



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

“CALIDAD DE LA CARNE Y CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA
POR *Staphylococcus aureus* METICILINA RESISTENTES EN
CANALES DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) PROCEDENTES
DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DEL VALLE DE
TOLUCA”

TESIS

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

PRESENTA:

MVZ. JUAN LUIS RODRÍGUEZ CORREA

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Junio de 2016



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

“CALIDAD DE LA CARNE Y CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA
POR *Staphylococcus aureus* METICILINA RESISTENTES EN
CANALES DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) PROCEDENTES
DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN FAMILIAR DEL VALLE DE
TOLUCA”

TESIS

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

PRESENTA:

MVZ. JUAN LUIS RODRÍGUEZ CORREA

COMITÉ DE TUTORES:

DIRECTO DE TESIS
Dr. VALENTE VELAZQUEZ ORDOÑEZ

ASESORES
Dr. IGNACIO ARTURO DOMINGUEZ VARA
M. en C. BENJAMIN VALLADARES CARRANZA

El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, Junio de 2016

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca otorgada con número de registro becario 587319, para cursar los estudios de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología (COMECYT) por la beca de apoyo a estudiantes destacados para asistir al congreso de inocuidad en noviembre del 2015 en Puerto vallarta, México.

Al Proyecto de Investigación: Variación genética del aislamiento de *Staphylococcus aureus* MRSA obtenidos de vacas lecheras en unidades de producción familiar. Clave: 3848/2013 CHT

Al Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México, por las facilidades otorgadas en la realización del presente trabajo.

A mis asesores Dr. Valente Velázquez Ordoñez, Dr. Ignacio Arturo Dominguez Vara y M. en C. Benjamin Valladares Carranza por el apoyo y tiempo que brindaron para la elaboración de esta tesis.

A los integrantes de mi sínodo: Dr. Valente Velázquez Ordoñez, Dr. Ignacio Arturo Domínguez Vara, M. en C. Benjamín Balladares Carranza, Dr. Martin Talavera Rojas, Dr. Carlos Bedolla Cedeño, Dr. Alberto Pliego Barbabosa y Ph. D. Raúl C. Fajardo Muñoz

AGRADICIMIENTOS PERSONALES

Agradezco a Dios por permitirme estar un día más cada día, por levantarme en esos momentos de angustia y de desesperación, cuando todo se vea imposible.

Agradezco a mi esposa Lucero y a mis hijos Arleth y Emilio, ellos son el motor que me impulsa seguir adelante, con mucho amor les agradezco que estén conmigo en las buenas y en las malas. Los amo mucho.

A mi mamá Paula quien siempre ha estado conmigo apoyandome en todo momento.

A mis hermanos que siempre creyeron en mi para concluir mis metas

A mis compañeras y compañeros de grado a Ana, Nancy, Victor por su apoyo en todo momento para realizar los analisis de laboratorio y sus consejos que me ayudaron mucho durante mi estancia en el posgrado

Agradezco el apoyo al personal que labora en el CIESA: Vero, Ely Domingo, Ciro, al conta y a todos mis compañeros que cursan el posgrado en el CIESA, gracias por su apoyo. Y sobre todo al Charly a Geovas por su apoyo en el lab. de bacteriología, a George por el PCR, a Wael por la Traducción.

DEDICATORIAS

Este trabajo lo dedico con mucho amor a mi esposa Lucero y a mis hijos Arleth y Emilio

Se lo dedico a mi papá Domingo que desde algún lugar me esta viendo, a mi mamá Paula quien siempre esta conmigo

Y a todas las personas cercanas a mi, amigos y parientes que de alguna manera siempre creyeron en mí.

Y principalmente a Dios por darme la oportunidad de vivir en este tiempo y espacio, de compartir la vida con las personas que hoy me rodean, por los obstáculos y pruebas, por la alegría y tristeza, por darme lo que tengo y mas...

Hoy, escribo estas notas son la melodía de la lluvia y los rayos del sol, entre el sueño y la realidad, con la espera de la incertidumbre del mañana y la agonía de la espera. Mañana se culmina el ciclo e inicia de nuevo. Y nuevamente comienza el juego, el juego de la vida.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	7
INDICE DE FIGURAS.....	9
ABREVIATURAS	10
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
REVISIÓN DE LITERATURA	17
JUSTIFICACIÓN.....	33
HIPOTESIS.....	34
OBJETIVO GENERAL.....	35
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
METODOLOGIA	36
RESULTADOS	49
PRODUCTOS DE INVESTIGACION.....	62
DISCUSIÓN.....	82
CONCLUSIONES.....	88
LITERATURA CITADA	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Distribución y número de granjas del Valle de Toluca	36
Cuadro 2. Clasificación de la canal de conejo	42
Cuadro 3. Primer de los genes <i>mecA</i> y <i>femb</i> para la identificación de MRSA	49
Cuadro 4 Instalaciones en las unidades de producción familiar en el Valle de Toluca	51
Cuadro 5. Sistemas de producción Cunicula en el Valle de Toluca	51
Cuadro 6. Ciclo de producción en Unidades de Producción Cunicula Familiar en el Valle de Toluca	52
Cuadro 7. Índice de reproducción de la cunicultura en el Valle de Toluca	52
Cuadro 8. Efecto de la Región en el peso al sacrificio, peso canal y rendimiento	53
Cuadro 9. Efecto de la localidad en el peso al sacrificio, peso de la canal y rendimiento.	53
Cuadro 10. Razas de conejos carnicos que predominan en la cunicultura del Valle de México	54
Cuadro 11 Clasificación Oficial de la canal de conejo	54
Cuadro 12 Efecto de la región y la localidad en la clasificación de calidad de la canal de conejo	55
Cuadro 13. Análisis bromatológico de la carne de conejo	56
Cuadro 14. Efecto de la región en la composición nutricional de la carne de conejo	56
Cuadro 15 Efecto de la localidad en la composición nutricional de la carne de conejo	57
Cuadro 16. Efecto de la edad en los valores nutricionales de la carne de conejo	57

Cuadro 17. Efecto del sexo, peso al sacrificio y peso canal en el valor nutricional de la carne de conejo	58
Cuadro 18 Alimentación, comercialización venta y sacrificio del conejo	58
Cuadro 19. Sacrificio, normatividad enfermedades	59
Cuadro 20. Determinación de UFC por método de muestreo	60
Cuadro 21 Efecto de la región en la contaminación de la canal de conejo	61
Cuadro 22 Efecto de la localidad en la contaminación de la canal de conejo	61
Cuadro 23. Identificación fenotípica de <i>Staphylococcus</i> aislados en canales de conejos en el Valle de Toluca	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Muestreo en superficie en la canal de conejo	43
Figura 2. A y B método de lavado de la canal de conejo	44
Figura 3 Galería API Staphy color	47
Figura 4. Galería de identificación numérica api staph V4.1	47
Figura 5. Muestreo de superficie de la canal conplantilla de 2.5. X 2.5 en la canal de conejo	60
Figura 6. Prueba de Api Staph control positivo (ATCC 43300)	62
Figura 7. Identificación de <i>Staphylococcus Xylosus</i> por Api Staph	62
Figura 8. Identificaion de <i>Staphylococcus aureus</i> en gel de agarosa por amplificación de los genes <i>mec A</i> y <i>fem B</i> .	63

ABREVIATURAS

A	Adenina
ADN	Ácido desoxirribonucleico
AMP	Ampicilina
BORSA	Borderline oxacillin resistant <i>S. aureus</i>
C	Citosina
CA-MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a meticilina de adquisición comunitaria
CC	Complejo Clonal
CDC	Centers for Diseases Control and Prevention (Centro de Control y Prevención de Enfermedades)
CLSI	Clinical and Laboratory Standards Institute
dNTPs	Desoxinucleótidos
FOX	Cefoxitina
G	Guanina
HA-MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a meticilina de adquisición hospitalaria
kb	Kilo bases
LA-MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a meticilina asociado al ganado
PVL	Panton-Valentine Leukocidin (Leucocidina de Panton – Valentine)
M	Molar
MH	Mueller-Hilton (medio de cultivo)
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mM	Milimolar
MRSA	<i>Staphylococcus aureus</i> resistente a meticilina

MSA	Mannitol Sal Agar (medio de cultivo)
MSSA	<i>Staphylococcus aureus</i> sensible a meticilina
ORF	open reading frame (marco de lectura abierto)
OXA	Oxacilina
pb	Pares de bases
PBP	Penicillin Binding Protein (proteína de unión a la penicilina)
PCR	Polymerase Chain Reaction (Reacción en cadena de la polimerasa)
PEN	Penicilina
SCCmec	Casete Cromosómico Estafilocócico del gen mecA
SCN	Staphylococcus coagulasa negativos
SCP	Staphylococcus coagulasa positivos
T	Timina
TSST	Toxina del Síndrome de Shock Tóxico

RESUMEN

Calidad de la carne y contaminación microbiológica por *Staphylococcus aureus* meticilica resistentes en canales de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) procedentes de unidades de producción familiar del Valle de Toluca

RODRIGUEZ CJL, VALLADARES CB, DOMINGUEZ VIA, VELAZQUEZ OV.

Palabras clave: calidad, contaminación, *Staphylococcus aureus*, conejo

La estrecha relación entre la dieta y la salud ha conducido a cambios en los hábitos del consumidor. En este contexto, la carne de conejo es muy valorada por sus propiedades nutricionales y dietéticas. Por las características que tiene la carne es un buen sustrato para la contaminación cruzada. El *S. aureus* es un patógeno que afecta a humanos y animales. En los conejos puede causar mastitis, dermatitis exudativa, abscesos subcutáneos y septicemias. El uso indiscriminado de antibióticos como tratamiento ha permitido que se desarrollen bacterias multiresistentes como el *Staphylococcus aureus* Meticilina Resistente (MRSA). El objetivo del estudio fue determinar la calidad de la carne y la evaluación de la contaminación por MRSA en canales de conejo en el Valle de Toluca. En el presente trabajo de investigación se estudiaron 210 canales de conejos distribuidos en 30 granjas cuniculas en el Valle de Toluca. El análisis químico de la carne se realizó por pruebas bromatológicas, la identificación del MRSA por tamizado de pruebas bioquímicas y PCR amplificando el gen *femB*. La resistencia a los antibióticos β -lactámicos se realizó por sensibilidad *in vitro* y por la amplificación por PCR del gen *mecA*. Los resultados de la prueba bromatológica fueron: materia seca $26.21 \pm 1.25\%$, humedad 73.79 ± 1.25 , proteína 22.17 ± 1.11 , grasa 3.09 ± 0.83 y cenizas 1.12 ± 0.47 . La identificación fenotípica y genotípica del MRSA fue de 0.95% en canales de conejo. En conclusión, se determinaron los valores nutrimentales de la carne de conejo y la identificación del MRSA. Este estudio aporta información de la cunicultura y la identificación de MRSA en unidades de producción cunicula del Valle de Toluca.

ABSTRACT

Meat Quality and microbiological contamination Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* in carcass Rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) from Family Production Units Toluca Valley

RODRIGUEZ CJL, VALLADARES CB, DOMINGUEZ VIA, VELAZQUEZ OV

Key words: quality, pollution, *Staphylococcus aureus*, rabbit

The close relationship between diet and health has led to changes in consumer habits. In this context, rabbit meat is highly valued for its nutritional properties and diet. For the meat characteristics it is considered a good substrate for the contamination crusade. The *S. aureus* is a pathogen that affects humans and animals. In rabbits can cause mastitis, exudative dermatitis, subcutaneous abscesses and septicemia. The indiscriminate use of antibiotics as treatment has permitted the development of multi-resistant bacteria such as Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). The objective of the study was to determine the meat quality and to evaluate its contamination by MRSA in rabbit carcass in the Valley of Toluca. In the present work of research they were studied 210 rabbits carcass were studied distributed in 30 farms in the Valley of Toluca. The chemical analysis of the meat is carried out by evidence qualitative characteristics, the identification of MRSA by biochemical screening tests and PCR amplifying the gene *femb*. The resistance to β -lactam antibiotics was made by in vitro sensitivity and by PCR amplification of the *mecA* gene. The results of the bromatology test were: dry matter $26.21 \pm 1.25\%$, humidity 73.79 ± 1.25 , protein 22.17 ± 1.11 , grease 3.09 ± 0.83 and ash 1.12 ± 0.47 . The phenotypic and genotypic identification of MRSA was 0.95% in rabbit's carcass. In conclusion, we identified nutritional values of rabbit meat and the identification of MRSA. This study is the first to describe the identification of MRSA and contributes information of the in rabbit production units in Toluca Valley.

INTRODUCCIÓN

La producción de conejo es una excelente alternativa para que productores de baja escala, ubicados en zonas marginadas, obtengan buenos ingresos con inversiones mínimas. En México, la cunicultura o crianza de conejo se practica en sistemas familiares, semitecnificados y tecnificados. Los principales productos del conejo son la carne, el pelo, la piel y ornato, pero se obtienen otros subproductos como el estiércol (SAGARPA, 2012).

La cunicultura brinda muchas posibilidades de mejorar la seguridad alimentaria de los pequeños campesinos en todo el mundo. Una actividad relativamente simple, puede producir pequeños ingresos y contribuir a mejorar la dieta familiar en las comunidades urbanas y rurales, con costos mínimos de insumos y mano de obra (FAO, 1999).

La producción comercial de conejos en México tiene un gran potencial porque se produce carne con altos valores nutricionales a bajos costo. Los conejos tienen una alta prolificidad y eficacia alimenticia, se comercializa a temprana edad y requiere una pequeña área para su producción. Por lo tanto los conejos pueden ser engordados con un bajo costo productivo. Las razas que se usan para la producción de carne en México son Nueva Zelanda y California, principalmente; sin embargo, en años recientes se han incluido en la producción de cría razas como la Chinchilla y Rex (Ortiz y Rubio, 2001; Barrón *et al.*, 2004). Los conejos tienen propiedades únicas como alimento y para el comercio. La carne de conejo ofrece excelentes valores nutricionales y dietéticos. Aproximadamente su composición demostrada es rica en proteínas alrededor del 22%, 73.0% de humedad, 1.2–1.3 % cenizas y 1.8% de grasa. La carne de conejo ofrece valores moderados de energía de 603 kJ a 899 kJ/100 g., esto depende sobre su alto valor de proteína (Dalle y Szendrő, 2011). Debido a esta rica composición, ofrece un alto desarrollo favorable para el crecimiento de bacterias patógenas. La contaminación microbiológica de la canal

ocurre muchas veces durante el procesamiento y la manipulación (Abdalla *et al.*, 2009).

Por otra parte, el *S. aureus* es uno de los más importantes patógenos de la especie de *Staphylococcus* en medicina veterinaria (Meulemans *et al.*, 2007). En conejos *S. aureus* infecta pequeñas lesiones e invade tejido subcutáneo. En conejos individuales, todas las infecciones de *S. aureus* tienen una apariencia clínica similar, con lesiones de pododermatitis abscesos subcutáneos y mastitis (Goñi *et al.*, 2004; Viana *et al.*, 2011).

La transmisión de *S. aureus*, cepas de hombre a conejo o entre conejos pueden ser directos o indirectos, a través de las jaulas, pelos o alimentos. La transmisión directa de las bacterias *S. aureus* pueden producirse entre gazapos y heces, entre compañeros de camada y entre compañeros estables (Hermans *et al.*, 2003). Como patógeno el *S. aureus* está involucrado en una amplia variedad de infecciones en humanos y animales y algunas cepas son también responsables de intoxicaciones de alimentos en humanos por producción de enterotoxina en alimentos. La contaminación por patógenos es considerada importante en términos de salud alimentaria. Es común encontrarlo en la canal y los cortes, y la contaminación estaphylococal puede o no resultar de lesiones. Las cepas de humanos probablemente estén presentes, especialmente si un alto nivel de manipulación está involucrado durante el proceso y si la higiene es deficiente. Sin embargo, ciertas cepas pueden colonizar el ambiente y contaminar la canal, los cortes y el equipo (Rodríguez *et al.*, 2006).

(Ortega *et al.* 2009), al realizar un trabajo de campo, describieron una primera caracterización de la distribución de la resistencia a antibióticos en cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (MRSA) aisladas en conejos de

producción, reconocidas como un riesgo potencial para la salud pública. La presencia de cepas de *S. aureus* resistentes a antibióticos no concierne únicamente a los seres humanos; también se ha detectado en poblaciones animales que podrían desempeñar una función clave en la transmisión de resistencia de ese estafilococo, a través de la cadena alimentaria, por contacto directo. El papel que desempeñan especies animales portadoras como perros, gatos, caballos, cerdos o bovinos es uno de los aspectos esenciales que están considerándose en el caso de los *Staphylococcus aureus* adquiridos en la comunidad MRSA-AC, como la posibilidad de transmisión de la bacteria entre seres humanos y animales podría constituir un riesgo para la medicina humana.

REVISIÓN DE LITERATURA

En los últimos 50 años la producción de la carne de conejo en el mundo ha incrementado a 1.6 millones de toneladas en el 2009. China es el mayor productor en el mundo con 700,000 t/año. Italia 230,000 t/año. España 74,161 t/año y Francia 51,400 t/año. La carne de conejo es consumida rutinariamente en muchos países europeos y juega un papel muy importante en su economía. En estos países la aceptación de carne de conejo no enfrenta ningún tipo de problema, pues por tradición han incluido este manjar dentro de su menú familiar y cotidiano, debido a que existe entre la sociedad conocimiento de la excelente calidad de esta carne y de los diversos modos de preparación (Dalle y Szendrő, 2011).

México ocupa el décimo cuarto lugar a nivel mundial como productor de carne de conejo (SAGARPA, 2012). El inventario nacional cunicola en el año de 2014 fue de 362 mil 753 vientres productivos, con un volumen de producción de 1087 toneladas de carne de conejo (SAGARPA, 2015). La mayor concentración de unidades de producción cunicola se observa en el centro del país, principalmente en los estados de: México, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Distrito Federal, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Jalisco (SAGARPA, 2014). El Estado de México es considerado el principal productor de conejos a nivel nacional con un inventario de 64 mil vientres y un volumen de producción anual estimado de 54 mil 600 toneladas destinadas al abasto nacional de carne (SAGARPA, 2015). El consumo *per capita* de carne de conejo a nivel mundial se estima de 300 g (Cury *et al.*, 2011), en México el consumo estimado es de 100 a 120 g (Arriaga y Anaya, 2014; Rosas, 2013).

La producción de conejo es una excelente alternativa para que productores de baja escala, ubicados en zonas marginadas, obtengan buenos ingresos con inversiones mínimas. En México, la cunicultura o crianza de conejo se practica en sistemas familiares, semitecnificados y tecnificados. Los principales productos del conejo son

la carne, el pelo, la piel y ornato, pero se obtienen otros subproductos como el estiércol (SAGARPA, 2012).

La cunicultura brinda muchas posibilidades de mejorar la seguridad alimentaria de los pequeños campesinos en todo el mundo. Una actividad relativamente simple, puede producir pequeños ingresos y contribuir a mejorar la dieta familiar en las comunidades urbanas y rurales, con costos mínimos de insumos y mano de obra (FAO, 1999).

La producción comercial de conejos en México tiene un gran potencial porque se produce carne con altos valores nutricionales a bajos costo. Los conejos tienen una alta prolificidad y eficacia alimenticia, se comercializa a temprana edad y requiere una pequeña área. Por lo tanto los conejos pueden ser engordados con un bajo costo de producción. Las razas que se usan para la producción de carne en México son Nueva Zelanda y California; sin embargo, en años recientes se han incluido en la producción de cría razas como la Chinchilla y Rex (Ortiz y Rubio, 2001; Barrón *et al.*, 2004). Los conejos tienen propiedades únicas como alimento y para el comercio. Producen una carne muy nutritiva, con poca grasa y colesterol, abundante en proteínas y rica en vitaminas y minerales; como son herbívoros, no compiten con las personas por los alimentos y se adaptan con facilidad a distintos medios; los costos de inversión y mano de obra son pocos y los miembros más vulnerables de las familias pueden ocuparse de cuidarlos; es fácil transportarlos y comercializarlos como alimentos, por su piel o pelo; son muy productivos, tienen periodos de gestación y lactancia breves (dan hasta 40 crías al año, en comparación con 0.8 del ganado vacuno y 1.4 del ovino)(FAO, 1999; Pérez y Betancourt, 2010; Olivares *et al.*, 2009).

