



FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y
BIOLÓGICAS
CARRERA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA
Y ZOOTECNIA

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL
ALIMENTO BALANCEADO PARA CUYES DE CRIANZA
INTENSIVA EN LIMA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Presentado por:
Gladys Manuela Icochea Vigil

Asesor
Siever Miguel Morales Cauti

Lima - Perú

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 17 de agosto de 2020.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dra. CONNIE GALLARDO VELA
Miembro: Ing. Zoot. LILIA CHAUCA FRANCIA
Miembro: M.V.Z. DANTE ALFREDO MEZA RUIZ

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL ALIMENTO BALANCEADO PARA CUYES DE CRIANZA INTENSIVA EN LIMA, 2019.”

Presentada por la bachiller:

GLADYS MANUELA ICOCHEA VIGIL

Para optar el Título Profesional de **Médico Veterinario y Zootecnista**

Asesorada por: **Mg. SIEVER MIGUEL MORALES CAUTI**

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño de la tesista de la carrera de **Medicina Veterinaria y Zootecnia** en la sustentación, concluyen de manera unánime (--) por mayoría simple (x) calificar a:

Tesista: GLADYS MANUELA ICOCHEA VIGIL	Nota (en letras): Diecisiete		
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ()	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.



Dra. CONNIE GALLARDO VELA
Presidente



Mg. SIEVER MIGUEL MORALES CAUTI
Asesor



Ing. Zoot. LILIA CHAUCA FRANCIA
Miembro 1



M.V.Z. DANTE ALFREDO MEZA RUIZ
Miembro 2

Determinación de la calidad microbiológica del alimento balanceado para cuyes de crianza intensiva en Lima, 2019

Gladys Icochea-Vigil¹; Siever Morales-Cauti^{1,2}

¹Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

²Email: sieverm@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la calidad microbiológica del alimento balanceado para cuyes que se distribuye en Lima Metropolitana, según los límites permisibles para aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras tomando como referencia la Norma Técnica Colombiana NTC 3697, establecida por el ICA. Se recolectaron 60 muestras de alimento balanceado para cuyes de 7 empresas ubicadas en los distritos de Lurín, Ate, Huachipa, Pachacamac y Puente Piedra. Se hizo el análisis microbiológico según el método de recuento en placa para microorganismos mesófilos aerobios, mohos y levaduras, y el método de número más probable para coliformes totales. Los resultados reportaron, 98.33% y 11.7% de las muestras analizadas superaron el límite permisible para mesófilos aerobios y coliformes totales, respectivamente. Además, se encontró la presencia de mohos y levaduras por debajo del límite permisible. Se concluye que los alimentos balanceados para cuyes de las empresas evaluadas, mostraron niveles de microorganismos mesófilos aerobios y coliformes totales mayores al límite permisible.

Palabras clave: análisis microbiológico, límite permisible, alimento balanceado, cuyes.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the microbiological quality of the balanced feed for guinea pigs that is distributed in Metropolitan Lima, according to the permissible limits for mesophilic aerobes, total coliforms, molds and yeasts, taking as a reference the Colombian Technical Standard NTC 3697, established by the ICA. 60 samples of balanced feed for guinea pigs were collected from 7 companies located in the districts of Lurín, Ate, Huachipa, Pachacamac and Puente Piedra. The microbiological analysis was done according to the plate count method for aerobic mesophilic microorganisms, molds and yeasts, and the most probable number method for total coliforms. The results reported, 98.33% and 11.7% of the analyzed samples exceeded the permissible limit for aerobic mesophiles and total coliforms, respectively. In addition, the presence of molds and yeasts was found below the permissible limit. It is concluded that the balanced feeds for guinea pigs of the evaluated companies, showed levels of aerobic mesophilic microorganisms and total coliforms greater than the permissible limit.

Keywords: microbiological analysis, permissible limit, balanced food, guinea pigs

INTRODUCCIÓN

La crianza intensiva de cuyes utiliza un sistema de alimentación basado principalmente en alimento balanceado, que favorece el crecimiento, reproducción y logro rápido del peso comercial, cumpliendo con las exigencias del mercado (Chauca, 1997). El alimento balanceado para cuyes, es una ración de nutrientes requeridos en cantidad y proporción adecuada para satisfacer las necesidades fisiológicas del animal (NRC, 1995).

