintetiza las enzimas que catalizan la hidrólisis de los constituyentes celulares a nivel intestinal, de este rompimiento celular existen dos consecuencias, la primera es que los productos liberados (aminoácidos, carbohidratos y ácidos grasos) están disponibles para el hospedero, la segunda es que como resultado del ataque masivo de autólisis, la población de células de levadura declina y es necesario administrar constantemente la levadura en el alimento para mantener una población estable (Auclair, 1997).

4. Cromo

4.1 Generalidades

Los microminerales esenciales, llamados también elementos traza, comprenden menos de 0.01 % del peso corporal total; son los nutrimentos que el cuerpo necesita en concentraciones de una parte por millón o menos (Taylor, 1996).

Un elemento se considera esencial si de su deficiencia resulta en una función biológica subóptima que puede prevenirse o es reversible con la ingesta de cantidades pequeñas de dicho elemento para compensar la deficiencia, que puede deberse a alteraciones en la absorción y al aumento en la utilización del elemento por el organismo (Nielsen, 1984).

Cada elemento traza esencial es necesario para una o más funciones en el organismo. Ante concentraciones muy bajas o muy altas, estas funciones se alteran

debido a que se deben tener concentraciones óptimas para el funcionamiento apropiado del organismo. Las interacciones entre los elementos trazan también son de gran importancia pues una ingesta excesiva de alguno, especialmente de los que son iones divalentes como el zinc, magnesio, calcio y el hierro, puede inhibir la absorción y causar la deficiencia de otro. Por el contrario, la deficiencia de algún elemento puede permitir la absorción de otro (Greger, 1983).

El cromo fue descubierto en 1797 por Vauquelin (citado por Baruthio, 1992); se trata de un mineral esencial en la dieta del hombre y los animales (Schachter *et al.*, 2001), con fines nutricionales se emplea en forma trivalente (Cr-III) como se encuentra en la naturaleza (NRC,1997), lo contienen la mayoría de los alimentos frescos y las fuentes ricas en Cr incluyen yema de huevo, productos de huevo, productos de granos completos, cereales, café, nueces, frijol, brócoli, carne, levadura de cerveza (Cefalu y Hu, 2004).

4.2 Metabolismo del Cromo

El Cr puede absorberse por vía digestiva, respiratoria y cutánea. La absorción intestinal (yeyuno) del cromo es baja tanto en humanos como en animales, varía de 0.5% hasta 2% dependiendo de la ingesta diaria; el resto es excretado en las heces, orina y bilis; la excreción normal por la orina es de 0.05- 0.5 µg/día. El mecanismo de absorción no se conoce con precisión, se cree que es por difusión o por una proteína transportadora. Después de la absorción, el Cr circula en el plasma a una concentración de 0.01 hasta 0.3 g/L, posiblemente a la transferrina y albúmina, mediante la unión a la transferrina, el Cr tiene un efecto significativo en el transporte de hierro (Anderson, 1998), el cromo es distribuido y almacenado en varios tejidos, con mayor concentración en los riñones, músculo, hígado y epidídimo, así como en el bazo y tejido óseo (Cefalu y Hu, 2004). La absorción del Cr es baja y se ve limitada por su competencia en absorción con el calcio, hierro, manganeso, zinc (Nielson, 1994), o en presencia de fitatos (Dattilo y Miguel, 2003), mientras que su absorción mejora en presencia de oxalatos (Nielson, 1994), niacina (Dattilo y Miguel, 2003),

ácido ascórbico (Offenbacher, 1994) y almidón (Seaborn y Stoecker, 1989). Una vez absorbido circula como cromo Cr-III libre o es transportado por la transferrina y otras proteínas plasmáticas o en forma de complejo como los el Factor de Tolerancia a la Glucosa, de esta manera llega a los tejidos (Ducros, 1992), su absorción es inversamente proporcional al consumo del mineral (Vicent, 2000), habiéndose observado que cuando se suministra en pacientes diabéticos con deficiencia, los signos son corregidos (Cefalu y Hu, 2004).

4.3 Requerimientos del cromo en la alimentación

Los requerimientos de Cr para el ganado no han sido definidos, pero parecen incrementarse en estados de estrés, ejercicio, durante enfermedades infecciosas y bajo estas circunstancias se pierde de manera importante por la orina (Underwood y Suttle, 1999).

En el organismo es necesario para el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteína (Mertz, 1993). Es biológicamente activo en su forma orgánica y su función está asociada con la actividad de la insulina, potencializando su acción. La deficiencia de este elemento provoca un deterioro del metabolismo de la glucosa debido a la mala eficiencia de la insulina. El deterioro de la tolerancia a la glucosa es el primer síntoma de esta deficiencia en animales de experimentación y es posible que sea una de las causas de la intolerancia a la glucosa en humanos (Engle *et al.*, 2005).

Se ha pensado que el Cr potencializaba la acción de la insulina como factor de Tolerancia a la Glucosa, sin embargo, estudios recientes sugieren que el Cr podría funcionar como parte de un oligopéptido intracelular de bajo peso molecular denominado Cromodulina, que ligado a Cr adquiere su forma activa (LMWCr), para de esta forma activar a la enzima tiroxina kinasa del receptor de insulina, promoviendo la fosforilación y como resultado se incrementa la sensibilidad a la insulina; la Cromodulina está compuesta de glicina, cisteína, ácido glutámico y ácido aspártico (Vicent, 2000; Cefalu y Hu, 2004), se ha aislado de hígado y riñón de

varios mamíferos (Vicent, 2004). De acuerdo con lo anterior, el Cr es requerido para elevar la glucosa celular y su deficiencia causa resistencia a la insulina (Schachter *et al.*, 2001), así mismo incrementa la sensibilidad de los tejidos a la insulina y la utilización de la glucosa por la célula (NRC, 1997). Una resistencia de las células a la insulina por carencia de Cr, puede dar como resultado una elevación sanguínea de la glucosa, de los triglicéridos y colesterol (Dattilo y Miguel, 2003).

Los compuestos de Cr-III se emplean en humanos y animales con diferentes finalidades, actualmente su uso está muy difundido, lo que ha generado en el medio científico controversias relacionadas con su papel como nutriente, su uso terapéutico y su toxicidad (Jeejeebhoy, 1999).

En humanos la suplementación con Cr-III ha mostrado mejorar la sensibilidad a la insulina, justificando su uso como tratamiento adjunto de diabetes mellitus (Schachter *et al.*, 2001) y enfermedades cardíacas (Aguilar *et al.*, 1995). Además, por su efecto sobre el metabolismo de la glucosa, insulina y lípidos ha sido empleado para reducir la grasa del cuerpo y reducción de peso (Anderson, 1998), o bien para recuperar el peso corporal perdido (Cerulli *et al.*, 1998).

La forma en que el ser humano puede obtener este elemento es a través del consumo de alimentos ricos en Cr. Lo contiene la mayoría de los alimentos frescos y las fuentes ricas en Cr incluyen yema de huevo, productos de granos completos, cereales, café, nueces, frijol, brócoli, carne y levadura de cerveza (Cefalu y Hu, 2004)

Actualmente en animales productivos, se experimenta con los compuestos de Cr en busca de mejorar la producción y la calidad de la canal de los cerdos (Kornegay *et al.*, 1997; Matthews *et al.*, 2001); mejorar la producción y calidad de la canal de los pollos de engorda (Lien *et al.*, 1999); la producción de huevo en gallinas ponedoras (Sahin, 2002a) y la producción de huevo de codorniz japonesa (Sahin, 2002b).

Los informes relacionados con el empleo de Cr en el desempeño productivo de los bovinos en el corral de engorda, son controversiales, se han encontrado resultados favorables en la ganancia diaria promedio (GDP) con la inclusión de levadura alta en cromo (Chang *et al.*, 1992); con nicotinato de Cr (Nic-Cr) incluido a razón de 0.4 ppm Cr mejoro la GDP (Kegley *et al.*, 1997) y con L- Metionina de Cr (Met- Cr) a un nivel de 0.4 y 0.7 ppm también mejoro la GDP y el peso de novillos (Barajas *et al.*, 1999); sin embargo, Kegley *et al.*, 2000, suplementaron con 0.4 y 0.8 ppm de Met-Cr y no observaron efecto sobre GDP, consumo de materia seca (CMS) y peso final de bovinos en el corral de engorda. Varios autores coinciden en señalar que la inclusión de compuestos que contienen Cr-III en la dieta de bovinos no mejora su desempeño productivo (Hong *et al.*, 2002; Bunting *et al.*, 1994; Mowat *et al.*, 1993; Chang *et al.*, 1992; Kegley y Spears, 1995; Besong *et al.*, 2001).

En la producción de ovinos, Domínguez *et al.*, (2001) con la inclusión de 0.25 y 0.35 ppm de Cr (Met- Cr) combinados con 0.3 ppm de Se, obtuvieron mejoras en la GDP, CMS y el peso vivo final. Bonomi *et al.*, (2000) también encontraron mejoras en la ganancia de peso de los corderos; sin embargo, otros autores no han encontrado efecto en ganancia de peso: (DePew *et al.*, 1996; Olsen *et al.*, 1996; Gentry *et al.*, 1999).

4.4 Función biológica del cromo (Cr 3+)

Para describir los mecanismos de acción del Cr, se propone que el mineral aumenta la fluidez de la membrana celular para facilitar la unión de la insulina a su receptor (Evans y Bowman, 1992). El Cr se caracterizó como un componente del mecanismo de amplificación celular de señalización de la insulina, es decir, un factor que contribuye en el aumento de la sensibilidad de los receptores de insulina en la membrana plasmática (Vicent, 1999). Este mecanismo de la participación del Cr en la acción de la insulina, se llamó inicialmente como sustancia que une al cromo de bajo peso molecular (LMWCr) (Vicent, 2000). El oligopéptido está constituido por tipos de aminoácidos (glicina, cisteína, glutamato, aspartato) y enlaza cuatro iones

de cromo. La liberación de la cromodulina se parece a la secreción hormonal porque se libera en la circulación sanguínea en respuesta a un estímulo que puede ser la hiperglicemia (Vicent, 1999). Debido a la similitud en estructura y función con la calmodulina, recibe el nombre de cromodulina (cuando se enlaza a cuatro iones de Cr), mientras que en la forma libre de minerales se denomina *apocromodulina*, la cual se encuentra predominante en el medio ambiente intracelular, concretamente, en el citosol y el núcleo (Vicent, 2000).

Por otra parte, Okada, 1981, menciona que el Cr participa en la síntesis de proteína y de ARN y puede ser importante para mantener la integridad del ADN y la expresión del gen. El Cr trivalente (III) parece estar involucrado en la estructura y expresión de la información genética en animales. La vinculación del cromo a ácidos nucleicos es más fuerte que en otros iones metálicos (Okada *et al.*, 1982). El Cr ha incrementado la síntesis *in vitro* de ARN en ratones (Okada *et al.*, 1983), lo cual sustenta la hipótesis de que el Cr tiene efecto en el funcionamiento de los genes. El Cr participa en la expresión de los genes vinculados a la cromatina y consecuentemente en un incremento en la síntesis de ARN. Este incremento se debe a la inducción de la proteína unida en los núcleos y la activación de la cromatina nuclear (Okada *et al.*, 1989).

Otra función se relaciona con la fuente de aminoácidos para el músculo esquelético y el metabolismo de ácidos nucleicos (Anderson, 1988; Mooney y Cromwell, 1995). Evans y Bowman (1992) demostraron un incremento en la absorción de aminoácidos y glucosa en el músculo esquelético de ratas fueron alimentadas con picolinato de Cr. Esta alteración en la absorción de nutrientes fue asociada con la alteración de parámetros de la insulina y es cromo-dependiente. Estas observaciones pueden explicar el efecto de tolerancia a la glucosa, así como el incremento en el porcentaje de músculo esquelético reportado por algunos investigadores. El potencial de mejoramiento de la absorción de aminoácidos por células musculares es benéfico para la deposición total de proteína. Roginski y

Mertz (1969) afirmaron que la suplementación con cromo intensifica la incorporación de aminoácidos dentro de proteínas del corazón y absorción de aminoácidos en tejidos de ratas.

4.5 Toxicidad del Cromo

El Cr es un elemento indispensable para el correcto funcionamiento del organismo, en la actualidad se emplean suplementos que lo contienen en su forma trivalente (Cr-III), el uso de estos suplementos se ha extendido en las últimas décadas, sin embargo, han surgido cuestionamientos acerca de su toxicidad (Anderson *et al.*, 1997). El NRC (1997) ha propuesto una línea de investigación en la producción animal, evaluar la posible toxicidad del Cr y determinar el nivel óptimo para incluirlo en las dietas con seguridad.

En la literatura no se dispone de ningún informe de estudios clínicos o experimentales en los cuales el Cr-III, administrando oralmente en cualquier dosis a animales o humanos haya incluido toxicidad renal (McCarty, 1997), por ejemplo, Anderson *et al.*, (1997), suplementaron dietas de ratas con 5.0, 25.0, 50.0 y 100.0 ppm de Cr/kg MS a partir de Pic-Cr y Cl-Cr durante 24 semanas y no encontraron diferencias en peso corporal, peso de los órganos, concentración de creatinina, nitrógeno ureico sanguíneo, así como la histología renal y hepática; en cambio cuando se administró a conejos por vía intraperitoneal a razón de 2.0 ppm de Cr/kg MS (Nitrato de Cromo) por día, durante tres semanas indujo congestión, hemorragia y necrosis tubular aguda, acompañada de un infiltrado intersticial de células mononucleares (Mathur *et al.*, 1997), esta misma dosis, aplicada por la misma vía y durante el mismo tiempo incremento significativamente el nivel de urea sanguíneo en conejos (Tandon *et al.*, 1978). Es generalmente aceptado que el Cr-III es menos nefrotóxico que la forma hexavalente, sin embargo, ambas pueden conducir a una falla renal cuando se administra parentalmente en dosis altas como se ha observado en conejos y ratas (Weddwn y Qian, 1991). De acuerdo con estos antecedentes, donde se ha probado Cr-III a niveles que van de 0.1 a 1.0 ppm con fines productivos

en rumiantes, no se han descrito efectos adversos, lo que permite suponer que a estos niveles de inclusión no es tóxico para animales.

III. JUSTIFICACIÓN

El uso de probióticos ha sido señalado como una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. Existen muchas definiciones, sin embargo, coinciden en señalarlos como microorganismos vivos que ejercen un efecto benéfico para el tracto intestinal en el hospedero, sin perturbar las funciones biológicas normales. Dentro de los microorganismos autorizados para su uso en la alimentación animal se encuentran las levaduras probióticas del género *Saccharomyces cerevisiae*. La adición de estas levaduras ha demostrado efectos positivos en diferentes especies tales como rumiantes, aves, porcinos, ovinos y peces.

El comportamiento animal en respuesta a la adición de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* está influenciado por múltiples factores entre los cuales se encuentran la especie animal, la dosis utilizada, edad, raza, tipo de explotación, uso de antibióticos y estrés. Por esta razón es muy común encontrar respuestas variables al uso de probióticos, por lo que considerar estos factores es un punto crítico antes de utilizarlos.

Se han realizado diversos estudios con la adición de *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de conejos, los cuales han sido inconsistentes y además solo están dirigidos al comportamiento productivo y a enfermedades gastrointestinales por lo cual sería interesante conocer su influencia en la calidad de la canal en conejos que son suplementados con este probiótico.