Es ampliamente conocido y aceptado que el consumo de proteína de origen animal es una necesidad para la buena alimentación de los seres humanos, de allí que debe insistirse en incrementar la producción de carne de diferentes especies de

interés zootécnico; una de esas especies es el conejo ya que presenta numerosas ventajas en su manejo y eficiencia productiva, como en su tasa de productividad frente a otras especies, a sabiendas de que una coneja puede producir cada año 20 veces su peso vivo expresado en kilogramos de canal.

Se destaca como una ventaja adicional de la producción de carne de conejo, el mantenimiento del empleo rural y la estructura socioeconómica donde la mujer juega un importante papel en el proceso debido a la facilidad de manejo de la especie (Osechas y Becerra, 2006).

A lo largo de los años, la carne ha constituido uno de los principales alimentos proveedores de nutrientes tales como proteínas, lípidos, vitaminas, entre otros. Sin embargo, hoy en día existen controversias con respecto a su rol nutricional, debido a que los consumidores consideran que su ingesta en cantidades elevadas está correlacionada con problemas de salud, como obesidad y enfermedades cardiovasculares, por lo que han reducido su consumo. Por tanto, muchas personas tienden a modificar su estilo de vida en función de explorar nuevos hábitos dietéticos saludables donde las carnes blancas constituyen una elección favorable, dentro de las cuales la carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) se destaca como una valiosa alternativa dietética a nivel nutricional y saludable (Simonová *et al.*, 2010; Pérez *et al.*, 2010).

La carne de conejo ofrece excelentes valores nutricionales y dietéticos. Aproximadamente su composición demostrada es rica en proteínas alrededor del 22%, 73.0% de humedad, 1.2–1.3 % cenizas y 1.8% de grasa. La carne de conejo ofrece valores moderados de energía de 603 kJ a 899 kJ/100 g., esto depende sobre su alto valor de proteína (Dalle y Szendrő, 2011)

Durante la última década, las características nutricionales de la carne de conejo han sido evaluadas por diferentes autores a fin de resaltar sus grandes bondades como

componente de la dieta. Con respecto a las carnes rojas y blancas, la carne de conejo es una carne blanca de buen sabor, fácil digestión, con niveles elevados en proteínas y bajos en colesterol, sodio y lípidos con mayor proporción de ácidos grasos insaturados, con un valor energético similar al de raciones de las diferentes carnes rojas consumidas comúnmente.

Adicionalmente, existen estudios relacionados con el alto valor de sus proteínas, como fuente de aminoácidos esenciales, y con sus propiedades sensoriales que incluyen sabor, textura y color. Otra de sus características ofrecida a los consumidores, es que no contiene ácido úrico siendo una carne baja en purinas. No obstante, a pesar de todas estas cualidades beneficiosas de la carne de conejo, hasta ahora en muchos países sigue siendo deficiente la información que la catalogan como uno de los alimentos de gran interés tanto en la nutrición como en la salud humana (Malavé *et al.*, 2013).

La calidad de la carne tradicionalmente está determinada por aspectos sensoriales como son: apariencia, textura, aroma y sabor. Actualmente otros factores como el valor nutritivo y la seguridad alimentaria han cobrado gran importancia. La estrecha relación entre la dieta y la salud ha conducido a cambios en los hábitos del consumidor, exigiendo productos que respondan a sus preferencias alimentarias y nutricionales. En este contexto, la carne de conejo es muy valorada por sus propiedades nutricionales y dietéticas, es una carne magra, con un bajo contenido de grasa y con menor contenido en ácidos grasos saturados y colesterol que otras carnes (Cury *et al.*, 2011; Pérez *et al.*, 2010).

El consumo de carne de conejo puede ser una buena manera de proporcionar compuestos bioactivos a los consumidores, al aumentar de manera eficaz los niveles de nutrientes; de ahí se deriva la importancia de conocer la composición,

valor nutricional y examinar las posibilidades de la carne de conejo producido como alimento funcional (Cury *et al.*, 2011).

Aunque la composición química de la carne se ve influenciada por factores intrínsecos y extrínsecos. La calidad microbiológica de las canales está condicionada por las propias características de la cría del animal, su estado sanitario en el momento del sacrificio, el proceso de obtención de la carne y su posterior procesado.

La conjunción de estos factores junto con otros de carácter ambiental, sobre todo la temperatura de almacenamiento, determinan la microbiota característica de la carne (Rodríguez *et al.*, 2004).

La carne es considerada una importante fuente de proteínas, aminoácidos esenciales, complejo B, vitaminas y minerales. Debido a esta rica composición, ofrece un alto desarrollo favorable para el crecimiento de bacterias patógenas. La contaminación microbiológica de la canal ocurre muchas veces durante el procesamiento y la manipulación (Abdalla *et al.*, 2009). El conejo es una especie muy sensible a contraer enfermedades y en crías intensivas se llegan a producir grandes pérdidas (Pérez *et al.*, 2010).

El *S. aureus* es uno de los más importantes patógenos de la especie de *Staphylococcus* en medicina veterinaria (Meulemans *et al.*, 2007). En conejos, la bacteria de *S. aureus* infecta pequeñas lesiones e invade tejido subcutáneo. En conejos individuales, todas las infecciones de *S. aureus* tienen una apariencia clínica similar, con lesiones de pododermatitis abscesos subcutáneos y mastitis (Goñi *et al.*, 2004; Viana *et al.*, 2011). Esporádicamente son observados abscesos en órganos internos, predominantemente en pulmones, hígado y útero. Estas lesiones pueden producir como resultado infertilidad y muerte.

En la granja se reconocen dos tipos de infecciones de *S. aureus* y se pueden diferenciar. El primer tipo, la infección afecta a un pequeño número de animales; este tipo es de menor importancia económica. El segundo tipo de infección, puede ser llamado cepas de alta virulencia. El *S. aureus* causa extensa epidemia de enfermedad en la granja. Esto ocasiona un problema crónico. Es generalmente aceptado que la infección con cepas de *S. aureus* de alta virulencia en conejos no puede ser erradicada con agentes antimicrobiales (Vancraeynest *et al.*, 2004; Hermans *et al.*, 1999; Viana *et al.*, 2007).

La transmisión de alta y baja virulencia de *S. aureus* cepas de hombre a conejo o entre conejos pueden ser directos o indirectos, a través de las jaulas, pelos o alimentos. La transmisión directa de las bacterias *S. aureus* pueden producirse entre gazapos y heces, entre compañeros de camada y entre compañeros estables. La adquisición de reproductores de granjas infectadas es probablemente la más importante fuente de infección. El esperma, incluso después de la inseminación artificial, también forma un riesgo potencial de infección por alta virulencia de cepas de *S. aureus* en conejos (Hermans *et al.*, 2003). Como patógeno el *S. aureus* está involucrado en una amplia variedad de infecciones en humanos y animales y algunas cepas son también responsables de intoxicaciones de alimentos en humanos por producción de enterotoxina en alimentos. La contaminación por patógenos es considerada importante en términos de salud alimentaria. Es comúnmente encontrarlo en la canal y los cortes, y la contaminación staphylococcal puede o no resultar de lesiones. Las cepas de humanos probablemente estén presentes, especialmente si un alto nivel de manipulación está involucrado durante el proceso y si la higiene es deficiente. Sin embargo, ciertas cepas pueden colonizar el ambiente y contaminar la canal, los cortes y el equipo (Rodríguez *et al.*, 2006).

Ortega *et al.*, (2009), en trabajo de campo describieron una primera caracterización de la distribución de la resistencia a antibióticos en cepas de *Staphylococcus aureus*

resistentes a la meticilina (MRSA) aisladas en conejos de producción, reconocidas como un riesgo potencial para la salud pública. La presencia de cepas de *S. aureus* resistentes a antibióticos no concierne únicamente a los seres humanos; también se ha detectado en poblaciones animales que podrían desempeñar una función clave en la transmisión de resistencia de ese estafilococo, a través de la cadena alimentaria, por contacto directo. El papel que desempeñan especies animales portadoras como perros, gatos, caballos, cerdos o bovinos es uno de los aspectos esenciales que están considerándose en el caso de los *Staphylococcus aureus* adquiridos en la comunidad MRSA-AC, con la posibilidad de transmisión de la bacteria entre seres humanos y animales que podría constituir un riesgo para la medicina humana. Los resultados del estudio pusieron de manifiesto una proporción elevada de MRSA (17.2%) asociado a procesos patológicos en explotaciones de cría intensiva de conejos, predominante en casos de mastitis y que, por tanto, merece una especial atención desde el punto de vista sanitario. Es preciso empezar a evaluar el riesgo que representa para la salud pública la existencia de resistencia en la cunicultura intensiva.

Enfermedades transmitidas por alimentos

Los alimentos pueden servir de vehículo para diseminar MRSA. En carne de venta por menor es común un grado bajo de contaminación con *S. aureus*; también se ha informado MRSA en una variedad de carnes, incluso pollo crudo, pavo, cerdo, ternera, res, carnero/cordero, conejo y carne de caza. Los niveles que se informaron varían ampliamente desde 0.5% hasta 35%, dependiendo del tipo de carne y del país de origen. Algunas de las cepas detectadas en la carne pertenecen al complejo clonal CC398 u otras cepas asociadas a animales, mientras que otras cepas parecen originarse como contaminantes a partir de las personas que manipulan la carne. También se ha detectado MRSA, incluso cepas asociadas a animal, en leche sin pasteurizar y en queso. Por lo general, *S. aureus* no es invasivo cuando se

ingere, excepto bajo circunstancias excepcionales o poco comunes. Por esta razón, la contaminación accidental con MRSA al manipular carne cruda es pare tener muy en cuenta. Si los organismos no se destruyeron al cocinar los alimentos, estos pueden servir de vehículo para dispersar MRSA (CFSPH, 2011).

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) se encuentran ampliamente extendidas y constituyen un problema prioritario de salud pública. El agente etiológico más frecuente de las intoxicaciones de origen alimentario es *S. aureus* (Jordá *et al.*, 2012; Morales y Ruiz, 2005). La presencia de este microorganismo se asocia con la contaminación introducida por los manipuladores de alimentos, el incumplimiento de buenas prácticas de manufactura o la utilización de materia prima contaminada. Suele contaminar alimentos y producir una intoxicación aguda debido a la presencia de toxinas resistente al calor y a las enzimas proteolíticas. Al ingerirse el alimento contaminado, la enterotoxina se encuentra ya formada, por lo que el período de incubación es muy corto (menos de tres horas). Las manifestaciones clínicas características, que en general cursan sin fiebre, comprenden náuseas, vómitos intensos, espasmo abdominal y diarrea. En algunos casos se observa moco y sangre en los vómitos o en las heces (Jordá *et al.*, 2012).

La patogenicidad del *S. aureus* y su habilidad para causar enfermedades se atribuye a un número de factores de virulencia como son las enterotoxinas termoestables. El *S. aureus* produce 15 enterotoxinas estafilocócicas (SEs), SEA-SEE, SEG-J, SEK, SEL, SEP, SEM y SEO; la toxina del síndrome de choque tóxico (TSST). Las 5 enterotoxinas clásicas SEA - SEE se conocen por ser responsables del 95% de los casos de intoxicación por *S. aureus* (Al-Tarazy *et al.*, 2009; Acosta *et al.*, 2012).

El nombre de estafilococos fue designado por Sir Alexander Ogston después de utilizar la expresión griega *staphyle* (racimo de uvas) para describir las características de crecimiento en grupos semejantes a uvas. Los estafilococos son

cocos Gram positivos que miden cerca de 1 μm de diámetro, no móviles, aerobios facultativos y fermentadores de glucosa. El género *Staphylococcus* contiene más de 30 especies diferentes, y muchas de éstas son habitantes naturales de la piel y las membranas mucosas; no tienen otros hábitats importantes, excepto cuando están involucradas en infecciones (Velázquez, 2005; Quiros *et al.*, 2013). En el año 1957 Bergey señala la prueba de coagulasa como fundamental para separar a los estafilococos en dos grandes grupos: el de los estafilococos coagulasa positivos (ECP) y los estafilococos coagulasa negativos (ECN), los cuales adquieren mayor importancia, por su capacidad de desarrollar resistencia a los antimicrobianos de uso convencional en la clínica veterinaria. La producción de coagulasa y la fermentación de manitol son las características mínimas para diferenciar *S. aureus* de otros *Staphylococcus*. *Staphylococcus aureus* expresa varios factores de virulencia, incluyendo la catalasa, que es considerada una característica de género en su identificación, excepto especies anaeróbicas de *Staphylococcus saccharolyticus* y *S. aureus* subespecie anaerobius (Gonzales *et al.*, 2009). Dentro de las bacterias no esporuladas, son las más resistentes; soportan la desecación, sobre todo en los exudados durante semanas, se mantienen vivos a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ en medios líquidos y a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 30 minutos, también toleran las fluctuaciones de pH entre 4 y 9, y las concentraciones de sal del 7.5%, que se utilizan en los medios selectivos para su aislamiento. La resistencia bacteriana frente a los antimicrobianos existen tanto en los ECN como en los ECP, aun que pueden presentar sensibilidad frente a β -lactámicos, aminoglucosidos, rifampicina, lincosamidas y macrolidos (Stanchi *et al.*, 2007). Las infecciones provocadas por cepas resistentes se hacen cada día más difíciles de tratar con los antibióticos disponibles. Las causadas por *Staphylococcus aureus* multirresistente han alcanzado niveles sin precedentes y escasean los medicamentos efectivos para combatirla. La resistencia bacteriana es un problema global que disminuye las opciones terapéuticas en infecciones intra y extrahospitalarias y aumenta las posibilidades de fracaso y los costos de los tratamientos (Quiros *et al.*, 2013).

El *S. aureus* se encuentra habitualmente a nivel de la nasofaringe y de zonas húmedas como pliegues inguinales y axilas. A nivel del vestíbulo nasal anterior la adherencia parece estar mediada por el contenido en ácidos teicoicos. Se estima que el índice de portación nasal en los adultos es de alrededor del 20-30%. Expresado longitudinalmente, cerca del 30% de la población puede ser portador permanente, el 50% portador intermitente y el 20% no es colonizado. Algunas poblaciones pueden tener una tasa de colonización mayor como el personal de salud, los pacientes en hemodiálisis, diabéticos y adictos a drogas intravenosas. A pesar que *S. aureus* posee numerosos factores de virulencia, puede convivir con el hospedero humano formando parte de su flora normal sin causar ningún daño. Existen ocasiones en que este equilibrio se puede romper. Desde las narinas, los portadores pueden transferir bacterias a diferentes sectores de la piel, aunque habitualmente existe resistencia a la colonización de la piel intacta. Sin embargo, un traumatismo muchas veces desapercibido puede ser una puerta de entrada al microorganismo. En caso de infección, *S. aureus* puede ser muchas veces de origen endógeno (Seija, 2008).

El *S. aureus* se caracteriza por tener la habilidad para desarrollar rápidamente resistencia a cualquier antibiótico de uso clínico. La resistencia a la meticilina, que indica resistencia a todos los antibióticos beta lactámicos. En 1962 fue el primer reporte que marca la aparición del *S. aureus* Meticilina Resistente (MRSA) (Pantosti, 2012). La meticilina es una penicilina semisintética resistente a la betalactamasa, la cual fue introducida a la práctica clínica en 1959 como solución a la infección producida por *S. aureus* resistente a la penicilina; sin embargo, sólo dos años después de su introducción se reportaron los primeros casos de cepas resistentes a este antibiótico. La resistencia a la meticilina es conferida por el gen *mecA*, el cual es responsable de la síntesis de la proteína ligadora de penicilina 2a (PBP2a o PBP2'). Las PBP son enzimas ligadas a la membrana, las cuales catalizan la reacción de transpeptidación necesaria para unir las cadenas de peptidoglicanos.

Las PBP2a presentan baja afinidad a los antibióticos beta-lactámicos, por lo tanto, permiten la supervivencia de la bacteria en ambientes con alta concentración de estos agentes; cuando está presente el gen *mecA* (SARM), se confiere resistencia a todos los antibióticos beta-lactámicos, inclusive las cefalosporinas. El *mecA* hace parte de una isla genómica conocida como casete cromosómico estafilocócico (SCCmec, por sus siglas en inglés, Staphylococcal Cassette Chromosome mec) el cual se integra al cromosoma de *S. aureus*. Actualmente, se han caracterizado cinco tipos diferentes de SCCmec, los cuales difieren en tamaño y composición genética. Basados en el tipo de SCCmec y en análisis filogenéticos, las cepas de SARM se pueden clasificar como hospitalarias si presentan SCCmec tipo I, II o III y, adquiridas en la comunidad, cuando presentan SCCmec tipo IV o V. El SCCmec puede transportar en forma variable genes de resistencia a otros antibióticos como aminoglucósidos, clindamicina, eritromicina, rifampicina, tetraciclina y trimetoprim-sulfametoxazol; los SARM adquiridos en el hospital son los que presentan más comúnmente resistencia a estos antibióticos. La expresión fenotípica de estos perfiles de sensibilidad antibiótica se ha utilizado como una herramienta más para clasificar el origen de las cepas de SARM. De igual forma, SARM puede clasificarse en clones según el patrón de electroforesis de campo de pulso en gel (que guarda relación con el SSCmec y, por ende, con patrón de susceptibilidad antibiótica). Estos estudios permiten identificar el patrón de resistencia característico en un área o región (Tibavizco *et al.*, 2007; Morgan, 2008; Garcia, 2011; Monecke *et al.*, 2011).

***Staphylococcus aureus* MRSA adquirido en hospitales AH- MRSA**

Staphylococcus aureus resistente a la meticilina (MRSA) se ha convertido en cada vez más frecuente en todo el mundo. En los Estados Unidos y en algunos países europeos, MRSA representa el 10 a 40% del total de aislados de *S. aureus*. El aumento de la vigilancia, incluyendo la investigación de los pacientes de alto riesgo,

ha sido reconocido como un componente importante de los programas de control de infecciones eficaz para limitar la propagación del MRSA en los hospitales (Louie *et al.*, 2000).

La prevalencia MRSA se ha incrementado en los últimos años; altas hospitalizaciones relacionadas con MRSA se han duplicado en los últimos 10 años, con las altas hospitalarias por MRSA en piel y tejidos blandos desde 2004. Las infecciones causadas por MRSA se asocian con una mayor hospitalización y un aumento en la carga financiera de la sociedad para todos los días de hospitalización en el 2003. Un ejemplo del aumento de la morbilidad y la mortalidad asociadas con MRSA puede verse al comparar las tasas de infección anuales y las tasas de mortalidad en los Estados Unidos para el MRSA, el SIDA, la hepatitis viral, y la tuberculosis. Se estima que la infección por MRSA causa más infecciones que las otras enfermedades combinadas y más muertes por año que el SIDA. MRSA es la principal causa de infecciones en piel y tejidos blandos en pacientes que informan a los departamentos de emergencia para el tratamiento, con una tasa de aumento en las clínicas de atención primaria y unidades de cuidados intensivos. La infecciones del MRSA estan relacionadas con mayor frecuencia de procesos patológicos que incluyen: shock séptico (56%), neumonía (32%), endocarditis (19%), bacteriemia (10%), y la celulitis (6%) (Green *et al.*, 2012).

MRSA causa infecciones en la piel y tejidos suaves, neumonía y enfermedades de invasión fatal como sepsis, neumonía necrótica, fasisis necrótica, osteomelitis y celulitis orbital (Li *et al.*, 2013). La prevalencia de meticilina resistentes de *S. aureus* (MRSA) en México difiere mucho de un hospital a otro. MRSA fue un patógeno poco común hasta los 90s. La prevalencia de la resistencia de la bacteria comienza a incrementarse en hospitales mexicanos en los últimos años. Conforme a diferentes estudios hechos en los 80s y 90s, y en la presente década, la prevalencia de (MRSA) en hospitales mexicanos fue estimado para variar de 7-30%. La información

generada por la PanAmerican Health Organization (PAHO) patrocinó el programa sobre infecciones nosocomiales demostrando que para el año 2004, en México la prevalencia de (MRSA) fue de 52%. Datos más recientes en México muestran una prevalencia de MRSA de 48%. Estudios de vigilancia hechos en varios países de Latinoamérica incluyendo México tienen reporte una alta ocurrencia de MRSA. Datos presentados a la PanAmerican Association of Infections Diseases del año 2006 muestra un índice de MRSA de 24-55%. Otros datos de SENTRY revelan una proporción de MRSA en América latina en centros médicos fue de 33.8% en 1997 y de 40.2% en 2006. Para el control de la propagación de cepas de MRSA es necesario entender su epidemiología y determinar si es debido a clones individuales o múltiples (Vásquez *et al*, 2013).