La elaboración del alimento presenta varios puntos críticos que ponen en riesgo su inocuidad, desde la recepción y el almacenamiento de la materia prima, hasta la comercialización del producto final (FAO, 2014). Por lo que, las empresas que los producen deben poseer diferentes requisitos para la elaboración del alimento balanceado; como el manual de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), Plan de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) y un Plan Interno de Rastreabilidad, que disminuyan la exposición con microorganismos nocivos que puedan causar enfermedades en los animales (SENASA, 2011). Sin embargo; estos alimentos son muy susceptibles a sufrir contaminación microbiana, debido a que son permanentemente manipulados en su elaboración; poniendo en peligro la salud de los animales, sobre todo de crías y hembras gestantes, ocasionando brotes de morbilidad y mortalidad en los galpones, dañando la economía de los sistemas de producción, y generando también un riesgo potencial para la salud humana (Chauca, 1997).

La calidad microbiológica de los alimentos es determinada por microorganismos denominados indicadores microbiológicos; siendo estos, los mesófilos aerobios, coliformes totales, mohos y levaduras (Codex Alimentarius, 1995). Estos indicadores sirven para determinar la inocuidad que poseen los alimentos y su calidad sanitaria, mostrando para cada uno de estos indicadores, límites permisibles, como los declarados para algunas especies “mesófilos aerobios 10×10^3 UFC/g, coliformes totales 460 NMP/g, y mohos y levaduras 50×10^2 UFC/g” (ICA, 1999); límites usados en esta investigación ante la ausencia de estándares nacionales.

Los mesófilos aerobios son microorganismos que se desarrollan en presencia de oxígeno a temperaturas entre 20°C y 45°C, un recuento total de este en el alimento, nos estima el recuento total de carga microbiana, el uso de materia prima contaminada o de un procesamiento insatisfactorio y la posible presencia de microorganismos potencialmente patógenos (Schiraldi y De Rosa, 2014); los coliformes totales son bacilos gramnegativos anaerobios facultativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas (Pérez, 2014). Estos microorganismos al ser consumidos en el alimento producen enfermedades gastroentéricas, disminuye las defensas y aumenta la susceptibilidad a otras infecciones para los animales que lo consumen (Pérez, 2014). Finalmente, los mohos y levaduras son organismos eucariotas que producen metabolitos secundarios llamados micotoxinas, estos pueden contaminar las materias primas y el alimento final generando un grupo de enfermedades y trastornos para los animales que lo consumen (Soriano, 2015).

Estos indicadores microbiológicos de inocuidad y calidad han sido estudiados en diferentes alimentos balanceados para diferentes especies como aves, ratas, ratones, cerdos y entre otros; reportándose la presencia de estos en niveles que superan el límite máximo permisible recomendado; para mesófilos aerobios 13.4 %; para coliformes totales entre 22 % y 40%, para mohos y levaduras 40%; y además la presencia de micotoxinas como aflatoxinas y zearalenonas (Masdeu *et al.*, 2004; Argenti *et al.*, 2005; Luna, 2007; Cayro, 2013).

Por lo que, es importante determinar la calidad microbiológica del alimento balanceado para consumo animal según los límites permisibles de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras, ya que nos permite garantizar la inocuidad del alimento y proteger la salud de los animales que lo consumen.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio

Las muestras de alimento fueron tomadas de empresas productoras de alimento balanceado para cuyes, ubicadas dentro de Lima Metropolitana en los distritos de Lurín (2), Ate (1), Huachipa (1), Pachacamac (2) y Puente Piedra (1) con una temperatura que varió de 15 °C a 27°C y humedad relativa promedio de 77% (SENAMHI, 2019). El muestreo se realizó entre los meses de febrero y agosto de 2019. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de microbiología de la Universidad Científica del Sur, ubicada en Villa el Salvador, Lima.

Población y Muestra

Se tomaron 60 muestras de alimento balanceado para cuyes de 7 empresas de Lima Metropolitana. Cada muestra fue de 1kg de alimento en expendio, que se colectó en la misma empresa productora, considerando en el muestreo el alimento destinado para la etapa de inicio, crecimiento, engorde y reproducción, sea su forma de presentación, polvo o pellets. Se procedió a tomar 3 muestreos asegurándose que cada una de las muestras correspondiera a diferentes lotes, con ello neutralizar la contaminación cruzada. Las muestras se procesaron dentro de las 24 horas luego del muestreo.