El cromo (Cr) se ha considerado como un micronutriente esencial para los mamíferos, es necesario para el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas e interviene en los procesos de metabolismo como un constituyente del factor de tolerancia a la glucosa y su papel más importante es potencializar la acción de la insulina. Además, el Cr tiene actividad lipogénica en los organismos, modificando la cantidad de depósito de grasa en animales. A través de la suplementación de cromo

en la dieta de rumiantes, se ha observado que promueve la reducción sanguínea de los triglicéridos y mejora la ganancia de peso de los bovinos y ovinos. En cerdos se ha observado que la adición de cromo en las dietas reduce la cantidad de grasa dorsal y en conejos son nulos los estudios encontrados y en los cuales no se reportan efectos en la carne y características de la canal.

IV. HIPOTESIS

El uso de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y de cromo orgánico, adicionados en la dieta para conejos mejora los parámetros productivos (ganancia diaria de peso, conversión alimenticia, eficiencia alimenticia) además de modificar los depósitos de grasa en las canales y por lo tanto se verá reflejado en la composición nutricional de la carne de conejo.

V. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar la respuesta productiva, las características de la canal, así como las variables de análisis instrumental en carne de conejos en engorda (crecimiento y finalización), alimentados con una dieta basal y la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico.

Objetivos Específicos

- Evaluar la respuesta productiva de los conejos en las fases de crecimiento y finalización en términos de consumo de alimento, ganancia de peso, conversión y eficiencia alimenticia.
- Evaluar las características de la canal de los conejos al final de la prueba de comportamiento en términos de rendimiento, peso de canal caliente y fría.
- Evaluar la medición del depósito de grasa de las áreas renal, escapular, inguinal y total de la canal.
- Realizar análisis nutrimental de la carne (materia seca, cenizas, proteína y extracto etéreo) y color.

VI. MATERIAL Y MÉTODO

El estudio fue realizado bajo la supervisión y aprobación del Comité de Bioética de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, cumpliendo con las regulaciones establecidas por las leyes de protección animal vigentes en el Estado de México (artículos 48 y 235 bis del Código Penal del Estado de México).

El experimento, se llevó a cabo entre los meses Septiembre-Noviembre de 2015, en el Área Experimental de Producción Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, sus coordenadas extremas varían de los 18°59'02" a los 19°27'09" de latitud norte, de los 99°31'43" a los 99°46'58" de longitud oeste.

Se utilizaron 56 conejos de la raza California, 28 machos y 28 hembras con peso vivo (PV) promedio de 1200 ± 50 g y 30 días de edad, a los cuales se les asignó uno de los tratamientos (Cuadro 9). Todos los tratamientos cubrieron las necesidades nutricionales de conejos en etapa de crecimiento finalización (Lebas, 1975; NRC, 1977). A cada tratamiento se asignaron 14 conejos (7 machos y 7 hembras) de forma aleatoria y cada conejo fue considerado como unidad experimental (UE). La nave cunícola estaba equipada con jaulas (70x70x40 cm) que contenían un bebedero automático tipo chupón y un comedero tipo tolva.

Los tratamientos experimentales fueron:

T1. Dieta basal

T2. Dieta basal+ *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg)

T3. Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g /100kg) + Cromo (0.300 mg/kg)

T4. Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g /100kg) + Cromo (0.600 mg/kg)

Durante la fase de comportamiento productivo de los conejos se midió: Consumo de alimento (CVA), ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA); posteriormente los conejos se sacrificaron cumpliendo lo establecido en los estándares (NOM-033-SAG/200-2014) y se pesaron para obtener el peso de la canal caliente (PCC).

La dieta se balanceo con el software UFFDA (User's Friendly Feed Formulation Done Again®), la composición porcentual (% BH) y nutrimental se muestra en el cuadro 9.

Posteriormente, las canales fueron refrigeradas a 4°C durante 24 h y se obtuvo el peso de la canal fría (PCF), se retiró y peso la grasa de las zonas en donde principalmente se deposita en la canal: grasa escapular, grasa renal, grasa inguinal y grasa total.

En el musculo longissimus dorsi se realizó la toma de color de la carne mediante un colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-200).

Para el análisis de la calidad de la carne se utilizaron muestras de músculo (30 g) de longissimus dorsi de cada canal, las cuales se empacaron y congelaron (-20°C) para su posterior análisis. El contenido de materia seca, cenizas, proteína y extracto etéreo fueron determinados en función de la AOAC (2007).

Análisis estadístico.

Los resultados se analizaron como un diseño completamente al azar utilizando el procedimiento MIXED de SAS. La comparación de medias se hizo mediante el método de Tukey Steel et al., (1997); el nivel de significancia fue ($P < 0.05$).

Cuadro 9. Composición de la dietas testigo y aporte nutrimental en base húmeda para los conejos en crecimiento (kg).

| Ingredientes | Tratamientos | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ |
| Heno de alfalfa | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 |
| Maíz | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 |
| Canola | 5.95 | 5.95 | 5.95 | 5.95 |
| Soya | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Salvado | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| Heno de avena | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |
| Melaza | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| Premezcla de Vit/Min ⁵ | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| Antibiótico | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Cromo orgánico (mg/kg) | - | - | 0.300 | 0.600 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

Composición nutricional

| | |
|---------------------------------|------|
| Energía Digestible ⁶ | 2.6 |
| Proteína Cruda (%) | 17.0 |
| Fibra Cruda (%) | 17.0 |
| Extracto Etéreo (%) | 3.30 |
| Ca (%) | 1.20 |
| P (%) | 0.55 |

¹ Dieta Basal, ² Dieta Basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg), ³ Dieta Basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g /100kg) + Cromo (0.300 mg/kg), ⁴ Dieta Basal + *Saccharomyces cerevisiae*+ Cromo (0.600 mg/kg), ⁵ Suplemento de vitaminas y minerales 5 g de calcio, 3 g de fosforo, 4 g de sodio, 0.3 g de magnesio, 8 g de potasio, 5 mg de cobre, 8.5 mg de manganesio, 50 mg de hierro, 50 mg de zinc, 0.2 mg de selenio, 0.25 mg de cobalto, 6000 IU de vitamina A, 900 IU de vitamina D y 50 IU de vitamina E, ⁶ ED fue calculada de acuerdo a Feteke and Gippert (1986): DE (kcal/kg DM): 4253-32.6x Fibra Cruda (% DM) – 144.4xCenizas (% DM).

VII. RESULTADOS

Los conejos permanecieron clínicamente sanos en sus jaulas durante todo el experimento.

En el Cuadro 10, se muestran los resultados obtenidos de las variables del comportamiento productivo en conejos alimentados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico; no encontrándose diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos en las diferentes variables. El promedio del peso vivo inicial de los conejos fue de 1,222.58 g, mientras que el promedio del peso vivo al sacrificio fue de 2,444.18 g.

Cuadro 10. Respuesta productiva y rendimiento de canales de conejos en crecimiento finalización alimentados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico (g).

| VARIABLE | TRATAMIENTO | | | | | VALOR P |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------|
| | T1 ² | T2 ³ | T3 ⁴ | T4 ⁵ | EEM ⁶ | |
| PV Inicial | 1189.85 | 1226.93 | 1245.54 | 1228.0 | 59.2193 | 0.9248 |
| CVA | 2820.20 | 3050.10 | 2773.50 | 3019.6 | 105.7302 | 0.1562 |
| GDP | 982.80 | 1064.00 | 931.80 | 1050.2 | 78.8507 | 0.5966 |
| Conversión | 3.09 | 3.05 | 3.25 | 3.06 | 0.2604 | 0.9444 |
| Eficiencia | 0.36 | 0.35 | 0.34 | 0.35 | 0.0286 | 0.9651 |
| PV al Sacrificio | 2354.77 | 2499.27 | 2435.85 | 2486.85 | 62.1923 | 0.3373 |
| Peso canal Cal. | 1113.85 | 1198.93 | 1302.77 | 1241.08 | 58.0632 | 0.1468 |
| Peso Canal Fría | 981.15 | 1062.67 | 1014.77 | 1053.85 | 30.6774 | 0.2097 |
| Rendimiento % | 47.39 | 48.04 | 47.46 | 47.14 | 0.3336 | 0.8775 |

¹Dieta basal; ²Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg); ³Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g /100kg) + Cromo (0.300 mg/kg); ⁴Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae*+ Cromo (0.600 mg/kg); ⁵Error Estándar Medio.

Cuadro 11. Efecto de la dieta complementada con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico en el color del musculo *longissimus dorsi* de conejos en crecimiento finalización.

| VARIABLE | TRATAMIENTO | | | | | VALOR P |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ | EEM ⁵ | |
| L* ⁶ | 55.04 | 52.97 | 54.77 | 53.73 | 0.8336 | 0.2670 |
| a* ⁷ | 3.09 | 3.12 | 2.99 | 3.13 | 0.4545 | 0.9967 |
| b* ⁸ | 2.03 | 2.00 | 1.24 | 1.40 | 0.6605 | 0.7725 |
| C* ⁹ | 3.86 | 3.99 | 3.38 | 3.55 | 0.7290 | 0.9297 |
| h° ¹⁰ | 32.25 | 22.37 | 26.40 | 24.51 | 4.5348 | 0.4763 |

¹Dieta basal; ²Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg); ³Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200 g /100kg) + Cromo (0.300 mg/kg); ⁴Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200 g/100kg) + Cromo (0.600 mg/kg); ⁵Error Estándar Medio; ⁶Luminosidad, ⁷ Rojo; ⁸Amarillo; ⁹Croma; ¹⁰Tono.

En el Cuadro 11 se muestran los índices de color de la carne de los conejos alimentados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico tomado en el musculo *Longissimus dorsi*, en el cual no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en las variables L*, a*, b*, C* y h°.

En el Cuadro 12 se presenta la composición química de la carne de los conejos en crecimiento finalización alimentados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico, tomada en el musculo *Longissimus dorsi* en el cual no se encontraron

diferencias significativas ($P > 0.05$) con respecto a la materia seca, cenizas, proteína y extracto etéreo entre los tratamientos probados.

En el Cuadro 13 se muestra el peso y tipo de grasa de la canal de conejos en crecimiento finalización alimentados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico, observando que el peso de la grasa renal fue mayor ($P < 0.05$) en los T4 y T3 (18.78 y 18.67 g, respectivamente), y siendo menor en el T1 con un valor de 15.36 gramos; en cuanto al efecto de las dietas con cromo y sin cromo también hay diferencias ($P < 0.05$), habiendo mayor cantidad de grasa en las dietas con cromo (18.69), mientras que la dieta sin cromo tuvo un peso de 16.15 g. En los pesos de la grasa inguinal y la grasa escapular se observó que el T4 y T3 obtuvieron los mayores ($P < 0.05$) pesos y con menor peso el T1; respecto al efecto a las dietas se encontró que hay mayor ($P < 0.05$) cantidad de grasa con la presencia del cromo que sin cromo, habiendo para la grasa inguinal (8.44 g. vs 7.16 g., respectivamente), y el peso de la grasa escapular (6.30 g. y 5.41 g, respectivamente. Asimismo, se observó que el peso de la grasa total fue mayor ($P < 0.05$) en los T4 y T3 y menor en el T1 con una diferencia de 6.70 g. y en el efecto de la dieta con cromo fue mayor ($P < 0.05$) que la dieta sin cromo con una diferencia de 4.70 g.

Cuadro 12. Análisis químico proximal (%) de la carne de conejos en crecimiento finalización complementados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico.

| VARIABLE | TRATAMIENTO | | | | CROMO | | EEM ⁷ | | VALOR P | |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|--------|---------|--------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ | Sin ⁵ | Con ⁶ | Trat | Cr | Trat | Cr |
| Materia seca | 34.05 | 33.94 | 30.85 | 33.52 | 34.60 | 33.79 | 1.4936 | 0.422 | 0.6633 | 0.3915 |
| Cenizas | 1.49 | 1.43 | 1.56 | 1.44 | 1.46 | 1.50 | 0.05297 | 0.9721 | 0.2566 | 0.4558 |
| Proteína Cruda | 22.47 | 22.73 | 22.66 | 23.71 | 22.97 | 23.27 | 0.6406 | 0.5009 | 0.5427 | 0.6952 |
| Extracto Etéreo | 3.56 | 3.71 | 4.18 | 3.17 | 3.64 | 3.68 | 0.3274 | 0.1945 | 0.2335 | 0.9018 |

¹Dieta basal, ²Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg), ³Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g /100kg) + Cromo (0.300 mg/kg) ⁴Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg) + Cromo (0.600 mg/kg), ⁵Dieta sin cromo, ⁶Dieta con Cromo, ⁷Error Estándar Medio, ⁸Tratamiento, ⁹Cromo.

Cuadro 13. Tipo y peso (g) de grasa de la canal de conejos en crecimiento finalización alimentados con *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico.

| VARIABLE | TRATAMIENTO | | | | CROMO | | EEM ⁷ | | VALOR P | |
|------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ | SIN ⁵ | CON ⁶ | Trat ⁸ | Cr ⁹ | Trat ⁸ | Cr ⁹ |
| Grasa Renal | 15.36 ^b | 16.71 ^b | 18.67 ^a | 18.78 ^a | 16.15 ^b | 18.69 ^a | 0.4165 | 0.2909 | <0.0001 | <0.0001 |
| Grasa Inguinal | 6.69 ^b | 7.44 ^{ab} | 8.41 ^a | 8.55 ^a | 7.17 ^b | 8.44 ^a | 0.3317 | 0.2272 | <0.0001 | 0.0002 |
| Grasa Escapular | 4.75 ^b | 5.71 ^{ab} | 6.46 ^a | 6.46 ^a | 5.41 ^b | 6.30 ^a | 0.2851 | 0.2006 | <0.0001 | 0.0037 |
| Grasa Total | 26.80 ^c | 29.87 ^{bc} | 33.21 ^{ab} | 33.79 ^a | 28.73 ^b | 33.43 ^a | 0.9652 | 0.6783 | <0.0001 | <0.0001 |

¹Dieta basal, ²Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg), ³Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200g /100kg) + Cromo (0.300 mg/kg), ⁴Dieta basal + *Saccharomyces cerevisiae* (200 g/100kg)+ Cromo (0.600 mg/kg), ⁵Dieta sin Cromo ⁶Dieta con Cromo, ⁷Error Estándar Medio, ⁸Tratamiento, ⁹Cromo.

VIII. DISCUSIÓN

Comportamiento productivo

La respuesta productiva de este experimento coincide con lo reportado por Cutrignelli *et al.*, (1999) en donde no encontraron efecto alguno al suministrar levadura de Cr a conejos en crecimiento. Lambertini *et al.*, (2004) tampoco observaron efecto en el rendimiento productivo de conejos en crecimiento suplementando 0.4 y 0.8 mg de Cr/kg de MS. Con respecto a la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Sc), Gómez (2009), realizó un trabajo en donde evaluó el efecto del suplemento de levadura de cerveza sobre la ganancia de peso en conejos 15 días antes del sacrificio y obtuvo en promedio una ganancia total de peso de 0.448 kg, mientras que en el presente trabajo la ganancia de peso fue en promedio de 1.007 kg, sin embargo, la ganancia de peso GDP en este experimento se evaluó durante toda la fase de finalización; en ambos estudios no se encontraron diferencias en el comportamiento productivo. La inclusión de SC en dietas experimentales muestra un efecto positivo en el comportamiento productivo cuando se suministran por un periodo largo de tiempo (Rosas, 2008)

Por otro lado, el Cr en el organismo posee actividad lipogénica modificando los depósitos de grasa en animales monogástricos (Lambertini *et al.*, 2004) no interviniendo en el crecimiento del animal.