***Staphylococcus aureus* meticilina resistentes adquiridas en la comunidad (CA – MRSA).**

A las cepas asociadas a la comunidad se les conocen como comunidad adquirida MRSA (CA-MRSA) y también están presentes en personas que sirven como portadores asintomáticos resistente a la meticilina. *S. aureus* no se limita a un área geográfica; Es un problema mundial; Europa tiene una fuerte presencia de MRSA, que representa aproximadamente el 44% de las infecciones nosocomiales en el año 2008 (Green *et al.*, 2012).

Desde su aislamiento en 1961 hasta la fecha *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA) ha sido considerado como uno de los principales patógenos nosocomiales en todo el mundo; sin embargo, en las dos últimas décadas el panorama de las infecciones por esta bacteria se ha tornado más complejo debido a la emergencia y diseminación en la comunidad de *Staphylococcus aureus* meticilina resistentes asociado a la comunidad (CA - MRSA). Estas cepas difieren de las hospitalarias tradicionales no solo en su comportamiento epidemiológico sino

también en la susceptibilidad a antibióticos y la virulencia. Las cepas de CA-MRSA se han mostrado como más virulentas y han ocasionado brotes graves en comunidades cerradas como grupos familiares, militares, reclusos, niños en guarderías y deportistas. La mayoría de estas cepas producen la leucocidina Pantón-Valentine (PVL), que se ha asociado con la gravedad de la enfermedad en adultos, jóvenes y niños; y contienen además los tipos IV y V del casete cromosómico mec (SCCmec), que por ser pequeños se pueden diseminar con mayor facilidad (Báez *et al.*, 2010).

Las infecciones por MRSA adquiridas en la comunidad se reportan desde de 1980 cuando se produjeron brotes de infecciones invasivas en los consumidores de drogas intravenosas en Detroit, en paralelo, los primeros informes de las infecciones por MRSA adquiridas en la comunidad surgieron de las poblaciones indígenas en zonas remotas de Australia Occidental. Estas cepas inicialmente eran genéticamente diversa y distinto de otros clones que circulan en Australia. A finales de 1990, las infecciones por MRSA adquiridas en la comunidad fueron reconocidos como una entidad clínica distinta debido a su aparición entre los individuos jóvenes y sanos sin los factores de riesgo de la salud tradicionales, así como sus antecedentes genéticos distintos y los patrones de susceptibilidad antimicrobiana relativamente conservados. Sin embargo, la epidemiología y la definición de éstas comunidad asociada (CA-MRSA) - y HA-MRSA están evolucionando como linajes CA-MRSA y están invadiendo cada vez más el sistema de salud, lo que contribuye a las infecciones nosocomiales (Sowash y Uhlemann, 2014).

Infecciones CA-MRSA con mayor frecuencia afectan a la piel y los tejidos blandos, pero también se han relacionado con la enfermedad invasiva grave, como neumonía necrotizante y sepsis, a menudo en individuos jóvenes y sanos. Los brotes de CA-MRSA se han asociado con varias características comunes, incluyendo el contacto cercano, malas condiciones higiénicas, el equipo compartido / suministros, alto

riesgo de abrasiones superficiales de la piel, y la falta de acceso a la atención médica para tratar infecciones (Uhlemann *et al.*, 2014).

***Staphylococcus aureus* meticilina resistentes en animales de compañía**

MRSA es conocido por ser un patógeno primario causando severos problemas en seres humanos y animales. El incremento del número de casos reportados sugiere que MRSA representa un crecimiento preocupante en la salud de animales y la salud pública. El riesgo de transmisión zoonótica de MRSA entre humanos y animales ha empezado a describirse en hogares, la comunidad y hospitales. Varios estudios han implicado superficies hospitalarias contaminados con patógenos nosocomiales, incluyendo MRSA, en la difusión de las infecciones. Paralelamente a estos son informes del creciente papel de MRSA en las infecciones nosocomiales en los servicios veterinarios. Un estudio reciente de los hospitales de enseñanza veterinarios acreditados por la American Veterinary Medicine Association (AVMA) encontró que MRSA fue el segundo patógeno más frecuente (42%) asociados con brotes nosocomiales (Van Balen *et al.*, 2013).

Staphylococcus aureus es un patógeno humano típico. Algunos linajes animales de *S. aureus* han derivado de cepas humanas siguiendo profundas adaptaciones genéticas para determinar un cambio en la especificidad del hospedador. Debido a la estrecha relación de los animales, con el microbioma ambiental, recientemente cepas de estafilococos animales también representan una fuente determinante de resistencia. El MRSA surgió hace 50 años como patógeno nosocomial, pero en la última década también ha venido ser una causa frecuente de infecciones en la comunidad. El reporte de hallazgos, sobre el MRSA, que con frecuencia coloniza los animales, especialmente ganado, ha revelado un depósito ampliado de MRSA. Mientras que las cepas de MRSA recuperados de animales de compañía son generalmente similares a MRSA nosocomial humana, cepas de MRSA recuperados

de animales productores de alimentos aparentemente clones específicos adaptados en animales. El MRSA perteneciente a ST398 fue reconocido como un colonizador de cerdos y seres humanos expuestos profesionalmente a la cría de cerdos. El MRSA ST398 también se encontró en otras especies de animales de granja, incluyendo caballos, ganado y aves de corral y desde entonces fue designado *Staphylococcus aureus* asociado al ganado (LA - MRSA). LA - MRSA ST398 puede causar infecciones en los seres humanos en contacto con los animales, y puede infectar a las personas hospitalizadas, aunque hasta el momento esta ocurrencia es relativamente rara. Otros clones MRSA adaptados a animales han sido detectados en el ganado, como el ST1 y ST9. Recientemente, ST130 MRSA aislado a partir de mastitis bovina se ha encontrado posee un nuevo gen *mecA* que escapa a la detección por pruebas de PCR convencionales. Cepas ST130 similares han sido aisladas de infecciones humanas en Reino Unido, Dinamarca y Alemania a baja frecuencia. Es importante que la atención para MRSA animal con cepas con características peculiares que pueden poseer un riesgo para la salud humana (Pantosti, 2012).

JUSTIFICACIÓN

La cunicultura en México ha crecido en los últimos años. La crianza del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) brinda alimento y apoya económicamente a las comunidades rurales en todo el mundo. El conejo por sus características no requiere de mucho manejo y se puede criar en lugares pequeños. La carne de conejo es valorada en todo el mundo por sus propiedades dietéticas y nutricionales; rico en proteínas, minerales y bajo contenido de colesterol y lípidos. Por sus propiedades nutricionales, la carne de conejo es también un buen sustrato para la contaminación por bacterias oportunistas como es el *Staphylococcus aureus*. El proceso de sacrificio y la falta de buenas prácticas de manufactura generan contaminación cruzada. Las enfermedades transmitidas por alimentos se encuentran ampliamente extendidas y constituyen un problema prioritario de salud pública. Sin embargo, esta bacteria es también responsable de infecciones e intoxicaciones tanto en el hombre como en animales. La versatilidad que posee *S. aureus* como patógeno de riesgo humano y animales se ve reflejado en la capacidad de expresar amplios factores de virulencia, proporcionándole la habilidad para evadir al sistema inmune del hospedero y a tratamientos con antibióticos. La aparición de cepas de *Staphylococcus aureus* multirresistentes a antibióticos hace que los tratamientos frente a este tipo de infecciones sean poco eficaces como es el caso del *Staphylococcus aureus* meticilina resistente (MRSA). El riesgo potencial del MRSA por la contaminación cruzada y la falta de buenas prácticas de sacrificio, buenas prácticas de producción y la manipulación de los alimentos son prioritarios para la salud pública.

Por tal motivo, el presente estudio tiene como finalidad determinar la calidad de la carne de conejo con base en su análisis bromatológico y determinar la contaminación MRSA en carne de conejo producida en unidades de producción cunicola familiar en el Valle de Toluca.

HIPOTESIS

La calidad nutricional de la carne de conejo que se produce en el Valle de Toluca es similar al que se produce en otros países.

Existe una elevada contaminación mayor del 15% por *Staphylococcus aureus* MRSA en la producción cunicola en el Valle de Toluca, representando un riesgo potencial en la salud pública.

OBJETIVO GENERAL

Determinar la composición bromatológica de la carne de conejo en el Valle de Toluca.

Determinar la presencia de *Staphylococcus aureus* meticilina resistente en la canal de conejo procedentes de unidades productoras familiares.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar la contaminación en superficie en UFC/cm².
- Identificar las cepas de *S. aureus* MRSA por métodos microbiológicos de tamizado y PCR.
- Identificar los factores de riesgo de la contaminación de la canal de conejo.
- Evaluar la calidad de la canal en su composición física y química.
- Clasificar la canal de conejo que se produce en el Valle de Toluca con base en la NMX.

METODOLOGIA

El presente trabajo de investigación corresponde a un tipo de estudio transversal, descriptivo, observacional, participativo.

El estudio fue realizado en 210 canales de conejo en 30 unidades de producción cunicola distribuidas en el Valle de Toluca, los municipios que se estudiaron fueron: Toluca, San Mateo Atenco, Ocoyoacac, Almoloya de Juárez, Metepec y Zinacantepec. Las granjas estas distribuidas en la Región VII Lerma y Región XII Toluca pertenecen a la Macro Región I Toluca, Estado de México. En el cuadro 1 se muestran los municipios y la cantidad de granjas para colecta de muestras al sacrificio.

Cuadro 1. Distribución y número de granjas del Valle de Toluca

Municipio	No. de Granjas	Region VII Lerma	Region XII Toluca
Lerma	8	Lerma	
San Mateo Atenco	3	San Mateo Atenco	
Ocoyoacac	7	Ocoyoacac	
Toluca	5		Toluca
Almoloya de Juárez	2		Almoloya de Juarez
Metepec	3		Metepec
Zinacantepec	2		Zinacantepec
N	30	3	4

Durante la visita a las unidades de producción cunicola familiar, se aplicó un instrumento de encuesta cerrada al propietario de cada granja bajo aceptación concertada de los productores. Las características del instrumento fueron: tipo de granja, ciclo productivo, sistema de manejo, razas o familias de conejos, índice de reproducción, instalaciones, método de sacrificio y normatividad.

OBTENCIÓN DE LA MUESTRA, CLASIFICACIÓN Y ANÁLISIS QUÍMICO

Se realizó un estudio comparativo de la composición química de la carne de conejo entre las diferentes regiones estudiadas. Para tal estudio, se obtuvieron de una granja semitecnificada 30 muestras del músculo *Longissimus dorsi* de conejos Nueva Zelanda, de 75 ± 3 días de edad, un peso al sacrificio de 2.150 ± 0.124 kg y un peso de la canal de 1.125 ± 0.75 kg las cuales fueron empleadas como control del análisis químico de la carne.

En las 30 granjas, el muestreo se realizó al azar en la línea de sacrificio. Previo al sacrificio se registraron los datos de los conejos como son: raza, edad, peso vivo, peso a la canal; con el fin de clasificar la canal del conejo como lo establece la NMX-FF-105-SCFI-2005. Para el análisis químico de la carne se obtuvo una muestra del músculo *Longissimus dorsi*. Las muestras de carne se depositaron en un termo con refrigerantes a 4 °C (NOM-109-SSA1-1994) para su transporte al laboratorio de bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UAEMex.

Análisis químicos de la carne de conejo.

Para proceder a determinar el análisis químico se utilizó una muestra representativa de carne del músculo *Longissimus dorsi* y se determinó la composición química de la carne expresada en proteína, materia seca, grasa y cenizas para efectuar el análisis químico y determinar el contenido porcentual de proteína, materia seca, grasa y cenizas siguiendo los procedimientos descritos por el Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 2012).

Determinación del contenido de humedad/materia seca.

- 1) Pesar cuidadosamente 10 g de cada muestra, previamente homogeneizada, en los crisoles. Colocar en una estufa, a una temperatura de 105 °C durante 15 a 18 h.

- 2) Sacar las muestras de la estufa y colocarlas en un desecador durante 30 min por lo menos, o hasta que alcancen la temperatura ambiente.
- 3) Pesar cada muestra.
- 4) Registrar su peso en una bitácora y repetir las operaciones de secado hasta que alcance un peso constante.

Cálculos

Los porcentajes de materia seca (% MS) o humedad (% H) se calculan por diferencia de pesos, de la siguiente manera:

$$MS = [\text{Peso de la muestra seca (g)} / \text{peso de la muestra húmeda (g)}] \times 100$$

$$\% H = 100 - \% MS$$

Determinación de cenizas.

Pesar 10 g de muestra húmeda o 1.5 g si es muestra seca y desengrasada, en crisoles previamente tarados.

1. Colocar los crisoles en una mufla a 550 °C durante al menos 12 horas (o hasta observar que las cenizas están completamente de color blanco).
2. Sacar los crisoles de la mufla e introducirlos en una estufa a 105 °C por 1 h.
3. Introducir los crisoles con las cenizas en un desecador hasta alcanzar temperatura ambiente.
4. Pesar los crisoles conteniendo las cenizas hasta alcanzar el peso constante.
5. Se aconseja efectuar al menos dos determinaciones de la misma muestra. La diferencia entre ambos resultados no deberá ser superior a 0.1 g de ceniza por 100 g de muestra.

Cálculos

$$\% \text{ cenizas} = [\text{Peso de las cenizas (g)} / \text{Peso de la muestra fresca o seca (g)}] \times 100$$

Determinación del contenido de proteína

Este método está basado en tres fases: digestión, destilación y titulación:

Digestion

1. En un papel encerado, pesar 0.1 g de muestra por duplicado (muestras resultantes de la determinación de humedad) y registrar el peso de la muestra.
2. Colocar la muestra en el tubo de digestión.
3. Pesar de 1.5 a 2 g de la mezcla de catalizadores y verterlo dentro de un matraz Kjeldahl de 100 ml; o añadir una tableta catalizadora Kjeltabs.
4. Añadir 5 ml de H₂SO₄ concentrado.
5. Digestión. Colocar los tubos en una unidad de digestión a una temperatura media (420 °C) dentro de una campana de extracción y dejar digerir la muestra hasta la destrucción total de la materia orgánica (color verde-azul traslúcido del líquido). Finalizada la digestión, dejar enfriar las muestras.

Destilación.

1. Acoplar los tubos en el destilador.
2. Añadir 50 ml de NaOH al 40 % en el receptor del destilador; recoger poco a poco el destilado (100 ml) en matraces Erlen Meyer de 250 ml que contengan 50 ml de indicador de ácido bórico.
3. Titular el destilado con una solución de HCl 0.1N, hasta la aparición de un color rosa permanente. En cada turno, incluir un blanco de reactivos.
4. Registrar el volumen gastado y calcular el porcentaje de proteína.

Cálculos

El porcentaje de proteína se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ N base seca} = \text{VHCl} \times \text{C(HCl)} \times 0.014 \times 100$$

Peso muestra

$$\% \text{ N base húmeda} = \% \text{ N base seca} \times \% \text{ MS}/100$$

$\% \text{ Proteína} = \% \text{ N base húmeda} \times 6.25$; donde:

Donde:

N: Nitrógeno total

VHCl: Volumen de HCl consumido por la muestra en la valoración, menos el volumen del blanco de reactivos

C (HCl): Concentración de la solución de HCl utilizada en la valoración

0.014: Peso molecular del nitrógeno, dividido por 1000 para llevar el volumen consumido en la valoración (VHCl) de ml a L.

$\% \text{ MS}$: Porcentaje de materia seca (100 - $\% \text{ humedad}$).

6.25: Factor que se deriva de asumir que las proteínas contienen 16% de nitrógeno

Determinación del contenido de grasa

1. Pesar porciones de 2 a 5 g de la muestra seca por duplicado.
2. Colocarlas en el dedal de extracción previamente pesado (M).
3. Pesar los vasos para extracción del sistema de extracción utilizado, previamente secados y tarado a 102-105 °C por 30 min (M1).
4. Adicionar un volumen apropiado de éter etílico o de petróleo, o la mezcla cloroformo-metanol 2:1 en el vaso, y colocarla en el sistema de extracción dependiendo de la eficiencia del equipo y de si se trabajó o no con presión modificada, el proceso de extracción puede variar desde 40 min, hasta 6 horas en el equipo de extracción, a una velocidad de condensación de 3 a 6 gotas/seg.

5. Una vez terminada la extracción, eliminar el solvente por evaporación en rotaevaporador o baño María bajo campana, hasta que no se detecte olor a éter en los vasos que contienen la grasa extraída.
6. Secar el vaso de extracción con la grasa en estufa a 103 ± 2 °C por 20 a 30 min.
7. Enfriar en desecador y pesar hasta peso constante.

Cálculos

El porcentaje de grasa cruda se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ grasa cruda} = [(M2 - M1)/M] \times 100$$

Donde:

M = peso de la muestra

M1= peso del vaso

M2= peso del vaso con la grasa extraída

La concentración de grasa también puede expresarse como porcentaje de grasa en base húmeda, para lo cual se realiza el cálculo de acuerdo a lo siguiente: % grasa cruda en base húmeda = $[(100 - \% \text{ humedad}) \times \% \text{ grasa cruda}] / 100$ % grasa cruda en base seca = $\% \text{ grasa cruda} \times [100 / (100 - \% \text{ humedad})]$

La clasificación de la canal se hizo bajo las especificaciones de la Norma mexicana: NMX-FF-105-SCFI-2005. Productos Pecuarios - Carne de Conejo en Canal - Calidad de la Carne- Clasificación Cattle Product - Carcasses Rabbit Flesh – Grading como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Clasificación de la canal de conejo

Clasificación de la canal	Peso en Canal (kg)	Edad (días)
México Extra	1,0 a 1,5	Hasta 77
México 1	0,9 a 1,8	Hasta 100
México 2	Menor de 0,9 o mayor de 1,8	Cualquier edad

Análisis estadístico de la carne de conejo

El modelo estadístico para el análisis de la composición química de la carne incluyó la granja control, las 30 granjas y la ubicación geográfica de las unidades de producción. Los resultados se evaluaron mediante un análisis completamente al azar con arreglo factorial ($p < 0.05$), con el programa estadístico SAS Versión 9.4 para Windows.

METODO DE MUESTREO EN CANALES DE CONEJOS

Evaluación del método de lavado y superficie de la canal de conejo en granjas cuniculas en el Valle de Toluca

Se emplearon 30 canales de conejos obtenidos al azar de la línea de sacrificio de una unidad de producción cunicula del Valle de Toluca. Métodos a evaluar considerados: muestreo de superficies de canal (MCA) y lavado de canal (LC).

Para la toma de muestra de MCA se utilizaron las regiones de muestreo de canal que establece la European Communities (Directive 64/433/EEC 2001), para lo cual se modificó la plantilla de 10 x 10 cm a 2.5 x 2.5 cm para el muestreo en la canal del conejo. Para la toma de muestra se utilizó un hisopo estéril y agua peptonada al 2%. Se humedeció el hisopo por 5 segundos y se froto la superficie de muestreo 10 veces en dirección vertical y horizontal (Directive 64/433/EEC 2001). (Figura 1).

El hisopo se colocó en el tubo con agua peptonada, se identificó y registro para control interno.

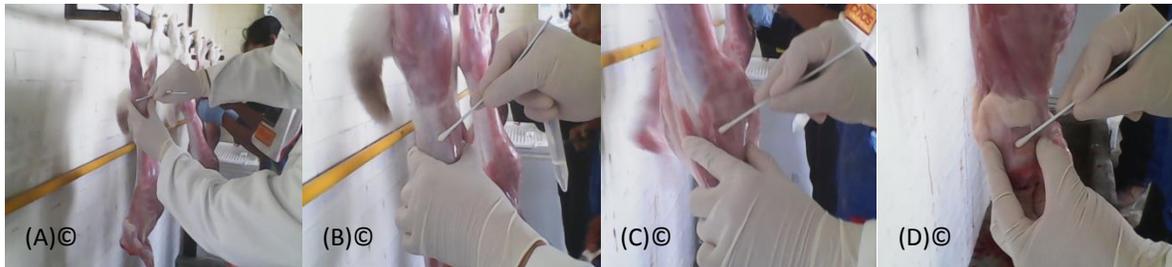


Figura 1 Muestreo en superficie en la canal de conejo

El LC se realizó bajo el protocolo descrito en el manual de procedimientos de Guatemala 2004. Para lo cual se introdujo la canal de conejo en una bolsa de plástico estéril de 30 x 45 cm. Se agregaron 400 ml. de agua peptonada al 2% y se introdujo el canal de conejo. La bolsa cerrada, se sometió a movimientos de vaivén, invirtiendo la bolsa al menos 30 veces en un minuto para enjuagar la canal. Se tomaron 30 ml de la solución de lavado en un tubo para centrifuga de 50 ml de plástico estéril (Figura 2). La muestra se identificó y registro de manera similar al método MCA.