Diseño de Investigación

La investigación es observacional descriptiva, ya que mostrará si las muestras analizadas superan el límite máximo permisible para microorganismos indicadores de calidad microbiológica, y transversal, ya que esta investigación comparará determinadas características del alimento en un mismo período de tiempo. Siendo la unidad experimental el alimento balanceado para cuyes.

Procedimiento metodológico

Toma de muestra. Se tomó una muestra elemental por saco (3 sacos por lote) elegido al azar. Las muestras elementales se mezclaron para formar una sola muestra global representativa de 4kg, esta muestra fue finalmente reducida a 1 kg y posteriormente transportada al laboratorio en un cooler a 4°C. Los sacos escogidos se colocaron horizontalmente para la toma de muestra (SENASA, 2017).

Preparación de la muestra. Con una espátula se tomó 10 g de alimento, luego se trituró este alimento en un mortero y se añadió 90 mL de agua peptonada al 1%. Después, en un agitador vórtex se homogenizó la muestra preparada por 30 segundos convirtiéndose esta en la dilución 10^{-1} . Por último, en un tubo falcon se añadió con una micropipeta 1 mL de la dilución anterior (10^{-1}) y se le agregó 9 mL de agua peptonada para que llegue a una dilución de 10^{-2} , se homogenizó y se repitió este procedimiento tres veces más hasta llegar a la dilución 10^{-5} , obteniéndose en total, diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} . Siguiendo las recomendaciones de Da Silva *et al.* (2013).

Recuento de Mesófilos Aerobios. Se realizó el recuento de microorganismos aerobios mesófilos según la técnica de recuento en placa (Da Silva *et al.*, 2013). Con una micropipeta se transfirió 1 mL de la dilución 10^{-1} preparada anteriormente, en placas de Petri estériles por pareado, 1mL en cada una, se les agregó 10 mL de Plate Count Agar (PCA) a cada una, enfriado a 44°C - 47°C. Se mezcló el inóculo con el agar por rotación suave de la placa de Petri. Se tapó y se dejó solidificar a temperatura ambiente. Después, se vertió 10 mL de PCA a 44 – 47°C para cubrir la superficie del medio inoculado. Se repitió el mismo procedimiento usando las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} . Finalmente, se invierten las placas y se incuban en la estufa a 37°C por 24 h.

Recuento de Mohos y Levaduras. Se realizó el recuento de microorganismos mohos y levaduras según la técnica de recuento en placa (Da Silva *et al.*, 2013). Con una micropipeta se transfirió 1 mL de la dilución 10^{-1} preparada anteriormente, en placas de Petri estériles por pareado, 1mL en cada una, se les agregó 10 mL de Agar Sabouraud a cada una, enfriado a 44°C – 47°C. Se mezcló el inóculo con el agar por rotación suave de la placa de Petri. Se tapó y se dejó solidificar a

temperatura ambiente. Después, se vertió 10 mL de Agar Sabouraud a 44 – 47°C para cubrir la superficie del medio inoculado. Se repitió el mismo procedimiento usando las diluciones 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} . Finalmente, se invierten las placas y se incuban en la estufa a 37°C por 72 h.

Recuento de Coliformes Totales. Se realizó el recuento de microorganismos coliformes totales según el método de número más probable (Da Silva *et al.*, 2013).

Prueba presuntiva de microorganismos coliformes totales. Con una micropipeta se transfirió 1mL de la dilución 10^{-1} preparada anteriormente, en 3 tubos de 16 x 150 mm que contenían 9 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sodio y una Campana de Durham. Se repitió el mismo procedimiento con las diluciones 10^{-2} y 10^{-3} . Se homogenizo y se incubó durante 24 h a 37°C. Luego de la incubación, los que presentaron crecimiento bacteriano y producción de gas, se tomaron como positivos.

Prueba confirmativa de microorganismos coliformes totales. Con una micropipeta se transfirió 1mL de cada tubo positivo a otro tubo de 16 x 150 mm que contenía 9mL de Caldo Bilis Verde Brillante y una Campana de Durham. Se homogenizó y se incubó a 37°C durante 24 h. Luego de la incubación, los que presentaron crecimiento bacteriano y producción de gas, se tomaron como positivos.