Con respecto al peso vivo al sacrificio, el peso de la canal caliente, el peso de la canal fría y la conversión alimenticia, Güémez *et al.*, (2011), realizó un experimento en cerdos en crecimiento-finalización bajo estrés por calor, con un peso promedio de 15.7 ± 1.8 kg; fueron asignados para consumir una dieta durante 119 días adicionada con 0.4 mg de Cr/kg MS a partir de metionina de cromo, se observó que el Cr mejoró la respuesta productiva de los cerdos pero no modificó las características de la canal. En el presente estudio el Cr orgánico, a dosis de 0.3 y

0.6 mg/kg, al igual que en el estudio con los cerdos no produjo diferencias en las características de la canal.

El uso de Cr orgánico en dietas para animales modifica los depósitos de grasa en diferentes tejidos (Domínguez *et al.*, 2001) sin alterar el peso de las diferentes regiones de las canales.

En diferentes estudios en animales se han utilizado las diversas formas químicas de Cr, reportándose que la respuesta de Cr orgánico en el crecimiento de los animales aun es inconsistente. También se ha señalado que la eficiencia de la suplementación de Cr depende del nivel de administración y del tipo de levadura que se utilice (Valdés *et al.*, 2011). Así mismo se ha hecho referencia a que existen otros factores que pueden influir en la respuesta de este mineral, como son: la edad del animal, el manejo nutricional previo al experimento, el tiempo de suplementación, la composición nutricional, el estrés al que están sometidos los animales, así como el nivel basal de Cr del animal. Lukaski, (1999) hace referencia a la inconsistencia sobre el crecimiento en animales, denotando que, si el contenido de Cr en la dieta ha sido adecuado para satisfacer las necesidades fisiológicas de estos, ya que el Cr ingerido en la dieta, el Cr absorbido y el Cr metabolizado se altera por diversos factores (antes mencionados), por tanto, el contenido de Cr ingerido no es proporcional a la cantidad de Cr disponible para potenciar la acción de la insulina. Así mismo Juárez, (2006) indica que la ausencia de respuesta del Cr se puede asociar con el estado de la carencia del animal, ya que en humanos el papel del Cr en el metabolismo de la glucosa, se manifiesta cuando el mineral es incluido en la dieta en estados de deficiencia, en cambio cuando se suplementan en otras condiciones como en individuos sanos o diabéticos que consumen dietas normales, los resultados son inconsistentes (Cefalu y Hu, 2004).

Color

El color es un indicador muy utilizado para evaluar la calidad de la carne, de modo que la intensidad del color puede ser usada para evaluar la edad del animal, siendo

más oscura y generalmente más dura a mayor edad, debido a que los músculos contienen mayor cantidad de mioglobina (Cassens 1994).

Blasco *et al.*, (1996), sugieren que las medidas de color en la carne de conejo se deben obtener de los músculos de mayor importancia comercial (*Longissimus dorsi* y *Bíceps femoralis*), debido a que el color de la carne depende del tipo de actividad del músculo y de la concentración de mioglobulina. En el presente estudio, se tomó el color en el *Longissimus dorsi* en donde se encontraron valores promedios de L*(luminosidad) 54.1, este valor difiere de lo reportado por Lambertini *et al.*, (2000) quienes reportan valores promedio de L* de 49.4, mientras que en un segundo estudio Lambertini *et al.*,(2004), indicó un valor menor de L* 42.7; según Hulot *et al.*, (1999), obtuvieron valores de L* menores a 52 y se hace referencia a que la carne de conejo es indicativo de carne pálida, pero no por eso presenta el problema de ser PSE (pálida, suave y exudativa), como en el caso del cerdo, por lo que es considerada una carne blanca.

Lambertini *et al.*,(2000; 2004), reportan valores de a* (rojo-verde) -3.77 y -3.35, respectivamente, mientras que en el presente trabajo fue de 3.08; referente a los valores de b* (amarillo-azul) y c* son similares a lo reportado en su primer estudio, Lambertini *et al.*,(2000), contra este (b*: 1.38 vs 1.66, respectivamente) y (C°: 4.21 vs 3.79), referente a H° el valor reportado en este trabajo fue mayor al estudio de Lambertini *et al.*, (2000) (H° 26.38 vs18.52), y muy diferente a lo obtenido en el segundo estudio de Lambertini *et al.*, (2004), que fue de -14.51.

Consideremos que las lecturas hechas en carne con gran cantidad de grasa intramuscular (marmóreo) o colágeno, producirán valores de gran variabilidad, lo que se asemeja en estos resultados donde en las diferentes investigaciones se presentan datos muy variables en el color de la carne de conejo.

Estos resultados tan variables pueden atribuirse a que el contenido del pigmento mioglobina es intrínseco al músculo, dependiendo de los factores de producción primarios, tales como especie, raza, edad, tipo de músculo y grado de nutrición, así

como el periodo *antemortem*, el proceso de sacrificio y las etapas subsecuentes son factores que afectan el color de la carne por la influencia de la velocidad de caída del pH y la disminución de la temperatura (Hulot y Ouhayoun, 1999).

Así mismo, la literatura muestra inconsistencias al suplementar Cr sobre las características de las canales de distintas especies pecuarias, pero de acuerdo con algunos autores, se puede asumir que al aumentar la dosis de Cr por arriba de 0.35 ppm, provoco efecto en algunas características de la canal, así mismo la variabilidad en este sentido es similar a lo discutido en la respuesta productiva.

Por lo tanto, es necesario mencionar, que son escasos los datos que se encuentran donde se muestren los resultados que se han obtenido al utilizar la levadura y el cromo orgánico para los conejos, ya que la mayoría de los estudios se han elaborado en otras especies.

Análisis químico proximal de la carne de conejo

Lambertini *et al.*, (2004) no encontraron diferencias en la composición química de la carne en conejos suplementados con cromo, en su trabajo obtuvo valores promedio de materia seca de 25.9%, menor a lo reportado en este trabajo (33.09%); algunos autores refieren que la composición de la carne está estrechamente relacionada con la edad del animal observándose que la humedad disminuye con el aumento de la edad; por lo tanto, la edad de los animales no fue un factor de variabilidad para este parámetro, ya que los conejos estudiados poseían edades similares.

El contenido de cenizas en la carne del presente estudio, no tuvo diferencias entre los tratamientos, ni en el efecto de la dieta con y sin cromo orgánico en los conejos.

En ovinos, Ziyad (2013) reporto que el contenido de cenizas de la carne disminuyo linealmente al incluir en la dieta niveles crecientes de Cr. La información reportada en la literatura sobre el Cr hacia los minerales es mínima, como primera opción se menciona que se le puede atribuir a que la carne contiene un aporte mineral menor. Por otra parte, se menciona que los efectos conjuntos de la adición de Cr orgánico

en la carne, la ligera disminución del contenido de algunos minerales (que pudieran estar presentes en exceso), al mismo tiempo se presentaría una reducción de la grasa, pero que no afectara al contenido de proteína en la carne, lo que significaría, que el contenido de la materia orgánica no grasa de la carne puede ser aumentado y con ello favorecer a una alimenta sana.

Referente al contenido de proteína, el valor promedio obtenido por Lambertini *et al.*, (2004) fue de 21% y el reportado en el presente trabajo es de 22%, valores muy similares en ambos trabajos. Urpin (2012), menciona que las diferencias entre los contenidos de proteína se deben a las diferentes edades o pesos de los conejos, ya que, a mayor peso mayor contenido de proteína, observando que los conejos con peso desde 2.1 a 2.2 Kg contienen menor cantidad de proteína con respecto a los que poseen pesos superiores a los 2.2 Kg, tal y como ocurrió en este trabajo, donde los pesos a sacrificio oscilaron de 2.35 a 2.99 Kg.

En otras especies se han encontrado resultados diversos al adicionar Cr orgánico, tal es el caso de Anandhi *et al.*, (2006) quienes reportaron un incremento en el porcentaje de proteína en el musculo (muslo) al suplementar Cr orgánico en pollos de engorada en dosis de 250, 500 y 750 $\mu\text{g Cr/kg}$. Sin embargo en la especie ovina, Arvizu *et al.*, (2011) reportaron que no encontraron aumento en el contenido de proteína en la carne de ovinos en pastoreo, al adicionar una fuente orgánica de Cr (LevCr) en dosis de 2.5 gr/ovino/d⁻¹, coincidiendo con lo reportado por Moreno *et al.*, 2014 quien tampoco encontró aumento en el contenido de proteína en la carne de ovinos suplementados con una fuente orgánica de Cr (LevCr) en dosis de 0.5 y 1 g; contrario a esto, Ziyad (2013) reporto incremento en la proteína en ovinos suplementados con una fuente orgánica de Cr (LevCr) en dosis de 0.5 y 1 g. En aves, Samanta *et al.*, (2008) reportaron un incremento en la concentración de proteína en la carne, alimentadas con Cr, bajo condiciones de estrés.

Respecto al contenido de lípidos en la carne, Lambertini *et al.*, (2004) reporto valores entre 2.31 a 2.55 % en carne de conejos, los cuales son menores a lo

reportado en el presente estudio (3.17 - 4.18 %). Arbiza y Tron, 1996 mencionan que el depósito de grasa en la canal de conejos depende principalmente de factores como la nutrición, la edad y la genética.

En otras especies, se ha reportado que al suplementar Cr en las dietas, hay una disminución de la grasa en la carne; Arvizu *et al.*, (2011) observaron que el Cr redujo 15.3% la grasa de la carne en ovinos.

Los lípidos intramusculares forman parte de las fibras musculares y su composición es similar a la del tejido adiposo, pero la grasa intramuscular es más fácilmente alterable al estar en contacto con sustancias del músculo de actividad oxidante (Rhee, 1992). Los lípidos intracelulares forman parte de las membranas y mitocondrias, se componen principalmente de fosfoglicéridos y lipoproteínas conformando ambos la grasa intramuscular. Los lípidos intramusculares e intracelulares están compuestos de lípidos ligados a la membrana y por depósito de células adiposas, que en las carnes rojas se conoce como “grasa de mármol” (o grasa intramuscular), excluyendo los lípidos ligados a la membrana externa del músculo. Los lípidos intramusculares proporcionan jugosidad a la carne, de forma que en algunos sistemas de evaluación de calidad se considera la cantidad de grasa infiltrada como un factor importante por considerar que tiene un efecto benéfico sobre la jugosidad y el sabor, además de un efecto positivo sobre la ternura. (Forrest, 2002)

Peso de la grasa en la canal de conejos

Comparando la composición de la grasa externa del músculo, los lípidos incluidos en el tejido muscular contienen cantidades relativamente grandes de fosfolípidos, los cuales están generalmente asociados con lipoproteínas (López y Carballo, 1991). La grasa infiltrada funciona como un aislante que permite que la carne pueda ser sometida a procesos térmicos sin gran pérdida de calidad.

La grasa intramuscular en carne de conejo, ha sido estudiada por Pla et al., (1998), quienes compararon los contenidos en diferentes partes de la canal a diferentes pesos y observaron que el contenido de grasa del musculo *Longissimus*, no sobrepasa el 1% (0.94%), incluso en canales de mayor peso (2.250-2.350 kg). De acuerdo a estos resultados, la parte más grasa de la canal es la parte delantera del conejo. Los mismos autores observaron también el efecto del sexo sobre el contenido de grasa, encontrando que la carne de la pierna de conejos machos presento un menor contenido de grasa y mayor cantidad de agua, que la carne de hembras. Los porcentajes de grasa obtenidos para el músculo *Longissimus* de conejo (<1%) contrastan notablemente con los obtenidos para las otras especies para el mismo músculo, además de las importantes diferencias en la composición de su grasa.

Lambertini *et al.*, (2004), evaluaron dos niveles de Cr en la dieta de conejos, reportando que el Cr no modificó el depósito de grasa perirrenal, ni el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular, así mismo el Cr no aumentó su concentración en los órganos y carne comestible, mientras que en el presente estudio se observó un aumento de grasa renal, inguinal y escapular, con ambas concentraciones de Cr en la dieta.

En estudios realizados en otras especies pecuarias, Rentería (1998) encontró que al proporcionar picolinato de Cr en la dieta de cerdos en crecimiento, la grasa dorsal promedio no se afecta por el tipo de dieta, ni por la adición de Cr, pero si se detectaron diferencias en el espesor de la grasa dorsal por efecto del peso de sacrificio 2.74 vs 3.09 cm, con menos grasa los cerdos sacrificados con el menor valor de peso vivo.

Se ha confirmado que en humanos una deficiencia de cromo en la dieta altera, de alguna manera, el centro de control del apetito, porque aunque los niveles de azúcar en la sangre estén altos, persiste la sensación de hambre, debido a que la insulina no puede realizar su función; por lo tanto, una deficiencia de cromo aumenta la

producción de grasa ya que se retarda la degradación de alimentos para obtener energía y esto es debido a que las calorías de todos los alimentos se convierten en grasa y se alimentan en tejido adiposo (López *et al.*, 2016).

IX. CONCLUSIONES

- La adición de *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico en la dieta de los conejos en crecimiento finalización no mejoro la respuesta productiva en términos de ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y eficiencia alimenticia.
- El rendimiento de la canal, peso de la canal caliente y peso de la canal fría no se incrementaron por la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico en la dieta de los conejos en crecimiento finalización.
- La adición de *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico en la dieta de los conejos en crecimiento finalización presenta efecto negativo en el peso (g) de la grasa renal, inguinal y escapular.

XI. LITERATURA CITADA

- Aguilar, M.V., Jorge, A.M., Mateos, C.J., García. J., Laborda, J.M., Meseguer, I., Martínez-Parra, M.C., González, M.J. (1995). The effect of chromium picolinate on their levels of trace elements. *Nutrition Hospital*, 10:373-376.
- Alasnier, C., Gandemer, G. (1998): Fatty acid and aldehyde composition of individual phospholipid classes of rabbit skeletal muscle is related to the metabolic type of the fibre. *Meat Science*, 48, 225-235.
- Amatya, J.L., Haldar S., Ghosh K. (2004). Effect of chromium supplementation from inorganic and organic sources on nutrient utilization, mineral metabolism and meat quality in broiler chicks exposed to natural heat stress. *Jornal Animal Science*. 97: 241-253.
- Anandhi, M., Mathivanan, R., Viswanathan, K., Mohan, B. (2006). Dietary inclusion organic chromium on production and carcass characteristics of broilers. *International Journal of Poultry Science*. 5(9):880-884.
- Anderson, R.A. (1981): Nutritional role of chromium. *Science Total Environmental*. 17:13-29.
- Anderson, R.A., Bryden, N.A., Polansky, M.M. (1997). Lack of toxicity of chromium chloride and chromium picolinate in rats. *Journal of the American College of Nutrition*. 16:273-279.
- AOAC. (2006). Official methods of analysis. In: Association of Official Analytical Chemists, 18th ed. Arlington, VA, USA.
- AOAC. (2007). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.