Figura 2. A y B método de lavado de la canal de conejo

Las muestras de ambos métodos se colocaron en un termo con refrigerantes a 4°C (NOM-109-SSA1-1994) hasta el momento de su análisis en el departamento de

inocuidad alimentaria en el laboratorio del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal.

La estimación de las UFC de *S. aureus* se realizó a partir de las que presentaron una coloración negra y halo amarillo. La cuenta total se estimó mediante la fórmula $\text{UFC/cm}^2 = (N \cdot F/A) \cdot D$ y $\text{UFC/ml} = \text{No. de colonias contadas} \times \text{Factor de dilución} / \text{ml de la muestra sembrada}$ (Manual de procedimientos, 2004).

Análisis estadístico para la evaluación del método de muestreo

El modelo estadístico para el análisis de las unidades formadoras de colonias se consideró los dos métodos, el método de lavado y el muestreo de superficie de las 30 canales obtenidas de la línea de sacrificio la granja cunicula. Para la evaluación estadística de los resultados se utilizó el programa SAS 9.4 para Windows en donde se realizó una comparación de medias ($p < 0.05$).

Determinación de las unidades formadoras de colonias (UFC).

Se depositó 1.0 ml. de la muestra primaria, previamente homogenizada y se depositó en tubos para centrifuga de 13 ml con 9.0 ml de agua peptonada para la realización de las diluciones seriadas de 10^{-1} a la 10^{-6} (NOM-110-SSA1-1994). Para la determinación de las unidades formadoras de colonias (UFC) se depositó 0.1 ml de cada una de las diluciones en cajas petri con medio selectivo de agar Baird Parker con emulsión de yema de huevo y telurito de potasio al 1%, extendiendo homogéneamente sobre la superficie con varilla de vidrio en ángulo recto previamente esterilizada, se incubaron a 37°C de 24 a 36hrs (NOM-115-SSA1-1994). Se utilizó el mismo procedimiento antes descrito para ambos métodos. La cuenta total se estimó mediante la fórmula $\text{UFC/cm}^2 = (N \cdot F/A) \cdot D$

Identificación fenotípica del *Staphylococcus aureus*

De las colonias típicas de *S. aureus* que se identificaron en el medio selectivo agar Baird Parker. Se seleccionó una sola colonia del medio y se sembró en agar sal y manitol (BD Bioxon, México), Las colonias que se determinaron como sal y manitol positivas se sembraron en tubos de vidrio de 13 x 100 mm en agar base sangre para su almacenamiento en refrigeración a 4°C. Posteriormente se sometieron a las pruebas de coagulasa, catalasa, fermentación anaerobia del manitol, fermentación de carbohidratos (Trehalosa y Maltosa), Voges Proskauer, tinción de Gram y hemolisis β y α y TSI. Como control positivo para *S. aureus* se empleó la cepa ATCC 43300 y como negativo, la cepa *S. epidermidis* ATCC 12228 (López *et al.*, 2013).

Identificación fenotípica de *Staphylococcus spp*

Las muestras de *Staphylococcus* que fueron negativas a la prueba de coagulasa (SCN) se procesaron utilizando un kit comercial de API Staphy siguiendo las recomendaciones del fabricante. Para la interpretación de las reacciones positivas y negativas se utilizó la galería de colores de API Staphy color (Figura 3 Biomerieux.)

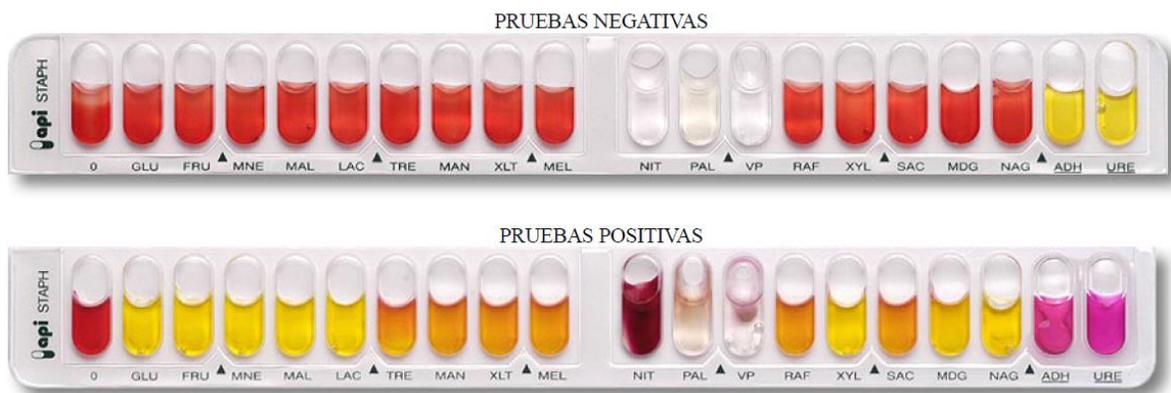


Figura 3 Galería API Staphy color, (tomada de [www. Biomerieux.com](http://www.Biomerieux.com))

La identificación se obtuvo a partir del perfil numérico por medio del software de identificación **apiweb**TM (Biomerieux).

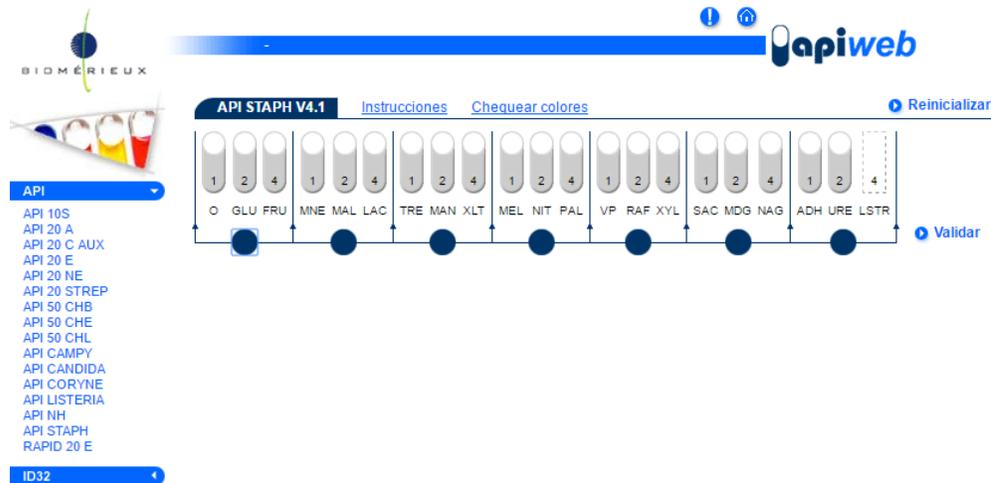


Figura 4. Galería de identificación numérica api staph V4.1
(tomada de [www. Biomerieux.com](http://www.Biomerieux.com))

Identificación del antibiotipo MRSA

Para la detección del antibiotipo MRSA a partir de *S. aureus* resistente a la oxacilina, se realizó la prueba de tamizado de oxacilina (oxacillin agar screen), en la cual, de cada aislamiento se hizo una suspensión directa de colonias en caldo Mueller-Hinton, con una suspensión bacteriana a una densidad de 0,5 McFarland. De cada cultivo se inoculó por duplicado en placas de agar Mueller-Hinton adicionadas con 4% de NaCl y 6 µg/mL de oxacilina y se incubaron por 24 horas a 35 °C. Para esta prueba se consideraron como MRSA aquellos aislamientos que resistieron esta concentración. La cepa ATCC 29213 (sensible) y cepa ATCC 43300 (resistente), se emplearon como controles positivos.

La sensibilidad *in vitro* a los antibióticos β -lactámicos del aislamiento de *S aureus* se evaluó por el método de difusión en agar Mueller-Hinton (MH), con unidiscos de amoxicilina / ácido clavulánico (10/20 mg) incubadas a 37°C y placas de agar MH

(NaCl 4%) y unidiscos de oxacilina – meticilina (1 µg y 6 µg) incubadas a 35 y 42°C (López *et al.*, 2013).

Identificación genotípica de *Staphylococcus aureus* meticilina resistente MRSA por reacción en cadena de la polimerasa.

Extracción de ADN bacteriano. La extracción de ADN nuclear se llevó a cabo utilizando el kit comercial, GeneJET Genomic DNA Purification Kit (Thermo Scientific, EUA), siguiendo las instrucciones del fabricante.

Cuantificación del ADN. La concentración y pureza del ADN extraído se cuantificó mediante el espectrofotómetro y programa informático de cuantificación NANO-DROP.

La pureza del ADN se obtuvo por la relación entre la absorbancia de 260 nm y 280 nm. La preparación pura del ADN presenta un cociente entre 1.8 y 2.0.

Identificación genotípica de *Staphylococcus aureus* a través de los genes *femB* y *mecA* por PCR multiplex.

El total de los aislamientos de *S. aureus*, fueron probados para la identificación de MRSA, el cual se llevó a cabo mediante la detección del gen *femB* (específico de *Staphylococcus aureus*) y el gen *mecA* (codificante de la resistencia a meticilina) (Kobayashi *et al.*, 1994), los iniciadores utilizados se encuentran descritos en el cuadro 5. Las condiciones de amplificación empleadas fueron las siguientes: desnaturalización inicial a 94°C por 5 min; desnaturalización 94°C por 1min; alineación a 55°C por 1 min; extensión a 72°C por 2 min y extensión final a 72°C por 7 min, por 30 ciclos; como control positivo se empleó la cepa ATCC 43300 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Primer de los genes *mecA* y *femB* para la identificación de MRSA.

Gen	Secuencia de nucleótidos (5'→3')	Tamaño amplicón (pb)	Referencia
<i>mecA</i>	Sentido: AAAATCGATGGTAAAGGTTGGC Antisentido: AGTTCTGCAGTACCGGATTTGC	533	Kobayashi <i>et al.</i> , (1994)
<i>femB</i>	Sentido: TTACAGAGTTAACTGTTACC Antisentido: ATACAAATCCAGCACGC CT	651	

RESULTADOS

Descripción de la cunicultura e instalaciones de las granjas en el Valle de Toluca.

Las 30 unidades de producción cunicola familiar distribuidas en el Valle de Toluca en los municipios de Almoloya de Juárez, Lerma, Ocoyoacac, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco y Zinacantepec corresponden al 100% de tipo familiar.

El material de las instalaciones que predominan en las unidades de producción cunicola son: el 50% tabique, lámina, jaulas y piso de tierra y el 43.3% tabique, lámina, módulos y piso de tierra (Cuadro 4).

Cuadro 4. Instalaciones en las unidades de producción familiar en el Valle de Toluca

Instalaciones	Granjas	Sistemas
Tabique, lamina, jaulas, piso de cemento	1 3.33%	Semitecnificado
Tabique, lamina, jaulas, piso de tierra	1 50.00%	26.6% Semitecnificado 73.4% traspatio
Tabique, lamina, modulos, piso de cemento	1 3.33%	Semitecnificado
Tabique, lamina, modulos, piso de tierra	1 43.33%	15.38% Traspatio 84.61% Semitecnificada
N	3 100%	

En el Cuadro 5 se muestra el tipo de sistema de producción en las granjas cunicolas donde predomina el sistema de traspatio 63.33%, seguido del sistema semitecnificado con 36.67%.

Cuadro 5. Sistemas de producción Cunicula en el Valle de Toluca

INTERVALO DE CLASES EN SISTEMAS DE PRODUCCION				
SISTEMA	LIM INF	LIM SUP	FRECUENCIA	HI %
TRASPATIO	2	20	19	63.33
SEMITECNIFICADA	21	50	11	36.67
		N	30	100.00

El inventario total de conejos de las 30 unidades de producción son 3,271 de los cuales 543 son hembras productivas y 59 machos sementales. Las razas de conejos para la producción de carne son Nueva Zelanda 20%, California 17%, Chinchilla 15%, Rex 5% y predomina el híbrido o fenotipo racial 43%.

El ciclo de reproductivo que se maneja en el sistema de producción en la cunicultura, el 27% corresponde al ciclo semiintensivo: 10 granjas corresponden al sistema de traspatio y 17 al sistema semitecnificado: el 10% maneja el ciclo extensivo y pertenecen al sistema de producción de traspatio (Cuadro 6).

Cuadro 6. Ciclo de producción en Unidades de Producción Cunicula Familiar en el Valle de Toluca

Ciclo	No. de granjas	%	Sistema de producción	
			Traspatio	Semitecnificado
Semiintensivo	27	90%	10	17
Extensivo	3	10%	3	0
n	30	100.00	13	17

En el cuadro 7 se muestran los índices de reproducción en la cunicultura del Valle de Toluca.

Cuadro 7. Índice de reproducción de la cunicultura en el Valle de Toluca

Macho/Hembra	Partos por hembra	Gazapos por hembra	Gazapos al destete	Mortalidad
1:8	7.47	9.43	8.33	11.81

Parametros productivos en la cunicultura en el Valle de Toluca

En el cuadro 8 y 9 se muestra el efecto de la región y la localidad en el peso al sacrificio, pesos canal y rendimiento ($p>0.05$) los parámetros de producción de los conejos en el Valle de Toluca se sacrifican en promedio a los 78.65 ± 10.99 días de vida con peso promedio en pie de 2.45 ± 0.29 kg y un rendimiento en promedio de 1.43 ± 0.29 kg los resultados obtenidos del peso al sacrificio, peso canal y rendimiento no muestran una diferencia significativa ($p>0.05$).

Cuadro 8. Efecto de la Region en el peso al sacrificio, peso canal y rendimiento

VARIABLE	REGION		EEM	P
	VII	XIII		
PESO AL SACRIFICIO	2.4389	2.5167	0.067	0.4739
PESO CANAL	1.4147	1.485	0.072	0.5356
RENDIMIENTO	58.0	59.0	0.062	0.4919

VII Región Lerma, XII Región, EEM Error Estándar de la Media. p, probabilidad $p<0.05$.

Cuadro 9. Efecto de la localidad en el peso al sacrificio, peso de la canal y rendimiento

VARIABLE	LOCALIDAD							EEM	P
	1	2	3	4	5	6	7		
PESO AL SACRIFICIO	2.5	2.2357	2.5	2.4	2.475	2.6167	2.7	0.0948	0.1833
PESO CANAL	1.576	1.175	1.466	1.364	1.47	1.6	1.6	0.975	0.1854
RENDIMIENTO	63.04	52.556	58.64	56.833	59.394	61.146	59.259	0.10	0.1854

Toluca; 1 Lerma, 2 Ocoyoacac, 3 San Mateo Atenco, 4 Toluca, 5 Almoloya de Juárez, 6 Metepec, 7 Zinacantepec, EEM Error Estándar de la Media. p, probabilidad $p<0.05$.

Razas de conejos en la cunicultura familiar del Valle de México

Los resultados de conejos que utilizan para producción de carne de conejo en el Valle de Toluca, predominan en la cunicultura híbridos o fenotipo racial con un 43%.

Cuadro 10. Razas de conejos carnicos que predominan en la cunicultura del Valle de Toluca

Razas				
NZ	CA	CH	RX	Hibridos
20.0%	17.0%	15.0%	5.0%	43.0%

Clasificación de la canal de conejo en el Valle de Toluca

Las clasificación de las canales que se producen en el Valle de Toluca con base en la norma mexicana que se identificaron fue: México Extra (55.25 %) y México1 (26.67%) y México 2 de 18.10%

La clasificación de la canal de conejo que está establecida bajo norma (NMX-FF-105-SCFI-2005), donde se clasifica de acuerdo a la edad, con el peso al sacrificio y con base en estos datos, la clasificación de las canales que se producen en el Valle de Toluca son: México Extra 55.24%, México 1: 26.67 y México 2: 18.10%. (Cuadro 11)

Cuadro 11 Clasificación Oficial de la canal de conejo

NMX-FF-105-SCFI-2005 PRODUCTOS PECUARIOS - CARNE DE CONEJO			No. de Granjas	
Clasificación Oficial de la canal de conejo	Peso en Canal (kg)	Edad (días)	N	%
México Extra	1,0 a 1,5	Hasta 77	116	55.24
México 1	0,9 a 1,8	Hasta 100	56	26.67
México 2	Menor de 0,9 o mayor de 1,8	Cualquier edad	38	18.10
n			210	100

Los resultados de la clasificación de la canal considerada como México Extra fue mayor en la proporción de canales obtenidas en la región VII, en comparación con las otras categorías de México 1 y México 2 que mostraron mayores proporciones

($p < 0.05$), En región XIII predomina la clasificación México 1 en comparación de México Extra y México 2 ($p < 0.05$). Lo que nos indica una diferencia significativa ($p < 0.05$) entre regiones en la clasificación México Extra y México 1 (Cuadro 12). Sin embargo, aunque la región VII produce canales en su mayoría Mexico Extra las localidades de la región XII no producen canales México 2.

La región XIII en comparación con la región VII en la cual las unidades cunícolas de tipo familiar corresponden en igual distribución porcentual al sistema de traspatio (50%) y semitecnificado (50%), en cuyo caso la calidad de la canal está influenciada por el manejo productivo y la organización de los ciclos de producción de la unidad cunícola bajo los sistemas semitecnificados predominantes en la región XII observados en el estudio.

Cuadro 12 Efecto de la regio y la localidad en la clasificación de calidad de la canal de conejo

VARIABLE	REGION		LOCALIDAD						
	VII	XIII	1	2	3	4	5	6	7
MEXICO EXTRA	66%	43%	50%	100%	34%	60%	50%	67%	50%
MEXICO 1	22%	57%	38%	-	33%	40%	50%	33%	50%
MEXICO 2	12%	-	12%	-	33%	-	-	-	-

VII Región Lerma, XII Región Toluca; 1 Lerma, 2 Ocoyoacac, 3 San Mateo Atenco, 4 Toluca, 5 Almoloya de Juárez, 6 Metepec, 7 Zinacantepec, EEM Error Estándar de la Media. P, probabilidad $p < 0.05$.

Resultado de análisis químico de la carne de conejo

En el cuadro 13, se muestran los resultados comparativos del análisis químico de la carne de las unidades estudiadas y el grupo control, las cuales mostraron diferencias significativas en el contenido de materia seca, humedad y proteína ($p < 0.05$).

Cuadro 13 Análisis bromatológico de la carne de conejo

	Control	Granjas
	Media/Std. Dev	Media/Std. Dev
Materia Seca	21.49 ± 1.25	26.21 ± 1.71
Humedad	78.51 ± 1.25	73.79 ± 1.71
Proteína	18.61 ± 1.11	22.17 ± 1.11
Grasa	2.68 ± 0.99	3.09 ± 0.83
Cenizas	1.05 ± 0.47	1,12 ± 0.47

En los cuadros 14 y 15 se muestran los resultados del análisis químico de la carne de conejo obtenidas de las 30 granjas de producción cunicola son los siguientes: materia seca 26.21±1.71, humedad 73.79±1.71, proteína 22.17±1.11, grasa 3.09±0.83, cenizas 1.12±0.47. El análisis estadístico del efecto de la región y la localidad en la composición nutricional de la carne de conejo no muestran una diferencia significativa ($p>0.05$) como semuestra en los cuadros

Cuadro 14. Efecto de la región en la composición nutricional de la carne de conejo

VARIABLE	REGION		EEM	P
	VII	XIII		
MATERIA SECA	26.31	26.05	0.41	0.69
HUMEDAD	73.68	73.94	0.41	0.69
PROTEINA	22.17	22.14	0.39	0.96
GRASA	3.01	3.2	0.20	0.54
CENIZAS	1.17	1.04	0.07	0.24

VII Región Lerma, XII Región, EEM Error Estándar de la Media. p, probabilidad $p<0.05$.