Análisis estadístico

Los datos de la variable recuento microbiológico se analizaron con la prueba de Shapiro- Wilk para determinar su normalidad. Para determinar diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las empresas y tipo de alimento en relación a cada recuento microbiológico, se utilizó la prueba de Kruskal –Wallis, y para la variable forma de presentación en relación a cada recuento microbiológico ($p < 0.05$), se utilizó la prueba Kolmogorov – Smirnov para 2 muestras, mediante el paquete estadístico STATA 15.0.

RESULTADOS

En el Cuadro 1, se muestra el número promedio de microorganismos en el alimento balanceado para cuyes de siete empresas de Lima Metropolitana, según tipo de alimento y forma de presentación. El recuento de microorganismos mesófilos aerobios mostró para todas las empresas niveles mayores al límite permisible (10×10^3 UFC/g), y la presencia de mohos y levaduras por debajo del límite permisible (50×10^2 UFC/g). También se observa que, en dos empresas, B y C, el alimento para el tipo de reproducción supera el límite permisible (460 NMP/g) para coliformes totales, 461 y 526.7 NMP/g, respectivamente.

Cuadro 1. Promedio de microorganismos en alimento balanceado para cuyes de siete empresas de Lima, según tipo de alimento y forma de presentación

Empresa (n = 60)	Tipo de alimento	Forma de presentación	Indicadores		
			Mesófilos Aerobios* (10×10^3 UFC/g)	Mohos y Levaduras (50×10^2 UFC/g)	Coliformes Totales (460 NMP/g)
A	Inicio	Pellets	$3,833.3 \times 10^3$	7	14.0
	Crecimiento	Pellets	$2,471.7 \times 10^3$	4	16.5
		Polvo	343.3×10^3	767	382.0
	Engorde	Pellets	$1,656.7 \times 10^3$	1	370.7
		Polvo	$1,726.7 \times 10^3$	2093	375.5
	Reproducción	Pellets	$4,466.7 \times 10^3$	1	11.7
		Polvo	$1,466.7 \times 10^3$	570	454.3
	B	Crecimiento	Polvo	$2,616.7 \times 10^3$	77
Engorde		Polvo	$10,150.0 \times 10^3$	50	234.5
Reproducción		Polvo	$5,780.0 \times 10^3$	43	461.0*
C	Crecimiento	Polvo	15.7×10^3	27	88.7
	Engorde	Polvo	553.3×10^3	17	241.0
	Reproducción	Polvo	340.0×10^3	90	526.7*
D	Crecimiento	Pellets	24.7×10^3	4	377.4
		Polvo	845.7×10^3	4	164.1
	Reproducción	Polvo	846.7×10^3	9	164.1
E	Engorde	Pellets	336.7×10^3	4	16.3
	Reproducción	Pellets	553.3×10^3	14	16.5
F	Engorde	Pellets	490.0×10^3	13	167.7
G	Engorde	Polvo	56.0×10^3	634	33.7

* Muestras que sobrepasan el límite permisible

En el Cuadro 2, se observa que el recuento microbiológico según presenta que el promedio de mesófilos aerobios del alimento en polvo ($2,061.7 \times 10^3$), es mayor que el alimento en pellets ($1,729.1 \times 10^3$), no existiendo diferencias estadísticas significativas entre ambos. Para el caso de mohos y levaduras, y coliformes totales; se aprecia que el promedio de microorganismos es menor en pellets, existiendo diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$).

Cuadro 2. Cantidad promedio de microorganismos indicadores hallados según forma de presentación

Forma de presentación (n = 60)	Indicadores		
	Mesófilos Aerobios	Mohos y Levaduras*	Coliformes Totales*
Pellets (24)	$1,729.1 \times 10^3$	6	123.9
Polvo (36)	$2,061.7 \times 10^3$	365	290.1

* Existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

En el cuadro 3, se observa que los alimentos analizados de las siete empresas presentaron diferencias importantes entre ellas. Los alimentos procedentes de las empresas A y B presentaron los mayores promedios de microorganismos mesófilos aerobios respecto a los demás, y la empresa G fue la empresa con menor promedio de microorganismos mesófilos aerobios ($p > 0.05$).