- Arnau-Bonachera, A., Marín-García, P.J., Blas, E., Pascual J.J. (2015): Aditivos empleados en nutrición de conejos. Boletín de Cunicultura N° 179. Valencia, España.
- Arbiza, A.S., Tron, J.L. (1996): Producción de carne ovina. Editores Mexicanos Unidos, S.A. México. P.169.
- Ariño, B. (2006): Variabilidad genética de la calidad de la carne de conejo. Tesis Doctoral. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/5642/tesisUPV2479.pdf?sequence=1>
- Arrington, L. R., Kelley, K. C. (1976): Domestic Rabbit Biology and Production. University Presses of Florida. Gainesville U.S.A.
- Arvizu, R.R., Dominguez I.A., Rubio, M.S., Bórquez, J.L., González, M., Jaramillo, G. (2011): Effects of genotype, level of supplementation and organic chromium on growth performance, carcass and meat traits grazing lambs. Meat Science. 88, 404-408.
- Auclair, E. (1997). Mechanisms of action of *Saccharomyces cerevisiae* Biosaf Sc47 in monogastric species. Microbiol. Appl. Animal Nutrition. 1: 5-15.
- Auclair E. 2001. Yeast as an example of the mode of action of probiotics in monogastric and ruminant species. Feed Manufacturing in the Mediterranean Region. Reus, Spain: CIHEAM-IAMZ, p.45–53.
- Barajas, R., Ameida, L. (1999): Effect of vitamin E and chromium-methionine supplementation on growth performance response of calves recently arrived to feedlot. Journal of Animal Science. 77 (Suppl.1). p.269
- Barajas, R., Felix, A., Estrada, A. (1999). Effect of level of chromium- methionine in receiving diets on growth performance of Brahman bull calves. Journal of Animal Science. 77 (Suppl.1). p.270

- Barton-Gade, P.A, Demeyer, D. Honikel, K.O., Joseph, R.L. Poulanne, E. Severini, M., Smulders, F., Tornberg, E. (1994). Final Version of reference methods for water holding capacity in meat and meat products: Procedures Recommended by OECD Working Group and presented at the 39th. ICOMST in 1993. In: Proceedings of International Congress of Meat Science and Technology, The Hague, Netherlands S-V.05.
- Baruthio, F. (1992): Toxic effects of chromium and its compounds. *Biological Trace Element Research*. 32:145-153.
- Bate-Smith, E.C., Bendall, J.R. (1949): Factors determining the time course of rigor mortis. *J. Physiology*. 110: 47-65.
- Battaglini, M.B., Castellini, C., Lattaiolo, P. (1994): Rabbit carcass and meat quality: Effect of strain, rabbitry and age. *Italian Journal Food Science*. 2, 157-166.
- Bendall, J.R. (1973): Post mortem change in muscle. In: *Structure and functions of muscle*. Ed. Bourne G.H. Academic Press, New York, USA, 243-309.
- Berg, R.T., Butterfield, R.M. (1979): Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Editorial Acribia. Zaragoza, España. p. 297.
- Besong, S., Jackson, J.A., Trammell, D.S., Akay, V. (2001): Influence of supplemental chromium on concentrations of liver triglyceride, blood metabolites and rumen VFA profile in steers fed a moderately high fat diet. *Journal of Dairy Science*. 84:1679-1685.
- Blasco, A., Piles, M., Rodríguez, E. and Pla, M. (1996): The effect of selection for growth rate on the live weight growth curve in rabbits. In: *Proceedings of 6th World Rabbit Congress*, 2, 245-248. Toulouse.
- Boleman, S.L., Boleman, S.J., Bidner, T.D., Southern, L.L., Ward, T.L., Pontif., J.E., Pike, N.M. (1995): Effect of chromium picolinate of growth, body composition and tissue accretion in pigs. *Journal of Animal Science*. 73: 2033-2042.

- Bonomi, A., Bonomi, B.M., Mazzotti, A. (2000): Organic chromium in light lamb feeding. *Rivista di Scienza dell'alimentazione*. 29:53-63.
- Braña, D., Ramírez, E., Rubio, MS., Sánchez A., Torrescano, G., Arenas, ML., Partida, JA., Ponce, E., Ríos, FG. (2011): Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. SAGARPA, CENID-INIFAP, Folleto técnico No.11. Ajuchitlán, Querétaro, México.
- British Nutrition Foundation (1996): Diet and heart disease: Around table of facts, Ed. M Ashwell, 2 ed., BNF, London.
- Bunting, L.D., Fernandez, J.M., Thompson, D.L., Southern Jr., L.L. (1994): Influence of chromium picolinate of glucose usage and metabolic criteria in growing Holstein calves. *Journal of Animal Science*. 72:1591-1599.
- Cabanes, A. (1996): Qualités de la viande de lapin facteurs de variation des qualités organoleptiques et caracteres corrélés. *Viandes Prod. Carnes*, 17, 10-16.
- Cantoni, C., Bianchi, M.A., Bereta, G. (1975): Variazioni del pH in carni di suino e di coniglio. *Arch. Veter. Italia*. 26:133-136.
- Carabaño, R., Villamide, M.J., García, J., Nicodemus, N., Llorente, A., Chamorro, S., Menoyo, D., García-Rebollar, P., García-Ruiz, A.I., de Blas, J.C. (2009). New concepts and objectives for protein-amino acid nutrition in rabbits: a review. *World Rabbit Science Research*. 17:1-14.
- Cassens, R.G. (1994): Meat Preservation. Preventing losses and assuring safety. Food & Nutrition Press, Inc. U.S.A. pp. 11-31.
- Castagliuolo, I., Riegler, F.M., Valenick, L., Lamont, T.J., Pothoulakis, C. (1999): *Saccharomyces boulardii* Protease Inhibits the Effects of *Clostridium difficile* Toxins A and B in Human colonic Mucosa. *Infect. Immune*. 67(1):302-307.
- Cefalu, W.T., Hu, F.B. (2004): Role of chromium in human health and in diabetes. *Diabetes Care*. 11:2741-2751.

- Cerulli, J., Grabe, D.W., Gauthier, I., Malone, M., McGoldrick, M.D. (1998): Chromium picolinate toxicity. *Annales of Pharmacotherapy*. 32:428-431.
- Chang, X., Mowat, D.N., Mallard, B.A. (1992): Supplemental chromium for stressed and growing feeder calves. *Journal of Animal Science*. 70:559-565.
- Cheeke, R.P. (1995): Alimentación y nutrición del conejo. Acribia S.A, España.
- Chesson, A. (1993): Phasing out antibiotic additives in the EU: worldwide relevante for animal food production. In: *Antimicrobial Growth Promoters: Worldwide Ban on the Horizon*. Bastiaanse Communication, Noordwijk aan Zee, the Netherlands. 20-22.
- Chwastowska-Siwiecka, I., Kondratowicz, J., Gugolek, A., Matusevicius, P. (2013): Changes in the physicochemical properties of deep- frozen rabbit meat as dependent on thawing method. *Veterinarija ir Zootechnika*. 62:84.
- Comité Nacional Sistema Producto Cunicola. (2009). Disponible en: <http://sistemaproductocunicola.org.mx>
- Comité Sistema Producto Cunicola del Distrito Federal (2012). Disponible en: <http://sistemaproductocunicola.org.mx/cunicola.html>
- Comité Nacional Sistema Producto Cunicola. (2016). Disponible en: http://sistemaproductocunicola.org.mx/estadisticas_cunicola.html
- Cury, K., Martínez, A., Aguas, Y., Oliveros, R. (2011): Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 3(2):269-282.
- Cutrignelli M.I., Sarubbi F., Di Meo C. (1999): Performance of rabbits fed concentrates supplemented with organic chromium. In: *Proc. of the XIII A.S.P.A. Congress, Piacenza (Italy), June 1999*. 704-706.

- Czerucka, D., Dahan, S. (2000): *Saccharomyces boulardii* preserves the barrier function and modulates the signal transduction pathway induced in enteropathogenic *E. coli* infect T84 cells. *Pharmacol. Ther.* 68: 5998-6004.
- Dal Bosco, A., Castellini, C., Bernardini, C. (2001): Nutritional quality of rabbit meat as affected by cooking procedure and dietary vitamin E. *Journal Food Science.* 66, 1047-1051.
- Dalle, Z.A. (2002): Perception of rabbit meat quality and major factors influencing the rabbit carcass and meat quality. *Livestock Production Science.* 75:11-32.
- Danielson, D.A., Pehrson, B. (1998): Effects of chromium supplementation on the growth and carcass quality of bulls fed a grains based diet during the finishing period. *Zentralbl Veterinarmed A.* 45:219-224.
- Dattilo, A.M., Miguel, S.G. (2003): Chromium in health and disease. *Nutrition Today.* 38:121-133.
- De Blas, J. C., Santoma, R., Carabaño, R., Fraga, M.J. (1986): Fiber and starch levels in fattening rabbits diets. *Journal Animal Science.* 63: 1897-1904.
- De Blas, C., Wiseman, J. (2010): *Nutrition of the Rabbit.* 2nd edition. CABI, North American.USA.
- Decreto N°493. Maltrato Animal. *Gaceta de Gobierno del Estado de México, Toluca de Lerdo, México,* 19 de agosto de 2015.
- Delmas, D., Ouhayoun, J. (1990): Technologie de l'abattage du lapin. I. Etude descriptive de la musculature. *Viandes Prod. Carnés.* 11:11-14.
- DePew, C.L., Bunting, L.D., Thompson Jr, D.L., Gran, D.T. (1996): Chromium picolinate does not alter intake or lipid metabolism in lams fed standard or high-fat diets. *Journal of Dairy Science.*79 (Suppl.1). p.140 (Abstract).

- Domínguez, V.I.A., González, M.S., Chávez, C.M., García, M.C., Reyes, S.A., Reséndiz, P.J., García, A.A. (2001): Influencia del cromo y selenio orgánicos en la eficiencia productiva y características de las canales de ovinos en engorda intensiva. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. XI Congreso Nacional de Producción Ovina, Mérida, Yuc., México.
- Domínguez, V., I. A., S. S. M. González, R. J. M. Pinos, J. L. G. Bórquez, G. R. Bárcena, M. G Mendoza, L. Zapata, and L. L. P. Landois. (2009): Effects of feeding selenium–yeast and chromium–yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites. *Anim. Feed Sci. Technol.* 52:42-49.
- Ducros, V. (1992): Chromium metabolism. *Biological Trace Element Research.* 32:65-77.
- Engle, T.E., Ahola, J.K., Dorton, K.L. (2005): Inhibition of trace mineral metabolism in ruminants. Intermountain Nutrition Conference, ih Annual Meeting, Salt Lake City, UT Jan. 25-26.p.173-191.
- Enser, M., Hallet, K., Hewett, B., Fursey, G.A.J. & Wood, J.D. (1996): Fatty acid content and composition of English beef, lamb and pig at retail. *Meat Science.* 42:443-456.
- Evans, G, W., Bowman, T.D. (1992): Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. *Journal of Inorganic Biochemestre.* 48:243-250-
- Falcão-e-Cunha L., Castro-Solla L., Maertens L., Marounek M., Pinheiro V., Freire J., Mourão J.L. (2007): Alternatives to antibiotic growth promoters in rabbit feeding: a review. *World Rabbit Science.* 15:127-140.

- FAO (2001): Comunicado de prensa 01/57. La FAO reconoce el papel creciente e importante de la cunicultura. http://www.fao.org/WAICENT/OIS/PRESS_NE/PRESSSPA/2001/prsp0157.htm. Noviembre 2015.
- FAO (2014): Food and Agriculture Organization of the United Nations. Estadísticas. Disponible en: <http://faostat.fao.org/DesktopModules/Admin/Logon.aspx?tabID=0>. Noviembre 2015.
- Fisher, W., Rudolph, W. (1979). Einfluss des Schalachalters auf einige Merkmale der Schalachtkörperqualität von Broiler-kaninnchen. *Wiss. Z. Wilhelm Pieck. Univ Rostock*, 28, 479-182.
- Fox, S. (1994): Probióticos en la nutrición animal. *Mundo Porcino- No 17 Ene-Feb 1994*. 28-32p.
- Friedich, N. (2001): Centro de Estudios Agropecuarios. "Crianza de conejos". Editorial Iberoamérica. México.
- Fuller, R. (1989): Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology* 66:365-378.
- Gašperlin, L., Polak, T., Rajar, A., SkvarĚa, M., Lender B. (2006): Effect of genotype, age at slaughter and sex on chemical composition and sensory profile of rabbit meat. *World Rabbit Sci.*14 (3):157-166.
- Gentry, L.R., Fernandez, J.M., Ward, T.L., White, T.L., Southern, L.L., Bidner, T.D., Thompson, D.L., Horohov, Jr., D.W., Chapa, A.M., Sahlū, T. (1999): Dietary protein and chromium tripicolinate in Suffolk whether lambs: effects on production characteristics, metabolic and hormonal responses, and status. *Journal Animal Science*. 77:1284-1294.

- Gil, M., Serra, X., Gispert, M., Oliver, M.A., Sañudo, C., Panea, B., Olleta, J. I., Campo, M., Oliván, M., Osoro, K., Garcia-Cachán, M. D., Cruz-Sagredo, R., Izquierdo, M., Espejo, M., Martín, M. & Piedrafita, J. (2001): The effect of breed-production systems on the myosin heavy chain I, the biochemical characteristics and the color variables of longissimus thoracis from seven Spanish beef cattle breeds. *Meat Science*. 58:181-188.
- Gil, M., Oliver, M.A., Gispert, M., Diestre, A., Sosniki, A.A., Lacote, A., Carrión, D. (2003): The relationship between pig genetics, myosin heavy chain I, biochemical traits and quality of longissimus thoracis. *Meat Science*. 65: 1063-1070.
- Gondret, F. Juin, H., Mourot, J. & Bonneau, M. (1998): Effect of age at slaughter on chemical traits and sensory quality of longissimus lumborum muscle in the rabbit. *Meat Science*. 48:181-187.
- Gómez, S.R. (2009): Evaluación del efecto del suplemento de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), sobre la ganancia de peso en conejos 15 días antes del sacrificio. Tesis de Licenciatura. División de Ciencia Animal. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Coahuila.
- Greger, J.L. (1987): Mineral bioavailability/new concepts. *Nutr Today* 22:4-9.
- Guernebleich E. (2001): Press Release of Food and Agriculture Organization. 01/57. FAO recognizes the increasingly important role of rabbit breeding. Global rabbit production exceed 1 million tonnes. (http://www.fao.org/WAICENT/OIS/PRESS_NE/PRESSENG/2001/pren0157.htm).
- Guerrero, L., Guardia, D. (1999): Evaluación de la terneza en carne de ternera: Relación entre las medidas sensorial e instrumental según la dirección de las fibras musculares. VIII Jornadas de Producción Animal, Vol. Extra, No.20.Tomo 1.