Cuadro 15 Efecto de la localidad en la composición nutricional de la carne de conejo

Variable	LOCALIDAD							EEM	P
	1	2	3	4	5	6	7		
MATERIA SECA	26.72	25.73	26.57	25.26	27.99	25.49	26.95	0.61	0.45
HUMEDAD	73.28	74.27	73.43	74.74	72.01	74.51	73.05	0.61	0.45
PROTEINA	22.63	21.96	21.45	21.18	23.68	21.77	23.5	0.57	0.40
GRASA	3.05	3.04	2.84	2.8	3.77	3.43	3.04	0.31	0.85
CENIZAS	1.09	1.32	1.08	1.09	0.86	1.08	1.32	0.11	0.64

VII Región Lerma, XII Región Toluca; 1 Lerma, 2 Ocoyoacac, 3 San Mateo Atenco, 4 Toluca, 5 Almoloya de Juárez, 6 Metepec, 7 Zinacantepec, EEM Error Estándar de la Media. P, probabilidad $p < 0.05$.

En el cuadro 16 se muestra el efecto de la edad en la composición nutricional de la carne de conejo, donde se observa que no existe diferencia significativa ($p > 0.05$).

Cuadro 16. Efecto de la edad en los valores nutricionales de la carne de conejo

VARIABLE	EDAD					EEM	P
	1	2	3	4	5		
MATERIA SECA	26.26	25.68	25.51	27.38	26.84	0.5703	0.4244
HUMEDAD	73.74	74.32	74.49	72.62	73.16	0.5703	0.4244
PROTEINA	22.63	21.43	21.22	23.03	22.89	0.53	0.2059
GRASA	3.261	2.92	2.66	3.56	3.12	0.2795	0.5228
CENIZAS	1.29	0.99	1.12	1.05	1.02	0.1042	0.3874

1 = 60 a 70 días, 2 = 75 días, 3 = 80 días, 4 = 85, 5 = 90 – 120 días, p Prevalencia

En el cuadro 17 se muestra la relación del sexo, peso al sacrificio y peso canal en el valor nutricional de la carne de conejo. Donde se muestra que no hay una diferencia significativa ($p > 0.05$)

Cuadro 17. Efecto del sexo, peso al sacrificio y peso canal en el valor nutricional de la carne de conejo

Variable	SEXO		EEM	P
	M	H		
MATERIA SECA	26.44	25.86	0.436	0.437
HUMEDAD	73.68	73.94	0.436	0.437
PROTEINA	22.6	21.69	0.399	0.114
GRASA	3.29	2.88	0.204	0.167
CENIZAS	1.16	1.07	0.079	0.479
PESO AL SACRIFICIO	2.484	2.4536	0.072	0.774
PESO A LA CANAL	1.448	1.4385	0.075	0.932

M macho; H hembra; EEM Error Estandar de la Media; p Probabilidad

En el cuadro 18 se muestran las características de alimentación comercialización, costos de ventas y sacrificio.

Cuadro 18. Alimentacion, comercialización venta

Alimentacion	Comercializacion	Precio de gazapo	Precio en pie	precio canal
	Canal			
Comercial	Pie	\$42.5	\$45.5	\$87.33
	Gazapo			
	Transformado			

En el siguiente cuadro 19 se muestran las características de los métodos de sacrificio, normatividad, la aplicación de las buenas prácticas de manufatura y de sacrificio y las enfermedades mas comunes que reportan los productores de conejos

Cuadro 19. Sacrificio, notmatividad enfermedades

SACRIFICIO DEL CONEJO		Metodo de sacrificio		NOM033 SAG ZOO2014	NMX FF 105 SCFI 2005	BPM	BPS	Enfermedades
FUERA	DENTRO	Deguello	Dislocacion y Deguello					
63%	37%	15	15	NO	NO	NO	NO	Dermicas Gastrointestinales Respiratorias, Mastitis

Resultados de la contamiacion microbiológica de la carne de conejo en el Valle de Toluca.

Evaluacion de los métodos de lavado y muestreo en superfie de la canal de conejo.

Los resultados obtenidos en la comparación de los métodos de muestreo utilizados para determinar la contaminación microbiológica en UFC en la canal de conejo en unidades de producción cunicula en el Valle de Toluca fueron: MSC 2.6 log₁₀⁴/cm² (NOM-110-SSA1-1994) y LC 2.4 log₁₀⁴/mL (Manual de procedimientos 2004). El analisis estadístico utilizado para la evaluacio de ambos métodos no muestra una diferencia significativa (p>0.05) con un nivel de confianza del 95 % (Cuadro 20).

Cuadro 20. Determinacion de UFC por metodo de muestreo

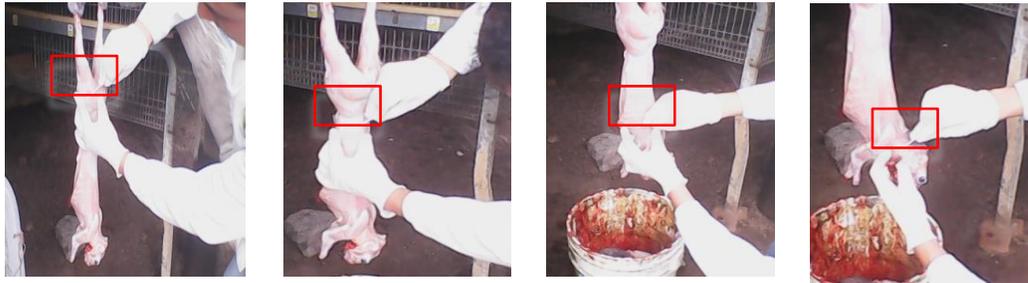
Muestreo con hisopo	Muestreo con lavado
2.60E+04	2.40E+04

Determinación de las unidades formadoras de colonias en unidades de produccion cunicula familiar

Los resultados de las UFC que se determinaron en las unidades de produccion familiar. en donde se utilizó la plantilla de 2.5 x 2.5 cm para el muestreo en superficie de la canal de conejo se muestran en el cuadro 21 y 22. Donde se observa que entre las regiones no hay diferencias significativas (p>0.05). Sin embargo en las

localidades Toluca, Almoloya de Juarez y Metepec si se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$)

Figura 5. Muestreo de superficie de la canal conplantilla de 2.5. X 2.5 en la canal de conejo



Cuadro 21. Efecto de la región en la contaminación de la canal de conejo

VARIABLE	REGION			EEM	P
	VII	XIII			
UFC	5.51E+03	8.36E+04		0.067	0.4739

Cuadro 22. Efecto de la localidad en la contaminación de la canal de conejo

VARIABLE	LOCALIDAD							EEM	P
	1	2	3	4	5	6	7		
UFC	5.12E+0 4	5.89E+0 3	8.01E+0 4	8.97E+0 4	2.39E+0 4	9.28E+0 4	4.80E+0 4	0.094 8	0.02 5

Identificación fenotípica de *Staphylococcus aureus*

El resultado de los aislamientos de las 210 muestra que se obtuvieron en las 30 unidades de producción cunicula distribuidas en el Valle de Toluca de *Staphylococcus aureus* fue de 0.95% por pruebas bioquímicas de rutina (NOM-115-SSA1-1994). Sin embargo, el resultado de *Staphylococcus* cuaguala negativo

(SCN) que se identificaron presentan una prevalencia de 99.05% del total de los aislamientos, en donde se identificaron los siguientes especies *Staphylococcus*: *Staphylococcus xylosus* 9.05%, *Staphylococcus sciuri* 0.48, *Staphylococcus hominis* 0.48, *Staphylococcus lentus* 0.48, *Staphylococcus cohnii* 0.48 y *Staphylococcus epidermidis* 88.10% por medio del kit Api Staph, Biomerieux (Cuadro 23).

Cuadro 23. Identificación fenotípica de *Staphylococcus* aislados en canales de conejos en el Valle de Toluca

<i>Staphylococcus</i>	No. aislamientos	Porcentaje
<i>S. xylosus</i>	19	9.05
<i>S. sciuri</i>	1	0.48
<i>S. hominis</i>	1	0.48
<i>S. lentus</i>	1	0.48
<i>S. cohnii</i>	1	0.48
<i>S. epidermidis</i>	185	88.10



Figura 6. Prueba de Api Staph control positivo (ATCC 43300)

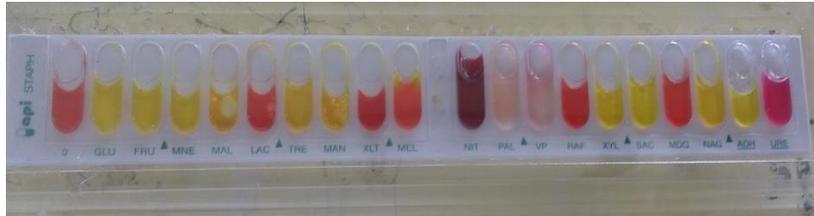


Figura 7. Identificación de *Staphylococcus xylosus* por Api Staph

Identificación fenotípica de *Staphylococcus aureus* meticina resistentes (MRSA)

Los resultado del muestreo de las canales de conejo en las unidades de produccion cunicula familiar en el Valle de Toluca, identificaron como *Staphylococcus aureus* (0.95%) son resistentes a los antibioticos β lactamicos con base en el CLSI, 2012. En donde, las dos regiones en las que se realizaron los muestreos presentan una prevalencia de 0.425 %

Identificación genotípica de *Staphylococcus aureus* por la reacción de la Cadena de Polimera Multiplex, PCR Multiplex

Los aislamientos que se identificaron (0.95%) fenotípicamente por pruebas bioquímicas que resultaron positivas a *Staphylococcus aureus* se les realizó la prueba de la Reaccion de la Cadena de Polimerasa PCR para identificar los genes *mecA* y *femB*. El resultado del analisis de PCR fueron positivos en los dos aislamientos.

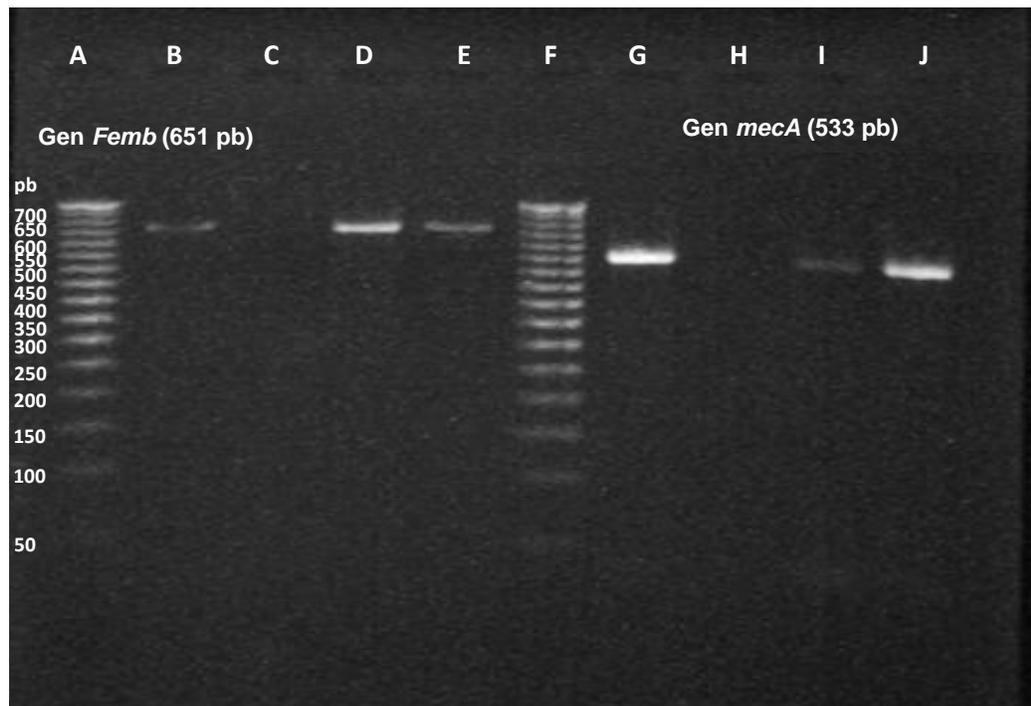


Figura 8. Identificación de *Staphylococcus aureus* en gel de agarosa por amplificación de los genes *mec A* y *fem B*.

Linea A y B Maracador de peso Molecular; B y G Control positivo ATCC43300; C y H Control negativo ATCC 12228; D e I Muestra 1; E y J Muestra 2.

PRODUCTOS DE INVESTIGACION

Clasificación de la canal y calidad de la carne de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en sistemas de producción familiar en el Valle de Toluca, Estado de México

Carcass classification and meat quality of rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in a small holder system in Toluca Valley of Mexico State

Juan Luis Rodríguez Correa^a, Benjamín Valladares Carranza^b, Martín Talavera Rojas^b, Ernesto Morales Almaraz^c, Ignacio Arturo Domínguez Vara^c, Valente, Velázquez Ordoñez^b

Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Universidad Autónoma del Estado de México (PCARN – UAEMex). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

^a Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA).

^b Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ). Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex).

Autor correspondiente. **Valente Velázquez Ordoñez. vvo@uaemex.mx

RESUMEN

La producción cunícola familiar contribuye de manera importante a mejorar la dieta familiar y al abasto local de carne. El estudio comprende 30 granjas distribuidas en los municipios: Almoloya de Juárez, Lerma, Metepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca y Zinacantepec localizadas en las regiones económicas VII Lerma y XIII Toluca. En las cuales se aplicó una encuesta cerrada a los productores cunicolas conteniendo los indicadores: Sistema de producción, parámetros reproductivos, edad, sexo, peso al sacrificio y peso en canal. De las canales destinadas para el abasto comercial se obtuvieron muestras del lomo entre las vértebras lumbares L1 a L7 para realizar el análisis químico del músculo *Longissimus dorsi*. La evaluación de la calidad de la canal se realizó bajo la norma MX-FF-105-SCFI-2005. Los resultados se evaluaron mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial ($p < 0.05$). Los parámetros productivos de las unidades cunicolas evaluadas fueron: edad al sacrificio, peso al sacrificio y peso canal. El análisis químico de

la carne fue Materia Seca, Humedad, Proteína, Grasa y Cenizas. No se observaron diferencia entre los parámetros ente los parámetros evaluados en las granjas de los municipios y las regiones económicas estudiadas ($p < 0.05$). Los resultados de la clasificación de la canal en la Región VII Lerma fueron: 66% México Extra, 22% México1 y 11% México 2. En la Región XIII Toluca fueron: 33%, México Extra, 50% Mexico1 16% y México 2. Se concluye que los parámetros productivos identificados en las unidades cunículas favorecen la producción adecuada de canales destinados al abasto regional de carne de conejo cumpliendo en las especificaciones en su composición química y la calidad de la canal producida en las unidades de producción cuniciola de tipo familiar en el Valle de Toluca, México.

Palabras clave: clasificación de la canal, calidad de la carne, conejo

Abstract

The family rabbit breeding production contributes in an important way to improve the family diet and the local slaughter of meat. The study includes 30 farms distributed in the municipalities: Almoloya de Juárez, Lerma, Metepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca and Zinacantepec located in economic regions VII Lerma and XIII Toluca. In which a survey was administered closed to rabbit producers containing the following indicators: production system, reproductive parameters, age, sex, weight at slaughter time and carcass weight. Of the determined carcasses of the commercial slaughterhouses, samples were obtained of the spine between the lumbar vertebrae L1 to L7 to perform chemical analysis of the *Longissimus dorsi* Muscle. The carcass quality evaluation is conducted under the standard MX-FF-105-SCFI-2005. The results were evaluated with a completely randomized statistical analysis with factorial arrangement ($p < 0.05$). The productive parameters of the rabbit units was evaluated: age at slaughter time, slaughter time and carcass weight. The chemical analysis of the meat obtained from the rabbit units were: dry matter, moisture, protein, fat and ash. No significant difference was observed ($p < 0.05$), among the surveyed units in economic regions and their localities. The results of the carcass classification in the VII Lerma region were: 66% Mexico Extra, 22%Mexico1, 11%Mexico2 and in the XIII Toluca region: 33%Mexico Extra, 50%Mexico1 and 16%Mexico2. It is concluded that the productive parameters identified in the rabbit units favors the production of adequate carcass intended for regional slaughter of rabbit meat complying with the established meat quality chemical composition for the rabbit meat and the carcass quality produced in the rabbit production units family type in the Valley of Toluca, Mexico.

Key words: classification of the carcass, meat quality, rabbit

INTRODUCCIÓN.

La cunicultura en México, incorpora a los pequeños y medianos productores del sistema-producto, de carne de conejo destinada al autoconsumo y el abasto regional en el medio rural y suburbano ⁽¹⁾. La prolificidad y los ciclos de producción cortos del conejo, contribuyen a la rentabilidad y productividad de la pequeña empresa cunícola ⁽²⁾. La cunicultura familiar es una alternativa para el suministro de carne, para combatir la desnutrición en las familias con vulnerabilidad social y alimentaria ⁽³⁾. La producción cunícola de traspatio contribuye al bienestar, al brindar empleo familiar, el disponer de carne para autoconsumo y venta mejorando el ingreso de la familiar ⁽⁴⁾. El sistema de producción predominante en la cunicultura nacional es de tipo familiar en comparación con los sistemas semitecnificado y tecnificado que representan el 5 y 15 % del inventario nacional ⁽⁵⁾. En el año de 2014 la población cunícola del país fue de 362 mil 753 vientres productivos y un volumen de producción de 1087 ts de carne de conejo ⁽⁶⁾, ocupando el décimo cuarto lugar en producción a nivel mundial ⁽⁷⁾. La producción cunícola se concentra en el centro del país en los estados de: México, Puebla, Tlaxcala, Morelos, Distrito Federal, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo y Jalisco ⁽⁸⁾. El Estado de México es considerado el principal productor de conejos del país con 64 mil vientres y una producción anual estimada de 54 mil 600 toneladas destinadas al abasto nacional ⁽⁸⁾. El consumo *per capita* de carne de conejo a nivel mundial se estima en 300g, en México el consumo estimado es de 100 a 120g ⁽⁹⁾. Sin embargo se observa una tendencia global de una mayor demanda de carne de conejo por sus propiedades nutricionales y dietéticas que influyen en los hábitos alimentarios de los consumidores que opta por estilos de vida saludable ^(10,01). En la comercialización de la carne los atributos relacionados con la conformación y composición de la canal determinan la apariencia, textura, aroma y sabor de la carne ⁽¹¹⁾. En la relación entre la dieta y la salud, son primordiales las buenas prácticas de producción para reducir los riesgos de contaminación de la carne ⁽¹²⁾. La calidad de la carne definida por la relación del coeficiente magro-graso y su aspecto. A su vez el olor, firmeza, jugosidad, ternura y su sabor se asocian con la palatabilidad. En contraste la percepción del consumidor con la calidad nutritiva de la carne es objetiva y como producto comestible su percepción es subjetiva ⁽¹³⁾. En México la clasificación de las canales de conejo considera como criterios de calidad: la edad, el peso al sacrificio y el color de la masa muscular ⁽¹⁴⁾. El objetivo del

trabajo fue estimar los parámetros productivos de los conejos destinados al abasto, para determinar la composición química de la carne y la calidad de la canal en unidades de producción cunícula de tipo familiar en el Valle de Toluca, México.

METODOLOGIA

Se realizó un estudio de tipo observacional, mediante un muestreo no probabilístico en unidades de producción familiar mediante la participación voluntaria de productores mediante la aceptación verbal de propietarios de las Unidades de Producción cunícula familiar (UPCF), se aplicó una encuesta cerrada conteniendo información sobre: tipo de granja, manejo productivo, edad y peso al sacrificio, peso de la canal, animales de abasto, características de comercialización de la canal y el registro de la obtención de muestras de carne de la canal al sacrificio en la UPCF destinadas a la comercialización para evaluar la calidad de la canal y obtener las muestras para realizar el análisis químico en la evaluación de la calidad nutrimental de la carne.

UNIVERSO DE ESTUDIO

Se estudiaron 30 granjas cunículas de ciclo completo de tipo familiar distribuidas en dos regiones económicas VII Lerma y XIII Toluca del Estado de México en el Valle de Toluca y siete municipios, en los que se distribuyeron las granjas en estudio(n): Toluca (5), San Mateo Atenco (3), Ocoyoacac (7), Almoloya de Juárez (2), Metepec (3) y Zinacantepec(2). De las cuales se obtuvieron 210 canales de conejos para evaluar las condiciones de producción del abasto de conejos relacionadas con: el sistema de producción [tamaño de la camada, edad y peso al destete], composición química de la carne [composición nutrimental], y la calidad de canal [edad al sacrificio y peso de la canal].