Con relación al promedio de mohos y levaduras, las empresas A y G tuvieron los mayores promedios, con diferencias estadísticas significativas. Y en el caso de coliformes totales las empresas E y G tuvieron el menor promedio, sin diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 3. Cantidad promedio de microorganismos indicadores hallados por empresa

Empresa (n = 60)	Indicadores		
	Mesófilos Aerobios	Mohos y Levaduras	Coliformes Totales
A	2,280.7 x10 ³	492 ^a	232.1
B	6,182.2 x10 ³	57 ^b	350.7
C	303.0 x10 ³	44 ^b	285.4
D	572.3 x10 ³	6 ^b	235.2
E	445.0 x10 ³	9 ^b	16.4
F	490.0 x10 ³	13 ^b	167.7
G	56.0 x10 ³	634 ^a	33.7

^{a, b} Existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

DISCUSIÓN

El alimento balanceado para cuyes evaluado de diferentes empresas de Lima Metropolitana, reportó niveles de contaminación para mesófilos aerobios y coliformes totales, mayores al límite permisible (10×10^3 UFC/g y 460 NMP/g, respectivamente); sin embargo, para mohos y levaduras, si bien se ha encontrado presencia de este indicador, este no supera el límite permisible establecido por el ICA (50×10^2 UFC/g). A nivel nacional no se ha establecido los límites permisibles para estos microorganismos en el alimento balanceado para cuyes; por lo que se tomó los valores microbiológicos referenciales de calidad e inocuidad del ICA del alimento completo de conejos para su comparación, por ser un herbívoro monogástrico con fermentación post gástrica y misma capacidad digestiva, además de poseer una dieta con materias primas similares (maíz molido, afrecho de trigo y torta de soya) (NRC, 1977).

Para la variable empresa, en el presente estudio no se encontró diferencia estadística significativa en el recuento de mesófilos aerobios y coliformes totales; sin embargo, para el recuento de mohos y levaduras si se encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre las empresas A y G respecto de las demás evaluadas. Por otro lado, los tres tipos de indicadores microbiológicos han sido encontrados en todos los alimentos evaluados con diferentes niveles de contaminación, mostrando posibles debilidades en el uso de materia prima, envases o equipos con contaminación microbiana (Espíritu y Ucañay, 2017).

En cambio, el recuento microbiológico según forma de presentación del alimento balanceado sí tiene diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$) entre la presentación en polvo y pellets, conteniendo la presentación en polvo mayor carga microbiana para coliformes totales, mohos y levaduras, pero no significativas para el recuento de mesófilos aerobios ($p > 0.05$). En general, la menor presencia de microorganismos indicadores en el alimento en pellets, se debe al proceso de peletizado, ya que al exponer los alimentos durante 30-45 segundos a temperaturas altas que van de 60 a 70° C, gelatinizan el alimento de manera que puede ser mejor utilizado por los animales y disminuyen los niveles de microorganismos en el alimento (Agrowaste, 2012; Guzmán y Molano, 2019). Cabe precisar que las altas temperaturas en la elaboración de pellets si bien garantizan, una menor carga microbiana, no eximen de la presencia de microorganismos; así lo demuestran Huaman *et al* (1995), al comparar alimentos en polvo con pellets, afirman que no se puede considerar al peletizado totalmente bactericida, y que es posible una nueva contaminación bacteriana.

Los resultados también reportan que, según el tipo de alimento, no existen diferencias estadísticas significativas de carga microbiana. Esto puede deberse a que los alimentos elaborados según tipo de alimento, utilizan normalmente los mismos lotes de materia prima; y al parecer la diferencia en cantidad y proporción de estos, no influye categóricamente en la mayor o la menor proliferación de estos indicadores microbiológicos reportados.

En el recuento total de mesófilos aerobios, 98.33% (59/60) de las muestras analizadas superaron el límite permisible (10×10^3 UFC/g) según la Norma Técnica Colombiana NTC 3697 (ICA, 1999), siendo más alto, que los encontrados por otros estudios que reportan que el 13%, 37.9% y 77.78% de sus muestras analizadas superaron el límite permisible en alimentos balanceados para aves, ratas y ratones (Masdeu *et al.*, 2004; Luna, 2007; Cayro, 2013).