- Güémez GHR., Romo RJA., Romo VJM., Ramos AH., Uriarte LJM., Félix SA., Ríos FG., Barajas CR., Gaxiola CSM. 2011. Efecto de la adición de cromo a la dieta en el desempeño productivo y características de la canal del cerdo en crecimiento-finalización. REDVET. Vol. 12, N° 3.
- Gunton, J.E., Cheung, N.W., Hitchman, R., Hams, G., O'Sullivan, C., Foster-Powell, K., McElduff, A. (2005): Chromium supplementation does not improve glucose tolerance, insulin sensitivity, or lipid profile. *Diabetes Care*, 28:712-713.
- Gutiérrez, I., A. Espinosa, J. García, R. Carabalo y J.C De Blas. (2002): Effect of source of starch and protein, heat processing and use of exogenous enzymes in starter diets for early weaned rabbits. *Animal Feed Science and Technology*. 36(3):286-294.
- Hong, Z.S., Jim, M.G., Jim, R.h., Han, S.Y., Lee, H.G., Choi, Y, J. (2002). Effects of chromium picolinate on growth performance, carcass characteristics and plasma components in Holstein bulls. *Journal of Animal Science and Technology*.44:419-426.
- Honikel, K.O. (1997): Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. *Food Chemistry*, 59: 4, 573-582.
- Honikel, K.O. (1998): Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49, 447-457.
- Hernández, M., Sastre A. (1999). *Tratado de nutrición*. Díaz de Santos, Madrid.
- Hernández, P., Cesari, V., Blasco, A. (2008): Effect of genetic rabbit line on lipid content, lipolytic activities and fatty acid composition of hind leg meat and perirenal fat. *Meat Science*. 78(4):485-491.
- Holownia, K., Chinnan, M.S., Reynolds, A.E., Koehler, P.E. (2003): Evaluation of induced color changes in chicken breast meat during simulation of pink color defect. *Poultry Science*. 82:1049-1059.

- Honikel K. O. (1998): Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 1998; 49:447-457.
- Hulot, F., Ouhayoun, J. (1999): Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World Rabbit Science*. 7:15-36.
- International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2014. Disponible en: <http://www.ifad.org/operations/food/farmer.htm>
- INEGI. (2007): Instituto Nacional de Estadística y Geografía. www.beta.inegi.org.mx/proyectos/agro/agricola/2007 (diciembre 2015).
- INRA. (1989): L'alimentation des animaux monogastriques: porc, lapin, volailles. 2^a ed. París, INRA. 282 pp.
- INTERCUN. (2011): Organización Interprofesional de la Carne de Conejo España. Guía científica y gastronómica de la carne de conejo, España.
- Issanchou, S. (1996): Consumer expectations and perceptions of meat and meat products quality. *Meat Science*. 43:S5-S19.
- Jahn, H.U., Ulrich, R., Schneider, T., Liehr, R.M., Schieferdecker, H.L., Holst, H., Zeitz, M. (1996): Immunological and tropical effects of *Saccharomyces boulardii* on the small intestine in healthy human volunteers; *Digestion*. 57(2):95-104.
- Jeejeebhoy, K.N. (1999): The role of chromium in nutrition and therapeutics and as a potential toxin. *Nutrition Review*. 57:329-335.
- Kegley, E.B., Galloway, D.L., Fakler, T.M. (2000): Effect of dietary chromium-L-methionine on glucose metabolism of beef steers. *Journal of Animal Science*. 78:3177-3183.

- Kegley, E.B. Spears, J.W. (1995): Immune response, glucose metabolism, and performance of stressed feeder calves fed inorganic chromium. *Journal of Animal Science*. 73:2721-2726.
- Kegley, E.B., Spears, J.W., Browns Jr. T.T. (1997): Effect of shipping and chromium supplementation on performance, immune response and disease resistance of steers. *Journal of Animal Science*. 75:1956-1964.
- Kirchelle, A., Fruhwein, N., Toburen, D. (1996): Treatment of persistent diarrhea with *S. boulardii* in returning travelers. Results of prospective study. *Fortschr Med*. 114(11): 136-140.
- Kollaritsch, H., Holst, H., Grobara, P., Wiedermann, G. (1993): Prevention of traveler's diarrhea with *Saccharomyces boulardii*. Results of a placebo controlled double-blind study. *Fortschr Med*. 111(9): 152-156.
- Koohmaraie, M. (1994): Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*.36:93-104.
- Kornegay, E.T., Wang, Z., Wood, C. M., Lindermann, M.D. (1997): Supplemental chromium picolinate influences nitrogen balance, dry matter digestibility, and carcass trait in growing finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 75:1319-1323.
- Kowalska, D., Gugolek, A., Bielanski, P. (2011): Effect of stress on rabbit meat quality. *Annals of Animal Science*. 11(3):465-475.
- Lambertini, L., Barrilli, M., Lalatta, G. (1996): Considerazioni sulla composizione in fibre del muscolo scheletrico di coniglio. *Rivista di Conigliocoltura*. 3:47-51.
- Lambertini, L., Vignola, G., Zaghini, G. (2000): Effects de l'utilisation de levures enrichies en Chrome sur la production de lapin en croissance. *World Rabbit Sci*. 8(3):137-142.

- Lambertini, L., Vignola, G., Beone G.M., Zaghini, G., Formigoni A. (2004): Effects of chromium yeast supplementation on growth performances and meat quality in rabbits. *World Rabbit Sci.* 12:33-47.
- Lang, J. (1981): The Nutrition of the Comercial Rabbit. 1. Physiology, digestibility and nutrient requirements. *Nutrition Abstracts and Reviews.* 51:197.225.
- Lawrie, R.A. (1998): *Lawrie's Meat Science.* Ed. Woodhead Publishing, Cambridge, England.
- Lebas, F. (1975): *The meat rabbit: Nutritional requirements and feeding practices.* Itavi, Paris. 50 pp.
- Lebas F, Coundert P, Rochambeau H, Thébault R.G. (1996): *El conejo cría y patología.* FAO, Roma.
- Lehman, K.B. (1907). Studien über die zähigkeit des fleisches und ihre ursachen. *Arch. His.* 63:134.
- Lepetit, J., Grajales, A., Favier, R. (2000): Modelling the effect of sarcomere length on collagen thermal shortening in cooked meat: consequence on meat toughness. *Meat Science.* 54:239-250.
- Lien, T.F., Horng, Y.M., Yang, K.H. (1999): Performance, serum characteristics, carcass traits and lipid metabolism of broilers as affected by supplement of chromium picolinate. *British Poultry Science.* 50:357-363.
- Lilly, DM., Stillwell H. (1965): Probiotics. Growth promoting factors produced by microorganisms. *Science.* 147:747-8.
- Lindemann, M.D., Wood, C.M., Harper, A.F., Kornegay, E.T., Anderson, R.A. (1995): Dietary chromium picolinate additions improve gain: feed and carcass characteristics in growing- finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. *Journal of Animal Science.* 73:457-465.

- López, T.G., Carballo, B. (1991): Manual de Bioquímica y Tecnología de la Carne. A. Madrid, Vicente Ediciones, Madrid, pp.15-58.
- López, M.E., López C, E., López B.L. (2016): El Efecto del cromo en el síndrome metabólico. Trabajo fin de grado. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense de Madrid.
- Lukefahr, S.D., Nwosu, C.V., Rao, D, R. (1989): Cholesterol level of rabbit meat and trait relationships among growth, carcass and lean yield performances. Journal Science.67, 2009-2017.
- Lukefahr, S.; Cheeke, P. (1991): Rabbit project development strategies insubsistence farming system. Editors. Branckaert. World Animal Review a Quarterly Journal on Animal Health, Production and Products FAO (2): 69.
- Ly, J. (1999): Curso: Fisiología nutricional del cerdo. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, 1 y 2 de Julio. 145p.
- Maertens, L., Janssen, W.M.M., Steeland, E., Wolters, D.F., Branje, H.E.B. y Jager, F. (1990): Tables de composition, de digestibilité et de valeur énergétique des matières premières pour lapins. En Mémoire 5^o Journées de la recherche cynicole, París, 12-13 de diciembre de 1990. Comunicación N^o 57. París, ITAVI.
- Malavé, A., Cordova L., García A., Méndez J. (2012): Composición bromatológica de la carne de conejos suplementados con mataratón y cachaza de palma aceitera. Rev.MVZ Córdoba. 18(2):3452-3458.
- Marounek, M., SK Vovk y V.Skramová. (1995): Distribution of activity of hydrolytic enzymes in the digestive tract of rabbits. Brit.J.Nutr. 73:463-469.
- Mathur, A.k., Chandra, S.V., Tandon, S.K. (1997): Comparative toxicity of trivalent and hexavalent chromium to rabbits. Toxicology. 8:53-61.

- Martínez, M.A. (2004): Cunicultura. 2a edición. UNAM- División de Educación Continua, México.
- Matthews, J.O., Southerm, L.L., Fernandez, J.M., Pontif, J.E., Bidner, T.D., Odgaard, R.L. (2001): Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass trait of growing- finishing barrows. *Journal of Animal Science*. 79:2172-2178.
- McCarty, M.F. (1997): Over de counter chromium and renal failure. *Annals Internal Medicine*. 127:654-655.
- McNitt, J.I., Lukefahr, S.D., Cheeke, P.R., Patton, N.M. (2013): Rabbit production (No. Ed. 9). Southern University and A&M College, Baton Rouge, Louisiana, USA.CABI. DOI 10.1079/9781780640129.0000
- Meineri, G., Cornale, P., Tassone, S., Peiretti, P. (2010): Effects of Chia (*Salvia hispanica* L.) seed supplementation on rabbit meat quality, oxidative stability and sensory traits. *Ital J Anim Sci*. 9(10):45-49.
- Mejia, T.L.E., Nazate, B.K.A. (2001): Alimentación de conejos (*oryctolagus cuniculus*) de engorde de raza Nueva Zelanda con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Facultad de ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, México.
- Mertz, W. (1993). Chromium in human nutrition. *Journal of Nutrition*. 123:626-633.
- Mooney, K., Cromwell, G.L. (1997): Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. *Journal Animal Science*. 75:2661-2671.
- Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L., Cuadrado, C. (2005): 9° edición de las tablas de composición de alimentos. Ediciones Pirámide. Madrid.
- Moreno, B. (2006): Higiene e inspección de carnes. Ed. Díaz de Santos, Madrid.

- Moreno, C.L., Domínguez, V.I., Borquez, G.J.L., Sánchez, T.J., Pinos, R.J., Mariezcurrena, B.A., Morales, A.E., Salem, A.F. (2014): Effects of Organic Chromium Supplementation to Finishing Lambs Diet on Growth Performance, carcass characteristics and Meat quality. *Journal of integrative Agriculture*. Doi: 10.1016/S2095-3119(14)60835-2.
- Mowat, D.N., Chang, X., Yang, W.Z. (1993): Chelated chromium for stressed feeder calves. *Canadian Journal of Animal Science*.73:49-55.
- Murray, A.C., Martin, A.H. (1980). Effect of muscle fiber angle on Warner-Bratzler shear force. *J. Food Science*. 45:1428-1429.
- National Research Council (NRC). (1977). *Nutrients Requirements of Rabbits. Second Revised Edition. Nutrient Requirements of Domestic Animal Series*. Washington. D.C. National Academy of Sciences.30 p.
- National Research Council (NRC). (1997): *The role of Chromium in Animal Nutrition*. National Academy Press. Washington. D.C. p.80.
- Nakamura, M., Katoh, K. (1985): Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. *Bulletin Ishikawa Prefecture College of Agriculture, Japan* 11, 45-49.
- Niedzwiadek, S., Bielansky, P. and Zajak, J. (1996): Slaughter traits and meat quality in relation to genotype for 90 days old rabbits. In: *Proceedings 6th. World Rabbit Congress, Toulouse, France, Vol. 3:213-216*.
- Nielsen, F.H (1984): Ultratrace elements in nutrition. *Ann. Rev Nutr*. 4:21-41.
- Nielson, F.H. (1994): Chromium. In: Shills, M.E., Olson., Shike, M. *Modern Nutritions in Health and Disease*, 8th ed. Lea and Febiger, Philadelphia, PA. Pp.264-268.
- Norma Mexicana NMX-FF-105-SCFI-2005. *Productos Pecuarios. Carné de Conejo en canal caliente*. DF, México: Diario Oficial de la Federación.

- Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/200-2014. Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres DF, México: Diario Oficial de la Federación.
- Norman, J.L., Berg E.P., Heymann, H., Lorenze, C.L. (2003): Pork loin relative to sensory and instrumental tenderness and consumer acceptance. *Meat Science*. 65:927-933.
- Offenchaber, E.G. (1994). Promotion of chromium absorption by ascorbic acid. *Trace Eleven Electrolytes*. 11:178.
- Olleta, J.L., Sañudo, C., Sierra, I. (1992): Producción de carne en la agrupación ovina Churra. Tesina: Calidad de la canal y de la carne en los tipos ternasco y cordero de cebo. *Archivos de Zootecnia*.41:197-208.
- Okada, S., Tanimaya, M., Ohba, H. (1982). Mode of enhancement of ribonucleic acid synthesis by chromium (III) bound deoxyribonucleic acid. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 17:41-49.
- Okada, S., Susuki, M., Ohba, H. (1983). Enhancement of ribonucleic acid synthesis by chromium (III) in mouse liver. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 19:95-103.
- Okada, S., Tsukada, H., Tezuka, M. (1989). Effect of chromium (III) on nuclear RNA-synthesis. *Biological Trace Element Research*, 21:35-39.
- Oliete, B., Moreno, T., Carballo, J., Monserrat, L., Sanchez, L. (2006): Study of Rubia Gallega breed veal quality during the ageing time under vacuum. *Archivos de Zootecnia*. 209:3-14.
- Oliver, M.A., Guerrero, L., Díaz, I., Gispert, M., Pla, M. & Blasco, A. (1997): The effect of fat-enriched diets on the perirenal fat quality and sensory characteristics of meat from rabbits. *Meat Science*. 47:95-103.

- Olsen, Q.R., Rule, D.C., Field, R.A., Snowder, G.D., Hu, C.Y. (1996): Dietary chromium picolinate does not influence growth or carcass characteristics of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. 77 (Suppl.1).p.2 (Abstract).
- Ouali, A. (1990): Meat tenderisation: Possible causes and mechanisms. A review. *J. Muscle Foods*. 1:129-165.
- Ouhayoun, J. (1978): Etude comparative de races de lapins différant par le poids adulte. Thèse (Agronomie, mention Zootechnie) Academie de Montpellier France, pp.72.
- Ouhayoun, J. & Delmas, D. (1998): Meat quality of rabbit. I Differences between muscles in post mortem pH. In: *Proceedings 4th. World Rabbit Congress, Budapest Hungary, Vol. 2:412-417.*
- Ouwehand, A.C., Niemi, P., Salminen, S.J. (1999): The normal microflora does not affect the adhesion of probiotics bacteria in vitro. *FEMS Microbiol. Lett.*, 177:35-38.
- Orihuela, P.J. (2007): Parámetros zootécnicos de importancia Económica en la Cunicultura del Estado de México. Tesis de Licenciatura. FMVZ. UAEM, México.
- Paragi, B.R., Xiccato, G., Cinnetto, M. and Dalle, Z.A. (1992): Effetto dell'età e peso di macellazione e del sesso sulla qualità della carcassa e della carne cunicola.2. Composizione chimica e qualità della carne. *Zoot. Nutr. Anim.* 18:173-190.
- Parker, RB. (1974): Probiotics, the other half of the antibiotic story. *Anim. Nutr. Health*. 29:4-8.
- Pascual, M., Aliaga S., Pla M. (2004): Effect of selection for growth rate on carcasses and meat composition in rabbits. *Proceedings of the 8th World Rabbit*

Congress. World Rabbit Sciences: meat quality and safety. Puebla, Mexico.
Spain: University of Valencia.

