

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y un Manano oligosacárido comercial
en la prevención de patologías digestivas en conejos de raza Neozelandés
blanco durante la fase de engorde.**

POR:

Br. ALVARADO DIMAS, CESIA EUNICE

Br. BONILLA CAÑENGUEZ, INGRID ABIGAIL

Br. DE LEÓN RUIZ, VALERIA LUCÍA

Ciudad Universitaria, Noviembre 2017

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**Efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y un Manano oligosacárido comercial
en la prevención de patologías digestivas en conejos de raza Neozelandés
blanco durante la fase de engorde.**

POR:

Br. ALVARADO DIMAS, CESIA EUNICE

Br. BONILLA CAÑENGUEZ, INGRID ABIGAIL

Br. DE LEÓN RUIZ, VALERIA LUCÍA

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

Ciudad Universitaria, Noviembre 2017

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

MSc. Roger Armando Arias Alvarado

SECRETARIO GENERAL

MSc. Cristóbal Hernán Ríos Benítez

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

DECANO

Ing. Agr. MSc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla

SECRETARIO

Ing. Agr. MSc. Luis Fernando Castaneda Romero

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

F. _____

Ing. Agr. Ludwing Vladimir Leyton Barrientos

DOCENTE DIRECTOR

F. _____

ING. AGR. MSc. Napoleón Edgardo Paz Quevedo

COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN

F. _____

ING. AGR. Enrique Alonso Alas García

Resumen

La investigación se realizó de Febrero a Agosto de 2017 en la granja Don Bosco, ubicada en el Departamento de La Libertad, Municipio de San José Villanueva, Cantón El Escalón. La fase de campo se realizó durante los meses de Febrero y Marzo en un periodo de tiempo de 49 días, divididos en 7 días de fase pre-experimental, y 42 días de fase experimental.

El propósito de la investigación fue evaluar el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y un Manano Oligosacárido comercial para prevenir patologías digestivas y determinar el desempeño productivo en conejos de raza Neozelandés blanco durante la fase de engorde.

Durante el estudio se seleccionaron 60 conejos recién destetados de la raza Neozelandés blanco, de 30 días de edad con un peso aproximado de 0.68 Kg.

Se organizaron 3 tratamientos, con 20 conejos cada uno, presentados de la siguiente manera: Tratamiento Testigo (manejo general de la granja, utilizando antibiótico en caso de diarreas), T1 (*Saccharomyces cerevisiae* como suplemento probiótico, con una dosis de 10 g/kg de alimento) y T2 (Manano oligosacárido comercial como suplemento prebiótico, con una dosis de 2 g/kg de alimento), ofreciendo una cantidad de alimento diario de 102 gramos/conejo.

En el estudio, se utilizó un nivel de confiabilidad del 95% ($\alpha=0.05$). Para las variables de mortalidad y morbilidad se utilizó la prueba de Chi cuadrado y para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, se utilizó el Análisis de Varianza, con un diseño completo al azar, apoyándose en el programa SPSS.

De acuerdo al análisis estadístico para la variable consumo de alimento, los tratamientos presentan diferencias estadísticamente significativas, registrando un consumo diario de alimento de 96.02g/d para el T2. En las variables de morbilidad, mortalidad, ganancia de peso y conversión alimenticia no presentaron diferencias estadísticamente significativas; pero en el análisis descriptivo el T2 (MOS con una dosis de 2 g/kg de alimento), presentó los mejores resultados en cuanto a mortalidad (5%) y ganancia de peso (1.83 kg). No obstante, al suministrar *Saccharomyces cerevisiae* con una dosis de 10 g/kg de alimento, se demostró que disminuye los índices de morbilidad debido a diarreas en un 20% y mejora la conversión alimenticia en 1.62.

Además se analizaron económicamente bajo el método de presupuesto parcial, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal; resultando los tratamientos T2 (MOS) y el T0 (tratamiento testigo), con beneficios netos de \$92.54 y \$81.19 respectivamente. El T2 presentó un retorno marginal de \$2.05, constituyendo la alternativa viable para implementar en granjas cunícolas en El Salvador, según el presente estudio.

Summary

The research was carried out from February to August 2017 at the Don Bosco farm, located in the Department of La Libertad, San José Villanueva Municipality, El Escalón Canton. The field phase was carried out in a time period of 49 days, which were divided in 7 days of the pre-experimental phase, and 42 days of the experimental phase.

The purpose of the research was to evaluate the effect of *Saccharomyces cerevisiae* and a commercial Mannan Oligosaccharide to prevent digestive pathologies and to determine the productive performance in New Zealand White rabbit breed during fattening phase.

During the study 60 newly weaned rabbits of the New Zealand White rabbit breed were selected, 30 days old weighing approximately 0.68 kg.

Three treatments were organized, with 20 rabbits each, presented as follows: Control treatment (general farm management, using antibiotic in case of diarrhea), T1 (*Saccharomyces cerevisiae* as a probiotic supplement with a dose of 10 g/kg of food) and T2 (commercial Mannan oligosaccharide as a prebiotic supplement, with a dose of 2 g/kg of food), offering a daily feed quantity of 102 grams/rabbit.

In the study, a reliability level of 95% ($\alpha = 0.05$) was used. Chi square test was used for the variables of mortality and morbidity and for the variables food intake, weight gain and feed conversion, the Analysis of Variance was used, with a complete randomized design, supporting on the SPSS program.

According to the statistical analysis for the variable food intake, the treatments presented statistically significant differences, recording a daily food intake of 96.02 g/d for T2. In the variables of morbidity, mortality, weight gain and feed conversion did not present statistically significant differences; but in the descriptive analysis T2 (MOS with a dose of 2 g/kg of food), presented the best results in terms of mortality (5%) and weight gain (1.83 kg). However, *Saccharomyces cerevisiae* at a dose of 10 g/kg of food, it was shown to decrease morbidity rates due to diarrhea by 20% and to improve feed conversion by 1.62.

In addition, they were analyzed economically under the Partial Budget Method, resulting in treatments T2 (MOS) and T0 (control treatment), with net profit of \$92.54 and \$81.19 respectively. The T2 presented a marginal return of \$2.05, constituting the viable alternative to implement in rabbits farms in El Salvador, according to the present study.

Agradecimientos

Las autoras expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a:

Dios Todopoderoso, por habernos dado la sabiduría, fuerza y perseverancia desde el inicio de la carrera. Por hacernos entender que todo es posible con fé y esperanza.

Nuestras familias por el apoyo incondicional que nos brindaron durante el desarrollo de esta carrera.

Nuestro Docente Director, Ing. Agr. MSc. Napoleón Edgardo Paz Quevedo por su paciencia, sus sabios consejos, dedicación y confianza durante el desarrollo de este proyecto de investigación.

Ing. Juan Carlos Hernández Panameño, por su buen recibimiento en las instalaciones de la granja Don Bosco durante la realización de la fase experimental, además por el aprendizaje obtenido en este lugar.

La empresa Alltech por habernos brindado los productos necesarios para poder llevar a cabo la investigación.

La Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador y sus docentes, por habernos aportado tanto conocimiento y aptitudes durante todos estos años, por su paciencia, dedicación, sabiduría y por contribuir en el proceso de nuestra formación profesional.

Nuestra alma máter por darnos la oportunidad de acogernos y formarnos como nuevas profesionales y por darnos una educación de calidad y de prestigio.

Muchas gracias a todos.

Dedicatoria

A Dios todo poderoso por su guianza, protección, provisión económica, fe, fuerzas y sabiduría durante todo este camino, reconociendo que sin su ayuda nada de esto hubiese sido posible.

A mis padres Angel Alvarado y Morena de Alvarado por su apoyo, motivación y esfuerzo brindándome todo lo necesario para poder culminar mi carrera.

A mis hermanos Suann Alvarado y Josué Alvarado por su colaboración, ánimos y compañía durante todo mi proceso de formación académica.

A mis queridos amigos Hugo, Yessenia, Diego, Abigail y muchos más que me motivaron a seguir adelante, intercediendo a Dios para que me brindara sabiduría y fortaleza.

A mi alma máter por brindarme todas las herramientas necesarias para capacitarme como profesional.

A mi asesor Ing. Agr. MSc. Napoleón Edgardo Paz Quevedo por su valiosa ayuda, dedicación y consejos para realizar esta investigación de manera excelente.

Cesia Eunice Alvarado Dimas

Dedicatoria

A Dios principalmente por darme la oportunidad de seguir mi camino, permitiéndome culminar esta carrera profesional y estar conmigo en cada paso que doy.

A mis padres Julia de Bonilla y Fidel Bonilla, por su amor, su paciencia, además de su apoyo incondicional sin importarles las adversidades que se presentaron y sus consejos en los momentos difíciles los cuales nunca dejaron que me rindiera. Este proyecto no fue fácil pero estuvieron motivándome y ayudándome a lo largo de este camino para poder concluir con éxito y hasta ahora, todo lo que soy es gracias a ustedes.

A mi querida Ruth Bonilla, por recorrer juntas este camino, el cual fue como una aventura de inicio a fin, con muchos momentos de alegrías y sacrificios, pero este esfuerzo fue por buscar lo mejor para ti.

A Luis Araujo por su ayuda y apoyo en todo este tiempo, además espero compartir muchos logros profesionales y personales.

A unos seres muy especiales que estuvieron conmigo desde el inicio de mi carrera profesional.

Ingrid Abigail Bonilla Cañenguez

Dedicatoria

A Dios todo poderoso que siempre me conduce por el buen camino y me ha permitido culminar con éxito mi formación profesional.

A mis padres Patricia Ruiz y Leopoldo De León, por su gran esfuerzo, ayuda y ánimos para culminar mi trabajo de graduación.

A mi abuelita “Mamá Chita”, por el amor que me brinda, por ser mi segunda madre, por siempre preocuparse por mí y estar a mi lado en todo momento y brindarle felicidad a mi vida.

A mis hermanos Rodrigo De León y Fátima De León, que siempre están brindándome su apoyo en todo momento y sacarme una sonrisa.

A mis tíos Sandra Ruiz y Carlos Melara por estar pendiente de mí en todo momento, por apoyarme y haberme ayudado durante mis estudios.

A Niña Silvia, quien me ha ayudado desde un principio en la realización de esta tesis, aportándome su valiosa ayuda, haciéndome sentir el cariño hacia mí persona.

A mis amigos y compañeros que durante el proceso formativo de la carrera y durante este proyecto supieron apoyarme para poder seguir adelante.

A mi asesor Ing. Agr. MSc. Napoleón Edgardo Paz Quevedo, por su valiosa colaboración en el desarrollo de esta investigación.

Valeria Lucía De León Ruiz.

Índice General

Resumen	iv
Summary	v
Agradecimientos	vi
Dedicatoria	vii
1.Introducción	1
2.Revisión Bibliográfica	3
2.1 Generalidades del conejo doméstico.	3
2.1.1 Sistema Digestivo	3
2.1.2 Tránsito intestinal y cecotrofia	6
2.1.3 Microbiota Intestinal	7
2.2 Patologías gastrointestinales comunes en granjas cunícolas	9
2.2.1 Patologías causadas por estrés post destete	9
2.2.2 Enfermedades Bacterianas	10
2.2.2.1 Colibacilosis.	10
2.2.2.2 Enterotoxemia	11
2.2.2.3 Salmonelosis	11
2.2.3 Enfermedades Parasitarias	11
2.2.3.1 Coccidiosis	11
2.3 Uso de Antibióticos en animales domésticos	12
2.4 Uso de probióticos en animales domésticos	13
2.4.1 Qué es un probiótico	13
2.4.2 Las levaduras	14
2.4.3 Clasificación taxonómica de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
2.4.4 Propiedades de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
2.4.5 Otros beneficios que aporta <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
2.4.6 Aportes en la salud animal	16
2.4.6.1 Impacto en la alimentación de cerdos	16
2.4.6.2 Impacto en pollos parrilleros	17
2.4.6.3 Impacto en la producción de leche	17
2.4.6.4 Impacto en conejos	17
2.5 Uso de Prebióticos en animales domésticos	18
2.5.1 Qué es un prebiótico	18
2.5.2 Los Mananos-oligosacáridos (MOS)	18
2.5.3 Modo de acción de los MOS	19
2.5.4 Uso de MOS en diferentes especies domésticas.	19
2.5.4.1 Uso de MOS en cunicultura.	20

3. Materiales y Métodos	22
3.1 Descripción del estudio	22
3.1.1 Ubicación geográfica.	22
3.1.2 Instalaciones y equipo	22
3.1.2.1 Galera	22
3.1.2.2 Jaulas	23
3.1.2.3 Comederos y bebederos	23
3.1.2.4 Pesaje	23
3.1.3 Manejo general de la granja	23
3.2 Metodología de campo	24
3.2.1 Duración	24
3.2.2 Fase pre-experimental	24
3.2.3 Fase experimental	24
3.3 Metodología estadística	25
3.3.1 Factor en estudio	25
3.3.2 Descripción de tratamientos.	25
3.3.3 Diseño Estadístico	25
3.3.4 Aleatorización	26
3.3.5 Modelo estadístico	26
3.3.6 Toma de datos	26
3.3.7 Distribución Estadística	27
3.4 Metodología socioeconómica.	27
3.4 1 Presupuesto Parcial	28
3.4 2 Análisis de Dominancia	28
3.4 3 Tasa de Retorno Marginal	28
4. Resultados y Discusión	29
4.1 Análisis Estadístico de las variables	29
4.1.1 Morbilidad	29
4.1.2 Mortalidad	30
4.1.3 Consumo de alimento	31
4.1.4 Peso vivo	32
4.1.5 Ganancia de Peso	33
4.1.6 Conversión Alimenticia	34
4.2 Análisis Económico	35
4.2.1 Presupuesto Parcial	35
4.2.2 Análisis de Dominancia	35
4.2.3 Curva de Beneficio Neto	36
4.2.4 Tasa de Retorno Marginal	36
5. Conclusiones	37
6. Recomendaciones	38

7. Bibliografía	39
8. Anexos	43

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Consumo promedio de alimento y dosis diaria de aditivos por semana.	25
Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.	25
Cuadro 3. Modelo de Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar	27
Cuadro 4. Morbilidad debido a patologías digestivas.	30
Cuadro 5. Mortalidad debido a patologías digestivas.	31
Cuadro 6. Presupuesto Parcial.	35
Cuadro 7. Análisis de dominancia.	35

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de satélite que indica la localización de la Granja Don Bosco.	22
Figura 2. Consumo de alimento promedio al día por animal (g)	32
Figura 3. Peso vivo promedio semanal por animal (kg).	33
Figura 4. Ganancia de peso promedio semanal por animal (g).	34
Figura 5. Conversión alimenticia acumulada	34
Figura 6. Curva de beneficio neto	36

Índice de Anexos

Figura A-1. Galera	43
Figura A-2. Jaulas.	43
Figura A-3. Comedero de Tolva.	43
Figura A-4. Báscula de reloj.	44
Figura A-5. Balanza digital para la preparación de aditivos.	44
Figura A-6. Alimentación de los conejos mediante dieta basal.	44
Figura A-7. Selección de conejos recién destetados.	45

Figura A-8. Marcación de orejas en los conejos.	45
Figura A-9. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> (probiótico).	45
Figura A-10. Manano Oligosacárido (prebiótico).	46
Figura A-11. Suministración vía oral del probiótico.	46
Figura A-12. Suministración vía oral del prebiótico.	46
Figura A-13. Medición de la cantidad de consumo de alimento.	47
Figura A-14. Peso de los conejos.	47

Cuadro A-1. Valores promedio de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante el periodo de engorde del conejo.	47
Cuadro A-2. Número total de animales enfermos y su porcentaje.	48
Cuadro A-3. Frecuencia de valores totales observados y valores totales esperados con la prueba de Chi Cuadrado para variable Morbilidad.	48
Cuadro A-4. Resultados de Chi Cuadrado para variable Morbilidad.	48
Cuadro A-5. Número total de muertes y su porcentaje.	48
Cuadro A-6. Frecuencia de valores totales observados y valores totales esperados con la prueba de Chi Cuadrado para variable Mortalidad.	48
Cuadro A-7. Resultados de Chi Cuadrado para variable Mortalidad.	49
Cuadro A-8. Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar para variable Consumo de Alimento.	49
Cuadro A-9. Análisis de Varianza de Contrastes Ortogonales para variable Consumo de Alimento.	49
Cuadro A-10. Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar para variable Peso Vivo.	49
Cuadro A-11. Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar para variable Ganancia de Peso.	50
Cuadro A-12. Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar para variable Conversión Alimenticia.	50
Cuadro A-13. Cálculos del Precio de Campo del Producto. Precios vigentes durante febrero y marzo, 2017.	50
Cuadro A-14. Cálculos de Beneficio Bruto de Campo.	50
Cuadro A-15. Cálculos de Beneficio Neto.	51

1. Introducción

En la cunicultura, los animales de producción y sobretodo animales jóvenes están sujetos a varios tipos de estrés que afectan negativamente su desempeño en las granjas.