Este recuento alto en el alimento balanceado de este estudio, podría deberse a la contaminación de la materia prima utilizada, deficiencia en la elaboración o a la mala higiene de los equipos y utensilios usados, así como del manipulador de los alimentos, contribuyendo a la mayor contaminación (Schiraldi y De Rosa, 2014). Masdeu *et al.* (2004), reporta una correspondencia entre la presencia de microorganismos de la materia prima y del producto final. Las materias primas utilizadas en la elaboración del alimento balanceado para cuyes son principalmente el maíz molido, afrecho de trigo y torta de soya, insumos susceptibles a contaminación microbiana por su composición química (alto contenido en proteínas), favorable para la proliferación de bacterias (PAHO/WHO, 2020).

Otro factor importante, es que en algunas empresas se observó la presencia de la *Musca domestica*, este insecto podría estar influyendo en la contaminación, ya que es considerado vector mecánico de microorganismos, entre ellos, patógenos como *Salmonella* spp, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli* (Béjar V *et al.*, 2006; Bastidas *et al.*, 2010).

En el recuento de coliformes totales, 11.7% (7/60) de las muestras analizadas superaron el límite permisible y 10% (6/60) estuvieron próximas al límite (460 NMP/g) según la Norma Técnica Colombiana NTC 3697 (ICA, 1999). Estos resultados podrían ser producto de la contaminación a nivel de insumos, proceso de elaboración (contaminación cruzada por equipos, utensilios, y envases) o en el pos proceso (manipulación, exposición al ambiente en la venta) (ANMAT, 2004).

Además, en relación a los coliformes totales, el 11.7% de las muestras que superaron el límite permisible, fueron menores a los reportados por Masdeu *et al.* (2004) y Luna (2007), donde

el 100% de las muestras analizadas superaron el límite permisible en alimentos balanceados para aves y 40% para ratas y ratones, respectivamente. Otros estudios de alimentos para cerdos y pollos de engorde, presentaron *E. coli* entre 1% y 52.78% de las muestras evaluadas (Cayro, 2013; Barrientos *et al.*, 2018).

Es positivo que el alimento suministrado mantenga niveles de coliformes debajo del límite permisible y así garantizar la salud del animal, ya que estos microorganismos al ser ingeridos con el alimento representan un riesgo para enfermedades gastroentéricas, disminuyen las defensas del animal, y aumentan la susceptibilidad a otras infecciones, como parte de los complejos infecciosos (Pérez, 2014). El principal microorganismo de este grupo es la *Escherichia Coli* por ser altamente patógena en el cuy, especialmente en las crías o animales jóvenes; esto coincide con algunos estudios que reportan a la *Escherichia coli* como agente único o en asociación a otro agente infeccioso, en la mayor frecuencia de bacterias patógenas aisladas en gazapos muertos (40.84%) (Chuquizuta y Morales, 2016); así como otros estudios evidencian la incidencia de *Escherichia coli* entre 12% y 41% en animales enfermos evaluados (Garcés, 2015; Tirira y Torres, 2017; Benavides y Díaz, 2018).

El recuento de mohos y levaduras en los alimentos evaluados en el presente estudio, determinó valores permisibles (50×10^2 UFC/g) según la Norma Técnica Colombiana NTC 3697 (ICA, 1999). Estos resultados son similares con los encontrados por Argenti *et al.* (2005), quienes encontraron presencia de mohos y levaduras en cantidades por debajo del nivel de riesgo en el alimento comercial que se distribuye para aves y cerdos. La presencia de baja cantidad de mohos y levaduras, podría deberse a un adecuado tiempo de almacenamiento (Soriano, 2015). Al contrario, en otros estudios, 22.6 y 40% de las muestras evaluadas superaron el límite permisible en el alimento balanceado para aves y, ratas y ratones, respectivamente (Masdeu *et al.*, 2004; Luna, 2007), esto está relacionado con un reporte donde los alimentos estuvieron almacenados por más de 6 meses, debido a una mala rotación del alimento. Otro factor fue, el uso de materias primas contaminadas, cabe precisar que los cereales son muy susceptibles a la contaminación por micotoxinas, especialmente el maíz (FAO, 2008).

Es importante precisar que la presencia de mohos y levaduras, puede estar relacionada con la producción de micotoxinas, noxas, que pueden dañar especialmente al hígado, riñón, sistema nervioso, endocrino e inmunitario (Soriano, 2015), afectando el crecimiento y el peso del animal, incidiendo negativamente en su producción. Por lo que, sería importante hacer una evaluación de este tipo.