Pérez, M., Vitale, M., Lloret, E., Arnau, J. (2011): Efecto de la maduración de la vida útil de la carne de vacuno envasada en atmosfera modificada. Eurocarne. (198):74-78.

Piles, M., Blasco, A. Pla, M. (2000): The effect of selection for growth rate on carcass composition and meat characteristics of rabbits. Meat Science, 54, 347-355.

Pirvulesco, M., Panta, L., Bucur, E., Ionita, C., Tetu, OM. (1996): Probiotic microorganisms for young pigs: testing and characterization under gnotobiotic conditions; Studies and Research in Veterinary Medicine. 4:98-108.

Piva, G., Rossi, F. (2000): Posible alternatives to the use of antibiotics as growth promoters. New additives. Instituto di Scienze degli Alimenti e della Nutrizione (ISAN), Facdoi latág raria, Università Cattolica del Sacro Cuore, Via Emilia Parmen, 291000 Piacenza, Italy.

Pla, M., Guerrero, L., Guardia, D., Oliver, M.A., Blasco, A. (1998): Carcass characteristics and meat quality of rabbit line sellectes for different objetives: I. Between lines comparision. Livestock Production Science. 54:115-123.

Pla, M., Hernández, P. & Blasco, A. (1995): The colour of rabbit carcasses and meat. Meat Focus International. 4(5):181-183.

Pla, M., Cervera, C. (1997): Carcass and meat quality of rabbits given diets having a high level of vegetable or animal fat. J. Animal Science, 65, 299-303.

Pla, M., Apolinar, R. (2000): The filter paper- press as method for measuring water holding capacity of rabbit meat. 7th World Rabbit Science Congress. 659-662.

- Pollard, G.V., Richardson, C.R., Kamezos, T.P. (1999): Effect of varying dietary chromium supplementation on growth and carcass characteristics of feedlot steers. *Journal of Animal Science*. 77 (Suppl. 1). p. 2.
- Portsmouth, JI. (1977): The nutrition of rabbits. *Nutrition and the Climatic Environment*. Ed Butterworths, London. Pp: 93-111.
- Raes, K., Balcaen, A., Dirinck, P., De Winne, A., Claeysa, E., Demyera, D., De Smeta, S. (2003): Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgain retail beef. *Meat Science*, 65, 1237-1246.
- Ramírez, J. (2004): Características bioquímicas del musculo, calidad de la carne, y de la grasa de los conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
- Renerre, M. (1982): Meat colour and its measurement. *Bulletin Technique/Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix, INRA*, 47, 47-54.
- Renou, J.P., Canioni, P., Gatelier, P., Valin, C., Cozzone, P.J. (1986): Phosphorous-31 nuclear magnetic resonance study of post-mortem catabolism and intracellular pH in intact excised rabbit muscle. *Bioch.* 68:543- 554.
- Renteria, F.J. A., Cuaron I.J.A. (1998): Picolinato de cromo en la dieta de cerdos en crecimiento. *Tec. Pecu. Mex.* Vol. 36(2):121-139.
- Reis e Sousa, C., Stahl, P.D., Austyn, J, M. (1993): Phagocytosis of antigens by Langerhans cells in vitro. *J. Experim. Med.* 178(2): 509- 519.
- Rhee, K.S. (1992): Fatty Acids in Meat and Meat Products. In: *Fatty acids in foods and their health implications*. Ed. Kuang Chow, C. Marcel Dekker, Inc. New York, USA. pp. 65-93.
- Ristic, M. (1986): Schlachtkörperwert und fleischbeschaffenheit von jungmastkaninchen. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für fleischforschung*. 91:6725-6731.

- Roginski, E.F., Mertz, W. (1969): Effects of chromium (III) supplementation on glucose and amino acid metabolism in rats fed a low protein diet. *Journal Nutrition*. 97:525-530.
- Roques, C., Dussert, L., Tournut, J., Poomvises, P., Ingkanium, P. (1994): *Sacharomyces cerevisiae* Sc47 as a growth promoter for the swine: importance of dosage in the feed for optimal efficiency. Proceedings: The 13th International Pig Veterinary Society Congress, Bangkok, Thailand, 26-30 June.
- Rosas, A.E.N. (2008): Comportamiento Productivo de Cerdos en la Etapa de Engorda-finalización suplementados con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp.31-37.
- Rosell Pujol, J. N.I. (1980): Alimentación del conejo doméstico. Simposio de Cunicultura, Sevilla. 49 premios ASESCU de Cunicultura.
- SAGARPA. (2015): Manual de Buenas Prácticas en la Producción de Carne de Conejo. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/edomex/BOLETINES/2015/mayo/Documents/B0342015.PDF>
- Sahin, N., Ondersi, M., Sahin, K. (2002a): Effects of dietary chromium and zinc on eggs production, egg quality, and some blood metabolites of laying hens reared under low ambient temperatura. *Biological Trace Element Research*. 85:47-58.
- Sahin, K., Ozbey O., Ondersi, M., Cimik, G., Aysondu, M.H. (2002b): Chromium supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality and some serum metabolites of laying Japanese quail. *Journal of Nutrition*. 132:1265-1268.
- Sandford, J.C. (1988): El conejo doméstico. 1^a ed., Acribia, S.A, España.

- SAS Institute, Inc. 2006. SAS User's guide: Statistics version 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, North Caroline, USA.
- Schachter, S., Nelson, R.W., Kirk, C.A. (2001): Oral chromium picolinate and control of glycemia in insulin-treated diabetic dogs. *Journal Veterinary Internal Medicine*. 15:379-384.
- Schrezenmeir, J., De Vrese, M. (2001): Probiotics, prebiotics and symbiotics approaching a definition. *Am. J. Clin. Nutr.* 73 (suppl):361s-364s.
- Scönfelt, H.C., Naudé, P.T. (1994): Effect of age and fatness on tenderness of beef cuts in South África. En: *Proceedings 40th. Intl. Congress of Meat Science and Teechnology*. The Haugue. The Netherlands.
- Seaborn, C.D., Stoecker, B.J. (1989): Effects of starch, sucrose, fructose and glucose on chromium absorption and tissue concentration in obese and lean mice. *Journal of Nutrition*. 119:1444-1451.
- Sierra, D.M. (2006): Evaluación de los cortes comerciales en canal de conejo: mediante la determinación del pH, terneza y color en las razas de Nueva Zelanda Blanco (NZ), Chinchilla (CH) y californiano en corpoica Tibaitata Meat. Tesis de Licenciatura. La Salle, Bogotá, Colombia.
- Simonová M., Chrastinová L., Mojto J., Lauková A., Szabóová R., Rafay J. (2010): Quality of rabbit meat and phyto-additives. *Czech J Food Sci*; 28(3):161-167.
- Souci, S.W., Fachman, W., Kraut, H. (1986/87): Die Zusammensetzung der Lebensmittel 1986/87 (Food Composition and Nutrition Tables 1986/87). Wissens Chaftliche Verlagsgesellschaft mbH. Stuttgart.
- Stanley, V.G., Ojo, R., Woldesembet, S., Hutchinson, D.H. (1993): The use of *Saccharomyces cerevisiae* to suppress of aflatoxicosis in broiler chicks. *Poultry Science.*, 72:1867-1872.

- Steel, R.G.D., Torrie, J.H., Dickey, D. A. (1997): Bioestadística: Principios y procedimientos. 2da ed., McGraw- Hill, México.
- Subcomité sobre la nutrición del conejo (1979): Necesidades Nutritivas del conejo. 1ra reimpresión. Editorial Hemisferio Sur, Washington, D.C.
- Suksombat, W., Kanchanatawee, S. (2005): Effects of various sources and levels of chromium on performance of broilers. Asian- Aust. Journal of Animal Science. 18(11):1628-1633.
- Talmant, A., Monin, G., Briand, M., Dadet, M., Briand, Y. (1986): Activities of metabolic and contractile enzymes in 18 bovine muscles. Meat Science. 18:23-40.
- Tasteyre, A., Barck M.C., Karjalainen, T., Bourliux, P., Collingnon, A. (2002): Inhibition in vitro cell adherence of *Clostridium difficile* by *Saccharomyces boulardii*. Microbiol. Pathol., 32(5):219-225.
- Taylor. A. (1996): Detection and monitoring of disorders of essential trace elements. Ann. Clin. Biochem. 33:486-510.
- Trocino, A., García, J., Carabaño, R., Xiccato, G. (2013): A meta-analysis on the role of soluble fiber in diets for growing rabbits. World. Rabbit Science. <http://dx.doi.org/10.4995/wrs.2013.1285>.
- Underwood, E.J., Suttle, N.F. (1999): The mineral nutrition of livestock. Third ed. CABI Publishing, New York, U.S.A. p.614.
- Urpín, L. (2012): Sustitución parcial del alimento balanceado por bloques multinutricionales elaborados con mataratón (*Gliricidia sepium*) y fibra del fruto de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en la alimentación de conejos mestizos. (Tesis). Maturín, Venezuela: Universidad de Oriente, Programa de Ingeniería en Producción Animal, Núcleo de Monagas.

- Vicent, J.B. (1999). Mechanism of chromium action: lowmolecular – weigh chromium- binding substance. J.Am. Coll. Nutr. 18(1): 6-12.
- Vicent, J.B. (2000): The Biochemistry of Chromium. Journal of Nutrition. 130:715-718.
- Vicent, J.B. (2004): Recent advances in the nutritional biochemistry of trivalent chromium. Proceedings of The Nutrition Society. 63:41-47.
- Vieira, De Sousa D. (2007): Características de qualidade da carne de coelhos alimentados com rações contendo farelo de coco. Tesis de Maestrado. Forza, Brazil: Universidade Federal do Ceará. URL Disponible en: <http://www.ppgcta.ufc.br/danielasouza.pdf>
- Walker, L. T., Womak, S.E., Brunson, A.S. (1995): The tenderness of rabbit meat influenced by different ageing periods. IFT Annual Meeting Book of abstracts, Anaheim, California. 68B-7.
- Weber, G., Adamczyk, A., Freytag., S. (1989): Treatment of acne with yeast preparation. Fortschr Medicine, 107(26):563-566.
- Wheeler, T.L., Koohmaraie, M. (1994): Prerigor and postrigor changes in tenderness of ovine *longissimus muscle*. Journal Animal Science. 79:1502-1508.
- White, L.A., Newman M.C., Cromwell G.L., Lindemann, M.D. (2002): Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs. Journal Animal Science. 80:2619-2628.
- Ziyad, T.A. (2013): Effect of different levels of chromium yeast on performance and some carcass characteristics of local Awassi lambs. International Journal of Advance Biological Research. 3(2): 191-194.

ANEXOS

CARTA DE ENVIO DEL ARTÍCULO

De: Chelo Lario <colarma@upvnet.upv.es>

Para: document juan edrei sanchez torres <edreie@yahoo.com.mx>

Enviado: viernes, 9 de marzo de 2018 15:20:27 GMT-6

Asunto: [wrs] Submission Acknowledgement

Document Juan Edrei Sánchez Torres:

Thank you for submitting the manuscript, "Effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast and organic chromium on growth performance and quality meat in rabbit finishing" to World Rabbit Science. With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the Editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<https://polipapers.upv.es/index.php/wrs/author/submission/9797>

Username: juanedrei

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Chelo Lario

World Rabbit Science



#9797 Summary

SUMMARY REVIEW EDITING

Submission

| | |
|----------------|--|
| Authors | juan edrei sanchez torres |
| Title | Effect of Saccharomyces cerevisiae yeast and organic chromium on growth performance and quality meat in rabbit finishing |
| Original file | 9797-35777-1-SM.DOCX 2018-03-09 |
| Supp. files | None ADD A SUPPLEMENTARY FILE |
| Submitter | document juan edrei sanchez torres |
| Date submitted | March 9, 2018 - 10:20 PM |
| Section | Meat |
| Editor | Pilar Hernandez Chelo Lario |


Status

| | |
|---------------|------------|
| Status | In Review |
| Initiated | 2018-03-09 |
| Last modified | 2018-03-21 |

Submission Metadata

[EDIT METADATA](#)

Authors

Name juan edrei sanchez torres 

Affiliation Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autonoma del Estado de Mexico

Country Mexico

Bio Statement Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México

Principal contact for editorial correspondence.

Title and Abstract

Title Effect of *Saccharomyces cerevisiae* yeast and organic chromium on growth performance and quality meat in rabbit finishing

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the productive response, carcass traits and nutritional composition of rabbit meat supplemented with *Saccharomyces cerevisiae* and organic chromium (yeast chromium). Fifty six California rabbits (initial weight $1,200 \pm 50$ g), were random allotted at 1 of 4 treatments, 14 rabbits by treatment. T1 basal diet (BD control), T2 (BD + *Saccharomyces cerevisiae* (SC 0.2%), T3 BD + (SC 0.2% + Chromium 0.3 mg/kg of dry matter (DM)) and T4 BD + (SC 0.2% + Chromium 0.6 mg/kg DM. Each rabbit was placed into an individual cage (70X70X40 cm) equipped with drinker and feeder. The offered basal diet provide 2.6 Mcal DE/kg DM and 170 g CP/kg DM. The growth performance was evaluated, at the end of the experimental period, all rabbits were slaughtered following the ethical procedures, the carcass traits were evaluated, and carcass was defatted and was recorded of each area (scapular, renal and inguinal fat). A muscle sample of *longissimus dorsi* muscle was obtained to evaluate the chemical composition. The data was analyzed with a random block design with MIXED procedure of SAS. The mean treatment comparisons was done using Tukey method ($P < 0.05$). The productive response was not affected by treatment ($P > 0.05$). The average values of slaughter weight, carcass performance, warm carcass and cold carcass weight were similar ($P > 0.05$) among treatment. The average of renal, inguinal, scapular and total fat, were higher ($P < 0.05$) in treatments with organic chromium inclusion. The nutritional composition of *longissimus dorsi* was similar ($P > 0.05$) among treatments. In conclusion, the growth performance of rabbits was not modified due *Saccharomyces cerevisiae* and organic chromium supplementation; however a negative effect was observed on renal, inguinal and scapular fat deposits in rabbits fed supplemented diets with *Saccharomyces cerevisiae* and organic chromium.