El elevado índice de mortalidad y morbilidad ocasionado por las patologías digestivas durante las primeras semanas de la fase de engorde del gazapo genera una preocupación en los cunicultores, que ha conducido a la utilización indiscriminada de antibióticos, creando resistencia a las bacterias causantes de dichas enfermedades.

Los productores de conejos saben que las diarreas, son una de las enfermedades más comunes que afectan principalmente a los gazapos, reportándose del 10 al 20% de la mortalidad en conejos debido a estas patologías (Cheeke P.R., 1987). En la granja Don Bosco, la morbilidad y mortalidad que se presenta semanalmente es del 5 %y 1% respectivamente, debido a que los gazapos son tratados intensivamente por medio de antibióticos para evitar que mueran a causa de este problema.¹

Sin embargo, la aplicación de probióticos y prebióticos en la industria moderna de alimentos ha mejorado indiscutiblemente la producción por animal (Vandana Rai *et al.*, 2013).

Los probióticos son microorganismos vivos que al agregarse como suplemento en la dieta, afectan de manera positiva la digestión del hospedero estimulando una microbiota intestinal equilibrada (Choudhari A. *et al.*, 2008). La levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), es una alternativa innovadora para minimizar las enfermedades digestivas durante la fase de engorde de los gazapos. Teniendo en cuenta la reducción de costos para el propietario, sin crear resistencia a las enfermedades.

Por otro lado, los prebióticos son ingredientes no digeribles que benefician al huésped u organismo que los consume, afectando la selectividad de crecimiento y actividad de una o un número limitado de especies bacterianas que cohabitan el tracto digestivo y que afectan la salud del huésped. Los Manano Oligosacáridos (MOS), son un aditivo 100% natural derivados de *Saccharomyces cerevisiae*, no tienen vida y están constituido por carbohidratos estructurales presentes en la pared celular de la levadura (Benites V. *et al.*, 2008).

Kimsé M., *et al.*, en 2012, durante un estudio realizado en Toulouse, Francia, analizaron la adaptación de gazapos después del destete, con una dieta estándar suplementada o no con levadura de cerveza, mediante dosis de 0 g/kg, 1 g/kg y 10 g / kg de pienso, durante 35 días consecutivos. Durante este período, los investigadores registraron varios parámetros zootécnicos (peso inicial y peso final, tasa de crecimiento, tasa de mortalidad). En base a los tratamientos en estudio, el mejor resultado fue la suplementación de levadura con dosis de 10g/kg de alimento, logrando una reducción del 50% en la incidencia de trastornos digestivos en los conejos jóvenes.

¹ Hernández Panameño, J.C. 2016. Granja Don Bosco (Entrevista). San José Villanueva, La Libertad, El Salvador.

Fonseca A.P. *et al.*, (2004), en México, registraron una reducción de la mortalidad utilizando 2 g de MOS/kg de la dieta, en comparación con la administración de oxitetraciclina (1000 ppm), sin efecto en el rendimiento del crecimiento sobre el conejo.

En El Salvador, en el área cunícula, no se han registrado numerosas investigaciones sobre el uso de probióticos y prebióticos como aditivo en la alimentación. Es por ello, que se considera importante ampliar la información por medio de estudios en este rubro, para determinar y comprobar que la utilización de estos aditivos naturales, mejoran el desempeño productivo en los animales.

En la reciente investigación se utilizó *Saccharomyces cerevisiae* como suplemento probiótico y un Manano oligosacárido comercial como suplemento prebiótico en dietas de conejos de la raza Neozelandés blanco para tratar de minimizar la mortalidad y morbilidad causadas por patologías digestivas, mejorando su salud, ganancia de peso, conversión alimenticia, y rendimiento general desde el destete hasta finalizar el engorde.

2. Revisión Bibliográfica

2.1 Generalidades del conejo doméstico.

El conejo es oriundo del sur de Europa y de África del Norte, el conejo silvestre, fue descubierto por los fenicios cuando establecieron contacto con España hacia el año 1,000 a.C. Por lo tanto, se considera como el mamífero doméstico con mayor potencial para el autoabastecimiento de carne, siendo esta comparativamente más sana por ser magra, y con un porcentaje de aceites poli-insaturados en la grasa. En América, existen algunas granjas comerciales que producen volúmenes moderados de carne y pieles, se cría principalmente como mascotas o en explotaciones de traspatio (Niyasaka, 2009, citado por Nazate Bastidas y Mejía Tucán, 2011).

El conejo pertenece al orden de los lagomorfos, familia de los lepóridos (por tener el labio una hendidura en su parte media) y género *Oryctolagus*, constituyendo la única especie, la especie *cuniculus*, siendo su nombre científico *Oryctolagus cuniculus*. El conejo es una especie monogástrica herbívora de gran impacto a nivel productivo. En su sistema digestivo se destaca el papel del ciego como órgano fermentativo y clasificador de heces para la cecotrofia, esto le permite al conejo incorporar proteína microbiana producida en el ciego, aumenta la digestibilidad de los nutrientes y permite a los conejos aprovechar las vitaminas sintetizadas en el ciego y en el intestino grueso (López Magaldi M. A., 1980).

2.1.1 Sistema Digestivo

El aparato digestivo del conejo está constituido por una serie de órganos, los cuales conjuntamente ejercen la función digestiva. Estos órganos pueden clasificarse en dos grupos: unos que figuran alineados, constituyendo el llamado tubo digestivo y el cual está formado por la boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, duodeno, yeyuno, válvula íleo cecal, ciego, intestino grueso, colon, recto y ano; y el otro llamado glándulas anejas, son aquellas que poseen actividades directamente vinculadas con la función digestiva las cuales son las glándulas salivares, hígado y páncreas (Lleonart Roca *et al.*, 1980). A continuación se describen estas partes:

La boca es el órgano encargado de la prehensión y masticación de los alimentos, para lo que dispone de los elementos necesarios para este fin: labios, dientes, lengua y paladar. Los conejos disponen de un labio inferior redondeado y un labio superior hendido muy característico, enmarcando ambos una abertura bucal reducida y de enorme motilidad. Los dientes propios de los roedores, están adaptados a la ingestión de sustancias de gran dureza (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

La faringe, aparece dividida en dos porciones, la respiratoria y la digestiva (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

El esófago es el siguiente tramo del tracto digestivo. Va desde la cavidad oral al estómago y tiene la particularidad de que sólo permite una dirección del bolo alimenticio (hacia el estómago), por lo que nunca se produce reflujos, fenómeno al que contribuye el cardias, la válvula de unión con el estómago. Este conecta con el estómago, bolsa curvada con

revestimiento mucoso y termina en el píloro, esfínter que regula las salidas del alimento hacia el intestino delgado (Lebas, 2000, citado por Pérez de Rozas, 2014).

El estómago es un órgano voluminoso en forma de bolsa con una capacidad de 40 a 50 cc. Estructuralmente puede distinguirse dos partes: el *saco cardial*, junto a la entrada de paredes finas y el *antro pilórico*; las paredes de este órgano son relativamente finas y con escasa musculatura. El estómago contiene los alimentos recién ingeridos y los cecotrofos. La evacuación del estómago corresponde al píloro que desemboca en la primera porción del intestino delgado (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

El pH del estómago es siempre muy ácido aunque varía según la hora del día: pH más altos (es decir, menos ácido) se observan a las 9 h (cuando está más cargado de cecotrofos: heces blandas). Entre las 15 h y las 3 h el pH desciende a valores entre 1,5 y 2,0. El pH depende no sólo de la hora de la ingestión sino también de la zona donde habita y de la edad del individuo. La pared secreta ácido clorhídrico, pepsinógeno y algunos minerales como Ca⁺⁺, K⁺, Mg⁺⁺ y Na⁺ (Lebas, 2013 citado por Pérez de Rozas A. M., 2014). El pH ácido es capaz de inactivar a la mayoría de microorganismos, por lo que mantiene baja la carga microbiana del estómago y del intestino delgado (Rees Davies y Rees Davies, 2003).

El intestino delgado es una zona muy importante para la digestión pues a lo largo de su trayecto recibe secreciones diversas, como jugos pancreáticos, bilis, jugo intestinal, etc.; ahí los alimentos sufren cambios físicos y químicos (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

Por variaciones anatómicas y fisiológicas se divide en duodeno, yeyuno e íleon. El pH es aproximadamente de 7. La bilis procedente del hígado llega al principio del duodeno por el conducto colédoco, inmediatamente después del píloro, y contiene sales biliares y sustancias orgánicas, pero ninguna enzima. El conducto pancreático desemboca hacia el final del duodeno y permite la incorporación a la digesta de diferentes enzimas producidas en el páncreas que degradan proteínas, almidón y grasas. En la pared del intestino delgado se ven estructuras organizadas de tejido linfóide (1-2 cm) que se denominan placas de Peyer, piezas fundamentales del sistema inmunitario asociado a la mucosa intestinal. (Lebas, 2013, citado por Pérez de Rozas, 2014).

La digestión y la absorción de los alimentos a través de la pared del intestino delgado son semejantes en los conejos a otras especies animales. Iones de bicarbonato son segregados en el duodeno para neutralizar la acidez del estómago. La mayor parte de la digestión de carbohidratos y proteínas simples ocurre en el duodeno y en el yeyuno, y los productos de esta digestión son absorbidos por las microvellosidades del yeyuno. Esto incluye la digestión y absorción de diferentes componentes de los cecotrofos como aminoácidos, ácidos grasos volátiles, vitaminas y diferentes componentes de los microorganismos digeridos (Rees Davies R. y Rees Davies J., 2003). El conejo necesita un alto contenido en fibra que regula el tránsito digestivo (tiempo que dura la digestión) y determina la composición de las heces (duras y blandas) (Carabaño *et al.*, 1988, citado por Pérez de Rozas, 2014).

El intestino delgado desemboca en la base del ciego a través de la válvula íleo-cecal, en la que se localiza el *sacculus rotundus*, estructura cuya función es inmunológica y que existe únicamente en los lagomorfos (Rees Davies y Rees Davies, 2003).

El ciego se encuentra dispuesto en forma espiral y ofreciendo un aspecto abollado, presenta una longitud de 30 a 50 cm. El cuerpo del ciego tiene un tono grisáceo y el apéndice es blanquecino; su tamaño es de 6 a 12 veces más voluminoso que su estómago, puede alcanzar un 33 % del total del aparato digestivo. El ciego recibe los alimentos del intestino delgado a través de la válvula íleo cecal. La motricidad del ciego consiste en movimientos que se conocen por el nombre de peristaltismo; este se contrae regularmente, haciéndolo de 10 a 15 veces cada diez minutos; en este órgano se lleva a cabo importantes cambios físico-químicos (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

El contenido cecal se divide en tres elementos: el alimento, que es un sustrato nutritivo de indudable calidad, rico en celulosa y otros elementos. El siguiente son las secreciones cecales, y por último es la microbiota, constituida por gérmenes que colonizan el ciego. Cuando el gazapo nace, su aparato digestivo carece de bacterias (total ausencia de microbiota), al primer día de vida, por contacto con el pelo del nido y los pezones de la madre entran en sistema digestivo los primeros gérmenes. (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

El intestino grueso recibe también el nombre de colon y su origen está en la ampolla cecal. Por su aspecto anatómico se distinguen dos porciones bien definidas: el colon proximal, que es la porción más cercana al ciego, caracterizada por presentar una fuerte segmentación a modo de abolladuras, al que sigue el colon distal de paredes más cilíndricas y lisas. (Lleonart Roca *et al.*, 1980.) El tamaño que presenta el colon es de 1,5 m de largo en los animales adultos (Lebas, 2000, citado por Pérez de Rozas A. M., 2014). El intestino grueso ejerce una misión importante en la formación de las heces y reabsorción de agua, teniendo en cuenta que las paredes de esta porción intestinal reabsorben casi el 40% de agua que entro en el órgano (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

El recto es el último tramo intestinal, en el conejo se presenta con una longitud considerable de 10 a 15 cm, con un aspecto arrosariado debido a la disposición lineal de los excrementos. Tiene la misión de fragmentar las heces, reabsorbiendo la mayor cantidad posible de agua. Las contracciones de este último tramo producen las bolas que son expulsadas rítmicamente por el ano (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

El hígado es central en el metabolismo digestivo, no solo por segregar la bilis, sino porque sus células regulan el metabolismo de las sustancias absorbidas por el intestino (Lleonart Roca F. *et al.*, 1980.) El conejo produce diariamente entre 100-150 mL de bilis por kilogramo de peso vivo (Lebas, 2013, citado por Pérez de Rozas, 2014).

El páncreas es una glándula importantísima, constituida por un tejido difuso de color rosáceo oscuro. Elabora el líquido pancreático, cuya función es producir enzimas, las cuales son vertidas al intestino mediante el conducto pancreático. Los fermentos son variados e importantes sobre la asimilación de los alimentos (Lleonart Roca *et al.*, 1980).

2.1.2 Tránsito intestinal y cecotrofia

El alimento llega al estómago y permanece entre 2-4 h en un medio altamente ácido, pero en el que se producen pocos cambios. En condiciones fisiológicas, el estómago nunca está vacío (Rees Davies y Rees Davies, 2003).

El contenido se introduce en el intestino delgado por potentes contracciones de la pared del antro pilórico del estómago. Por la acción de diversas sustancias y enzimas, los alimentos se van degradando y los productos de la digestión atraviesan la pared del intestino y son distribuidos por la sangre a todo el organismo. Las partículas que no se han degradado al cabo de unas horas, entran en el ciego donde vuelven a ser degradados por enzimas producidas por las bacterias que viven en el ciego, liberando moléculas más simples que pueden pasar al torrente sanguíneo. El resto de la digesta que queda en el ciego se vacía en el colon. La mitad son partículas grandes y pequeñas que no se han degradado y la otra mitad son restos de bacterias del ciego y restos de secreciones del intestino delgado. (Lebas, 2013, citado por Pérez de Rozas, 2014).

Hasta el ciego, el sistema digestivo funciona de forma semejante a otros animales monogástricos, y a partir del colon proximal se establece la diferencia, ya que éste tiene una función dual. Si el contenido entra en el colon durante la mañana, se producen pocas variaciones bioquímicas. La pared segrega un moco que envuelve las partículas formando pequeñas esferas por acción de las contracciones de la pared. Estas esferas, agrupadas en racimos, reciben el nombre heces blandas o cecotrofos. En otro momento del día, se observan contracciones en sentidos alternos hacia el recto y hacia el ciego de nuevo. Según la potencia y velocidad de estas contracciones el contenido es exprimido, de forma que la parte líquida es devuelta hacia el ciego y la parte sólida, que contiene partículas gruesas, forma las heces duras (Lebas, 2013 citado por Pérez de Rozas, 2014).