Así lo demuestran dos estudios en cuyes, que la ingesta de alimento con dosis altas de la micotoxina T-2 causada por el moho *Fusarium* (3 y 5 mg/kg) y la ingesta de alimentos con micotoxina de citrinina (43 mg/kg) causada por el moho *Penicillium* y varias especies de *Aspergillus*, produjo la disminución del consumo de alimento y el peso corporal considerablemente, al primer y segundo día de la ingesta, además de causar muerte súbita (Thacker 1977; Fairhurst *et al.*, 1986); así mismo (Arp y Richard, 1981), encontraron que la micotoxina penitrem A, producida por ciertas especies de *Aspergillus* y *Penicillium*, causa disfunción del sistema nervioso central del cuy.

CONCLUSIÓN

Los alimentos balanceados para cuyes de las empresas evaluadas, mostraron niveles de microorganismos mesófilos aerobios y coliformes totales mayores al límite permisible.

La presentación del alimento en pellets tuvo un menor nivel ($p < 0.05$) de coliformes totales, y mohos y levaduras como contaminantes en relación al alimento en polvo.

LITERATURA CITADA

1. Centro tecnológico Nacional de la conserva y alimentación de pellets. 2012. Región de Murcia: Agrowaste. [Internet], [12 marzo 2020]. Disponible en: <http://www.agrowaste.eu/>
2. [ANMAT] Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. 2004. Guía de Interpretación de Resultados Microbiológicos de Alimentos. Buenos Aires: ANMAT. Guía. 21p.
3. Argenti P, Espinoza F, Ly J, Fuentes A, Mazzani C, Luzón O, Rivas A. 2005. Micotoxinas en materias primas y alimentos balanceados para cerdos y aves en Venezuela. Revista Computadorizada de Producción Porcina 12(2): 115-121.
4. Arp L, Richard J. 1981. Intoxicación experimental de cobayas con dosis múltiples de la micotoxina, penitrem A. Mycopathologia 73: 109-113.
5. Barrientos I, Chamorro I, Zambrano C, Pérez M, González N, Carrascal A. 2018. Presencia de metales pesados y calidad microbiológica de concentrados para la alimentación porcina en cuatro regiones colombianas. Rev Inv Vet Perú 29(3):774-781. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i3.14772>
6. Bastidas X, Quiceno J, Rojas D, Bayona M. 2010. La mosca doméstica como portador de patógenos microbianos, en cinco cafeterías del norte de Bogotá. Rev. UDCA Actual. Divulg. Cient. 13(1): 23-29.
7. Béjar V, Chumpitaz J, Pareja E, Valencia E, Huamán A, Sevilla C, Tapia M, Saez G. 2006. Musca domestica como vector mecánico de bacterias enteropatógenas en mercados y basurales de Lima y Callao. Rev Perú Med Exp Salud Publica 23 (1): 39-43.
8. Benavides R, Díaz P. 2018. Caracterización de Enterobacterias en *Cavia porcellus* en Huachi Grande. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Ambato: Univ. Técnica de Ambato. 57p.
9. Cayro B. 2013. Niveles de contaminación bacteriana frente a *Escherichia Coli*, Coliformes Totales y Aerobios Mesófilos Totales en alimento balanceado para pollos de engorde expendido en los centros de venta feria del Altiplano, Fátima Arequipa. Tesis de Médico Veterinario. Arequipa: Univ. Católica de Santa María. 151p.