Indexing

Keywords rabbits, *Saccharomyces cerevisiae*, organic chromium, fat, meat

ABSTRACT

19

20 The aim of the present study was to evaluate the productive response, carcass traits
21 and nutritional composition of rabbit meat supplemented with *Saccharomyces*
22 *cerevisiae* and organic chromium (yeast chromium). Fifty six California rabbits (initial
23 weight $1,200 \pm 50$ g), were random allotted at 1 of 4 treatments, 14 rabbits by
24 treatment. T1 basal diet (BD control), T2 (BD + *Saccharomyces cerevisiae* (SC
25 0.2%), T3 BD + (SC 0.2% + Chromium 0.3 mg/kg of dry matter (DM)) and T4 BD +
26 (SC 0.2% + Chromium 0.6 mg/kg DM. Each rabbit was placed into an individual cage
27 (70X70X40 cm) equipped with drinker and feeder. The offered basal diet provide 2.6
28 Mcal DE/kg DM and 170 g CP/kg DM. The growth performance was evaluated, at
29 the end of the experimental period, all rabbits were slaughtered following the ethical
30 procedures, the carcass traits were evaluated, and carcass was defatted and was
31 recorded of each area (scapular, renal and inguinal fat). A muscle sample of
32 *longissimus dorsi* muscle was obtained to evaluate the chemical composition. The
33 data was analyzed with a random block design with MIXED procedure of SAS. The
34 mean treatment comparisons was done using Tukey method ($P < 0.05$). The
35 productive response was not affected by treatment ($P > 0.05$). The average values of
36 slaughter weight, carcass performance, warm carcass and cold carcass weight were
37 similar ($P > 0.05$) among treatment. The average of renal, inguinal, scapular and total
38 fat, were higher ($P < 0.05$) in treatments with organic chromium inclusion. The
39 nutritional composition of *longissimus dorsi* was similar ($P > 0.05$) among treatments.
40 In conclusion, the growth performance of rabbits was not modified due

41 *Saccharomyces cerevisiae* and organic chromium supplementation; however a
42 negative effect was observed on renal, inguinal and scapular fat deposits in rabbits
43 fed supplemented diets with *Saccharomyces cerevisiae* and organic chromium.

44 **Key words:** rabbits, *Saccharomyces cerevisiae*, organic chromium, fat, meat

45 INTRODUCTION

46 Meat production estimate to increase 85% at year 2030 to cover the increasing world
47 food intake consumption (IFAD, 2014). In developing countries, animal production
48 units (APU) with larger-scale livestock like bovine species will not increase
49 significantly to provide enough meat amount due to bigger space requirements and
50 investments. On the other hand, an important part of this demand of meat can be
51 covered in this countries by small-scale livestock, in addition, it helps to maintain the
52 population in rural areas and provides nutrients of high biological value to the people
53 (Friedrich, 2001). Traditionally around the world, rabbits has been raised by small
54 producers, in order to provide their families with meat and complementary income
55 (Lukefahr and Cheeke, 1991). However, high costs on the ingredients used in the
56 production units of rabbits have led to seek alternatives that allow them to reduce
57 feeding costs. Contrary, frequently a large amount of additives is used in animal
58 feeding, it propose in increase diet quality or animal health, increasing feed efficiency
59 as well. In rabbit production, microorganisms of two groups has been used, bacteria
60 of *Bacillus* and yeast *Saccharomyces* genders. The yeast inclusion in rabbit diets
61 improve health status, stabilizing the cecal intestinal microflora, resulting in mortality

62 reduction during the post-weaning stage; similarly, an increase in nutrient
63 digestibility of the diet in other species has been reported (Mejia, 2011). Thus,
64 inclusion of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) as probiotic has been suggested due
65 its high protein content with highly digestion and absorption, an immuno-stimulator
66 and immuno-regulator response has been proved increasing nonspecific resistance
67 against most of the bacteria that affects digestive and respiratory systems, this
68 promotes an ideal and efficient establishment of microbiota.

69 Trivalent chromium (Cr⁻³) compounds are used in human and animal species with
70 different purposes; in humans Cr addition improves insulin activity, suggesting its
71 use as supported treatment in diabetes mellitus (Schachter *et al.*, 2001) and cardiac
72 diseases (Aguilar *et al.*, 1995); also, due its roll on glucose, insulin and lipids, Cr has
73 been used to reduce corporal fat deposit and control weight (Anderson, 1998), or to
74 recover lost weight (Cerulli *et al.*, 1998). The Cr is involved on protein synthesis,
75 RNA and is important to maintain DNA integrity and gene expression (Van Heughten
76 and Spears, 1995). Is involved in structure and expression of genetic information in
77 animals. The Cr increase *in vitro* synthesis of RNA in mice (Okada *et al.*, 1983),
78 which support the hypothesis of Cr effect on gene function.

79 Actually on farm species Cr compounds are tested to improve production and meat
80 quality in swine (Matthews *et al.*, 2001; Güémez *et al.*, 2011); poultry (Amatya *et al.*,
81 2004); laying hens (Sahin 2002a; Sahin, 2002b); in lambs the average daily gain and
82 carcass traits increasing Cr inclusion in diets (Domínguez *et al.*, 2009); Arvizu *et al.*,

83 (2011) reports non effect on growth performance characteristics in grazing lambs
84 offering a protein and energetic supplement with an organic source of Cr (Chromium
85 yeast) at 0.25 ppm dosage. Moreno *et al.*, (2015) using three organic chromium
86 levels (0.2 and 0.4 mg/kg DM), in Suffolk lambs reporting no effects on growth
87 performance, but improve muscular conformation positively, a reduction of renal fat,
88 increasing cut force in *longissimus dorsi*.

89 The aim of this study was to evaluate growth performance, traits characteristics and
90 nutritional composition in meat of rabbits fed with *Saccharomyces cerevisiae* and
91 organic chromium.

92

93

MATERIALS Y METHODS

94 The animal procedures were supervised and approved by the Bioethical Council of
95 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia of Universidad Autónoma del Estado
96 de México, following the stablished guidelines by the animal care for animal
97 protection laws of Estado de México (articles 48 and 235 bis Penal Code of México
98 State). The study was executed during September-November 2015 period, at
99 Experimental Unit of Animal Production of Faculty of Veterinary Medicine of
100 Universidad Autónoma del Estado de México. Fifty six California rabbits (28 males
101 and 28 females; 1200 ±50 g initial body weight) were random allotted to 1 of 4
102 treatments (T): T1 basal diet (BD control), T2 BD + *Saccharomyces cerevisiae* (SC
103 0.2%), T3 BD+ (SC 0.2 % + Chromium 0.3 mg/kg DM) y T4 BD+ (SC 0.2% +

104 Chromium 0.6 mg/kg DM). (Table 1). All dietary treatments meet the nutritional
105 requirements for finishing rabbits (Lebas, 1975; NRC, 1977). Fourteen rabbits were
106 randomly assigned (7 males and 7 females) and each rabbit was considered the
107 experimental unit (EU). The animals were housed in raised individual cages
108 (70x70X40 cm) equipped with an automatic drinker and stainless steel feeder.
109 Growth performance include feed intake (FI), average daily gain (ADG), feed
110 conversion (FC) and feed efficiency (FE); at the end of the experiment rabbits were
111 slaughtered following NOM-033-ZOO-2014 regulations, and warm carcass weight
112 was recorded (WCW), carcass were refrigerated 4°C by 24h and the carcass weight
113 was recorded as cold carcass weight (CCW), corporal fat was separated and
114 weighed by region (scapular, renal and inguinal); carcass was divided into four
115 segments (anterior area, thorax, loin, posterior area) (Blasco *et al.*, 1996).

116 Basal diet and ingredients were used for crude protein, crude fiber, ether extract,
117 calcium and phosphorous following AOAC procedures (2007). Meat nutritional
118 composition was analyzed on *longissimus dorsi* muscle following AOAC procedures
119 (2007) to determine dry matter, ash, crude protein, and ether extract. The recorded
120 data was analyzed using a complete random experimental design with MIXED
121 command of SAS (2006). Treatment means were separated using the Tukey
122 statement (Steel *et al.*, 1997), differences were considered significant if $P < 0.05$.

123

124

RESULTS AND DISCUSSION

125

126 Growth performance (Table 2) was not affected ($P > 0.05$) by dietary treatments,
127 those results are in agreement with the reported results by Cutrignelli *et al.*, (1999)
128 when yeast Cr was added to diets for growing rabbits. Lambertini *et al.*, (2004) report
129 similar results in growing rabbits supplementing 0.4 and 0.8 mg of Cr/kg of DM.
130 About *Saccharomyces cerevisiae* usage, Gómez (2009) develop an experiment to
131 evaluate the effect of yeast culture on weight gain of rabbits 15 days prior to
132 slaughtered reporting a total weight gain of 0.448 kg, while in the present study the
133 average weight gain was 1.007 kg, however, the average daily gain (ADG) in this
134 experiment was evaluated in the whole finishing stage, in both studies no statistical
135 differences were reported ($P > 0.05$) on growth performance. The SC
136 supplementation in experimental diets show a positive effect on growth performance
137 when added for long periods (Rosas, 2008), as well, the Cr has lipogenic activity
138 modifying fat deposits in no ruminant animals (Lambertini *et al.*, 2004) with no
139 intervention on growth performance.

140 The live slaughter weight, warm carcass weight, cold carcass weight and feed
141 conversion are shown in Table 3; all carcass traits in rabbits were similar ($P > 0.05$)
142 among treatments. Güémez *et al.*, (2011) report results from an experiment with
143 growing-finishing pigs (15.7 ± 1.8 kg) under heat stress assigned to fed a
144 supplemented diet with 0.4 mg of Cr/kg DM during 119 days using chromium
145 methionine, Cr improve growth performance but do not modify carcass traits. In the

146 present study organic Cr with 0.3 and 0.6 mg/kg dosage improvements on carcass
147 traits were not found, similarly with pigs. Cr utilization in animal diets modify fat
148 deposits in different tissues (Domínguez *et al.*, 2001), but without weight increasing
149 in different carcass areas.

150 Table 4 show average values of fat in rabbit carcass, renal fat (RF), scapular fat
151 (SF), inguinal fat (IF) and total fat (TF) is higher ($P < 0.05$) in rabbit carcass after fed
152 diets supplemented with organic chromium. Lambertini *et al.*, (2004) report to Cr
153 levels (0.400 and 0.800 mg/kg) in diet rabbits, reporting no effects on peri-renal fat
154 deposit, fatty acids profile in intramuscular fat, at the same time Cr do not increase
155 its viscera concentration and meat, while in the present study an increase in renal,
156 inguinal and scapular fat was observed in both Cr concentrations. In other animal
157 species, for example, Rentería (1998) report no effects in growing pigs on back fat
158 supplementing Cr picolinate by diet effects or Cr supplementation, but differences
159 were found in back fat using weight slaughter 2.74 vs 3.09 cm, less fat in slaughtered
160 pigs with less live weight. In humans, a Cr deficiency modify appetite center control,
161 because although blood glucose levels are high a hungry sensation persist due
162 insulin function is reduced to transport glucose as energy fuel and this way prevent
163 high glucose levels in bloodstream like metabolism and storage of carbohydrates,
164 proteins and fat (Kegley *et al.*, 2000), thus, a chromium deficiency increase fat
165 production delaying catabolism nutrients to obtain energy this due calories of all fed
166 are converted in fat (Knneskern *et al.*, 2016).

167 Table 5 shows the chemical composition of meat. The dry matter content, ash, crude
168 protein and ether extract was similar ($P > 0.05$) among treatments. Lambertini *et al.*,
169 (2004) report not differences on chemical composition of meat from rabbits fed with
170 chromium supplementation, whit dry mater values of 25.9%, which is lower than
171 values from this study (33.09%); other reports indicate that meat composition is
172 related with animal age, water content is reduced increasing age; therefore, the
173 animal age is not a variability factor for this item, because the animals at the present
174 study have the same age; about protein percentage content, the average value
175 obtained by Lambertini *et al.*, (2004) was 21% similar to the reported value of 22 %
176 obtained in this study. Urpin (2012), describe that the difference between protein
177 percentages depend of the weight and age of the animals, increasing weigh the
178 amount of crude protein increase as well, rabbits with body weight ranging 2.1 to 2.2
179 kg contain less crude protein that rabbits with weight up 2.2 kg, similarly to this study
180 (Table 2), with slaughter weight 2.35 to 2.99 kg. The lip content on rabbit meat is
181 reported by Lambertini *et al.*, (2004) with values ranging from 2.31 to 2.55 %, which
182 are lower compared with the values reported from this experiment (3.17 – 4.18 %).
183 The fat deposition on carcass mainly depends of factors like nutrition, age and
184 genetics (Arbiza and Tron, 1996).

185

186

CONCLUSIONS

187 Growth performance is not affected in rabbits by *Saccharomyces cerevisiae* and
188 organic chromium supplementation; however a negative effect was observed on
189 renal, inguinal and scapular fat weight.

190

191

ACKNOWLEDGEMENT

192 The authors thank Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) and
193 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México (CONACyT) for financially
194 support this project.

195

196

197

REFERENCIAS

- 198 Aguilar MV., Jorge AM., Mateos CJ., García J., Laborda JM., Meseguer I., Martínez-
199 Parra MC., González MJ. 1995. The effect of chromium picolinate on the liver levels
200 of trace elements. *Nutrition Hospital*, 10:373-376.
- 201 Amatya JL., Haldar S., Ghosh K. 2004. Effect of chromium supplementation from
202 inorganic and organic sources on nutrient utilization, mineral metabolism and meat
203 quality in broiler chicks exposed to natural heat stress. *Journal Animal Science*; 97:
204 241-253.
- 205 Anderson R., Bryden NA., Polansky MM. 1998. Lack of toxicity of chromium chloride
206 and chromium picolinate in rats. *Journal of the American College of Nutrition*.
207 16:273-279.
- 208 AOAC 2007. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists
209 18th ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- 210 Arbiza AS., Tron JL. 1996: *Producción de carne ovina*. Editores Mexicanos Unidos,
211 S.A. México. pp.169.
- 212 Arvizu RR., Domínguez VIA., Rubio MS., Bórquez JL., González M., Jaramillo G.
213 2011. Effects of genotype, level of supplementation and organic chromium on growth
214 performance, carcass, and meat traits grazing lambs. *Meat Science*, 88, 404–408.

215 Blasco A., Piles M., Rodríguez E., Pla M. 1996. The effect of selection for growth
216 rate on the live weight growth curve in rabbits. In: Proceedings of 6th World Rabbit
217 Congress, Toulouse. 2, 245-248.

218 Cerulli J., Grabe DW., Gauthier I., Malone M., McGoldrick M.D. 1998. Chromium
219 picolinate toxicity. *Annales of Pharmacotherapy*. 32,428-431.

220 Cutrignelli MI., Sarubbi F., Di Meo C. 1999. Performance of rabbits fed concentrates
221 supplemented with organic chromium. In: Proc. of the XIII A.S.P.A. Congress,
222 Piacenza (Italy), June 1999, 704-706.

223 Decreto N°493. Maltrato Animal. Gaceta de Gobierno del Estado de México, Toluca
224 de Lerdo, México, 19 de agosto de 2015.

225 Domínguez VIA., González MS., Chávez CM., García MC., Reyes SA., Reséndiz
226 PJ., García, AA. 2001. Influencia de cromo y selenio orgánicos en la eficiencia
227 productiva y características de las canales de ovinos en engorda intensiva. En
228 Memorias de II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños
229 Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Yucatán, México.

230 Domínguez VIA., González MSS., Pinos RJM., Bórquez GJL., Bárcena GR.,
231 Mendoza MMG., Zapata LE., Landois PLL. 2009. Effects of feeding selenium–yeast
232 and chromium–yeast to finishing lambs on growth, carcass characteristics, and
233 blood hormones and metabolites. *Animal Feed Science and Technology*, 152: 42-
234 49.

235 Friedich N. 2001. Centro de Estudios Agropecuarios. "Crianza de conejos". Editorial
236 Iberoamérica. México.

237 Gómez SR. 2009. Evaluación del Efecto del Suplemento de Levadura de Cerveza
238 (*Saccharomyces cerevisiae*), sobre la Ganancia de Peso en Conejos 15 días antes
239 del sacrificio. Tesis. División de Ciencia Animal. Universidad Autónoma Agraria
240 "Antonio Narro", Coahuila.