Es importante aclarar que la coprofagia es diferente a la cecotrofia. En la cecotrofia, los alimentos sólo se han digerido parcialmente (Rees Davies y Rees Davies, 2003).

La fisiología del colon es la causa de que se produzcan los dos tipos de heces: las duras y los cecotrofos. Las heces duras son evacuadas de forma normal, pero los cecotrofos son recuperados por el animal en el momento en que salen del ano: las ingiere en cuanto salen y las deglute sin masticar. A media mañana, los cecotrofos ocupan hasta tres cuartas partes del estómago, y siguen un proceso digestivo como si fueran alimentos normales. Las fracciones pueden reciclarse hasta 4 y 5 veces, por ello, la digestión completa puede durar entre 15-30 h. (Rees Davies y Rees Davies, 2003).

Los cecotrofos tienen un ciclo diario de excreción opuesto al de la ingestión y la excreción de heces duras. La cecotrofia ocurre durante el periodo luminoso del día y la ingestión y excreción de heces duras en el periodo nocturno. Este marcado ciclo circadiano de cecotrofia e ingestión hace que la composición química de los contenidos intestinales varíen a lo largo del día. La regulación de la cecotrofia depende de la microbiota digestiva y del ritmo de la ingestión. En los gazapos, se inicia cuando comienzan a comer alimentos

sólidos, sobre la tercera semana de edad (Rees Davies R. y Rees Davies J., 2003; y Bellier *et al.*, 1995; Carabaño y Piquer, 1998; Jilge, 1982, citados por Pérez de Rozas, 2014).

Una singularidad de la fisiología digestiva de los cecotrofos radica en el papel de la mucina que recubre los cecotrofos. Los cecotrofos no son masticados por los dientes, y permanecen intactos, protegidos por la capa mucosa, dentro del estómago entre 6-8 horas después de la ingestión. Durante este tiempo, la materia cecal del interior de los cecotrofos está protegida del pH gástrico y continúa la fermentación de los microorganismos, produciéndose ácido láctico en el estómago (Rees Davies y Rees Davies, 2003).

Asimismo, Rees Davies R y Rees Davies J., en 2003, establecen que la mayoría de los problemas gastrointestinales observados en conejos en producción se deben a dietas inapropiadas (baja concentración de fibra, alta concentración de proteína, alta concentración de carbohidratos), poca cantidad de alimento, tratamientos inadecuados o infecciones por diferentes tipos de microorganismo.

El conejo, como animal cecotrofágico, la ingestión de heces blandas le permite utilizar la misma población microbiana como fuente de proteína, pudiendo suponer entre un 17 y un 29 % del total de proteína ingerida. (Belenguer *et al.*, 2002, citado por Domínguez Carrillero *et al.*, s.f.) Es evidente que la actividad microbiana cecal (AMC) tiene un importante papel en la fisiología digestiva y la salud de los conejos (Gidenne, 1992, citado por Domínguez Carrillo *et al.*, s.f.).

2.1.3 Microbiota Intestinal

La microbiota coloniza todas las superficies. En condiciones fisiológicas está en la piel, tracto genital, sistema digestivo y en el aparato respiratorio. Pero, tanto cuantitativa como cualitativamente, el que posee un grado de colonización mayor y un mayor grado de biodiversidad es el tracto gastrointestinal (TGI). En el colon residen el 70% de todos los microorganismos del cuerpo (Sekirov *et al.*, 2010, citado por Pérez de Rozas, 2014).

El predominio de microorganismos aerobios y anaerobios facultativos en el sistema digestivo reflejan que la concentración de oxígeno es muy baja, una de las características definitorias de este ecosistema (Quigley, 2010; Sekirov *et al.*, 2010, citados por Pérez de Rozas, 2014).

La microbiota no es homogénea. El número de bacterias del sistema digestivo de los mamíferos varía de 10^1 - 10^3 bacterias/gramo en estómago y duodeno; aumenta a 10^4 – 10^7 bacterias/gramo en yeyuno e íleon y el máximo es en el colon con 10^{11} - 10^{12} bacterias/gramo (O'Hara y Shanahan, 2006, citado por Pérez de Rozas, 2014).

Por otro lado, la composición de la microbiota varía según el tramo del TGI. Hay grupos de microorganismos más numerosos en unos segmentos que en otros. En el intestino

delgado hay un gran porcentaje de bacterias de la clase Bacilli, junto a los *phyla* Firmicutes y Actinobacteria. En cambio, el *phylum* Bacteroidetes y la familia Lachnospiraceae de Firmicutes son más abundantes en las muestras de colon (Frank *et al.*, 2007, citado por Pérez de Rozas, 2014).

La colonización se inicia, en el momento del nacimiento, con la microbiota vaginal de la madre. Durante la primera etapa de la vida la microbiota es bastante sencilla. Después, a medida que el individuo se hace adulto, la microbiota se va haciendo más compleja, hasta llegar a la fase de adulto, momento en el que adquiere cierta estabilización. Durante este tiempo hay un balance dinámico entre la microbiota intestinal, la fisiología del hospedador y la dieta. (Mackie *et al.*, 1999, citado por Pérez de Rozas, 2014).

A los pocos días del nacimiento, coliformes y estreptococos dominan la microbiota en todas las especies. Clostridios y Lactobacilos suelen estar presentes en el hospedador durante un corto periodo de tiempo. Factores externos y del hospedador que controlan la ingesta de bacterias, establecen el orden de la sucesión de las cepas colonizadoras lo cual tiene gran importancia para entender la dinámica y el resultado final de la colonización. Como factores externos se encuentra el medio en el que está el hospedador, hábitos de alimentación y bebida, y la composición de la microbiota materna. Problemas con la dieta y con la temperatura pueden influir en la sucesión de microorganismos. Como factores internos esta la propia fisiología del hospedador, los nutrientes endógenos y la microbiota existente: cambios de pH, interacciones microbianas, ácidos biliares, secreciones, respuestas inmunes del hospedador y terapias con fármacos (Mackie *et al.*, 1999 citado por Pérez de Rozas, 2014).

La microbiota está pues íntimamente relacionada en muchos aspectos con la fisiología del hospedador, desde el estado nutricional, a la conducta y su respuesta a procesos de estrés (Mackie *et al.*, 1999; Sekirov *et al.*, 2010, citados por Pérez de Rozas A. M.). Pero la función más importante de la microbiota intestinal está relacionada con estrategias inmunoquímicas. Esta relación se produce por una mutua dependencia entre las bacterias y los sistemas de defensa del hospedador. El hospedador debe tener mecanismos que reconozcan su microbiota saprófita y eviten que ésta sea eliminada por la respuesta inmune propia, aunque también debe mantener controlada la capacidad de algunas de estas bacterias de translocarse fuera del aparato digestivo. (Hooper *et al.*, 2001; Stappenbeck *et al.*, 2002, citados por Pérez de Rozas, 2014).

Debido a la variación que se puede inducir en la microbiota, por los componentes primarios y los aditivos de la dieta, se ha abierto un importante camino para utilizar los prebióticos y los probióticos como fines terapéuticos (Hart *et al.*, 2002, citado por Pérez de Rozas, 2014).

La dieta puede influir en la microbiota de dos maneras: La primera es incluyendo microorganismos viables que, tras resistir el proceso de la digestión (ácidos gástricos, enzimas digestivos, ácidos biliares, etc.), son capaces de llegar a tramos distales del sistema digestivo y, de forma temporal o permanente, se implantan, crecen y son

metabólicamente activos, estos reciben el nombre de probióticos; y la segunda, incluyendo sustratos, generalmente no digeribles para el hospedador, que estimulen el crecimiento y el metabolismo de las bacterias del tracto digestivo, estos conocidos como prebióticos (Gibson y Roberfroid, 1995, citados por Pérez de Rozas, 2014).

Por todas estas relaciones e implicaciones puede ser muy beneficiosa la selección de microorganismos que puedan ser administrados en momentos de alteraciones digestivas, teniendo en cuenta sus propiedades físicas, bioquímicas, genéticas e inmunológicas, con fines terapéuticos o preventivos (Pérez de Rozas, 2014).

2.2 Patologías gastrointestinales comunes en granjas cunícolas

Según Roca, en 2011, la patología de la especie cunícola, todavía es un tema de gran importancia para la implantación y desarrollo de las granjas cunícolas; uno de ellos son los problemas sanitarios que disminuyen notablemente la rentabilidad de una explotación.

Entre los agentes patógenos más perjudiciales en una granja cunícola son los de naturalezas biológicas (virus, bacterias, hongos y parásitos); los que provocan una pérdida económica para el cunicultor. Por esta razón, atender siempre el estado sanitario de los animales deberá ser una prioridad para cualquier cunicultor que desee mantener unas producciones regulares y longevas en su explotación a través del paso del tiempo (Roca, 2011).

2.2.1 Patologías causadas por estrés post destete

En el momento del destete se tiene una microbiota intestinal establecida en relación a su alimentación con leche materna. El cambio de alimentación a pienso provoca una alteración de esta microbiota para adecuarse a la nueva situación, por lo que es un momento donde su función protectora de agentes patógenos es menos efectiva. Por ello, el destete es un momento crítico para la aparición de enfermedades infecciosas (Fernández, 2006).

El animal ya tiene más desarrollado su sistema inmunitario pero no va a tener el aporte de inmunidad pasiva por medio de la leche de la madre. Por añadidura el destete es un periodo de estrés para los animales y por lo tanto va a provocar un compromiso de la efectividad de su sistema inmunológico. A partir de los 40 días de vida del animal la presentación de enfermedad es menos frecuente ya que existe una microbiota intestinal más desarrollada y estable; además ya no está sometido al estrés provocado por el destete. Sin embargo, aunque menos sensible que en el periodo post-destete siguen siendo susceptibles a los factores que favorecen la enfermedad (Fernández, 2006).

Los factores que influyen en enfermedad post-destete son: el destete precoz (antes de los 30 días), rechazo el pienso, agua de bebida de calidad deficiente, bebederos o comederos sucios, cambios bruscos de alimentación, hacinamiento o condiciones no compatibles con el bienestar animal. Estos factores no favorecerán el establecimiento y

estabilidad de la microbiota intestinal provocando una alteración del funcionamiento normal de la función digestiva, dando lugar a un mayor estrés en los animales provocando un compromiso de la capacidad de respuesta inmunitaria en los animales (Fernández, 2006).

Las causas de la diarrea son múltiples, las cuales pueden ser específicas y no específicas. Las causas no específicas, pueden ser agresiones de naturaleza muy diversa que pueden desencadenar la diarrea, los transportes, sobre todo en el período que sigue al destete; los cambios de jaula en el transcurso de la cría; la presencia de visitantes extraños (personas, animales) y los ruidos desacostumbrados no identificables por el animal. Entre las causas específicas, están todas las que permiten, de forma aislada, que se produzca la enfermedad. La diarrea reviste una importancia económica de efectos graves, sobre todo en los conejos jóvenes después del destete. Antes del destete su aparición es rara y en todo caso fácil de prevenir, mediante un mínimo de higiene sanitaria y alimentaria (Lebas, 1996).

Las enteritis post-destete representan sin duda, una causa de mortalidad y pérdidas económicas importantes. Las causas más comunes son los agentes infecciosos o errores alimenticios y ambientales, como el estrés o fallos en el manejo (Maiani, 1989).

2.2.2 Enfermedades Bacterianas

Los trastornos bacterianos digestivos representan la primera causa de mortalidad en las explotaciones industriales de conejos y son las entidades que más desfavorablemente afectan los resultados económicos, al disminuir los índices de conversión y provocar retraso en el crecimiento de los animales que padecen este tipo de procesos (Licois, 2004 citado por Pérez de Rozas A. M., 2014). Los animales más susceptibles son los gazapos destetados de 4 a 8 semanas de edad, pero también los lactantes (Lelkes, 1987; Menéndez, 1994; Peeters *et al.*, 2000 citados por Pérez de Rozas, 2014).

2.2.2.1 Colibacilosis.

Los conejos son portadores de *E. coli* en su microbiota bacteriana digestiva, aunque en bajas concentraciones, sin embargo, la presencia de cepas específicas y la proliferación a tasas superiores a 10^6 UFC/g determina el desarrollo del proceso. Por ello, la colibacilosis, es la más común de las enfermedades intestinales de los conejos. Puede afectar desde gazapos lactantes hasta animales al final de engorde e incluso a reproductores (Peeters *et al.*, 2000 citado por Pérez de Rozas, 2014). El mal manejo, el estrés, las alteraciones alimenticias o estomacales, alteraciones climáticas y ambientales, son causas predisponentes o agravantes (Pérez de Rozas, 2014).

Lo primero que ocurre es una disminución de la capacidad digestiva y de absorción del intestino, seguida de diarrea, disminución del índice de conversión, pérdida de peso y mortalidad. Presentan diarrea amarillenta con distensión abdominal y deshidratación cuando son lactantes, diarreas líquidas amarillo-claro al destete y diarreas oscuras y pastosas cuando tienen de 40 a 50 días de vida. Al realizar el destete hay que evitar

causas de estrés, además es importante la higiene de las granjas (Blanco, 1996 citado por Pérez de Rozas, 2014).

2.2.2.2 Enterotoxemia

La enterotoxemia es una toxi-infección provocada por las toxinas de algunas especies de *Clostridium*. Hay dos especies de *Clostridium* implicadas: *C. perfringens* y *C. spiroforme*. La enfermedad es provocada no por el microorganismo directamente, sino a través de las toxinas producidas por él. (Peeters *et al.*, 2000 citado por Pérez de Rozas, 2014).

Asimismo, Peeters *et al.*, 2000, citado por Pérez de Rozas, en 2014, menciona que los factores nutricionales juegan un papel fundamental: falta de agua, cambios de alimento, sobrealimentación, alimentos en mal estado, piensos ricos en proteína o almidón, falta de fibra, los cambios climáticos bruscos y, principalmente, el calor. Las parasitosis y el abuso y uso de antibióticos inadecuados para el conejo (lincomicina, amoxicilina, penicilinas orales) también favorecen claramente la aparición de las enterotoxemias.

El *C. spiroforme* está presente en el intestino de conejos sanos, pero a baja concentración. Cuando hay infección clínica, el número aumenta, y producen toxina iota en altas concentraciones (Peeters *et al.*, 2000 citado por Pérez de Rozas, 2014).

2.2.2.3 Salmonelosis

Es una enfermedad aguda que afecta a conejos de todas las edades, causada por diferentes serovariedades de *Salmonella enterica*, en especial *Salmonella enteritidis*, *Salmonella thyphimurium* y *Salmonella* de la subespecie *illa*. Es una bacteria Gram negativa que no se presenta de forma natural en el intestino de conejo. La entrada a la explotación se realiza a través de dos vías: pienso contaminado por la bacteria, o por contacto directo con un portador: roedores presentes en la explotación, aves con acceso al interior de la granja o reproductores infectados (Borrelli *et al.*, 2011 citado por Pérez de Rozas A. M., 2014). Afecta principalmente a hembras gestantes y gazapos lactantes. En estos últimos predomina la diarrea verdosa y en el caso de los gazapos de engorde es más frecuente la diarrea de color oscuro (Peeters *et al.*, 2000 citado por Pérez de Rozas, 2014).

2.2.3 Enfermedades Parasitarias

2.2.3.1 Coccidiosis

Es una de las enfermedades que puede causar altas tasas de morbilidad y mortalidad en el conejo y puede agravar otros procesos digestivos. Es la enfermedad parasitaria causada por protozoos del genero *Eimeria* (Dkhil *et al.*, 2012 citado por Pérez de Rozas, 2014). La elevada prevalencia de la coccidiosis en el conejo está relacionada principalmente con las condiciones higiénico- sanitarias de las explotaciones (Gutiérrez, 2003 citado por Pérez de Rozas, 2014).