ANÁLISIS QUÍMICO DE LA CARNE Y CLASIFICACIÓN DE LA CANAL

Los conejos obtenidos de las granjas evaluadas, destinados al abasto de canales en la comercialización de la carne de conejo. Los animales de estudio fueron sometidos a la eutanasia bajo el procedimiento establecido en la NOM-033-SAG/ZOO-2014 ⁽¹⁵⁾. Las canales de conejos se obtuvieron al azar de la línea de sacrificio de la granja, de cada uno de los canales se realizó un corte del lomo, para separar el músculo *Longissimus dorsi* ^(4,16), las muestras de carne se transportaron en un recipiente a 4°C ⁽¹⁷⁾. Para realizar el estudio comparativo de la composición química de las carne de conejo de las diferentes regiones económicas. Como control de la determinación composición química nutrimental de la carne conejo, de una UPCF especializada en la producción de carne de conejos de la

raza Nueva Zelanda, de la cual se obtuvieron al azar 30 conejos machos de 75 días de edad y un peso al sacrificio de 2.250 ± 0.124 kg. Los conejos de abasto fueron sometidos al aturdimiento para realizar el procesamiento de la canal destinada al consumo NOM033SAG/ZOO2014 ⁽¹⁵⁾. En la línea de sacrificio, de las canales se obtuvieron los lomos y se depositaron en la caja de transporte a 4°C. En el laboratorio se procedió a la disección del musculo *Longissimus dorsi* para efectuar el análisis químico y determinar en contenido nutrimental de la carne expresado en porcentaje de: proteína, materia seca, grasa y cenizas siguiendo los procedimientos descritos por el Association of Official Analytical Chemist ⁽¹⁸⁾. En las UPCF de las regiones económicas en estudio, se obtuvieron 30 muestras de canales de conejo de la línea de sacrificio para extraer los lomos y diseccionar el musculo *Longissimus dorsi* bajo el procedimiento descrito anteriormente. Para efectuar la clasificación de las canales de conejo se obtuvieron un total de 210 muestras de canales de las diferentes UPCF, considerando la edad al sacrificio, el peso vivo y el peso de la canal establecidos en la NMX-FF-105-SCFI-2005 ⁽¹⁴⁾

EVALUACION DE RESULTADOS

Los resultados se evaluaron mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial ($p < 0.05$), mediante el análisis de varianza correspondiente al diseño. Considerando a las dos regiones y los siete municipios del valle de Toluca, México, con apoyo del programa estadístico SAS, versión 9.4 para Windows. Para comparar las medias donde los efectos principales o su interacción fueron significativos se usó una $P \leq 0.05$ ⁽¹⁹⁾. La composición química nutrimental de la carne y la clasificación de la canal sólo se evaluaron mediante un análisis con estadística descriptiva.

RESULTADOS

Las unidades de producción cunícola (UPCF), estudiadas en el Valle de Toluca, correspondieron principalmente al tipo familiar de traspatio 63.33% y en menor proporción al sistema semitecnificado 36.67%. En las unidades evaluadas se apreció una barda perimetral, instalaciones para el alojamiento de los conejos en jaulas de cría y engorda, módulos de gestación y lactancia, para una producción de ciclo completo basado en un esquema de alimentación comercial y esporádicamente el uso de forraje seco de avena (*Avena sativa*). Las principales razas identificadas en las UPCF fueron: Nueva Zelanda

20%, California 17%, Chinchilla 15%, Rex 5% e híbridos 43%. El tamaño de unidad de reproducción fue de 2 a 40 vientres; el promedio de gazapos nacidos fue 9 ± 2 y gazapos destetados de 8 ± 2 . El periodo de lactancia de los gazapos hasta el destete fue de 30 a 35 días. El tiempo de engorda dependió del tipo de sistema de producción en cada granja y el peso en canal al momento de su comercialización. Los días al sacrificio se estimaron entre 60 a 120 días, con un peso al sacrificio y un peso del canal entre 1.050 a 1.700 kg. En el **cuadro 1**, se muestran los resultados comparativos del análisis químico de la carne de conejo, procedente de las unidades de producción localizadas en las regiones económicas estudiadas y el grupo control entre las que se observaron diferencias en el contenido de materia seca, humedad, proteína ($P < 0.05$). La interacción entre la composición química de la carne de conejo y la edad al sacrificio y el sexo de los animales al abasto no fue diferente ($p > 0.05$).

La distribución de los valores obtenidos de los parámetros del análisis químico de la carne de conejo en las regiones económicas se aprecia en el **cuadro 2**. Entre los parámetros químicos de la carne evaluados no se encontraron diferencias relacionadas con las regiones económicas y las unidades de producción localizadas en los municipios ($p > 0.05$). Los resultados obtenidos de la clasificación de canales se aprecia en el **cuadro 3**, la distribución en la clasificación de canales evaluadas en las regiones económicas; en la región VII correspondió a México Extra 66% en comparación con la menor proporción mostrada de las categorías de México 1 y México 2 ($p < 0.05$). En la región XIII predominó la categoría considerada como México 1, 50% comparada con el menor número de canales de las categorías México Extra y México 2 ($p < 0.05$). Del total de canales de conejos clasificadas en el estudio ($n = 210$), el 55.2 % obtuvo una categoría de México extra ($n = 116$), 36.2 % México 1 ($n = 76$), y 8.6 % México 2 ($n = 18$) fueron diferentes ($p < 0.05$).

La distribución de los sistemas de producción familiar en las regiones económicas fueron los siguientes, en la región XIII comprada con la región VII mostró una similitud entre la proporción de traspatio 50% y la semitecnificado 50% (> 0.05). A diferencia de la región VIII en donde predominó el sistema semitecnificado sobre el de traspatio ($p < 0.5$).

DISCUSION

Los indicadores productivos obtenidos de las unidades cunícolas de tipo familiar en el valle de Toluca, ponen de manifiesto un sistema de producción eficiente (20). Denotando la importancia de la cría de conejos como actividad productiva en las regiones económicas estudiadas. La cunicultura familiar es considerada como estratégica para mejorar la alimentación e ingreso económico en las familias del medio rural⁽²¹⁾. Propiciando el bienestar social mediante al generar empleo familiar y la organización de pequeñas agroindustrias artesanales ⁽²²⁾. La producción cunícola como actividad pecuaria favorece en la integración de empresas familiares productivas, al facilitar la producción por el fácil manejo de la especie, ciclos cortos de producción con tasas de capitalización favorables en un corto tiempo mediante la recuperación de la inversión entre los pequeños y medianos productores ⁽²³⁾. Osechas y Becerra ⁽²⁴⁾, que la producción de carne de conejo es determinante en la generación y diversificación del empleo rural, necesaria en la conformación de la estructura socio-económica en la comunidad, la cual permite incorporar a la mujer campesina en el proceso productivo en las unidades cunícolas ciertas regiones geográficas marginadas, en donde la producción de conejos es la única alternativa en la economía alimentaria regional en nuestro país ⁽²⁵⁾.

Se ha observado que la conformación y composición de la canal del conejo, esta relacionada con la raza, edad y el peso corporal que afectan la proporción de masa muscular y el tipo de tejido conjuntivo de soporte en las fibras musculares ⁽²²⁾. Al sacrificar conejos más jóvenes, la carne es tierna y succulenta, a diferencia del sabor en la carne el cual incrementa con la edad ⁽²⁶⁾. En estudios realizados para evaluar la composición de la carne en conejos de las razas Nueva Zelanda, California, Chinchilla, Rex e híbridos de línea comercial^(21,22), determinaron los siguientes valores nutrimentales de la carne en contenido porcentual para materia seca del 25 a 30, humedad 70 a 75, proteína 20 a 22.5, grasa 1 a 6.8 y cenizas 1 a 3. Dichos valores coinciden con los parámetros evaluados para la carne de conejo procedente de la UPCF en el valle de Toluca. La composición química nutrimental de la carne de conejo puede ser influida por la conformación de la canal, por el aumento del depósito de grasa escapular e intersticial en la canal obtenida de conejos con mayor edad. Algunos autores consideran que el contenido de grasa de la carne esta relacionada

con el manejo de la producción cunícola asociado a la dieta y la edad al sacrificio. ⁽²⁷⁾ La observación en el estudio de la proporción de grasa mostro un contenido de 2.8 a 3.77%. Los valores para el contenido de grasa obtenidos en el estudio son menores, a los estimados por otros autores quienes obtuvieron 9 ± 0.38 ⁽²⁸⁾ y 6.94 ± 1.74 ⁽¹⁰⁾. Diversos estudios señalan que la composición de la carne del conejo se ve afectada por la raza y su conformación anatómica; al avanzar la edad, la grasa corporal acumulada es mayor y menor el contenido de colágeno. De manera similar el sexo incrementa la grasa intramuscular, en los machos aumentan la concentración de grasa cuando la dieta excede en la proporción de energía ⁽²⁹⁾. Por otro lado, los resultados del efecto de la región y la localización de UPCF con los estimadores del peso al sacrificio, peso canal y rendimiento, no indicaron diferencias entre los parámetros evaluados en las regiones VII y XIII ($p>0.05$), es posible que la diferente edad al sacrificio apreciada en la UPCF sugieren una influencia del tipo de sistema de producción cunícola sobre la calidad y composición química de la carne en la relación magro/graso influenciada por el manejo productivo y la organización de los ciclos de producción ⁽¹³⁾. La distribución de la clasificación de las canales de acuerdo a la normatividad, indica un amplio potencial productivo de las UPCF en las regiones estudiadas, lo cual puede ser un elemento que contribuya a la expansión de la actividad productiva de la cunicultura en el medio rural y la economía familiar como parte integral del desarrollo social regional ⁽³⁰⁾. El valor nutricional de la carne de conejo es apreciado por sus características nutricionales y culinarias, al ser una carne magra con menor contenido de grasa, ácidos grasos saturados y colesterol. Además del bajo contenido en purinas la carne de conejo es considerada una de las carnes libres de ácido úrico ⁽³¹⁾.

El estudio denota la importancia socio económica de la cunicultura de tipo familiar en el Valle de Toluca, en la que se considerada en transición de las UPCF del sistema de traspatio al semitecnificado, en donde los parámetros productivos estimados en la producción de conejos para abasto en las ganajas cunicolas estudiadas cumplen con los parámetros zootécnicos establecidos en la producción cunicula ⁽³²⁾. La composición química nutrimental de la carne de conejo y la calidad de la canal cumple con lo establecido en la normativa oficial en México ⁽³⁰⁾, y el contenido nutrimental en comparación con otros estudios sobre composición química de la carne no varió con respecto a los valores reportados en otros países ⁽³²⁾.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La descripción de los parámetros productivos obtenidos de la UPCF orientadas a la producción de conejos destinados al abasto de carne estudiadas, se consideraron eficientes en la productividad del sistema de la cunicultura familiar regional. La composición química de la carne y la calidad de la canal satisfacen las características nutrimentales de la carne de conejo y la calidad de la canal establecida en la normativa mexicana.

El estudio permitió establecer las condiciones de producción de las UPCF orientadas al abasto de carne de conejo para la comercialización regional y el autoconsumo familiar Evidenciando un sistema productivo eficiente con amplio potencial para la integración de la cadena productiva y redes de valor del sistema producto conejo en las regiones económicas del Valle de Toluca.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca para cursar estudios de grado de Maestría (PCARN-UAEM). A la Secretaria de Investigación de la UAEM por el financiamiento otorgado a través del proyecto de investigación "Variación genética de aislamientos de *S. aureus* MRSA obtenidos de vacas lecheras en unidades de producción familiar, Clave 3848/2013CHT. Al Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología del Estado de México (COMECYT) por la beca de titulación otorgada.

LITERATURA CITADA

1. Olivares PR, Gómez CM, Schwentesius RR, Carrera CB. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. *Región y Sociedad*. 2009, vol. XXI, núm. 46, pp. 191-207, El Colegio de Sonora México
2. SAGARPA 2006. Sala de prensa Curso taller de cunicultura. Centro Nacional de Cunicultura de Irapuato, Guanajuato. Abril, 2006.
3. Lukefahr SD. Strategies for the development of small and médium scale rabbits farming in south East Asia. 2007 *Livestock Research for Rural Development*. 18:3452-3458.

4. Contreras JL, Rivera J, Lopez M, Losada R, Soriano R, Ambriz D, Arenas D. Reproductive rabbit parameters of backyard production in the urban and peri-urban space in Xochimilco region. 2004 8th World rabbit congress pp. 1471-1475.
5. SAGARPA 2015. Sala de prensa. impulsa la cunicultura como alternativa alimentaria y generadora de empleos en el campo. 2015. León, Gto., miércoles 14 de enero de 2015.
6. SAGARPA 2015. Sala de prensa. impulsa la cunicultura como alternativa alimentaria y generadora de empleos en el campo. 2015. León, Guanajuato. miércoles 14 de enero de 2015
7. SAGARPA. Delegación en el Estado de México comunicación social. 2012.
8. SAGARPA. Sala de prensa. impulsa la cunicultura como alternativa alimentaria y generadora de empleos en el campo. 2014. León, Guanajuato. miércoles 14 de enero de 2015
9. Cury K, Martínez A, Aguas Y, Olivero R. Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. Characterization of rabbit meat and sausage production .Rev. Colombiana cienc. Anim. 2011; 3(2):269-282.
10. Arriaga JCM, Anaya OJP. Contribución de la producción animal en pequeña escala al desarrollo rural. Primera edición. México D.F. Reverté ediciones, 2014; 234.
11. Patilk RS, Cates, SA., Morales R. Consumer food safety knowledge, practices, and demographic differences: finding from a meta-analysis. J. Food Prot.2005; 68(9):
12. Maltin C, Balcerzak D, Tilley R, Delday M. Determinants of meat quality: tenderness. Proceedings of the Nutrition Society 2003; 62:337–347
13. Rodríguez CJL, Velázquez OV, Valladares CB, Talavera RM, Zamora EJM, Alonso FMU, Díaz González BAE, García GAM. *Staphylococcus aureus* Contamination evaluation in rabbit carcasses (*Oryctolagus cuniculus*) through washing and superficial sampling. World Rabbit Sci. 2015; 23: 55-86
14. FAO. Calidad de la carne. Departamento de agricultura y protección del Consumidor. División de producción y sanidad Animal. 2014

15. NMX-FF-105-SCFI-2005 Productos Pecuarios–Carne de Conejo en Canal – Clasificación.
16. NORMA Oficial Mexicana NOM033SAG/ZOO2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.
17. Pérez AML, Morón FO, Gallardo N, Vila V, Arzalluz FM, Pietrosevoli S. Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. Revista Científica. 2009; XIX(2):134-138
18. Comité Sistema Producto cunicula del Distrito Federal. Plan rector. 2013.
19. Norma Oficial Mexicana Nom-109-SSA1-1994, Bienes y servicios, procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
20. Programa de Desarrollo Regional 2006 – 2011. Macro Región I Centro Toluca, Región VII Lerma. Gobierno del Estado de México.
21. AOAC. Official methods of analysis. 18th ed. Maryland, USA. Association of Official Analytical Chemist. 2012
22. Braña VD, Ramírez RE, Rubio LMS, Sánchez EA, Torrescano UG, Arenas MML, Partida PJA, Ponce AE, Ríos RGF. Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Primera Ed. Querétaro, 2011
23. Pascual M, Pla M. Changes in carcass composition and meat quality when selecting rabbits for growth rate. Meat Science. 2007; 77: 474–481
24. Barrón CM, Herrera JG, Suárez EM, Zamora MM, Lemus C. 2004. Evaluación de características de canal en tres razas de conejos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2004;38(1):19-24
25. Lebas F, Coudert P, de Rochambeau H, Thébault RG. The rabbit husbandry, health and production. (INRA) Food and Agriculture Organization of The United Nations. 1997; ISSN 1010-9021
26. Hernández P. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. 9th World Rabbit Congress. 2008; 1287-1300
27. Lukefahr SD. Curso avanzado de cunicultura. Manual de proyectos de cunicultura. Primer congreso de Cunicultura de las Américas, Colegio de postgraduados. México 1998;133

28. Osechas D, Becerra SLM. Producción y mercadeo de carne de conejo en el estado trujillo, venezuela. Revista Científica. 2006;XVI (2): 129-135
29. Rosas PN. Demanda actual y potencial de la carne de conejo en el municipio de Texcoco, Estado de México. Tesis maestría. Colegio de Posgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México. 2013
30. Thompson P, Harris C, Holt D, Pajor EA. Livestock welfare product claims: The emerging social context. J Amin Sci. 2007; 85:2354-2360
31. Dalle ZA, Szendrő Z. The role of rabbit meat as functional food. Department of Animal Science. Meat Science. 2011;88: 319–331
32. Ortiz HJA, Rubio LMS. Effect of bree dan sex on rabbit carcass yieeld an meat quality. World Rabbit Science. 2001; 9 (2): 51-56.
33. Virág GY, Eiben CS, Tóth T, Schmidt J. Colour and pH of rabbit meat and fat deposits as affected by the source and dose of dietary vitamin e supplementation meat quality and safety. Verona – Italy. 9th World Rabbit Congress. 2008; 1467
34. Nistor E, Bampidis VA, Păcală N, Pentea M, Tozer J, Prundeanu H. Nutrient content of rabbit meat as compared to chicken, beef and pork meat. J. Anim. Prod. Adv. 2013; 3(4): 172-176

Cuadro 1 Análisis bromatológico de la carne de conejo

Contenido %	Grupo Control	Granjas Estudiadas
Materia Seca	21.49 ± 1.25	26.21 ± 1.71
Humedad	78.51 ± 1.25	73.79 ± 1.71
Proteína	18.61 ± 1.11	22.17 ± 1.11
Grasa	2.68 ± 0.99	3.09 ± 0.83
Cenizas	1.05 ± 0.47	1,12 ± 0.47

Cuadro 2. Distribución de la composición química de la carne de conejo en las regiones económicas.

Variable	Región				Localización municipal							EEM	P
	Económica		EEM	P	1	2	3	4	5	6	7		
	VII	XIII											
Materia Seca	26.31	26.05	0.41	0.69	26.72	25.73	26.57	25.26	27.99	25.49	26.95	0.61	0.45
Humedad	73.68	73.94	0.41	0.69	73.28	74.27	73.43	74.74	72.01	74.51	73.05	0.61	0.45
Proteína	22.17	22.14	0.39	0.96	22.63	21.96	21.45	21.18	23.68	21.77	23.5	0.57	0.40
Grasa	3.01	3.2	0.20	0.54	3.05	3.04	2.84	2.8	3.77	3.43	3.04	0.31	0.85
Genizas	1.17	1.04	0.07	0.24	1.09	1.32	1.08	1.09	0.86	1.08	1.32	0.11	0.64

VII Región Lerma, XII Región Toluca; 1 Lerma, 2 Ocoyoacac, 3 San Mateo Atenco, 4 Toluca, 5 Almoloya de Juárez, 6 Metepec, 7 Zinacantepec, EEM Error Estándar de la Media. Probabilidad $p < 0.05$.

Cuadro 3. Clasificación de canales de conejo en unidades de producción cunícola del valle de Toluca

Clasificación Oficial de la Canal	Peso en Canal Kg	Edad Días	Conejos	%
México Extra	1.000 - 1.500	70 a 75	116	55.24
México 1	1.100 - 2.400	80 - 100	76	36.19
México 2	1.750 - 2.500	107 -120	18	8.57

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, MEXICO, SEPTEMBER 8-11, 2014, 5th American Rabbit Congress. Abstracts of the 5th American Rabbit Congress. World Rabbit Science. 2015; 23:1,55-86,.

***Staphylococcus aureus* CONTAMINATION EVALUATION IN RABBIT CARCASSES (*Oryctolagus cuniculus*) THROUGH WASHING AND SUPERFICIAL SAMPLING**

Rodríguez-Correa J.L.*, Velázquez-Ordóñez V.† , Valladares-Carranza B. † , Talavera-Rojas M.*, ZamoraEspinosa J.L.† , Alonso-Fresán M.U. † , Díaz González-Borja A.E. † , García-Gama A.M.*

*Programa de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales – UAEM. Área salud animal. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Km 15.5, carretera TolucaAtlacomulco, Estado de México. † CIESA. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. Cuerpo Académico en Salud Animal (UAEMCA-3 Salud animal).

vvo@uaemex.mx

Staphylococcus aureus is widely distributed in animal populations intended for meat production. It is an opportunistic pathogen, which causes multiple skin infections and septicaemia in animals and humans through food and interspecies contact. In this study, 2 methods were compared to estimate *S. aureus* microbial load in rabbit carcasses. Sampling was undertaken in the slaughter area of a family production farm in Toluca Valley. Three samples with 3 repetitions were tested by one of the following methods: in method A (MA) an area of 2.5×2.5 cm was delimited in 4 zones of the carcass, in which a swab was scrubbed vertically and horizontally. Swabs were placed in 10 mL 2% peptone water. In method B (MB), the carcass was washed in 400 mL of peptone water, from which 30 mL were taken. Baird Parker agar plates were inoculated and placed at 37°C for 48 h to determine *S. aureus* microbial load in colony forming units (CFU). Results for MA were 4.8×10⁻⁴ CFU/cm² and MB 5.0×10⁻⁴ CFU/mL (P>0.05). There was no statistical difference within methods to estimate carcass microbial load, therefore suggesting the use of superficial sampling due to accessibility.