241 Güémez GHR., Romo RJA., Romo VJM., Ramos AH., Uriarte LJM., Félix SA., Ríos
242 FG., Barajas CR., Gaxiola CSM. 2011. Efecto de la adición de cromo a la dieta en
243 el desempeño productivo y características de la canal del cerdo en crecimiento-
244 finalización. REDVET. Vol. 12, N° 3.

245 International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2014. Disponible en:
246 <http://www.ifad.org/operations/food/farmer.htm>

247 Kegley EB., Galloway DL., Fakler TM. 2000. Effect of dietary chromium-Lmethionine
248 on glucose metabolism of beef steers. Journal of Animal Science. Champaign, Vol.
249 78. Pp: 3177–3183.

250 Kneeskern SG., Dilger AC., Loerch SC., Shike DW., Felix TL. 2016. Effects of
251 chromium supplementation to feedlot steers on growth performance, insulin
252 sensitivity, and carcass characteristics. Journal Animal Science. 2016.94:217–226

253 Lambertini L., Vignola G., Beone GM., Zaghini G., Formigoni A. 2004. Effects of
254 chromium yeast supplementation on growth performances and meat quality in
255 rabbits. *World Rabbit Sci.* 2004, 12: 33-47.

256 Lebas F. 1975. *The meat rabbit: Nutritional requirements and feeding practices.*
257 Itavi, Paris. Pp 50.

258 Lukefahr S. Cheeke P. 1991. Rabbit project development strategies insubsistence
259 farming system. Editor s. s. Branckaert. *World Animal Review a Quarterly Journal*
260 *on Animal Health, Production and Products* FAO (2): 69.

261 Matthews JO., Southem LL., Fernández JM., Pontif JE., Bidner TD., Odgaard
262 RL.2001. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and
263 insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass trait of growing-
264 finishing barrows. *Journal of Animal Science.* 79:2172-2178.

265 Mejia TLE., Nazate BKA. 2011. Alimentación de conejos (*oryctolagus cuniculus*) de
266 engorde de raza Nueva Zelanda con levadura de cerveza (*Saccharomyces*
267 *cerevisiae*). Facultad de ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales,
268 México.

269 Moreno CL., Domínguez VIA., Bórquez GR., Sánchez TJE., Pinos RJ.,
270 Mariezcurrena BA., Morales AE., Abdelfattah SZM. 2015. Effects of organic
271 chromium supplementation to finishing lambs diet on growth performance, carcass
272 characteristics and meat quality. *Journal of Integrative Agriculture* 2015, 14(3): 567–
273 574.

274 National Research Council (NRC).1997. The role of Chromium in Animal Nutrition.
275 National Academy Press. Washington. D.C. p.80.

276 Norma Oficial Mexicana NOM-033-SAG/200-2014, Métodos para dar muerte a los
277 animales domésticos y silvestres DF, México: Diario Oficial de la Federación.

278 Okada S., Tsukada H., Ohba H. 1983. Enhancement of ribonucleic acid synthesis
279 by chromium (III) in mouse liver. Journal of Inorganic Biochemistry.19: 95-103.

280 Rentería FJA., Cuaron IJA. 1998. Picolinato de cromo en la dieta de cerdos en
281 crecimiento. Técnica Pecuaria México Vol. 36 No 2 Pp. 121-139.

282 Rosas A. 2008. Comportamiento productivo de cerdos en la etapa de engorda-
283 finalización suplementados con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*).
284 Tesis de Licenciatura. Coahuila, México.

285 Sahin N., Ondersi M., Sahin, K. 2002^a. Effects of dietary chromium and zinc on eggs
286 production, egg quality, and some blood metabolites of laying hens reared under low
287 ambient temperatura. Biological Trace Element Research. 85:47-58.

288 Sahin K., Ozbey O., Ondersi M., Cimik G., Aysondu M.H. 2002b. Chromium
289 supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg
290 quality and some serum metabolites of laying Japanese quail. Journal of Nutrition.
291 132:1265-1268.

292 SAS Institute, Inc. 2006. SAS User's guide: Statistics version 9.1.3. SAS Institute
293 Inc., Cary, North Caroline, USA.

294 Schachter S., Nelson, R.W., Kirk, C.A. 2001. Oral chromium picolinate and control
295 of glycemia in insulin-treated diabetic dogs. Journal Veterinary Internal Medicine.
296 15:379-384.

297 Steel RGD., Torrie JH., Dickey DA.1997. Bioestadística: Principios y
298 procedimientos. 2^{da} edición McGraw- Hill, México.

299 Urpín L. (2012): Sustitución parcial del alimento balanceado por bloques
300 multinutricionales elaborados con mataratón (*Gliricidia sepium*) y fibra del fruto de
301 palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en la alimentación de conejos mestizos. (Tesis).
302 Maturín, Venezuela: Universidad de Oriente, Programa de Ingeniería en Producción
303 Animal, Núcleo de Monagas.

304 Van Heugthen E., Spears JW. 1997. Inmune response and growth of stresses
305 wealing pig fed diets supplemented with organic or inorganic forms of chromium.
306 Journal Animal Science. 75:409-416.

307

308

309 **Table 1: Ingredient inclusion and chemical composition of experimental diets**
 310 **(kg).**

| Ingredient | Treatments | | | |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ |
| Alfalfa hay | 40.0 | 40.0 | 40.0 | 40.0 |
| Corn | 14.5 | 14.5 | 14.5 | 14.5 |
| Canola | 5.95 | 5.95 | 5.95 | 5.95 |
| Soybean meal | 5.0 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| Wheat bran | 10.0 | 10.0 | 10.0 | 10.0 |
| Oat hay | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 |
| Molasses | 4.0 | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| Premix Vit/Min ⁵ | 2.5 | 2.5 | 2.5 | 2.5 |
| Antibiotic | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |
| <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | - | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| Organic chromium (mg/kg) | - | - | 0.300 | 0.600 |
| Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Nutritional composition | | | | |
| Digestible energy ⁶ | 2.6 | | | |
| Crude protein (%) | 17.0 | | | |
| Crude fiber (%) | 17.0 | | | |
| Ether extract (%) | 3.30 | | | |
| Ca (%) | 1.20 | | | |
| P (%) | 0.55 | | | |

311 ¹Basal diet,²Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg), ³Basal diet +
312 *Saccharomyces cerevisiae* (200g /100kg) + Chromium (0.300 mg/kg), ⁴Basal diet +
313 *Saccharomyces cerevisiae*+ Chromium (0.600 mg/kg, ⁵ Vitamins and mineral
314 premix 5 g calcium, 3 g phosphorous, 4 g sodium, 0.3 g de magnesium, 8 g de
315 potassium, 5 mg de copper, 8.5 mg de manganese, 50 mg of iron, 50 mg de zinc,
316 0.2 mg de selenium, 0.25 mg de cobalt, 6000 IU de vitamin A, 900 IU de vitamin D
317 y 50 IU de vitamin E, ⁶ ED was calculated according to Feteke and Gippert (1986)
318 as: DE (kcal/kg DM): 4253-32.6 x Crude fiber (% DM) – 144.4 x ash (% DM).

319

320 **Table 2. Productive response of finishing rabbits fed with *Saccharomyces***
 321 ***cerevisiae* and organic chromium (g).**

| Item | Treatments | | | | EEM ⁵ | P-value |
|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|---------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ | | |
| Initial BW, g | 1189.9 | 1226.9 | 1245.5 | 1228.0 | 59.2 | 0.9248 |
| Total feed intake | 2820.2 | 3050.1 | 2773.5 | 3019.6 | 105.7 | 0.1562 |
| Total weight gain | 982.8 | 1064 | 931.8 | 1050.2 | 78.9 | 0.5966 |
| Fed conversion | 3.09 | 3.05 | 3.25 | 3.06 | 0.26 | 0.9444 |
| Fed efficiency | 0.36 | 0.35 | 0.34 | 0.35 | 0.03 | 0.9651 |

322 ¹Basal diet, ²Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg) ,³Basal diet +
 323 *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg) + Chromium (0.3 mg/kg) ,⁴Basal diet +
 324 *Saccharomyces cerevisiae* + Chromium (0.6 mg/kg), ⁵Standar error.

325

326 **Table 3. Carcass traits of finishing rabbits fed with *Saccharomyces cerevisiae***
 327 **and organic chromium (g).**

| Item | Treatment | | | | | <i>P</i> -value |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ | EEM ⁵ | |
| Slaughter weight | 2354.77 | 2499.27 | 2435.85 | 2486.85 | 62.1923 | 0.3373 |
| Warm carcass weight | 1113.85 | 1198.93 | 1302.77 | 1241.08 | 58.0632 | 0.1468 |
| Cold carcass weight | 981.15 | 1062.67 | 1014.77 | 1053.85 | 30.6774 | 0.2097 |
| Carcass render | 47.39 | 48.04 | 47.46 | 47.14 | 0.3336 | 0.8775 |

328 ¹Basal diet, ²Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg) ,³Basal diet +
 329 *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg) + Chromium (0.3 mg/kg) ,⁴Basal diet +
 330 *Saccharomyces cerevisiae* + Chromium (0.6 mg/kg), ⁵Standar error.

331

332

333 **Table 4. Weight (g) and fat type of carcass from finishing rabbits fed with *Saccharomyces cerevisiae* and**
 334 **organic chromium (g).**

| Item | Treatment | | | | Chromium | | SEM ⁷ | | P-value | |
|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ | NEG ⁵ | POS ⁶ | Trat ⁸ | Cr ⁹ | Trat ⁸ | Cr ⁹ |
| Renal fat | 15.36 ^b | 16.71 ^b | 18.67 ^a | 18.78 ^a | 16.15 ^b | 18.69 ^a | 0.4165 | 0.2909 | 0.0001 | 0.0001 |
| Inguinal fat | 6.69 ^b | 7.44 ^{ab} | 8.40 ^a | 8.54 ^a | 7.16 ^b | 8.44 ^a | 0.3317 | 0.2272 | 0.0001 | 0.0002 |
| Scapular fat | 4.74 ^b | 5.71 ^{ab} | 6.46 ^a | 6.46 ^a | 5.4107 ^b | 6.3000 ^a | 0.2851 | 0.2006 | 0.0001 | 0.0037 |
| Total fat | 26.80 ^c | 29.87 ^{bc} | 33.22 ^{ab} | 33.79 ^a | 28.73 ^b | 33.43 ^a | 0.9652 | 0.6783 | 0.0001 | 0.0001 |

335 ¹Basal diet, ²Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg), ³Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae*
 336 (200g/100kg) + Chromium (0.3 mg/kg), ⁴Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae* + Chromium (0.6 mg/kg), ⁵Diet without
 337 chromium, ⁶Diet with chromium, ⁷Standar error, ⁸Treatment, ⁹Chromium.

338 **Tabla 5. Chemical analisis (%) of meat rabbit fed with *Saccharomyces cerevisiae* and organic chromium.**

| Item | Treatment | | | | Chromium | | SEM ⁷ | | <i>P-value</i> | |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | T1 ¹ | T2 ² | T3 ³ | T4 ⁴ | NEG ⁵ | POS ⁶ | Trat ⁸ | Cr ⁹ | Trat ⁸ | Cr ⁹ |
| Dry matter | 34.046 | 33.936 | 30.845 | 33.519 | 34.6028 | 33.792 | 1.4936 | 0.422 | 0.6633 | 0.3915 |
| Ash | 1.4917 | 1.4337 | 1.5646 | 1.4361 | 1.4607 | 1.5003 | 0.05297 | 0.9721 | 0.2566 | 0.4558 |
| Crude Protein | 22.4711 | 22.7336 | 22.66 | 23.7092 | 22.9674 | 23.2699 | 0.6406 | 0.5009 | 0.5427 | 0.6952 |
| Ether extract | 3.5554 | 3.7088 | 4.1833 | 3.1737 | 3.6376 | 3.6785 | 0.3274 | 0.1945 | 0.2335 | 0.9018 |

339

340 ¹Basal diet, ²Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae* (200g/100kg) ,³Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae*
 341 (200g/100kg) + Chromium (0.3 mg/kg) ,⁴Basal diet + *Saccharomyces cerevisiae* + Chromium (0.6 mg/kg), ⁵Diet
 342 without chromium, ⁶Diet with chromium, ⁷Standar error, ⁸Treatment, ⁹Chromium.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

Otorgan la presente

Constancia

A: **A. Gómez-Mercado, J.E. Sánchez-Torres, I.A. Domínguez-Vara, E. Morales- Almaraz, L. García Bello, A. Gómez- Mercado, M. Guerrero-Barcena, JP Galeano-Díaz.**

POR SU PARTICIPACIÓN COMO PONENTE CON EL TEMA

EFFECTO DE LA LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* Y CROMO ORGÁNICO SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y DEPOSICIÓN DE GRASA EN LA CANAL DE CONEJOS EN ETAPA DE CRECIMIENTO FINALIZACIÓN

XXVI REUNIÓN INTERNACIONAL SOBRE PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE EN CLIMAS CÁLIDOS

REALIZADO EN MEXICALI, BAJA CALIFORNIA, LOS DÍAS 6 Y 7 DE OCTUBRE DE 2016.


Dr. Roberto Soto Ortíz
Director del ICA-UABC


Dr. Miguel Cervantes Ramírez
Presidente Comité Organizador

1er. CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA CARNE



UAEM | Universidad Autónoma
del Estado de México
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Red Temática de Investigación en Ciencia y Tecnología de la Carne de Especies Pecuarias

Otorga la presente

Constancia

A : A. Gómez-Mercado, J.E. Sánchez-Torres*, I.A. Domínguez-Vara, E. Morales- Almaraz, L. García Bello, JP Galeano-Díaz, K Millán

Por su participación con la Ponencia en Cartel:
*EFECTO DE LA LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* Y CROMO ORGÁNICO SOBRE EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y pH DEL TRACTO GASTROINTESTINAL DE CONEJOS EN ETAPA
DE CRECIMIENTO-FINALIZACIÓN*
en el

**1er. CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE LA CARNE**

Realizada el día 20 de octubre de 2016 en el
Auditorio de la Biblioteca de Área Académica "El Cerrillo".

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO
"2016, Año del 60 Aniversario de la Universidad Autónoma del Estado de México"
"2016, Año de Leopoldo Flores Valdés"

Dr. en C. Roberto Montes de Oca Jiménez
Director





UAEM | Universidad Autónoma del Estado de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



Otorga la presente

Constancia

A: Gómez-Mercado A*, Sánchez-Torres JE, Domínguez-Vara IA, Morales- Almaraz E, García Bello ML, Galeano-Díaz JP. Monroy-Garduño C.

Por su participación en el

Segundo Foro de

Investigación y Estudios Avanzados de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UAEM 2017

Con la Exposición Oral:

*Efecto de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y cromo orgánico sobre el comportamiento productivo y pH del tracto gastrointestinal de conejos en etapa de crecimiento-finalización.*

el día 18 de mayo de 2017

en las instalaciones de la facultad.

PATRIA, CIENCIA Y TRABAJO

"2017, Año del Centenario de la Promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos"



Dr. en C. Roberto Montes de Oca Jiménez

DIRECTOR

DIRECCIÓN



Folio: 5/2017-1042



MAYO, 2017