El papel patógeno que ejercen las coccidias depende de la especie de *Eimeria*, la edad del hospedador y de la cantidad de parásitos presentes. Una de sus características importantes, es que tiene acción sinérgica con otras infecciones entéricas, provocando problemas de mal absorción y reducción del rendimiento alimenticio, por lo que es responsable de importantes pérdidas económicas. (Pérez de Rozas, 2014).

En condiciones normales el coccidio convive en equilibrio con el conejo, pero cualquier tipo de estrés puede hacer que desencadene un brote, en conejos jóvenes destetados o en animales adultos que han estado en contacto con los parásitos. Las mayores pérdidas se producen cuando las madres eliminan ooquistes durante la lactancia, favoreciendo la presencia de infestaciones masivas en los gazapos. En los nidos se producen condiciones de humedad y temperatura muy favorables para la supervivencia y la esporulación de los ooquistes, ya que la temperatura, humedad y oxigenación son los factores principales que determinan la contaminación del medio (Pérez de Rozas, 2014).

Para confirmar el diagnóstico, se realiza un examen coprológico en el laboratorio para cuantificar y detectar la presencia de las especies. La forma de controlar la coccidiosis es la administración de coccidiostáticos en el alimento, principalmente como forma preventiva y una correcta higiene de las instalaciones (Pérez de Rozas, 2014).

2.3 Uso de Antibióticos en animales domésticos

Lo que en un principio se consideró la panacea de la salud, debido al uso indiscriminado o al uso inadecuado de los antibióticos, se ha contrarrestado por la aparición de resistencias microbianas que conlleva la disminución de la eficacia, siendo necesario el descubrimiento de nuevos antibióticos o la implementación de medidas alternativas (Cotter *et al.*, 2013; Hooper y Gordon, 2001; Lapeña, 1999, citados por Pérez de Rozas, 2014).

Las bacterias tienen gran capacidad de adaptación a los principios activos que contienen los antibióticos. Es frecuente ver que después de un primer tratamiento con un antibiótico, en una segunda infección se tenga que modificar la posología o incluso cambiar el producto, porque la eficacia ya no es la misma. (Pérez de Rozas, 2014).

En medicina veterinaria, los antibióticos se han empleado con fines profilácticos y terapéuticos; pero también se han usado como promotores de crecimiento. En este último caso, se han usado a dosis subterapéuticas y se han considerado como “un factor de seguridad”. (EUR-Lex-52001DC0333-ES, 2001; Hedin *et al.*, 2007; Lapeña, 1999, citados por Pérez de Rozas, 2014).

El uso prolongado de promotores de crecimiento ha sido muy perjudicial: los animales que son sometidos a ellos, son para consumo humano, hay escaso control en su uso y se ha producido riesgo sanitario. En un principio no se tuvo en cuenta que el efecto del consumo de estos “factores” llevaba a un incremento en las resistencias en los animales que posteriormente pudieran pasar al ser humano. Es por ello, que la Comunidad Europea

(CEE) estableció que sólo podían utilizarse como promotores aquellos antibióticos que tuvieran un efecto demostrado sobre el crecimiento del animal y que no presentaran absorción intestinal para prevenir residuos en la carne (Torres y Zarazaga, 2002, citados por Pérez de Rozas, 2014).

Además, los antibióticos no pueden distinguir entre microbiota saprófita y patógena, por lo que pueden provocar alteraciones importantes del ecosistema intestinal (Isolauri *et al.*, 2004; Nomoto, 2005, citados por Pérez de Rozas, 2014).

Ockerman y Schroder en 1982 han determinado que la toxicidad de los antibióticos en el conejo parece ser debida, en gran parte, a sus efectos desestabilizantes sobre la microbiota intestinal que normalmente está constituida por un gran porcentaje de anaerobios estrictos, sobre todo a nivel del ciego. Entre los posibles mecanismos se pueden citar: la producción de una toxina por *Clostridium difficile* o la aparición de una microbiota gramnegativa (coliformes) con disminución del porcentaje de anaerobios (principalmente lactobacilos) (F. Hoffmann, 1986, citado por Pérez de Rozas, 2014).

Estos problemas obligan ahora, utilizar antibióticos más complejos y costosos, por lo que se incrementa el gasto en las explotaciones, es decir, que el mal uso que se ha hecho de los antibióticos no sólo ha afectado a problemas de salud directamente, sino también a la economía de las granjas (Cotter *et al.*, 2013, citado por Pérez de Rozas, 2014).

Otro problema añadido, es que hasta el 90% de los antibióticos utilizados son excretados por los animales al medio ambiente. Por toda esta problemática se ha empezado a profundizar en el uso de prebióticos y probióticos como medidas alternativas a los antimicrobianos (Pérez de Rozas, 2014).

2.4 Uso de probióticos en animales domésticos

2.4.1 ¿Qué es un probiótico?

El concepto de probiótico fue utilizado por primera vez por Lilly y Stillwell en 1965 para describir a las sustancias producidas por un microorganismo, las cuales estimulan el crecimiento de otro (Schrezenmeir y de Vrese, 2001, citados por Bazay Dulanto G., 2010); sin embargo, Parker, en 1974, fue el primero en utilizar el término probiótico en el contexto para describir organismos y sustancias que contribuyen al equilibrio microbiano intestinal, sin embargo, al emplear la palabra sustancias, también se hace referencia a los antibióticos que se utilizan como promotores de crecimiento. No es hasta en 1989, cuando Fuller, los considero, como complementos alimentarios vivos, más que una sustancia, que benefician a quien los consume mejorando el balance de la microbiota intestinal. (Molina Pulloquina, 2008).

Muchos microorganismos como *Bacillus cereus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus facíminis* y *Saccharomyces cerevisiae* son empleados como probióticos, los cuales han demostrado efectos positivos en diferentes

hospederos y han sido autorizados para su empleo en la alimentación animal sobre todo en el incremento de los parámetros productivos y en una mejor condición sanitaria y salud intestinal (Van der A. Kühle *et al.*, 2005, citados por Bazay Dulanto, 2010).

El tracto digestivo de todo animal recién nacido es estéril, es el contacto con la madre y el medio ambiente lo que inicia el establecimiento de una microbiota. Los probióticos, microorganismos benéficos, estimulan la producción de enzimas que complementan la habilidad digestiva y brindan una barrera en el lumen intestinal frente a agentes patógenos. Los desórdenes digestivos son bastante frecuentes en estados de estrés (por ejemplo el destete), por ello, el suplementar con probióticos, tendría mejor efecto que solo usar antibióticos, ya que este último destruye tanto las bacterias patógenas como las benéficas (Choudhari *et al.*, 2008).

Entre los criterios para considerar a un microorganismo como probiótico están: debe producirse a gran escala, permanecer viable y estable, además debe ser capaz de sobrevivir en el ecosistema intestinal beneficiando al hospedero que lo aloja (Molina Pulloquina, 2008).

Asimismo, deben generar un efecto positivo en el hospedero y ser ácido-bilis resistente. Resistir el proceso de elaboración para así llegar vivos al intestino, tener altos índices de supervivencia y rápida multiplicación en el tracto digestivo. No ser patogénicas ni tóxicas para el hospedero, deben poseer capacidad de adherencia rápida y consistente para así reducir el número de microorganismos dañinos en el intestino (Vandana Rai *et al.*, 2013).

La adición de microorganismos utilizados como probióticos en la dieta, han aportado diferentes resultados que pueden variar dependiendo de la cantidad de la dosis a suministrar, la composición de la dieta, las estrategias de alimentación y la interacción con otros aditivos alimenticios en la ración diaria (Chesson, 1993).

2.4.2 Las levaduras

Levadura es un nombre genérico que agrupa a una variedad de hongos, incluyendo tanto especies patógenas para plantas y animales, como especies inocuas y de gran utilidad. De hecho, las levaduras constituyen el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad. (González y Valenzuela, 2004).

Son microorganismos eucariotas y sus propiedades son completamente diferentes a las bacterias. Son resistentes a los antibióticos, sulfamidas y otros agentes antibacteriales. El tamaño de las levaduras varía alrededor de 5 x 10 μm y es también significativamente mayor al de la bacteria (0.5 x 5 μm). La suplementación con levaduras en no rumiantes estimula la producción de disacaridasas en las vellosidades intestinales (aumento en la producción de enzimas y por tanto mayor digestibilidad), estimulan la inmunidad no específica, la inhibición de la actividad de las toxinas y el efecto antagonista contra microorganismos patógenos. (Auclair, 2001; Lázaro, 2005, citados por Bazay Dulanto, 2010).

Las cepas probióticas producen peróxido de hidrógeno e inhiben el crecimiento de bacterias gramnegativas y fermentan la lactosa a ácido láctico, reduciendo el pH a niveles que bacterias dañinas no pueden tolerar (Vandana Rai *et al.*, 2013).

2.4.3 Clasificación taxonómica de *Saccharomyces cerevisiae*

Reino: Fungi
Sub-reino: Dykaria
División: Ascomycota
Sub-división: Saccharomycotina
Clase: Saccaromycetes
Subclase: Saccaromycetidae
Orden: Saccharomycetales
Familia: Saccharomycetaceae
Género: Saccharomyces
Especie: *cerevisiae* (ITIS, 1996).

2.4.4 Propiedades de *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae se cría desde hace muchísimos años en los depósitos de cerveza; vive cultivada en dicho líquido y se mantiene gracias a la glucosa que obtiene de la malta de la cerveza. Contiene un fermento que es capaz de convertir dicha glucosa en alcohol y gas carbónico (González y Valenzuela, 2004).

La levadura de cerveza se ha administrado en el alimento de los animales durante más de 100 años, ya sea en la forma de masa fermentada, subproductos de levadura de cervecería o destilería, productos comerciales elaborados a base de levaduras específicamente para la alimentación animal. Tiene grandes beneficios, ya que proporcionan vitaminas del complejo B y minerales, además, contiene aproximadamente el 40% de proteínas en base seca. Las levaduras son incorporadas a la dieta con el propósito de mejorar la salud y sobre todo el desempeño de los animales y mejorar sus características zootécnicas. Cabe mencionar que la calidad de la proteína de la levadura es excelente, tratándose de una proteína de origen vegetal y su calidad es equivalente a la soya pues ambas son ricas en lisina, su alto contenido en vitaminas y enzimas la hacen atractiva como una ayuda digestiva con efectos positivos en animales rumiantes y monogástricos (Gómez Sánchez, 2009).

En condiciones normales, *Saccharomyces cerevisiae* no puede colonizar el tracto digestivo, a diferencia de las bacterias que si logran colonizarlo. Sin embargo, una parte de las levaduras ingeridas pueden ser encontradas vivas en las heces de los animales. Esta es la más importante diferencia con otros probióticos como bacterias ácido-lácticas en las que su efecto biológico está estrechamente relacionado con su adhesión a la mucosa intestinal (Ouwenhand *et al.*, 1999, citado por Bazay Dulanto, 2010).

2.4.5 Otros beneficios que aporta *Saccharomyces cerevisiae*

La ingestión oral de *Saccharomyces cerevisiae* por humanos voluntarios y ratas destetadas resultó en un marcado incremento específico y total de la actividad disacáridasa de las microvellosidades en el intestino, incluyendo sacarasa, lactasa y

maltasa. Este efecto puede resultar interesante si se tiene en cuenta que algunas diarreas están asociadas con una disminución de la actividad disacáridasa (Buts, 1986, citado por Bazay Dulanto G., 2010). Además, ha sido considerada como probiótico en especies domésticas. En algunos trabajos de investigación se ha demostrado que puede actuar como un inmuno-estimulador e inmuno-regulador y puede además incrementar la resistencia inespecífica para un gran número de bacterias que afectan el tracto respiratorio y digestivo. (Ouwehand *et al.*, 1999, citado por Bazay Dulanto, 2010).

Se ha demostrado por Auclair, en 2001 y Lázaro, en 2005 (citados por Bazay Dulanto, 2010), que *Saccharomyces cerevisiae* presenta un efecto protector contra *Salmonella typhimurium* y *Shigella flexneri* en ratones. El efecto protector puede no estar relacionado a la reducción de la población bacteriana de gérmenes patógenos en intestino, sino más bien a la reducción de la cantidad disponible de toxinas secretadas por patógenos. Generalmente las toxinas se unen a receptores específicos en las células del epitelio intestinal e inducen cambios, resultando en una pérdida de agua y electrolitos.

2.4.6 Aportes en la salud animal

En los últimos años se ha dado una considerable atención al uso de los probióticos, por lo que se han realizado investigaciones, sobre la aplicación de probióticos en diferentes especies de monogástricos, variedad de protocolos y metodologías, así como diferentes criterios de medición y variables. (Ángel Londoño, 2013).

2.4.6.1 Impacto en la alimentación de cerdos

En la industria porcina, uno de los principales problemas es la alta mortalidad causada por infecciones del sistema digestivo que tienen un impacto económico. Los cerdos son particularmente susceptibles a la diarrea durante tres periodos: la primera semana de vida, de la 2a a la 3a semanas y al destete. Se deduce que la media de lechones nacidos que no llegan al destete está entre 15% y 20%. De éstos, 80% mueren como consecuencia de diarreas (Mantecón y Ahumada, 2000, citado por Castro y Rodríguez, 2005).

En los cerdos se ha visto que el uso de las levaduras como probiótico ha tenido un efecto positivo en diversos aspectos del desarrollo del animal, participando en numerosas funciones metabólicas: fomentan el equilibrio natural de la flora intestinal en los cerdos y proporcionan mejores procesos digestivos; estimulan el sistema inmunológico mejorando su resistencia a las enfermedades más comunes; y reducen las diarreas o la severidad de éstas cuando han aparecido. Todos estos factores permiten, mejorar la ganancia de peso corporal, el consumo y la conversión alimenticia (Castro y Rodríguez, 2005).

Además, se ha comprobado que los probióticos reducen el mal olor de las excretas porcinas. En lechones neonatos se recomienda la administración de levaduras a lechones débiles, luego de la descolmillada y castración, cuando hay problemas gastrointestinales y, especialmente, al destete (Jonsson y Conway, 1992 citado por Castro y Rodríguez, 2005).

También Bazay Dulanto, en 2010, afirmó que al incluir *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de cerdos, aumenta la resistencia de los animales al ser sometidos a estrés. Montalvo Espejel, (2009), manifiesta que funciona como un promotor de crecimiento, se obtiene mejores camadas, aumenta la producción de leche materna, hay una mayor ganancia de peso, reduce el exceso de amoniaco en el intestino, se da una acción estimulante de la inmunidad, mejora la asimilación de nutrientes, corrige el balance de la población microbiana y hace que el cambio de alimentos sea más rápido.

2.4.6.2 Impacto en pollos parrilleros

Churchil *et al.*, (2000) y Yang *et al.*, (2007), citados por Peralta *et al.*, (2008), manifiestan que, *Saccharomyces cerevisiae*, es uno de los aditivos que producen efectos beneficiosos en los pollos de carne, ya que mejora las variables productivas y la calidad de la canal, efectos que son dependientes de la dosis utilizada y el tiempo de administración de la misma. Al incluir la levadura a niveles de 0,1 ó 0,2 % de cultivo de levadura de cerveza viva, adicionada en la dieta de pollos, las aves que habían recibido los mayores valores de este aditivo, mostraron mejor ganancia de peso.

Asimismo, Cruickshank (2002), citado por Peralta *et al.*, (2008) sostiene que adicionando *Saccharomyces cerevisiae* en aves se observaron efectos positivos sobre el sistema inmune y el aparato digestivo. Sobre el sistema de defensa, estimula la actividad de macrófagos y aumenta la inmunidad mediada por células y humoral. En la estructura intestinal, por su parte, aumenta el área de superficie de absorción de los nutrientes y también disminuye la resistencia a antibióticos.