WEIGHT GAIN EVALUATION OF RABBITS (*Oryctolagus cuniculus*) MEANT FOR HUMAN CONSUMPTION USING TWO GROWTH PROMOTERS

Rodríguez-Correa J.L.† , Valladares-Carranza B.* , Velázquez-Ordóñez V.* , Alonso-Fresán M.U., De Jesús A.P.* , Domínguez-Vara I.A. ‡ , Mariezcurrena-Berasain M.A. ‡ *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México Cuerpo Académico en Salud Animal (UAEM-CA-3 Salud Animal). † Programa de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales – UAEM. Área Salud Animal. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Km 15.5, carretera Toluca-Atlacomulco, Estado de México. ‡ Departamento de producción animal FMVZUAEM. Cuerpo Académico en Producción Animal. benvac2004@yahoo.com.mx

Increasing demand for food has encouraged the use of additives in animal meat production. In animals meant for feeding, growth promoters not only contribute to the increase in total weight gain but also to food conversion. Nandrolone laurate (NL) and clenbuterol clorhydrate (CBL), which have been used in animal meat production, are subject to health and safety restrictions. The aim of the study was to evaluate the effect of NL in productive parameters of rabbits meant for human consumption, in which total weight gain (TWG) and food conversion (FC) were measured. Fifteen hybrid, male and female rabbits were used, divided into 2 treatment groups (n=5 each): T1 (0.20 µg/kg NL intramuscularly (IM) administered every 20 d); T2 (16 µg/kg/d CBL orally administered in drinking water); and a control group (CG) which received 1 mL IM saline solution as placebo every 15 d. Rabbits were observed for 30 d, in which food and water was given ad libitum. Results were analysed using variance analysis (P<0.05). TWG and FC according to the treatments were: T1 1.535 kg and 9.94; T2 1.335 kg and 10.72 and for CG 1.188 kg and 13.40 respectively. The use of NL and LDN as promoters showed a slight effect on daily and total weight gain, with contraindication for rabbit production, affecting not only profitability but also food safety.

METICILLIN RESISTANT *Staphylococcus aureus* (MRSA) IDENTIFIED IN A RABBIT FARM

Velázquez-Ordóñez V.* , García-Gama A. † , Juárez-Trujillo J.C.* , Rodríguez-Correa J.L.† , Valladares-Carranza B.* , Alonso-Fresán M.U.* , Talavera-Rojas M.* , Pérez-Sotelo L.* *Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México Cuerpo Académico en Salud Animal (UAEM-CA 3 Salud Animal). Km 15.5 carretera Toluca-Atlacomulco, Estado de México. † Programa de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales – UAEM. Área Salud Animal. Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal. Km 15.5 carretera Toluca-Atlacomulco, Estado de México. vvo@uaemex.mx

Staphylococcus aureus infection may affect rabbit production economically due to superficial and deep dermal infections, mastitis, pododermatitis and septicemia. ORSA/MRSA antibiotic type represents a potential risk to public health. The aim of this work was to identify ORSA/ MRSA *S. aureus* antibiotic type in a rabbit farm. An ulcerative dermatitis case was studied, from a farm located in Toluca Valley in which the rabbit population had dermal infections and chronic abscesses. Swabs were taken and a biopsy performed for histopathological examination, after sedation with xylazine - ketamine (0.1 mg/kg/25 mg/kg) and butorfanol (0.4 mg/kg) administered intramuscularly. Mannitol salt agar plates were cultured at 37°C for 24 h. *S. aureus* was identified using bacteriological routine procedures. Gram stain, catalase and coagulase tube tests using rabbit plasma, Voges Proskauer, nitrate broth, anaerobic mannitol fermentation and aerobic maltose tests were performed. In vitro tests for sensitivity to β -lactamic antibiotics were evaluated through diffusion method in Mueller-Hinton (MH) agar using amoxicillin/clavulanic acid unidiscs (10/20 mg), which were incubated at 37°C (NaCl 4%) and oxacillin-meticillin unidiscs (1 μ g and 6 μ g) incubated at 35 and 42°C. Results showed *S. aureus* in vitro resistance to all antibiotics. Histopathologically, a proliferative granulomatous reaction was observed, with tissue necrosis and capillary neoformation. It is concluded that *S. aureus* ORSA/MRSA antibiotic type was present in the rabbit farm, therefore representing a public health risk due to the possibility of human infections developing from animal sources.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías
División de Ciencias Básicas / Departamento de Farmacobiología
XVII Congreso Internacional sobre Inocuidad de Alimentos
XXXII Reunión Nacional de Microbiología, Higiene y Toxicología de los Alimentos

OF/CUCEI/DV.CS.BS./FARM/LMSI/076/2015

Estimado(a) s: Rodríguez C.J.L., Velázquez O.V.2, Valladares C.B., Zamora E.J.L.
Talavera R.M., Lagunas B.S., Varela G.J.A., Garduño G.V.M

Por este conducto comunicamos a Ustedes que su trabajo “**Determinación de la contaminación por *Staphylococcus aureus* en canales de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en unidades de producción del Valle de Toluca, Estado de México.**” ha sido aceptado para presentarse en la modalidad de CARTEL dentro del programa de actividades del XVII Congreso Internacional Inocuidad de Alimentos y de la XXXII Reunión Nacional de Microbiología, Higiene y Toxicología de los Alimentos, a celebrarse los días 5, 6 y 7 de Noviembre de 2015 en Nuevo Vallarta, Nayarit, México.

La fecha y hora de su presentación serán enviadas al autor y publicadas en el programa, que estará disponible a partir del 20 de Octubre de 2015 en la página <http://inocuidad.cucei.udg.mx/>

En caso de que el autor designado para presentar el trabajo no pueda asistir al evento, deberán notificar al Comité Científico Editorial al menos tres semanas antes; si los autores no asisten a su presentación, el Comité Científico Editorial se reservará el derecho de aceptar sus resúmenes en el evento del próximo año.

Sin otro particular y agradeciendo su participación en este evento, les reiteramos que la dirección electrónica inocuidad.resumenes@yahoo.com.mx se encuentra a sus órdenes para cualquier información adicional.

ATENTAMENTE

Guadalajara, Jal., 3 de agosto de 2015

Mtra. Laura O. Orozco Hernández
Coordinadora del Comité Científico Editorial
XVII Congreso Internacional Inocuidad de Alimentos
XXXII Reunión Nacional de Microbiología, Higiene y Toxicología de los Alimentos

C.c.p.- archivo

Blvd. Marcelino García Barragán 1421, esq. Calzada Olímpica, C.P. 44430, Guadalajara, Jal., México
Tel. y fax: (33) 1378 8900 ext. 7526
www.cucei.udg.mx



LI Reunión Nacional de
INVESTIGACIÓN PECUARIA



Toluca 2015
ESTADO DE MÉXICO
12 al 17 de noviembre de 2015

Ajuchitlán, Colón, Querétaro a 15 de octubre de 2015.

ESTIMADO(S) INVESTIGADOR(ES):

En nombre del Comité Organizador y del Comité Científico de la LI Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, me es grato comunicarle(s) que su resumen con el número de folio " 3364 " titulado:

DESCRIPCIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN LA CUNICULTURA DE TIPO FAMILIAR EN EL VALLE DE
TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

AUTORES: Rodríguez CJL*, Velázquez OV, Valladares CB, Domínguez VIA, Sánchez TJE.

Ha sido **ACEPTADO** por el Comité Científico para ser presentado en la LI-RNIP-2015, por lo que, se le(s) expide la presente constancia para los fines legales que a usted(es) convenga(n).

Le(s) pedimo(s) estar al pendiente de la publicación del programa de la reunión, con la finalidad de que ubique(n) el día, la hora y sala donde deberá(n) realizar la presentación del trabajo.

Sin más por el momento, quedo de usted(es)

ATENTAMENTE

DR. RICARDO BASURTO GUTIÉRREZ.

PRESIDENTE DEL COMITÉ CIENTÍFICO

LI RNIP-2015



DISCUSIÓN

Descripción de la cunicultura en el Valle de Toluca

Con base en la encuesta aplicada, del total de unidades de producción cunícola estudiadas en el Valle de Toluca, 63.3 % correspondieron a granjas del tipo familiar (traspatio) y 36.7 % a granjas de tipo semi tecnificado. Las unidades de producción cuentan con algún tipo de barda perimetral, instalaciones para alojamiento de los conejos en jaulas de cría y engorda, módulos de gestación y lactancia para una producción de ciclo completo con un esquema de alimentación comercial, esporádicamente adicionan heno de avena. El tamaño de unidad de producción de reproducción varío de 2 a 40 hembras, con una media de 18.1 vientres; los promedios de gazapos nacidos fue 9 ± 2 y de gazapos destetados de 8 ± 2 . El periodo de lactancia de los gazapos fue de 30 a 35 días hasta el destete. El tiempo de engorda varía en función del sistema de producción que cada granja maneja y del peso en canal en que se comercializa; sin embargo, la edad de sacrificio varía de 60 a 120 días y el peso en canal va de 1.050 a 1.700 kg. Las principales razas identificadas en producción fueron la Nueva Zelanda 20 %, California 17 %, Chinchilla 15 %, Rex 5 % e Híbridos 43%.

En el cuadro 1 se muestra la información correspondiente al peso vivo al sacrificio de los conejos, y del peso y rendimiento de la canal en caliente, en las dos regiones económicas y los siete municipios del valle de Toluca, México comprendidos en el estudio ($p > 0.05$); se observó una tendencia significativa ($p < 0.10$) en el rendimiento de la canal caliente entre municipios, destaca el bajo valor del rendimiento (< 53 %). de la canales de los conejos del municipio de Ocoyoacac, México; también se observa que tuvo el menor valor de peso vivo al momento del sacrificio. En el mismo cuadro se aprecia que en ambas regiones el PVS es cercano a los 2.5 kg, pero entre municipios la variación es mayor, esta va de 2.236 a 2.700 kg, observándose que a mayor PVS mayores valores de PCC y rendimiento.

En el cuadro 2 se indica la información respecto a la clasificación de la canal de 210 conejos en las dos regiones económicas y los siete municipios del valle de Toluca, México que comprendió el presente trabajo. Respecto a la región geográfica, se observan diferencias porcentuales importantes; en la región Lerma el 66 % de las canales tuvo la clasificación México extra, mientras que en la región Toluca esta categoría sólo la obtuvo el 33 % de las canales, mientras que el 50 % de las canales se clasificó como México 1. Entre los municipios donde se ubican las granjas estudiadas también mostró resultados interesantes; en Ocoyoacac el 100 % y en Metepec el 67 % de las canales tuvo categoría México extra, mientras que en Lerma, Toluca, Almoloya de Juárez y Zinacantepec el 50 % de las canales tuvo categoría México extra, pero en San Mateo Atenco solo el 37 % obtuvo categoría México extra. Destaca que los tres primeros municipios (Lerma, Ocoyoacac y San Mateo Atenco) geográficamente están cercanos al parque nacional “La Marquesa”, lugar turístico donde se consume y distribuye un buen porcentaje la carne de conejo, cocinado en diferentes platillos por los establecimientos comerciales; teóricamente estos municipios tiene un mercado potencial, sin embargo la producción de sus canales de conejo no son homogéneas y por lo tanto su calidad es muy variable, lo que indica una oportunidad de mejora, con estrategias de capacitación a este subsector pecuario en varios eslabones de la cadena productiva. En general de las 210 canales evaluadas (100 %) en el presente estudio, 116 (55.2 %) tuvo clasificación de categoría México extra, es decir canales de bajo peso (1 a 1.5 kg); el resto 76 (36.2 %) y 18 (8.6 %) tuvo categorías México 1 y México 2, o sea canales de peso medio (1.1. a 2.4 kg) y canales de peso mayor (1.75 a 2.5 kg) que a diferencia de la United States Department of Agriculture (USDA) clasifica la canal de conejo en Quality A, Quality B, Quality C donde establece parámetros generales de (a) conformación, (b) descarnado y (c) cortes y rupturas de la canal. Donde establece que cualquier falta de una de las características antes mencionadas de la canal se puede clasificar en una de las calidades ya establecidas (USDA, 2012). La conformación y composición de la canal del conejo, se relaciona con la edad y el

peso corporal, determinado por la proporción de masa muscular y el tipo de tejido conjuntivo de soporte en las fibras musculares (FAO, 2014). Al sacrificar conejos más jóvenes, la carne es más tierna y succulenta. En contraste el sabor tiende a desarrollarse con la edad (Salcedo *et al.*, 2004). En la región Lerma, en comparación con la región Toluca, las UPC son de tipo familiar, pero con sistema de traspatio (50%) y semitecnificado (50%), en cuyo caso, la calidad de la canal está influenciada por el manejo productivo y la organización de los ciclos de producción de la unidad de producción cunicola bajo los sistemas semitecnificados predominantes en la región Lerma, detectados en el estudio.

En la composición nutrimental de la carne de conejo (músculo *longissimus dorsi*) de acuerdo con las dos regiones económicas y siete municipios del valle de Toluca ($p > 0.05$), en el contenido de materia seca, húmedas, proteína, grasa y cenizas de la carne de conejo; sólo se observó una tendencia a cambiar ($p < 0.07$) el contenido de las cenizas de la carne de conejos entre regiones, con un valor mayor para la región de Lerma (1.17 vs 1.04 %). Sin embargo, los valores medios están dentro de los rangos de valores nutricionales aportados por la carne de conejo reportado por Braña *et al.*, (2011), Pascua *et al.*, (2007), Simonova *et al.*, (2010), que indicaron valores similares a los resultados obtenidos en este estudio, MS, 25-30%; humedad, 70-75%; proteína, 20-22.5%; grasa, 1-6.8% y cenizas, 1-3.5%.

Los indicadores productivos ponen de manifiesto que la crianza de conejos, como actividad productiva familiar, mejora la alimentación de las familias de menores ingresos económicos y contribuye al abasto local de carne (Levas *et al.*, 1997); además de propiciar bienestar social mediante la generación de empleo familiar y la organización de pequeñas agroindustrias en la fabricación de artesanías (Lopez *et al.*, 2005). La producción cunícola como actividad pecuaria favorece la integración de empresas familiares productivas por la facilidad en el manejo de la especie y la tasa de retorno favorable que permite que en un corto tiempo sea recuperada la inversión entre los pequeños y medianos productores del medio rural (SAGARPA, 2014).

Osechas y Becerra (2005), señalan que la producción de carne de conejo es determinante para el mantenimiento del empleo rural y la estructura socio-económica en el medio rural, permite la incorporación laboral de la mujer campesina al proceso productivo en las unidades cunícolas, en ciertas regiones del país, está presente en la economía alimentaria regional y nacional, lo cual también ha contribuido al auge productivo de la cunicultura en nuestro país (Levas *et al.*, 1997). La distribución de la clasificación de las canales de acuerdo a la normatividad, indica un amplio potencial productivo de las unidades cunícolas en las regiones estudiadas, el cual puede ser un elemento detonante que contribuya a la mejora de la economía familiar y el desarrollo social regional (Mora y Solano, 2015). Thompson *et al.*, (2007), consideran importante el valor nutricional de la carne de conejo, apreciada por sus características nutricionales y culinarias, al ser una carne magra con menor contenido de grasa, ácidos grasos saturados y colesterol, además de la características dietética de la carne, por su bajo contenido en purinas es considerada una carne libre de ácido úrico (Malave *et al.*, 2013).

En conejos de mayor edad se ha observado un aumento en los depósitos de grasa escapular e intersticial. Algunos autores consideran que es posible que el contenido de grasa de la carne esté relacionado con el manejo de la producción de los conejos; la dieta y la edad al sacrificio favorezcan la cantidad de grasa en la canal, lo cual coincide con el estudio realizado por Zason *et al.*, (1998), en donde se indica que la composición de la carne de conejo se ve afectada por la raza y su conformación anatómica; al avanzar la edad, la grasa corporal acumulada es mayor y menor el contenido de colágeno. De manera similar el sexo incrementa la grasa intramuscular, en los machos aumentan la concentración de grasa cuando la dieta excede en la proporción de energía (Virág *et al.*, 2008). Por otro lado, los resultados del efecto de la región y la localidad en el peso al sacrificio, peso canal y rendimiento, indican que no hay una diferencia en los valores obtenidos.

En los métodos empleados en la evaluación de la contaminación de las canales, ambos métodos evaluados demuestran que no hay diferencia estadística entre

ambos. Sin embargo el estudio sugiere que el muestreo de superficies puede ser una técnica asequible para la estimación de la carga microbiana de la canal en el monitoreo sanitario en rastros de tipo familiar.

En estudios realizados por Goñi *et al.*, (2004), y Viana *et al.*, (2011), refieren que la bacteria de MRSA infecta pequeñas lesiones e invade tejido subcutáneo; y que todas las infecciones de *S. aureus* tienen una apariencia clínica similar, con lesiones de pododermatitis y abscesos subcutáneos principalmente.

La transmisión de alta y baja virulencia de MRSA de cepas de hombre a conejo o entre conejos pueden ser directos o indirectos, a través de las jaulas, pelos o alimentos (Vancraeynest *et al.*, 2004; Hermans *et al.*, 1999; Viana *et al.*, 2007). La transmisión directa de las bacterias MRSA pueden producirse entre gazapos y heces, entre compañeros de camada y entre compañeros estables. La contaminación por patógenos es considerada importante en términos de salud alimentaria. Es comúnmente encontrarlo en la canal y los cortes, y la contaminación staphylococal puede o no resultar de lesiones. Las cepas de humanos probablemente estén presentes, especialmente si un alto nivel de manipulación está involucrado durante el proceso y si la higiene es deficiente. Sin embargo, ciertas cepas pueden colonizar el ambiente y contaminar la canal, los cortes y el equipo (Rodríguez *et al.*, 2006).

En este estudio también se determinaron otro tipo de *Staphylococcus* cuagualasa negativo (SCN) como *Staphylococcus epidermidis* 88.10%, *Staphylococcus xylosus* 9.05% seguido en menor cantidad de *Staphylococcus sciuri*, *Staphylococcus hominis*, *Staphylococcus lentus*, y *Staphylococcus cohnii* en menor porcentaje (0.48%). Por ser comensales de la piel, los SCN también son uno de los principales agentes etiológicos de las bacteriemias relacionadas infecciones intrahospitalarias. Asimismo, son responsables de infecciones asociadas al empleo de dispositivos protésicos, de abscesos superficiales y de infecciones en piel e infecciones oftalmológicas (Palecino, 2002).

Shimizu *et al.*, (1986) determinan la presencia de *Staphylococcus xylosus* y *Staphylococcus cohnii* en conejos, lo que indica que similitud con los resultados obtenidos en el estudio realizado. El *Staphylococcus sciuri*, es considerado un habitante común de humanos y animales; comúnmente se encuentra en los alimentos contaminados. Sin embargo se han incrementado las infecciones intrahospitalarias como endocarditis, peritonitis, infecciones urinarias, incluso se ha documentado como microorganismo resistente a los antibióticos (Dakié *et al.*, 2005). De igual manera Palavecino (2002), determina la presencia de *Staphylococcus hominis* como resistente a la oxacilina. *Staphylococcus xylosus* y *Staphylococcus cohnii* también tienen importancia en las infecciones intra hospitalarias (Predari, 2007), al igual que el *Staphylococcus epidermidis* son microorganismos aislados con mayor frecuencia, presentando resistencia a meticilina en el 74,5% de los casos (Gonzalez *et al.*, 2005).

Por lo anterior los SCN también presentan un problema prioritario en la salud pública. Al igual que MRSA los SCN pueden adquirir resistencia a los múltiples antibióticos lo que delimitaría los tratamientos en humanos y animales.

CONCLUSIONES

El sistema de producción cunicola del Valle de Toluca, es el sistema de traspatio seguido del semitecnificado.

En la clasificación de la canal con base en el peso al sacrificio, peso canal y rendimiento predomina la clasificación México extra.

El efecto del sexo y la edad no tienen relación en la composición nutrimental de la carne.