10. Chauca L, FAO. 1997. Nutrición y Alimentación. Producción de cuyes (*Cavia porcellus*). Roma: Food and Agriculture Org. p 37-49.
11. Chuquizuta C, Morales S. 2016. Identificación de agentes bacterianos aislados de gazapos muertos de cuyes en una granja de crianza intensiva en Lima, Perú. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Científica Del Sur. 61 p.
12. Codex Alimentarius. 1995. Normas alimentarias. Washington D.C: Comité Del Codex. Normas. 162p.
13. Da Silva N, Taniwaki M, Amstalden V, Ferraz N, Da Silva M, Abeilar R. 2013. Microbiological Examination Methods of Food and Water: A Laboratory Manual. 2^a ed. Reino Unido. CRC Press. 484p
14. Espíritu M; Ucañay, P. 2017. Propuesta del sistema de gestión de inocuidad agroalimentaria para una empresa de alimentos balanceados de monogástricos. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Lima: Univ. Nac. Agraria La Molina. 217p.
15. [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 1999. Directivas técnicas de alimentos para animales y sales mineralizadas. Bogotá: ICA y División de Insumos Pecuarios. Directivas técnicas. 12p
16. Fairhurst S, Marrs T, Parker H, Scawin J, Swanston D. 1986. Toxicidad aguda de la toxina T2 en ratas, ratones, cobayas y palomas. Toxicología 43(1):31-49.
17. [FAO, OMS] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Organización Mundial de la Salud. 2008. El impacto de los piensos en la inocuidad de los alimentos. Roma: FAO/OMS. Informe de la Reunión Conjunta de Expertos. 78p.
18. [FAO, IFIF] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura/Federación Internacional de la Industria de Alimentos. 2014. Buenas prácticas para la industria de piensos. Roma: FAO e IFIF. Manual de producción y sanidad animal. 85p.
19. Garcés, R. 2015. Incidencia de enterobacterias en cuyes del caserío Acapulco en el catón Mocha. Tesis de Médico Veterinario y Zootecnista. Ambato: Univ. Técnica de Ambato.70p.

20. Guzmán E, Molano A. 2019. Evaluación del efecto del tiempo de retención en el acondicionamiento hidrotérmico en la etapa de peletizado para disminuir la carga mesofílica a niveles permisibles de alimento balanceado para conejos. Tesis para especialista en procesos de alimentos y biomateriales. Bogotá: Univ. Nac Abierta y a Distancia. 57p.
21. Huaman P, Melgar R, Vargas J. 1995. Reducción de la carga microbiana y eliminación de microorganismos patógenos en alimentos balanceados para pollos por radiación gamma. *Biotempo* 2: 79-83.
22. Luna C. 2007. Determinación de las características microbiológicas y bromatológicas de alimento balanceados para animales de laboratorio (ratas y ratones). Tesis de Químico. La Paz: Univ. Mayor de San Andrés. 75p.
23. Masdeu V, García M, Derivet T. 2004. Evaluación de la calidad microbiológica de piensos y materias primas utilizados en la avicultura. En: IV Congreso de Avicultura. Cuba.
24. National Research Council. 1995. Nutrient requirements of the guinea pig. In: Nutrient requirements of laboratory animals. 4th ed. Washington DC: The National Academy Press. p 103-124.
25. National Research Council. 1977. Nutrient requirements of rabbits. 2nd ed. Washington, DC: The National Academy Press. p 2-9.
26. Biological hazards. 2020. Washington D.C: Pan American Health Organization/World Health Organization [Internet], [18 mayo 2020]. Disponible en: https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10838:2015-peligros-biologicos&Itemid=41432&lang=en
27. Pérez P, Galán F, Gutiérrez D, Guerrero I. 2014. Infecciones por enterobacterias. *Medicine* 11(55): 3276–3282.
28. [SENAMHI] Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2019. Pronóstico del Tiempo a nivel nacional. Lima: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [Internet], [10 setiembre 2019]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=pronostico-meteorologico>

29. [SENASA] Servicio Nacional de Sanidad Agraria. 2011. Autorización Sanitaria. Lima: Servicio Nacional de Sanidad Agraria [Internet], [13 enero 2020]. Disponible en: <https://www.senasa.gob.pe/senasa/autorizacion-sanitaria/>
30. [SENASA] Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2017. Toma, manejo y envío de muestras de piensos, ingredientes de piensos y piensos medicados. Lima: SENASA. Procedimientos. 25 p.
31. Schiraldi C, De Rosa M. 2014. Mesophilic Organisms. Encyclopedia of Membranes. Italia: Springer Berlin Heidelberg. p 37-60.
32. Soriano J. 2015. Micotoxinas en alimentos. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. 419 p.
33. Thacker H, Carlton W, Sansing G. 1977. Micotoxicosis por citrinina en cobayas. Toxicología de alimentos y cosméticos 15(6): 553-561.
34. Tirira M, Torres S. 2017. Incidencia de enterobacterias patógenas en cuyes (*Cavia porcellus*) de las parroquias Natabuela y Chaltura. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Ibarra: Pontificia Univ. Católica del Ecuador. 96p.