2.4.6.3 Impacto en la producción de leche

Una investigación efectuada por Rivas *et al.*, (2008), indican que la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* tuvo efecto significativo sobre la producción de leche acumulada en vacas Holstein a los 35, 70 y 105 días de lactancia, con valores de 855, 1703 y 2,444 kg de leche, respectivamente, en comparación con vacas del grupo control, cuya producción de leche fue de 813, 1587 y 2,279 kg, respectivamente, lo que demuestra que las vacas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae* acumularon 165 kg de leche más, durante los 105 días de lactancia, debido a la acción estimulante del probiótico en el rumen y la mayor disponibilidad de nutrientes por la glándula mamaria.

2.4.6.4 Impacto en conejos

Barroso, s.f., afirma que la presencia de O₂ en el tracto digestivo del conejo y especialmente en el ciego, perjudica el funcionamiento de la población más representativa. Se ha demostrado que *Saccharomyces cerevisiae*, microorganismo anaerobio facultativo, consume el O₂, presente en su entorno gracias a su actividad respiratoria, favoreciendo con ello la estabilidad de la microbiota cecal. La mejora de los índices zootécnicos y, sobre todo, la reducción de la mortalidad de los conejos en crecimiento, se va a conseguir influyendo en el metabolismo del animal y el equilibrio de la microbiota intestinal.

En una investigación realizada por Kimsé *et al.*, en 2012, se evaluó *Saccharomyces cerevisiae* (Biosaf®), la cual fue adicionada a la dieta de conejos destetados para evaluar

los efectos de crecimiento, conversión alimenticia, estado de salud, digestibilidad y parámetros cecales, mediante dos diferentes dosis (1 g y 10 g de Biosaf®/kg de alimento, correspondiendo a 10^6 y 10^7 UFC/g respectivamente). Estas dosis fueron comparadas con un grupo control, el cual no tenía adición de levadura. El crecimiento y estado de salud fueron estudiados en 120 conejos (3 grupos de 40 conejos cada uno). Los resultados de mortalidad fueron de 50% menos con la adición de 10 g/kg de alimento, en comparación con el grupo control y la dosis de 1g/kg de alimento; mientras que el crecimiento, consumo y conversión alimenticia permanecieron similares en los grupos.

2.5 Uso de Prebióticos en animales domésticos

2.5.1 ¿Qué es un prebiótico?

Los prebióticos son ingredientes no digeribles de la dieta, que producen efectos beneficiosos estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o más tipos de bacterias en el colon, las que tienen a su vez la propiedad de elevar el potencial de salud del hospedero (Cagigas y Blanco Anesto, 2002).

Estos productos al ser suministrados directamente a los animales mejoran su metabolismo, salud y producción. Los principales efectos de esta suplementación son la estimulación de las microvellosidades para la producción de enzimas, el efecto antiadhesivo frente a patógenos. Por otra parte, las enzimas, vitaminas y otros nutrientes o factores de crecimiento que se producen inducen respuestas benéficas en la producción animal (Castro y Rodríguez, 2005).

De acuerdo a Gibson (1999), citado por Pérez Conesa *et al.*, 2004, para que un ingrediente alimenticio sea clasificado como prebiótico debe cumplir, los siguientes requisitos: no debe ser hidrolizado ni absorbido en la parte anterior del tracto gastrointestinal, constituir un substrato selectivo para una o un número limitado de bacterias comensales beneficiosas del colon, estimulando su crecimiento y/o metabolismo, modificar la composición de la microbiota del colon, facilitando el desarrollo de especies beneficiosas e inducir efectos en el lumen que sean beneficiosos para la salud del individuo que los consuma.

2.5.2 Los Manano-oligosacáridos (MOS).

Los MOS, son prebióticos derivados de la pared de la célula de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y un tipo particular de carbohidratos. Dichos carbohidratos cumplen ciertos roles inmunológicos y nutricionales en animales jóvenes (Dildey *et al.*, 1997 y Franklin *et al.*, 2005, citados por Curiquén E., González H. s.f.). El efecto positivo de las levaduras en monogástricos ha sido asociado principalmente con los metabolitos que éstas producen y las características de su pared celular. Oligosacáridos como la manosa, que comprende aproximadamente el 45% de la pared celular de *S. cerevisiae*, ha demostrado ser un medio para mejorar la salud y desempeño de los animales (Tizard *et al.*, 1989, citado por Castro y Rodríguez, 2005).

2.5.3 Modo de acción de los MOS

El modo de acción consiste en que las bacterias patógenas se unen a las manosas ubicadas en el exterior de las células intestinales, siendo éstas fermentadas por los patógenos (Dvorak *et al.*, 1997 y Finucane *et al.*, 1999, citados por Curiquén y González s.f.). Los MOS actúan previniendo la adherencia de las lectinas bacteriales a los carbohidratos presentes en la superficie de las células intestinales. Esta acción reduce la colonización del tracto digestivo con patógenos causantes de la diarrea neonatal, los que son excretados en las heces. Así, los MOS previenen infecciones bacteriales a través de mecanismos diferentes a los utilizados por los antibióticos, impidiendo la habilidad de desarrollar resistencia por parte de los patógenos (Newman *et al.*, 1993; Dildey *et al.*, 1997 y Finucane *et al.*, 1999, citados por Curiquén y González s.f.).

Por otra parte, se consigna que alrededor de tres cuartas partes de todas las células inmunológicas en el cuerpo del animal, están localizadas dentro del intestino como parte del tejido linfoide; proporcionando protección inmunológica, de manera de proteger la superficie del tracto gastrointestinal. (Curiquén y González s.f.).

Por ello, los MOS han demostrado modular el sistema inmune reduciendo la incidencia de enfermedades e infecciones que se acentúan en períodos de estrés ambiental; efecto que se ha manifestado en terneros lactantes y otros animales jóvenes alimentados con este aditivo (Newman *et al.*, 1993; Dildey *et al.*, 1997 y Dvorak *et al.*, 1997 citados por Curiquén y González s.f.). Los MOS han sido utilizados en producción avícola, porcina y cunícula con resultados promisorios. Se han incluido además, en la dieta de hembras durante el último periodo de gestación, para transmitir mayores niveles de Inmunoglobulina, en especial de IgG, a las crías, logrando disminuir los casos y muertes por diarrea (Franklin *et al.*, 2005; Davis *et al.* 2002 citados por Curiquén y González s.f.). Por ejemplo, especies como *Salmonella* y *E. coli* poseen uniones específicas a los residuos de manosa de la superficie del epitelio intestinal. Al introducir prebióticos en la dieta, en este caso los MOS, se convertirían en los blancos de unión de las bacterias dañinas y serían eliminadas mediante el tránsito intestinal mediante su excreción durante el pasaje de la ingesta (Vandana Rai *et al.*, 2013).

2.5.4 Uso de MOS en diferentes especies domésticas.

Diversos estudios en aves señalan que los MOS pueden ser usados para reemplazar antibióticos promotores de crecimiento en dietas para pollitos, favoreciendo la ganancia diaria de peso y reduciendo la presencia de enfermedades. Además en aves de postura se ha demostrado que estos carbohidratos no digestibles, aparte de unirse a los patógenos en el tracto gastrointestinal previniendo la colonización de los mismos, tienen la capacidad de unirse a varias micotoxinas. La suplementación de MOS con 0.9 a 1.1 kg por tonelada de alimento, durante el periodo de postura mejora la producción de huevo, el grosor de cascarón, la incubabilidad de los huevos en reproductoras y reducen significativamente la mortalidad embrionaria (Benites *et al.*, 2008).

En un ensayo realizado en patos y pollos por Khajarern, *et al.*, (1999) en la Universidad de Khon Kaen en Tailandia, citado por Sarmiento Jojoa y Guerra Peña (2011), encontraron que al adicionar MOS (0.05 y 0.01%) en dietas para pollos de engorde mejora en el

rendimiento con respecto al emplume, poca deformidad de patas, cuellos y mejoró la composición mineral del hueso de la tibia.

En otra investigación realizada por Hulet (2006), citada por Sarmiento Jojoa y Guerra Peña, en 2011, establecen que con el uso de MOS se tiene un efecto benéfico en pavas. Las pavas que recibieron MOS reportaron tres y cinco puntos mejor en conversión de alimento cuando fueron comparadas con las que recibieron dietas no suplementadas.

Newman *et al.* (1993) y Dildey *et al.* (1997), citados por Curiquén y González, s.f., realizaron 2 ensayos con terneros Holstein estabulados individualmente, los cuales fueron asignados a 2 tratamientos: sustituto sin MOS (control) y sustituto con MOS. Los resultados indican que el peso final de los terneros que recibieron el aditivo MOS superó en aproximadamente un 6,5 % el peso del grupo control, en ambos ensayos. Asimismo, el grupo tratado con MOS registró, en ambos casos, un incremento de peso diario superior que los individuos del grupo control.

Curiquén y González, s.f., afirman que en lechones destetados a los 25 días y suplementados con 2 kg de MOS/ton de alimento, se obtiene una mayor tasa de crecimiento y mejor eficiencia de conversión alimenticia, respecto a otro grupo tratado con una dosis menor. Asimismo, menciona el efecto de suplementar con MOS para el rendimiento de cerdas gestantes y sus camadas. De acuerdo a los resultados obtenidos en dicho ensayo, el número de lechones nacidos vivos y mortinatos fue similar entre tratamientos. En cambio, el peso promedio al nacer y al destete de los cerditos aumentaron por la adición de MOS en la dieta de la cerda pertenecientes a dicho tratamiento; a consecuencia de esto, la ganancia de peso de la camada y el promedio de ganancia diaria de los cerditos también fue mayor.

Por otro lado, en potrillos, el estado inmunológico es una preocupación primordial, debido a que ocasionalmente aparecen diarreas entre los 9 a 14 días, a menudo por la presencia de patógenos en el tracto digestivo, entre los que se incluyen *Clostridium perfringens*, *C. difficile*, *Salmonella typhimurium* entre otros. (Curiquén y González, s.f.). Ante este problema, Ott (2002), citado por Curiquén y González, s.f., realizó un estudio en busca de un producto alternativo para potenciar la respuesta inmunológica y la población microbiana del tracto intestinal; obteniendo como resultados mayores valores de IgG, IgA e IgM en el suero de las yeguas. Esto sugiere que la suplementación con MOS pudo haber causado que las yeguas segregaran anticuerpos adicionales en el calostro. A su vez, los potros que recibieron esos anticuerpos pueden haber tenido mayor capacidad para enfrentar los desafíos bacterianos en sus sistemas digestivos. Por lo que ninguno de los potros del grupo con MOS mostró diarrea severa.

2.5.4.1 Uso de MOS en cunicultura

Durante una investigación realizada por Fonseca *et al.*, (2004), en México, registraron una reducción de la mortalidad (del 6.3%), utilizando 2000 ppm de MOS (Bio-Mos), en comparación con la administración de oxitetraciclina (1000 ppm), cuya tasa de mortalidad

fue del 11.9%. Sin embargo, no hubo efecto en el rendimiento del crecimiento sobre el conejo.

Piccolo *et al.*, en 2009 realizaron un estudio donde se utilizaron 440 conejos de 60 días de edad, se dividieron en 4 grupos y fueron alimentados con 4 dietas experimentales hasta la edad de sacrificio: (Bio-MOS® en 0,5 g/kg); (Bio-Mos® a 1,0 g/kg); (Bio-Mos® a 1,5 g/kg) y suplementación de antibióticos (sulfato de colistina 144 mg/kg; tilosina 100 mg/kg y oxitetraciclina 1000 mg/kg). Se midió el consumo de alimento, la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia. No se registraron diferencias entre los grupos en cuanto al peso vivo durante las diferentes edades ni en el aumento de peso diario. Sin embargo, el grupo de MOS 1,0 g/kg mostró significativamente mayor incidencia de tracto gastrointestinal vacío (sin colonización bacteriana), pero no se encontraron diferencias en el rendimiento en canal. Además, se encontró un mayor consumo de materia seca en conejos por efecto del MOS. Sin embargo, Mourão *et al.*, 2006, citado por Gonzalo Bazay *et al.*, en 2014 y Bovera *et al.*, 2010, demuestran consumos similares en dietas suplementadas con MOS en comparación con los grupos control no suplementados.

En una investigación realizada por Bovera *et al.*, 2010, donde se presentó un brote de enteropatía epizootica del conejo, se utilizó 0.5 g, 1.0 g y 1.5 g de MOS/kg de alimento, dando los mejores resultados la dosis de 1.0 g de MOS/kg de alimento, para reducir los niveles de mortalidad, sin embargo, no hubo diferencias reportadas en la tasa de mortalidad entre los tratamientos de 0.5 y 1.0 de MOS por kg de alimento.

3. Materiales y Métodos

3.1 Descripción del estudio

3.1.1 Ubicación geográfica.

El estudio se realizó en la granja Don Bosco, ubicada en el Departamento de La Libertad, Municipio de San José Villanueva, Cantón El Escalón, a una altitud de 450 msnm, una precipitación promedio anual de 1755 mm, una temperatura promedio anual de 31°C y humedad relativa promedio anual de 62%; ubicándose geográficamente con las siguientes coordenadas: 13° 34'1.85" Latitud Norte y 89° 15' 53.67" Longitud Oeste (Figura 1).

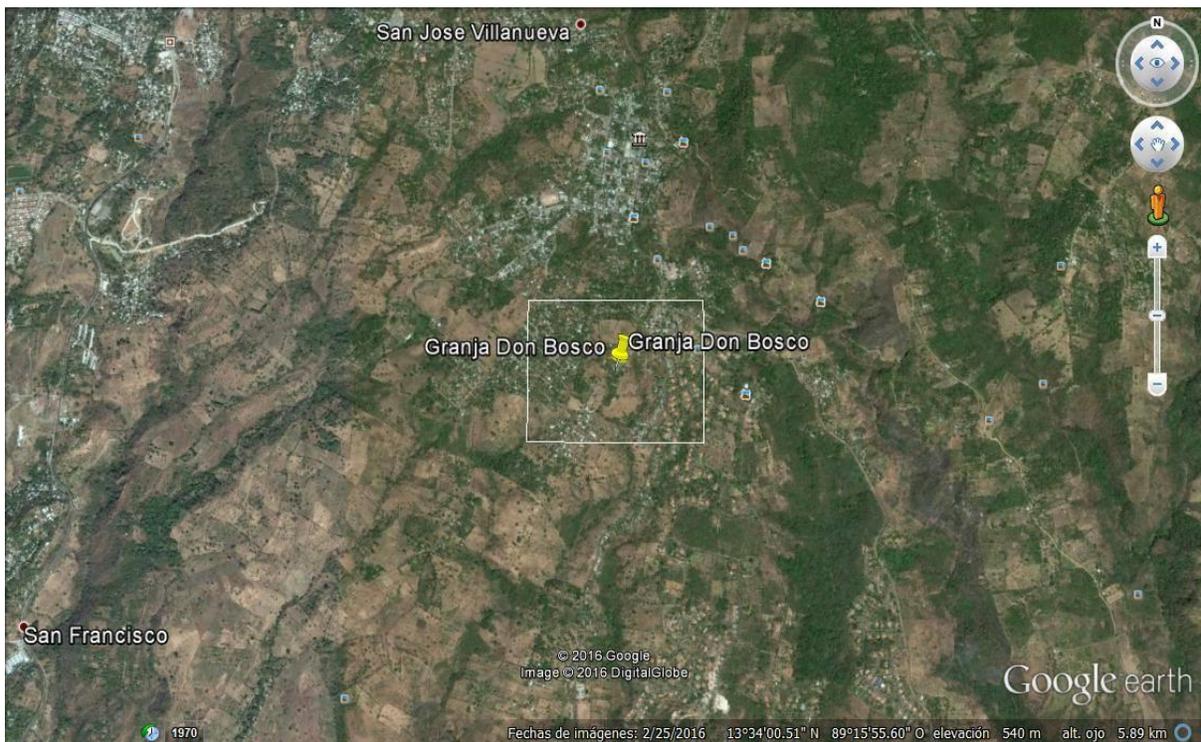


Figura 1. Mapa de satélite que indica la localización de la Granja Don Bosco (Google Earth, 2016).