En el método de lavado y muestreo en superficie con hisopo para determinar la contaminación microbiológica de *S. aureus* no hubo diferencias; sin embargo se sugiere el muestreo en superficie.

De las 210 muestras que se analizaron se identificaron 0.95% como MRSA fenotípica y genotípicamente. El 90 % se identificaron como SCN por Api Staph.

LITERATURA CITADA

1. Al-Tarazi Y.H., Albetar M.A., Alaboudi A.R. 2009. Biotyping and enterotoxigenicity of Staphylococci isolated from fresh and frozen meat marketed in Jordan. *Food Research International* 42 (2009) 374–379
2. Abdalla M. A., Suliman S. E., Ahmed D. E., Bakhiet A.O. 2009. Estimation of bacterial contamination of indigenous bovine carcasses in Khartoum (Sudan) *African Journal of Microbiology Research* Vol. 3(12) pp. 882-886,
3. Acosta P.G.,Rodriguez A.G., Longoria R.E., Castro-M. M. E. 2012: Evaluación de cuatro métodos para la detección de Staphylococcus aureus meticilino-resistente de muestras clínicas en un hospital regional. 54, núm. 1, pp. 1-6.
4. AOAC. Official methods of analysis. 18th ed. Maryland, USA: Association of Official Analytical Chemist. 2012
5. Arriaga JCM, and Anaya OJP. 2014. Contribución de la producción animal en pequeña escala al desarrollo rural. Primera edición. Ed. Reverté ediciones, México D.F. 234 p.
6. Barrón CM, Herrera JG, Suárez EM, Zamora MM, Lemus C. 2004. Evaluación de características de canal en tres razas de conejos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 38, núm. 1, 2004, pp. 19-24.
7. Biomeieux apiweb. <http://210.242.211.31/servlet/Identify?action=prepareNew&stripId=5>
8. Bart N. Green B.N, Johnson C.D., Todd E.J., Michael Rosenthal PTM., Griffith DO E.A., Marion Willard E.M. 2012. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus: an overview for manual therapists. *Journal of Chiropractic Medicine* (2012) 11, 64–76
9. Braña V.D., Ramírez R.E., Rubio L.M.S. Sánchez E.A., Torrescano U.G., Arenas M.M.L., Partida P.J.A., Ponce A.E., Ríos R.G.F., 2011: Manual de Análisis de Calidad en Muestras de Carne Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal 1era. Ed. Querétaro, 2011

10. Clinical and Laboratory Standards Institute. Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; nineteenth informational supplement and approved standard M100-S19. Wayne, PA: CLSI; 2009.
11. Contreras, J.L., Rivera, J., Lopez, M., Losada, R., Soriano, R., Ambriz, D. y Arenas D. 2004. Reproductive rabbit parameters of backyard production in the urban and peri-urban space in Xochimilco region. 8th World rabbit congress pp. 1471-1475
12. Church D.C.; Pond W.G; Pond K.R.; 2006: Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Ed. Limusapag. 472 - 473
13. Comité Sistema Producto cunícula del Distrito Federal (2013): Plan rector
14. Cury K, Martínez A, Aguas Y, Olivero R: Caracterización de carne de conejo y producción de salchicha. Characterization of rabbit meat and sausage production (2011). Rev. Colombiana cienc. Anim. 3(2).
15. Cuny C, Friedrich A, Kozytska S, Layer F, Nübel U, Ohlsen K, Strommenger B, Walther B, Wieler L, Witte W. Emergence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in different animal species. Int J Med Microbiol. 2010;300(2-3):109-17.
16. Dakic I., Morrison D. 2 Dragana Vukovic´ D., Savic B., Shittu A., Jezek P., Hauschild T., Stepanovic S. 2005. Isolation and Molecular Characterization of *Staphylococcus sciuri* in the Hospital Environment. Journal of clinical microbiology; 43(6): 2782–2785
17. FAO. 2014 Calidad de la carne. Departamento de Agricultura y protección del Consumidor. División de Producción y Sanidad Animal.
18. Dalle Z.A., Szendrő Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. Department of Animal Science, University of Padova, Agripolis, 35020, Legnaro (PD), Italy . Meat Science 88 (2011) 319–331
19. Fosch S., Yones C., Trossero M., Grosso O., Nepote A. (2012): Portación nasal de *Staphylococcus aureus* en individuos de la comunidad: factores epidemiológicos.

20. Garza G.E., Joseph D.M., 2013: Changes in *Staphylococcus aureus* susceptibility across Latin America between 2004 and 2010. *The Brazilian Journal of infectious diseases* 2013; 17(1):13–19
21. García A.C. 2011. *Staphylococcus aureus* meticilino resistente adquirido en la comunidad *Acta Médica Peruana* 2011. 28(3):159-162.
22. Gonzales E., Antiparra R., Villarreal F. 2009. Aislamiento e identificación de una cepa de *Staphylococcus aureus* meticilino resistente y catalasa negativo. *An Fac med.* 2009;70(1):45-6
23. González L., Ramos A., González M., Nadal L., Leudis C.L., Morffi J., Garcés A., Vallin C. 2005. Frecuencia de Aislamientos de *Staphylococcus spp* Meticilina Resistente en el Hospital Pediátrico "William Soler". *Revista CENIC Ciencias Biológicas*, Vol. 36,
24. Goñi P., Vergara Y., Ruiz J., Albizu I., Vila J., Gómez L.R. 2004. Antibiotic resistance and epidemiological typing of *Staphylococcus aureus* strains from ovine and rabbit mastitis. *International Journal of Antimicrobial Agents* 23 (2004) 268–272
25. Hamdan P.A., Sainz E.T., Jaime Bustos M.J. 2014. Isolation of community-acquired methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in healthy carriers in a Mexican community. *International Journal of Infectious Diseases* 18 (2014) 22–26
26. Hermansa K., De Herdta P., Devriese L.A., Hendrickx W., Godard C., Haesebrouck F. 1999: Colonization of rabbits with *Staphylococcus aureus* in flocks with and without chronic staphylococcosis. *Veterinary Microbiology* 67. 37:46.
27. Hermida M, González M, Miranda M, Rodríguez-Otero JL. Mineral analysis in rabbit meat from Galicia (NW Spain). *Meat Sci* 2006; 73(4):635–639.
28. Hernández S.S., Zúñiga E.A., Sánchez O.I., Castro R.J., Román G.A., Santos L.E., 2007. Condiciones microbiológicas en el proceso de sacrificio en un rastro municipal del estado de Hidalgo, México. *Vet. Méx.*, 38 (2): 187-195.

29. Hernández, P. Enhancement of nutritional quality and safety in rabbit meat. 2008. 9th World Rabbit Congress pp 1287-1300
30. Jordá B.G., Marucci S.R., Guida M.A., Pires S.P, Manfredi A.E.2012. Portación y caracterización de *Staphylococcus aureus* en manipuladores de alimentos. *Revista Argentina de Microbiología* (2012) 44: 101-104
31. Leonard FC, Markey BK. Meticillin-resistant *Staphylococcus aureus* in animals: a review. *Vet J.* 2008;175(1):27-36
32. Lebas F, Coudert P, de Rochambeau H, Thébault RG. THE RABBIT Husbandry, health and production 1997. (INRA) Food and Agriculture Organization of the United Nations ISSN 1010-9021.
33. Li J, Wang L, Ip M, Sun M, Sun J, et al. (2013) Molecular and Clinical Characteristics of Clonal Complex 59 Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Infections in Mainland China. 8(8)
34. López V.M., Velázquez O.V., Alonso F.M.U., Díaz Z.S., Pulido G.G. 2011. Identificación de cepas de *Staphylococcus aureus* resistentes a la meticilina (ORSA/MRSA) y con resistencia borderline (BORSA) aisladas de vacas lecheras en el valle de Toluca. XXXV Congreso Nacional de Buiatría.
35. LOUIE L., MATSUMURA S.O., CHOI E., LOUIE M., SIMOR A. E. 2000. Evaluation of Three Rapid Methods for Detection of Methicillin Resistance in *Staphylococcus aureus*. *Journal of clinical microbiology*, 2000; 38(6) 2170–2173
36. Lukefahr SD. Strategies for the development of small and médium scale rabbis farming in south East Asia. 2007 *Livestock Research for Rural Development*. 18:3452-3458.
37. Lukefahr SD. Curso avanzado de cunicultura. Manual de proyectos de cunicultura. 1998 Primer congreso de Cunicultuta de las Américas, Colegio de postgraduados. México 133p.
38. NORMA Oficial Mexicana NOM033SAG/ZOO2014, Métodos para dar muerte a los animales domésticos y silvestres.

39. Norma Oficial Mexicana Nom-109-SSA1-1994, Bienes y servicios, procedimientos para la toma, manejo y transporte de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
40. NMX-FF-105-SCFI-2005 Productos Pecuarios – Carne de Conejo en Canal – Clasificación
41. Norma oficial mexicana nom-110-ssa1-1994, bienes y servicios. Preparación y dilución de muestras de alimentos para su análisis microbiológico.
42. Malavé A.A., Córdova R.L., García R.A., Méndez J.T. 2013. Composición bromatológica de la carne de conejos suplementados con mataratón y cachaza de palma Aceitera. Revista MVZ Córdoba, vol. 18, núm. 2, mayo-agosto, 2013, pp. 3452-3458 Universidad de Córdoba
43. Manjarrez L.A.M., Díaz Z.S., Salazar G.F., Valladares C.B., Gutiérrez C.A.C., Barbabosa P.A., Talavera R.M., Alonso F.M.U., Velázquez O.V. 2012: Identificación de biotipos de *Staphylococcus aureus* en vacas lecheras de producción familiar con mastitis subclínica en la región centro-este del Estado de México. 12;3(2):265-274
44. Maltin C, Balcerzak D, Tilley R, y Delday M. Determinants of meat quality: tenderness 2003. Proceedings of the Nutrition Society (2003), 62, 337–347
45. Meulemans L., Hermans K., Duchateau L., Haesebrouck F. 2007. High and low virulence *Staphylococcus aureus* strains in a rabbit skin infection model. Veterinary Microbiology 125 (2007) 333–340
46. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala. Manual de procedimientos para muestreo microbiológico en establecimientos certificados. Sistema Oficial de Inspección de Carnes – SOIC. Dirección de Inocuidad de los Alimentos, Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones. 2ª. Edición, Guatemala, Guatemala. 2004
47. Morales, M.M.G., Ruiz de Chávez R. C.G. 2005: Diferencias en la resistencia a los antimicrobianos de cepas de *staphylococcus aureus* obtenidas de diversas fuentes de aislamiento.

48. Monecke S, Coombs G, Shore AC, Coleman DC, Akpaka P, et al. (2011) A Field Guide to Pandemic, Epidemic and Sporadic Clones of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus*. PLoS ONE 6(4): e17936.
49. Official Journal of the European Communities 2001. Directive 64/433/EEC on health conditions for the production and marketing of fresh meat. L 165/48.
50. Official Journal of the European Communities. 2001. Directive 71/118/EEC on health problems affecting the production and placing on the market of fresh poultry meat. L 165/48.
51. Olivares PR, Gómez CM, Schwentesius RR, Carrera CB. Alternativas a la producción y mercadeo para la carne de conejo en Tlaxcala, México. Región y Sociedad. 2009, vol. XXI, núm. 46, pp. 191-207, El Colegio de Sonora México
52. Ortega C., Simón M.C., Alonso J.L., Mateo A., 2009. Caracterización y riesgos para la salud pública de la antibiorresistencia de *Staphylococcus aureus* en la cunicultura intensiva. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 2009, 28 (3), 1119-1128
53. Ortiz HJA, Rubio LMS. Effect of breed and sex on rabbit carcass yield and meat quality. 2001 World Rabbit Science, vol. 9 (2), 51-56.
54. Oscar Hernández Betancourt, Yaidimi Ulloa Cuesta, Douglas del Río Méndez, María del Carmen Galdós 2005. *Staphylococcus aureus* y su identificación en los laboratorios microbiológicos. Archivo Médico de Camagüey. 9:1.
55. Osechas D, Becerra SLM. 2006 Producción y mercadeo de carne de conejo en el estado trujillo, Venezuela. Revista Científica. XVI(2):129-135
56. Palecino, R.E. 2002. Métodos recomendados para el estudio de susceptibilidad en *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus coagulans* negativa y *Staphylococcus saprophyticus*: Nuevos puntos de corte e interpretación de resultados. Rev Chil Infect (2002); 19 (Supl. 2): S 119-124

57. Pérez M.M., Betancourt A.M.A. 2010. Coccidiosis hepática en el conejo: aspectos ambientales y clínico-patológicos *Ciencia Ergo Sum.* 17(3): 269-276,
58. Pérez M.I., Sosa T.I., Lugo M.S., Hernández R.A., Castillo R.R. 2010. Análisis de la situación epidemiológica en una colonia de producción intensiva de conejos para la experimentación entre 1993 e 2007. *REDVET.* 2010. 11(2):1-22.
59. Pérez AML, Morón FO, Gallardo N, Vila V, Arzalluz FM, Pietrosevoli S. 2009. Caracterización anatómica y física de los músculos del conejo. *Revista Científica*, XIX.2:134-138,
60. Programa de Desarrollo Regional 2006 – 2011. Macro Región I Centro Toluca, Región VII Lerma. Gobierno del Estado de México.
61. Pascual M, Pla M. 2007. Changes in carcass composition and meat quality when selecting rabbits for growth rate. *Meat Science* 2007. 77:474–481
62. Predaril S.C. 2007. Estafilococos coagulasa negativos: el enemigo silente. *Revista Argentina de Microbiología* (2007) 39: 1-3
63. Quiros E. M.1, Diana Rosa Fernández R.D.R., Barrios R.B., Milián V.M.P., Cisneros N. Y., Lucía Noa Justafe L. 2013. Las oxazolidinonas como alternativa en el tratamiento del *Staphylococcus aureus* multirresistente. *MediSur. Cuba* 11:159-166
64. Rodríguez C.J. (2006): Calidad Microbiológica de la Carne de Conejo y Estimación de la Eficacia de Algunos Tratamientos Tecnológicos de Conservación. Universidad de León Depto. de Higiene y Tecnología de los Alimentos.
65. Rodríguez C.J.M., García L.I., Santos J.A., Otero A., García L.M.L. 2006. Molecular and phenotypic typing of *Staphylococcus aureus* isolates from rabbit meat. *Research in Microbiology* 157 (2006) 496–502
66. Rosas, P.N. 2013. Demanda actual y potencial de la carne de conejo en el municipio de Texcoco, Estado de México. Tesis maestría. Colegio de

Posgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
Campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

67. SAGARPA 2006. Sala de prensa Curso taller de cunicultura. Centro Nacional de Cunicultura de Irapuato, Guanajuato. Abril 2006
68. SAGARPA 2015 Sala de prensa. impulsa la cunicultura como alternativa alimentaria y generadora de empleos en el campo. 2015. León, Gto., miércoles 14 de enero de 2015
69. SAGARPA.2012: Delegación en el Estado de México comunicación social
70. SAGARPA 2014 Sala de prensa. impulsa la cunicultura como alternativa alimentaria y generadora de empleos en el campo. 2015. León, Gto., miércoles 14 de enero de 2015
71. Shimizu A., Kawano J., Kimura S. 1986. Phage Typing of Coagulase-negative Staphylococci Isolated from various animals and human in Japan. Jpn. J. Vet. Sci. 49(2): 207-215
72. Simonova M.P., Chrastinova L., Mojto J., Laukova A., Szabova R., Rafay J. 2010. Quality of rabbit meat and phyto-additives. Czech J. Food Sci., 28: 161–167.
73. Sowash M.G. and Uhlemann C.A. 2014. Community-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Case Studies. Community-Associated Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Case Studies. *Methods Mol Biol.* 2014; 1085: 25–69.
74. The Center for Food Security and Public Health. 2011. Staphylococcus aureus resistente a la meticilina. Iowa State University 2011.
75. Tibavizco D., Rodríguez J.Y., Silva E., Cuervo S.I., Cortes J.A. 2007. Enfoque terapéutico de la bacteriemia por Staphylococcus aureus. *Biomédica* 2007;27:294-307
76. Thompson P, Harris C, Holt D y Pajor EA. Livestock welfare product claims: The emerging social context. 2007. *J. Amin. Sci.*, 85:2354-2360

77. Velázquez M.M. 2005. Surgimiento y diseminación de *Staphylococcus aureus* meticilinorresistente. *Salud Pública de México*, 47: 381-387.
78. Viana D, Selva L, Callanan JJ, Guerrero I, Ferrián S, Corp JM 2011. Strains of *Staphylococcus aureus* and pathology associated with chronic suppurative mastitis in rabbits. journal homepage: www.elsevier.com/locate/tvj |
79. Yasser H. Al-Tarazi, Mohamad A. Albetar b, Akram R. Alaboudi 2009. Biotyping and enterotoxigenicity of *Staphylococci* isolated from fresh and frozen meat marketed in Jordan. journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodres 10032015:10:35
80. Vancaeynest D., Hermans K., Martel A., Vaneechoutte M., Devriese L.A., Haesebrouck F. 2004. Antimicrobial resistance and resistance genes in *Staphylococcus aureus* strains from rabbits. *Veterinary Microbiology*. 2004. 10(1): 245–251
81. Uhlemann A.C., Otto M., Lowy F.D., De Leo F.R. 2014. Evolution of community- and healthcare-associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Infect Genet Evol.* 2014.21: 563–574.
82. Velázquez M.M.E. 2005. Surgimiento y diseminación de *Staphylococcus aureus* meticilinorresistente *Salud Pública de México*, vol. 47, núm. 5, septiembre-octubre, 2005, pp. 381-387.
83. Viana D., Selva L., Segura P., Penadés J.R., Corpa J.M. 2007. Genotypic characterization of *Staphylococcus aureus* strains isolated from rabbit lesions. *Veterinary Microbiology* 121 (2007) 288–298
84. Virág GY, Eiben CS, Tóth T, Schmidt J. 2008. Colour and pH of rabbit meat and fat deposits as affected by the source and dose of dietary vitamin E supplementation *Meat Quality and Safety* K p1467. 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona – Italy

ANEXOS

ANEXO 1. MÉTODO DE 0.5 MCFARLAND

- a) Agregar .5mL de 0.048 mol/L de BaCl_2 (1.175% w/v $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) a 99.5 mL de 0.18 mol/L de H_2SO_4 (1% v/v), en constante agitación hasta obtener una suspensión.
- b) Verificar la correcta densidad de la turbidez mediante la medición de la absorbancia en un espectrofotómetro. La absorbancia a 625nm debería de ser 0.08 a 0.13 para el standard de McFarland.
- c) Transferir la suspensión de sulfato de bario en alícuotas de 4 a 6 mL.
- d) Guardar los tubos en un lugar oscuro a temperatura ambiente.
- e) Antes de cada uso mezcla vigorosamente la solución.
- f) Verificar cada mes la densidad.

ANEXO 2 THERMO SCIENTIFIC GENEJET GENOMIC DNA PURIFICATION KIT

Buffer de lisis:

20mM Tris-HCl (pH 8.0)

2mM EDTA

1.2% Triton X-100

Lisozima 20mg/mL agregar inmediatamente antes de usarse.

1. Colocar 2×10^9 de células bacterianas en un tubo de 2mL y centrifugar por 10 min a 5000 x g. Desechar el sobrenadante.
2. Resuspender el pellet en 180µL del buffer de lisis e incubarlo por 30 min a 37°C.
3. Agregar 200µL de la solución de lisis y 20µL de proteinasa K, mezclar con vortex obteniendo una suspensión uniforme.
4. Incubar la muestra a 56°C, vortex ocasionalmente hasta que las células sean completamente lisadas (~30 min).
5. Agregar 20µL de RNase A, mezclar con vortex e incubar a temperatura ambiente por 10 min.
6. Agregar 400µL de etanol 50% y mezclar.
7. Transferir el lisado al tubo en columna del kit. Centrifugar por 1 min a 6000 x g. Descartar el tubo de colección conteniendo el líquido y pasar la columna dentro de un tubo nuevo.
8. Agregar 500µL de buffer de lavado I (con el etanol agregado). Centrifugar por 1 min a 8000 x g.
9. Agregar 500µL de buffer de lavado II. Centrifugar por 3 min a más de 12000 x g. Opcional si quedan residuos centrifugar por 1 min a 13 000 x g y cambiar de tubo.
10. Agregar 200µL de buffer de elución en el centro de la membrana. Incubar por 2 min a temperatura ambiente y centrifugar por 1 min a 8000 xg.