3.1.2 Instalaciones y equipo

3.1.2.1 Galera

La granja cuenta con 2 galeras de engorde de laterales abiertos, ubicadas de este a oeste, lo cual permite una adecuada iluminación y circulación del aire. Las galeras están construidas con una estructura metálica de tubo estructural de 2 pulgadas de diámetro (5.08 cm) con techo de un agua, de lámina galvanizada, a una altura mínima de 2.40 m. y una altura máxima de 3 m. (Figura A-1). Posee un piso de tierra de suelo franco arenoso que permite un buen drenaje.

Los gazapos recién destetados seleccionados para el experimento, fueron manejados en el extremo oeste de una de las galeras.

3.1.2.2 Jaulas

Las jaulas estaban dispuestas en 4 filas dobles de oriente a poniente, con pasillos de 1m. de ancho permitiendo un adecuado acceso y circulación en el manejo rutinario de la granja.

Cada uno de los gazapos recién destetados que se utilizaron en la investigación se agruparon en 15 jaulas de tipo Quon-Set de 42 cm de alto por 75 cm de largo y 78 cm de ancho, elaboradas con malla metálica galvanizada de 3/4 x 3/4 de pulgada (1.91 cm) e instaladas en un sistema colgante del techo de la galera, suspendidas a una altura de 1 m del piso (Figura A-2).

3.1.2.3 Comederos y bebederos

Durante la investigación se utilizaron 15 comederos tipo Tolva (1 comedero por jaula), con una capacidad de 0.9 Kg (Figura A-3); y 15 bebederos de Niple, instalados a un sistema de tubería PVC de ½ pulgada (1.27 cm) de diámetro (1 bebedero por jaula).

3.1.2.4 Pesaje

En el desarrollo del experimento se utilizaron 2 tipos de básculas, una de reloj y una digital.

La báscula de reloj fue utilizada para registrar el peso de los conejos semanalmente. Esta balanza tiene una capacidad máxima de 30 libras y una precisión de pesaje en onzas (Figura A-4).

La báscula digital se utilizó para pesar las dosis de los productos a suministrar (prebiótico y probiótico) (Figura A-5). También se utilizó para registrar el peso del rechazo del alimento del día anterior.

3.1.3 Manejo general de la granja

A los conejos en estudio se les ofreció una dieta a base de concentrado comercial de engorde. La cantidad a ofrecer diariamente fue de 102 gramos por animal al día (dieta basal) (Figura A-6).

A los conejos del tratamiento testigo, que presentaron síntomas de diarreas, se les aplicó el manejo rutinario utilizado en la granja, consistente en la administración de un antibiótico vía intraperitoneal a base de: Enrofloxacin con una dosis de 5 mg/kg cada 24 horas.

El estudio inició con la coordinación de un cronograma según los horarios de alimentación que se establece en la granja. Con base en ellos, se proporcionaron una vez al día ambos suplementos en el T1 (suplementación de *Saccharomyces cerevisiae*) y T2 (suplementación de MOS).

3.2 Metodología de campo

3.2.1 Duración

El estudio consistió de una fase de campo con una duración aproximada de dos meses y una fase de evaluación, tabulación de resultados y redacción del documento final de cuatro meses.

La fase pre-experimental tuvo una duración de 7 días y una fase experimental de 42 días, haciendo un total de 49 días durante la fase de campo, la cual correspondió a la fase de engorde.

3.2.2 Fase pre-experimental

Se seleccionaron 60 conejos recién destetados de la raza Neozelandés blanco (Figura A-7).

Al momento de seleccionar los gazapos, se tuvo en cuenta que presentaran características similares, entre ellas, que tuvieran una edad de 30 días y un peso aproximado de 0.68 Kg (1.5 lb).

Posteriormente, se dividieron al azar en 3 grupos de 20 conejos cada uno, alojando 4 conejos por jaula, haciendo un total de 5 jaulas por tratamiento, es decir 15 jaulas en total.

Se identificó a cada conejo de cada jaula, mediante una marca en la oreja izquierda con tinta indeleble de distinto color por repetición (Figura A-8).

Dichos colores fueron verde, azul, rojo y negro y se utilizaron para distinguir a los conejos dentro de la misma jaula con el fin de diferenciarlos al momento de realizar el pesaje semanal.

Esta fase se realizó con el propósito de acondicionar y adaptar a los conejos a los suplementos en estudio (*Saccharomyces cerevisiae* y MOS comercial). Es de hacer notar que el suministro de aditivos se hizo en forma gradual, los cuales fueron suministrados 7 días previos al comienzo del experimento.

3.2.3 Fase experimental

Durante los siguientes 42 días del periodo de engorde, los tratamientos fueron sometidos a las dosis establecidas en el Cuadro 1, definiendo 10 g de *Saccharomyces cerevisiae* por kg de alimento, diluido en 20 ml de agua para el T1 y 2 g de MOS por kg de alimento, diluido en 4 ml de agua para el T2. Las dosis de estos aditivos en las dietas fueron calculadas de acuerdo al consumo estimado semanalmente por Koehl y Mirabito, 1996 (Cuadro A-1).

Cuadro 1. Consumo promedio de alimento y dosis diaria de aditivos por semana.

Semanas de Investigación	Consumo promedio de alimento (g)	Dosis de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>		Dosis de MOS	
		gramos	solución (ml)	gramos	solución (ml)
1	102	1.02	2.04	0.2	0.40
2	132	1.32	2.64	0.26	0.52
3	147	1.47	2.94	0.29	0.58
4	165	1.65	3.30	0.33	0.66
5	176	1.76	3.52	0.35	0.70
6	188	1.88	3.76	0.38	0.76

3.3 Metodología estadística

3.3.1 Factor en estudio

Efecto de probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) (Figura A-9) y prebiótico (Manano Oligosacárido) (Figura A-10) para prevenir problemas gastrointestinales en conejos durante la fase de engorde.

3.3.2 Descripción de tratamientos.

Para una presentación más organizada de los tratamientos en estudio se detalla en el Cuadro 2 la descripción de los tratamientos.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamiento	Descripción
T0	Alimentados con una dieta basal y manejo rutinario realizado en la granja.
T1	Alimentados con una dieta basal y suplementados con el probiótico <i>Saccharomyces cerevisiae</i> mediante una dosis de 10 g/kg de alimento, diluido en 20 ml de agua y suministrándola por vía oral, por medio de una jeringa (Figura A-11).
T2	Alimentados con una dieta basal y suplementados con el prebiótico a base de MOS, mediante una dosis de 2g/kg de alimento diluido en 4 ml de agua y suministrándola por vía oral, por medio de una jeringa (Figura A-12).

3.3.3 Diseño Estadístico

Para el experimento se utilizó el diseño completamente al azar (ó diseño completamente randomizado), para las variables consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, con 3 tratamientos en estudio (T0: testigo o control, T1: suplementación de *Saccharomyces cerevisiae*, y T2: suplementación de MOS). Cada tratamiento estuvo formado por 20 conejos y 5 repeticiones cada uno, siendo en total 15 repeticiones, con un

nivel de confiabilidad del 95% ($p > 0.05$). Se apoyo en el programa SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, por sus siglas en inglés), para la interpretación estadística de los resultados.

3.3.4 Aleatorización

Las unidades experimentales se distribuyeron en los tratamientos, en forma aleatoria; para hacer una distribución uniforme de los conejos, y descartar posibles diferencias estadísticas entre tratamientos, que pudieran influir en el estudio.

3.3.5 Modelo estadístico

El modelo estadístico bajo el cual se analizó los resultados obtenidos fue el siguiente:

$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$, donde:

Y_{ij} = Observación individual perteneciente al i -ésimo tratamiento.

μ = Media experimental.

T_i = Efecto medio del i -ésimo tratamientos.

e_{ij} = Error experimental.

i = Número de tratamiento.

j = Número de repetición.

3.3.6 Toma de datos

Se tomaron datos semanalmente, procurando realizarlo a la misma hora para evitar variación en los resultados. Las variables a medir fueron:

Morbilidad: se tomaron semanalmente los datos de los animales que presentaron síntomas de diarrea, dividiendo los animales enfermos entre los 20 animales en total de cada uno de los tratamientos.

$$\text{Morbilidad} = \frac{\text{total de individuos enfermos en un periodo determinado}}{\text{total de la poblacion}} \times 100$$

Mortalidad: se obtuvieron semanalmente los datos de los animales que murieron por presentar síntomas de diarrea, dividiendo el número de muertes entre el total de la población de cada uno de los tratamientos.

$$\text{Mortalidad} = \frac{\text{número de muertes ocurridas durante un periodo}}{\text{total de la poblacion durante el periodo}} \times 100$$

Consumo de alimento: para determinarlo, se restó a la ración diaria de alimento ofrecido, el alimento sobrante al día siguiente. Se obtuvo el consumo promedio diario cada jaula. Para efectos de cálculos estadísticos, se estableció el dato acumulado semanalmente por tratamiento. El alimento fue pesado en una balanza digital con precisión en gramos (Figura A-13).

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}$$

Ganancia de Peso: para determinarla, se obtuvo el incremento promedio de los conejos un día establecido a la semana, en horas de la mañana, cuando estos se encontraban en ayunas, a fin de evitar una distorsión en el peso de los conejos. Los animales se pesaron en una balanza de reloj con precisión en libras (Figura A-14).

$$\text{Ganancia de peso} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Días del periodo}}$$

Conversión alimenticia: se determinó mediante la división del consumo medio del alimento y el incremento medio del peso en la semana

$$\text{Conversion alimenticia} = \frac{\text{Consumo medio de alimento}}{\text{Incremento medio del peso}}$$

3.3.7 Distribución Estadística

Para el análisis de los datos se aplicó el Análisis de varianza para determinar las diferencias en los tratamientos y realizar un mejor análisis a las variables en estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Modelo de Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar

F. de V	GL	SC	CM	F calculado	F tabla 5%
Tratamiento	2	SC Trat	SC Trat / G.L	CM Trat / CM Error	3.88
Error	12	SC Error	SC Error / G.L		
Total	14	SC Total			

3.3.8 Pruebas estadísticas

Para las variables de morbilidad y mortalidad se utilizó la prueba de Chi Cuadrado, con el fin de determinar la relación entre los tratamientos y dichas variables. Esta prueba se utilizó con un nivel de confiabilidad del 95% ($p > 0.05$) y con 2 grados de libertad.

Para las variables que resultaron con diferencias significativas, se procedió a utilizar la prueba de Contrastes Ortogonales.

3.4 Metodología socioeconómica.

Para determinar el tratamiento que mejor se comportó en la investigación, se utilizó la metodología de Presupuestos Parciales, Análisis de Dominancia y Tasa de Retorno Marginal descrita por el CIMMYT.

3.4 1 Presupuesto Parcial

Los presupuestos parciales se obtienen utilizando: el Rendimiento Promedio, Beneficio Bruto, los Costos Variables y el Beneficio Neto (CIMMYT, 1988).

3.4 2 Análisis de Dominancia

Una vez determinados los beneficios netos para cada tratamiento, se realizó un análisis de dominancia. Este se hace clasificando los tratamientos, ordenándolos de menor a mayor, en base a los costos, con sus respectivos beneficios netos. El tratamiento que tiene más costos, pero que rinda un menor beneficio neto, se dice que es "dominado" y es excluido del análisis (CIMMYT, 1988).

3.4 3 Tasa de Retorno Marginal

La tasa de retorno marginal, se obtiene eliminando los tratamientos dominados. Se comienza con el tratamiento de menor costo y siguiendo con el próximo más alto. La tasa marginal de retorno es calculada expresando la diferencia entre los beneficios netos de ambas como un porcentaje del costo total adicional. Calcula una indicación de lo que el productor puede esperar recibir en promedio, al cambiar de tratamiento (CIMMYT, 1988).

4. Resultados y Discusión

4.1 Análisis Estadístico de las variables

4.1.1 Morbilidad

Como se observa en el análisis descriptivo reflejado en el Cuadro 5, la morbilidad reportada en los tratamientos estudiados se manifiesta en diferentes etapas del experimento, sin embargo, en los tratamientos T1 y T2 donde se utilizó probióticos y prebióticos respectivamente, se destaca la morbilidad particularmente, ya que únicamente durante las primeras tres semanas de la investigación se presentó posiblemente debido al estrés post-destete (pero con la acción benéfica y continua del uso de probióticos y prebióticos se logró reducir completamente los síntomas de cualquier patología digestiva hasta finalizar el experimento en el T1), en cambio en el T2 se observa un mínimo porcentaje de morbilidad (5.26%) durante la última semana, atribuible posiblemente a cierto grado de contaminación ambiental presente en algunas áreas de la granja.

Se debe resaltar que el Tratamiento Testigo, en el cual no se utilizó probióticos ni prebióticos para prevenir las patologías digestivas, se manifestó la morbilidad durante las primeras cinco semanas del experimento, por lo que se utilizó un tratamiento antibiótico que de forma empírica utilizan en la granja. El grado de morbilidad en este tratamiento presenta un crecimiento desde la semana uno hasta la semana cinco, donde alcanza su nivel máximo del 11.11%

En la presente investigación, en la que se utilizó *Saccharomyces cerevisiae* (T1) con una dosis de 10 g/kg de alimento se logró una reducción del 80% de morbilidad; del mismo modo con lo sostenido por Kimsé *et al.*, (2012), los cuales establecen que al evaluar *Saccharomyces cerevisiae* con una dosis de 10 g/kg de alimento, se obtiene una reducción del 80% de morbilidad, debido a los trastornos digestivos en los conejos durante el periodo de engorde.

Sin embargo, de acuerdo a la prueba de Chi Cuadrado (Cuadro A-3 y A-4), se obtuvo un valor de 2.00, el cual es menor al valor de Chi tabla correspondiente (5.991), con una significancia del 5%; es decir que se acepta la hipótesis nula: los resultados observados demuestran que el número de animales enfermos es independiente de los tratamientos en estudio, es decir que suministrando o no aditivos a la dieta de los conejos no influye en cuanto a la morbilidad ocasionada por diarreas. Estos resultados concuerdan con lo manifestado con Kimsé *et al.*, en 2012, en donde se evaluó el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* con dos dosis (1 y 10 g/kg de alimento) comparado a un grupo control, reportando una morbilidad no significativa entre los tratamientos.

Cuadro 4. Morbilidad debido a patologías digestivas.

Semanas de vida	T0	T1	T2
	%	%	%
5	5	15	5
6	10	0	10
7	10	5.56	15
8	5	0	0
9	11.11	0	0
10	0	0	5.26

4.1.2 Mortalidad

De acuerdo al análisis descriptivo, la variable mortalidad, según el Cuadro 6, el T1 donde se utilizó *Saccharomyces cerevisiae* se observó desde un inicio una mortalidad del 10% debido al estrés del destete, sin embargo se logra reducir al 100% hasta el final del estudio, manifestándose de esta manera que *Saccharomyces cerevisiae* mejora los índices zootécnicos y sobre todo la reducción de la mortalidad de los conejos en crecimiento tal como lo manifiesta Barroso L., s.f.

Mientras tanto, el T2 donde se utilizó MOS presento una mortalidad del 5% en la semana 7, logrando posteriormente su estabilidad en todo el estudio, demostrando una reducción del 95%. También, en una investigación realizada por Bovera *et al.*, (2010), donde se presentó un brote de enteropatía epizootica del conejo, se utilizó 0.5, 1.0 g y 1.5 g de MOS/kg de alimento, dando los mejores resultados la dosis de 1.0 g de MOS/kg de alimento, para reducir los niveles de mortalidad, sin embargo, no hubo diferencias en la tasa de mortalidad entre los tratamientos de 0.5 y 1.0 de MOS por kg de alimento. Asimismo, Fonseca *et al.*, (2004), demostró en un estudio que al adicionar una dosis de 2 g de MOS/ kg de la dieta, se registra una reducción en la mortalidad del 6.3%.

Por otro lado, se destaca que al revisar los resultados de morbilidad, los conejos del Tratamiento Testigo que fueron medicados con antibiótico no lograron mejorar su situación patológica, presentando altos porcentajes de morbilidad durante todo el estudio y como consecuencia se concreta una tasa de mortalidad del 10%, a pesar del tratamiento continuo con un antibiótico comercial utilizado en la granja (Cuadro A-5).

A pesar de ello, se presume que las diarreas ocurridas durante las últimas semanas no se deben al estrés post-destete, sino ocasionadas a un manejo inadecuado de las excretas, presencia de otras especies animales en la granja y cierto grado de contaminación observado, desencadenando infecciones de tipo gastrointestinal.

Sin embargo, de acuerdo a la prueba de Chi Cuadrado, (Cuadro A-6 y A-7), se obtuvo un valor de 0.436, el cual es menor al valor de Chi tabla correspondiente (5.991), con una significancia del 5%; es decir que se acepta la hipótesis nula, la cual establece que los resultados observados en el presente experimento demuestran que el número de muertes

es independiente de los tratamientos en estudio, es decir que el suministrar o no aditivos a la dieta alimenticia de los conejos no influye en la mortalidad ocasionada por diarreas. Estos resultados concuerdan con lo manifestado con Piccolo *et al.*, 2009, los cuales registraron una tasa de mortalidad utilizando diferentes dosis de MOS, y al analizarlos por medio de la prueba de Chi Cuadrado, no presentaron diferencias estadísticas entre los grupos.

Cuadro 5. Mortalidad debido a patologías digestivas.

Semanas de vida	T0	T1	T2
	%	%	%
5	0	10	0
6	0	0	0
7	0	0	5
8	5	0	0
9	5.26	0	0
10	0	0	0

4.1.3 Consumo de alimento

Como se observa en la Figura 1, los tratamientos T0 y T1 se comportaron de manera similar en el consumo promedio diario por animal, pudiéndose señalar que el suministrar *Saccharomyces cerevisiae* a la dieta, no influye de forma directa en el consumo en este experimento, sin embargo se destacan los mayores consumos en el T2, reportando consumos de alimento superiores durante todo el estudio comparados con los otros tratamientos; asimismo, Piccolo *et al.* (2009), encontraron un mayor consumo de materia seca en conejos por efecto del MOS; sin embargo, otros estudios demuestran que suplementando MOS a la dieta en comparación con grupos control (no suplementado) obtienen consumos similares (Mourão *et al.*, 2006, citado por Bazay *et al.*, (2010) y Bovera *et al.*, 2010).

Según el análisis inferencial, se observó diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5%, entre los tratamientos en estudio obtenidos mediante el análisis de varianza (Cuadro A-8), por lo que se deduce que los tratamientos en estudio consumieron cantidades diferentes de alimento diariamente durante toda la investigación, por lo cual se procedió a utilizar la prueba de Contrastos Ortogonales.

De acuerdo a la prueba de Contrastos Ortogonales (Cuadro A-9), al comparar el T0 contra T1 y T2 se observa que el tratamiento testigo está produciendo similares efectos sobre el tratamiento 1 y 2, con un nivel de significancia del 5%.

Al comparar el T1 contra T2 se observa que el tratamiento 1 está produciendo diferentes efectos sobre el tratamiento 2, produciendo mayores efectos el T2 con 50.65 unidades más que el T1, con un nivel de significancia del 5%.

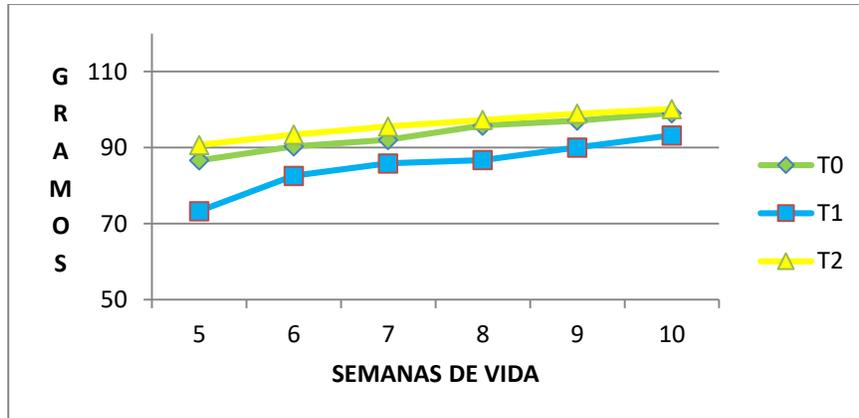


Figura 2. Consumo de alimento promedio al día por animal (g)

4.1.4 Peso vivo

Como se observa en la Figura 2, los pesos vivos se mantienen con diferencias mínimas entre tratamientos, durante las primeras cuatro semanas del ensayo; no mostrando diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, por lo que se concluye que se comportaron de manera similar. Sin embargo, al suministrar *Saccharomyces cerevisiae* o Manano Oligosacaridos, se obtienen pesos superiores al Testigo, siendo los pesos promedios obtenidos al final de la investigación los siguientes: T2 (2.25 kg), T1 (2.17 kg) y T0 (2.06 kg).

Kimsé *et al.*, (2012), demostraron que se presentan pesos vivos similares entre los tratamientos, por lo que al suplementar *Saccharomyces cerevisiae* no se obtiene pesos suficientemente altos para detectar un efecto en el desempeño productivo. Al contrario Piccolo *et al.*, (2009), registraron diferencias entre los tratamientos en cuanto al peso vivo de los conejos, al adicionar MOS con una dosis de 1 g/kg de alimento, durante la primera semana, probablemente debido a la respuesta del animal al cambio de dieta; comportándose los tratamientos de manera similar durante las siguientes semanas de la investigación.

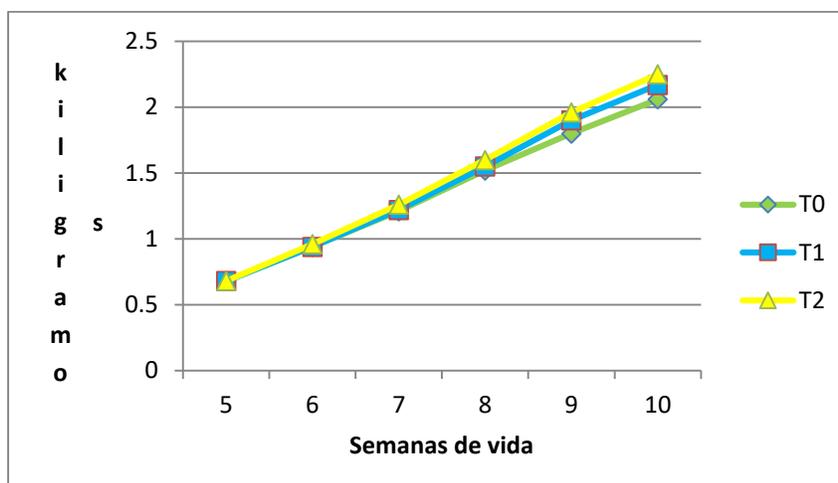


Figura 3. Peso vivo promedio semanal por animal (kg).

4.1.5 Ganancia de Peso

Los valores de ganancia de peso promedio por semana obtenidos al final del ensayo, se reflejan en la Figura 3, la cual muestra el comportamiento de las ganancias de peso promedio semanal de los conejos de engorde durante las seis semanas del ensayo, donde se puede observar una tendencia creciente desde la primera semana hasta la semana 4 en el T1 y T2. Por lo tanto, al suministrar MOS a la dieta alimenticia de los conejos, se obtienen mayores ganancias de peso durante el periodo de engorde.

El análisis de varianza, para la variable ganancia de peso (Cuadro A-11), no precisa diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$).

Asimismo, según Gómez Sánchez, 2009, al someter a un grupo de conejos a la suplementación de levadura de cerveza, no se encuentran diferencias significativas en cuanto a la ganancia de peso. Igualmente, en un estudio ecuatoriano realizado por Mejía Tulcán y Nazate Bastidas (2011), se probaron los siguientes porcentajes: 0, 40, y 80% de *Saccharomyces cerevisiae* en la inclusión a la dieta de conejos de engorde para determinar el incremento de peso. De los resultados obtenidos se establece que la levadura de cerveza como fuente alternativa de proteína no tiene alta incidencia sobre el incremento de peso. Por lo tanto recomienda, utilizarlo mejor como probiótico que como fuente proteica.

Piccolo *et. al.*, en 2009, tampoco registro diferencias entre los grupos en peso vivo en diferentes edades y en el aumento de peso diario, usando MOS en la dieta de los conejos.

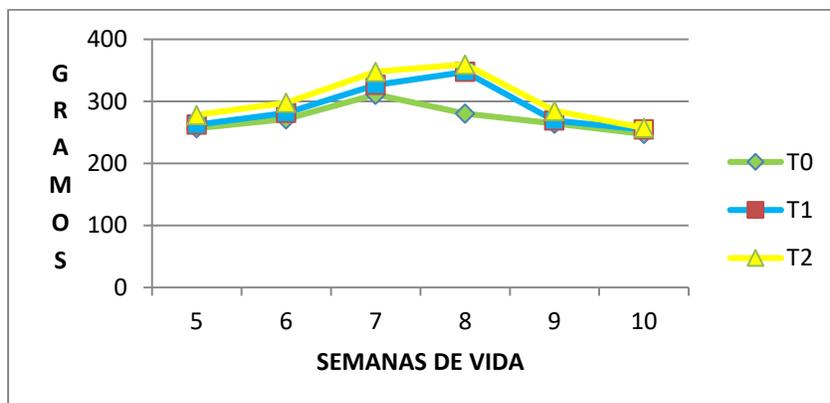


Figura 4. Ganancia de peso promedio semanal por animal (g).

4.1.6 Conversión Alimenticia

En la Figura 4, se observa que la tendencia en cuanto a la conversión alimenticia acumulada es bastante similar entre los tratamientos en estudio, tanto al inicio como al final de la investigación.

Sin embargo, al suministrar *Saccharomyces cerevisiae* se obtienen los mejores resultados al ser comparado con los otros tratamientos, por lo que se destaca que el tratamiento que utilizo *Saccharomyces cerevisiae*, consume menos cantidad de alimento por unidad de peso ganada. No obstante, en el presente estudio, no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, con un nivel de significancia del 5% (Cuadro A-12).

Por el contrario, Mourão *et al.*, 2006 en España, citado por Bazay Dulanto *et al.*, en 2010 y Bovera *et al.*, 2010, en Italia, hacen mención que al utilizar Manano Oligosacáridos, se encuentra una mejora en el rendimiento y conversión alimenticia de conejos.

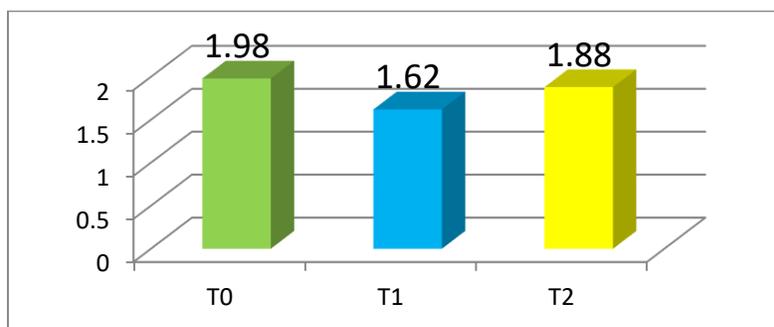


Figura 5. Conversión Alimenticia Acumulada.

4.2 Análisis Económico

4.2.1 Presupuesto Parcial

El análisis de presupuesto parcial, es un método que se utiliza para organizar los tratamientos para obtener los costos y beneficios (Cuadro 7).

Cuadro 6. Presupuesto Parcial (Valores en dólares americanos USD). Ver Cuadro A-11, A-12 y A-13.

	T0	T1	T2
Rendimiento promedio (kg)	20.93	22.65	23.81
Beneficio bruto de campo	122.49	132.57	139.35
Costos que varían:			
Costo de consumo de concentrado	38.65	33.15	40.27
Costo de consumo de probiótico	0	16.75	0
Costo de consumo de prebiótico	0	0	4.45
Costo de antibiótico	0.67	0	0
Costo de mano de obra	1.98	1.98	2.09
Total de Costos que varían	41.30	51.88	46.81
Beneficio Neto	81.19	80.69	92.54

En el Cuadro 7 se puede observar que el tratamiento que mayor beneficio neto obtuvo fue el tratamiento T2 (adición de MOS a la dieta) con \$92.54, seguido por el T0 con \$81.19 y por último el T1 con \$80.69.

4.2.2 Análisis de Dominancia

Asimismo con el objetivo de observar cuál de los tratamientos en estudio obtuvo los mejores resultados de beneficio-costos se aplicó un análisis de dominancia. Esto se efectúa ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos, marcando con una D el tratamiento dominado (Cuadro 7) (CIMMYT, 1988).

Cuadro 7. Análisis de Dominancia

Tratamiento	Costos Variables (\$)	Beneficio Neto (\$)	
T0= Alimentados con una dieta basal y manejo general de la granja.	41.30	81.19	
T2= suplementados con el probiótico <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	46.81	92.54	
T1= suplementados con el prebiótico a base de MOS	51.88	80.69	D

Con base a lo anterior, se puede concluir que el T1 es el tratamiento dominado, ya que presenta un beneficio neto menor y un costo variable mayor, comparado con los otros dos tratamientos que poseen beneficios netos mayores y menores costos variables.

4.2.3 Curva de Beneficio Neto

En esta curva, cada tratamiento se identifica con un punto, según su beneficio neto y el total de los costos que varían y se puede notar cómo se desliza de la tendencia de la curva el tratamiento dominado, que en este caso es el T1.

En la Figura 5 se observa con mayor claridad la tendencia de los tratamientos, la cual es ascendente, exceptuando al T1 el cual se sale de la trayectoria, demostrando que es un tratamiento dominado, ya que presenta mayores costos que varían y menor beneficio neto que los otros tratamientos en estudio.

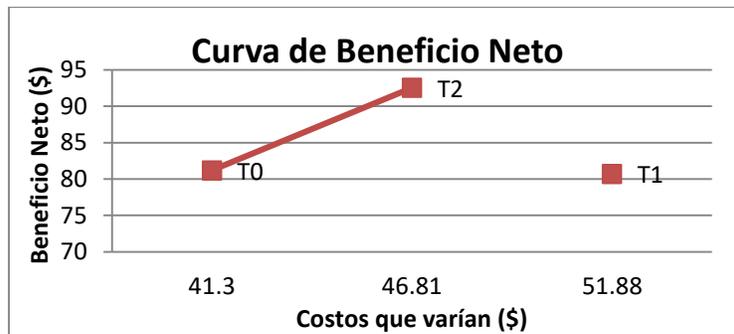


Figura 6. Curva de beneficio neto

4.2.4 Tasa de Retorno Marginal

En la TRMg solamente participan los tratamientos no dominados, debido a que si se incluyen los tratamientos dominados, reflejan resultados negativos, siendo estas pérdidas para el productor.

La tasa de retorno marginal se obtiene de dividir la diferencia de los beneficios netos de 2 tratamientos, entre las diferencias de sus costos variables.

$$TRMg = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} * 100$$

$$TRMg = \frac{92.54 - 81.19}{46.81 - 41.30} * 100$$

$$TRMg = 2.05 * 100 = \mathbf{205\%}$$

Esto significa que el cunicultor al invertir en la adición de MOS a la dieta, le reproducirá una Tasa de Retorno Marginal de 205%.

Es decir que por cada dólar invertido en la administración de MOS a la dieta, el cunicultor espera recuperar su dólar más \$2.05 adicional.

5. Conclusiones

A pesar que estadísticamente, los tratamientos experimentales se comportaron similares al testigo, en cuanto a morbilidad y mortalidad, el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y Manano Oligosacáridos, en la dieta alimenticia de conejos de engorde de la raza Neozelandés blanco, representa una alternativa de prevención de patologías digestivas, frente al uso indiscriminado de antibióticos, en granjas cunícolas.

Al adicionar MOS en la alimentación diaria de conejos, se obtiene un consumo diario de alimento promedio de 96.02g por animal, en comparación al Testigo (93.51 g por animal) y el T1 (85.30 g por animal), por lo que existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos.

En la variable ganancia de peso, los tratamientos se comportaron estadísticamente de manera similar, sin embargo, el T2 (MOS) obtuvo una ganancia de peso al final del estudio de 1.83 kg, registrando pesos superiores a los otros tratamientos.

En la variable conversión alimenticia, los tratamientos se comportaron estadísticamente de manera similar. Sin embargo, al suministrar *Saccharomyces cerevisiae* a la dieta alimenticia, se obtuvo una mejor conversión alimenticia (1.62:1), significando que para ganar una libra de peso, los conejos necesitan consumir 1.62 libras de alimento concentrado.

En cuanto el análisis económico realizado para cada tratamiento se comprobó que la mejor opción para la investigación fue el T2 (MOS) con un beneficio neto de \$92.54, el cual también refleja un retorno marginal de \$2.05, superando a los otros tratamientos en estudio.

6. Recomendaciones

Ante el uso indiscriminado de antibióticos en las granjas cunícolas de El Salvador, se recomienda el uso de *Saccharomyces cerevisiae* o Manano Oligosacáridos, como alternativa con el fin de producir alimentos inocuos y de calidad que contribuyan a la seguridad alimentaria y nutricional de la población.

Utilizar *Saccharomyces cerevisiae* o Manano Oligosacáridos en la alimentación de conejos de engorde, debido a que ejercen un efecto benéfico en la disminución de morbilidad y mortalidad causadas por patologías digestivas, asimismo contribuyen en el desempeño de los parámetros productivos ganancia de peso y conversión alimenticia.

Considerar la evaluación de distintas dosis a las utilizados en el presente estudio, incluyendo *Saccharomyces cerevisiae* o Manano Oligosacáridos para determinar el efecto que producen en el rendimiento productivo de los conejos de engorde al ser incorporados en la dieta, asimismo incentivar a realizar investigaciones que permitan otras alternativas que faciliten el suministro de estos aditivos a nivel de granjas.

7. Bibliografía

- Ángel Londoño. M. A., 2013. Uso de probióticos en la nutrición de monogástricos como alternativa para mejorar un sistema de producción. Tesis Especialidad en Nutrición Animal Sostenible. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Barroso L. s.f. La levadura *Saccharomyces cerevisiae* y su influencia en el entorno de los conejos de engorde. (en línea). Consultado el día 25 de junio de 2016. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/63888264/La-Levadura-Saccharomyces-Cerevisiae-y-su-influencia-en-Conejos-de-Engorde>
- Bazay Dulanto G. 2010. Uso de los probióticos en la alimentación animal con énfasis en *Saccharomyces cerevisiae*. Lima, Perú. p 2-10
- Benites, V., Gilharry R., Gernat A.G., Murillo J.G., 2008. Effect of Dietary Mannan Oligosaccharide from Bio-Mos or SAF-Mannan on Live Performance of Broiler Chickens. *The Journal of Applied Poultry Research* 17:471–475.
- Bovera F., Nizza S., Marono S., Mallardo K., Piccolo G., Tudisco R., De Martino L., Nizza A. 2010. Effect of mannan oligosaccharides on rabbit performance, digestibility and rectal bacterial anaerobic populations during an episode of Epizootic Rabbit Enteropathy. *World Rabbit Sci.*, 18,9-16.
- Cagigas, de las Reig A. L. y Blanco Anesto J., 2002. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Revista Cubana Aliment Nutr* 2002;16(1):63-8. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. Ciudad de La Habana, Cuba. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_1_02/ali10102.htm
- Castro M., Rodríguez F., 2005. Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, Vol. 6, No. 1. p. 26-32. Cundinamarca, Colombia (en línea). Consultado el día 13 de junio de 2017. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945018004>
- Cheeke P.R., 1987. Rabbit feeding and nutrition. *Animal Feeding and Nutrition. A Series of Monographs*. Orlando, EE.UU. Academic Press, Inc. p 8.
- Choudhari A., Shinde S., Ramteke B. N., 2008. Prebiotics and probiotics as health promoter: a review. (en línea). *Vet. World*, Vol 1, No. 2. p 59. Nagpur, India.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México Distrito Federal, México. p. 13-37.

- Curiquén E., González H. s.f. Uso de Manano Oligosacáridos como una alternativa a los antibióticos. (en línea). Consultado el 20 de mayo de 2016. Disponible en: <http://download.docslide.net/documents/uso-de-manano-oligosacaridos-como-una-alternativa-a-los-antibioticos.html>
- Domínguez Carrillo H., Barrios Gonzales V., Pérez Fernández Y., s.f. Potencialidad del uso de probióticos para minimizar las patologías digestivas del conejo. Matanzas, Cuba. Universidad de Matanzas. Consultado el día 25 de junio de 2016. Disponible en: <http://monografias.umcc.cu/monos/2008/Agronomia/m0815.pdf>
- Fernández Gonzalo. 2006. Enfermedades infecciosas que cursan con procesos digestivos en conejos. Facultad de veterinaria de Lugo. Boletín de cunicultura No. 144
- Fonseca A. P., Falcão L., Kocher A., Spring P. 2004. Effect of dietary mannan oligosaccharide in comparison to oxitetracyclin on performance of growing rabbits. In Proc.: 8th World Rabbit Congress, 7-10 September, 2004. Puebla, Mexico. p 829-833
- Gómez Sánchez R. del C. 2009. Evaluación del efecto del suplemento de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*), sobre la ganancia de peso en conejos 15 días antes del sacrificio. Tesis Ingeniería Agronómica Zootecnista. Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". p 18-22.
- González A., Valenzuela L. 2004. La levadura *Saccharomyces cerevisiae*: un modelo de estudio desde hace más de cien años. (en línea). México D.F. México. Disponible en: <http://www.biblioweb.tic.unam.mx/libros/microbios/Cap16/>
- Google Earth 7.1.7.2606. (en línea). Consultado el día: 18 de Octubre de 2016, URL: <http://earth.google.com/>
- ITIS (Integrated Taxonomic Information System). Consultado el día: 28 de Agosto de 2016. Disponible en: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=194157#null
- Kimsé M., Bayourthe C., Monteils V., Fortun-Lamothe L., Cauquil L., Combes S., Gidenne T., 2012. Live yeast stability in the digestive tract of the Rabbit: relationship with digestion, growth and digestive health. Nutrition. Animal Feed Science and Technology. Tolosa, Francia. p 695-700.
- Lebas, F., Coudert, P., Rochambeau H. de, Thébault R. 1996. Conejo: Cría y Patología. (nueva versión revisada). Colección FAO: Producción y sanidad animal, No. 19 ISBN 92-5-303441-6 Roma, Italia. FAO. p. 107-124.
- Leonart Roca F., Campo Chavarri J. L., Valls Pursals R. Castello Llobet J. A., Costa Batllori P. y Pontes Pontes M. 1980. Principios Básicos Mejora y Selección,

- Alimentación. 1º Edición. Barcelona, España. Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura. p. 61-83
- López Magaldi M. A. 1980. Cría y explotación del conejo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. Albatros. P. 9, 33 Consultado el día 11 de junio de 2016. Disponible en: monografias.umcc.cu/monos/2008/Agronomía/m0816.pdf
- Maiani A. 1989. La enteritis antes y después del destete. (en línea) Revista Universidad autónoma de Barcelona (Coniglicultura, 1989, Vol 26 n°10.' 21-27) Consultado el 25 de abril de 2017. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/cunicultura/cunicultura_a1990m2v15n83/cunicultura_a1990m2v15n83p22.pdf
- Mejía Tulcán L. E., Nazate Bastidas K. A., 2011. Alimentación de Conejos (*Oryctolagus cuniculus*) de engorde de raza Nueva Zelanda con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Tesis Ingeniería Agropecuaria. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. p 3
- Molina Pulloquina M. P., 2008. Efecto probiótico de *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* en cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde. Tesis. Ingeniera Agropecuaria. Sangolquí, Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército. p 2-41
- Montalvo Espejel J. E. 2009. Comportamiento productivo de cerdos en la etapa de crecimiento-desarrollo suplementados con levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*). Tesis Ingeniería Agronómica Zootecnista. Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. p 21
- Peralta M. F., Miazzo R. D., Nilson A. Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos de carne - Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in feed broiler. (en línea). Redvet (Revista electrónica de Veterinaria) Vol. 9. No.10 1695-7504. Consultado el día 28 de junio de 2016. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008/101009.pdf>
- Pérez Conesa D., López G., Ros G. 2004. Prebióticos en la nutrición humana. Principales prebióticos y sus efectos en la alimentación humana. AN. VET. (MURCIA) 20: 5-20. Universidad de Murcia. Murcia, España.
- Pérez de Rozas Ruiz de Gauna A. M. 2014. Utilización de cepas *Bacteroides* spp. como probiótico en conejos. Tesis doctoral. Barcelona. España. Universidad Autónoma de Barcelona. p 8-66.
- Piccolo G., Bovera F., Di Meo C., Vella N., Cutrignelli M. I., Nizza A., 2009. Mannan oligosaccharides as growth promoter in finishing rabbit: effect on in vivo performance and carcass traits. (en línea). Università di Napoli Federico II, Italy. Vol. 8 (Suppl. 2), 796-798.

- Rees Davis, R. y Rees Davis J. 2003. Rabbit gastrointestinal physiology. *Vet Clin Exot Anim* 6: 139-153.
- Rivas J., Díaz T., Hahn M., Bastidas P., 2008. Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre la producción de leche al inicio de la lactancia en vacas lecheras. *Zootecnia Trop.*, 26(4): 421-428. Maracay, Venezuela. p 421. (en línea). Consultado el día: 28 de junio de 2016. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/pdf/zt/v26n4/art02.pdf>
- Rojo Abuin J. M. Primeros pasos en SPSS. Laboratorio de Estadística.
- Roca T. 2011. Enfermedades más comunes en cunicultura. Artículo (en línea) Consultado el 25 de abril de 2017. Disponible en: <http://www.conejos-info.com/articulos/enfermedades-mas-comunes-en-cunicultura>
- Sarmiento Jojoa V. A., Guerra Peña M. A. 2011. Evaluación de la inclusión de oligosacaridos mananos y bacitracina de zinc en la dieta de pollos de engorde y su exclusión competitiva frente a *Salmonella enteritidis*. Tesis. Zootecnia. Bogota, Colombia. Universidad de la Salle. p 33.
- Vandana Rai, Brijesh Yadav Lakhani G. P. 2013. Application of probiotic and prebiotic in animals production: a review. *Environment and Ecology* Vol. 31 No. 2B pp. Caculta, India.

8. Anexos

Figura A-1. Galera



Figura A-2. Jaulas.



Figura A-3. Comedero de Tolva.



Figura A-4. Báscula de reloj.



Figura A-5. Balanza digital para la preparación de aditivos.



Figura A-6. Alimentación de los conejos mediante dieta basal.



Figura A-7. Selección de conejos recién destetados.



Figura A-8. Marcación de orejas en los conejos.



Figura A-9. *Saccharomyces cerevisiae* (probiótico).



Figura A-10. Manano Oligosacárido (prebiótico).



Figura A-11. Suministración vía oral del probiótico.



Figura A-12. Suministración vía oral del prebiótico.



Figura A-13. Medición de la cantidad de consumo de alimento.



Figura A-14. Peso de los conejos.



Cuadro A-1. Valores promedio de ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante el periodo de engorde del conejo. Fuente: Koehl y Mirabito (1996), citado por De Blas C. 1998.

Semana	Peso (g)	Ganancia de peso (d)	Consumo de alimento (d)	Conversión alimenticia
1	380-680	33	30 + leche	
2	680-953	38	74	1.90
3	953-1,247	42	102	2.43
4	1,247-1,583	49	132	2.69
5	1,583-1,905	46	147	3.20
6	1,905-2,199	42	165	3.93
7	2,199-2,479	40	176	4.40

Cuadro A-2. Número total de animales enfermos y su porcentaje.

Morbilidad	Total	Porcentaje
T0	8	40
T1	4	20
T2	7	35

Cuadro A-3. Frecuencia de valores totales observados y valores totales esperados con la prueba de Chi Cuadrado para variable Morbilidad.

	T0		T1		T2		Total	
	N observado	N esperado						
Enfermos	8	6.33	4	6.33	7	6.33	19	18.99
Sanos	12	13.67	16	13.67	13	13.67	41	41.01
Total	20	20	20	20	20	20	60	60

Cuadro A-4. Resultados de Chi Cuadrado para variable Morbilidad.

GL	Valor Chi Calculado	Valor Chi Tabla
2	2.002	5.991

Cuadro A-5. Número total de muertes y su porcentaje.

Mortalidad	Total	Porcentaje
T0	2	10
T1	2	10
T2	1	5

Cuadro A-6. Frecuencia de valores totales observados y valores totales esperados con la prueba de Chi Cuadrado para variable Mortalidad.

	T0		T1		T2		Total	
	N observado	N esperado						
Muertes	2	1.67	2	1.67	1	1.67	5	5.01
Vivos	18	18.33	18	18.33	19	18.33	55	54.99
Total	20	20	20	20	20	20	60	60

Cuadro A-7. Resultados de Chi Cuadrado para variable Mortalidad.

GL	Valor Chi Calculado	Valor Chi Tabla
2	0.436	5.991

Cuadro A-8. Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar para variable Consumo de Alimento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	2	278.816	139.408	11.301	0.002	3.885
Error	12	148.0308	12.336			
Total	14	426.847				

Cuadro A-9. Análisis de Varianza de Contrastes Ortogonales para variable Consumo de Alimento.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Valor crítico para F
C1	1	22.27	22.27	1.8	4.75
C2	1	256.54	256.54	20.79	4.75
Error	12	148.030	148.030		

Cuadro A-10. Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar para variable Peso Vivo.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	2	0.073	0.036	3.70	0.056	3.885
Error	12	0.118	0.009			
Total	14	0.191				

Cuadro A-11. Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar para variable Ganancia de Peso.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	2	124156.27	62078.136	1.117	0.359	3.885
Error	12	666958.67	55579.889			
Total	14	791114.94				

Cuadro A-12. Análisis de varianza bajo un diseño completo al azar para variable Conversión Alimenticia.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	2	0.76	0.38	2.814	0.1	3.885
Error	12	1.62	0.13			
Total	14	2.38				

Cuadro A-13. Cálculos del Precio de Campo del Producto. Precios vigentes durante febrero y marzo, 2017.

Precio de Campo del Producto =	Precio de Mercado del Producto	-	(Sacrificio + Embolsado + Transporte + IVA)
	3	-	(0.24 + 0.01 + 0.05 + 0.04)
	\$2.66		

Cuadro A-14. Cálculos de Beneficio Bruto de Campo.

Beneficio Bruto de Campo	=	Rendimiento Promedio	*	Precio de Campo del Producto	
T0	=	46.05	*	2.66	= \$122.49
T1	=	49.84	*	2.66	= \$132.57
T2	=	52.39	*	2.66	= \$139.35

Cuadro A-15. Cálculos de Beneficio Neto.

Beneficio Neto	=	Beneficio Bruto de Campo	-	Costos que Varían	
T0	=	122.49	-	41.30	= \$81.19
T1	=	132.57	-	51.88	= \$80.69
T2	=	139.35	-	46.81	= \$92.54