

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA**  
**Y ZOOTECNIA**



**Efecto del suplemento de manano-oligosacáridos en  
histología intestinal de cuyes (*Cavia porcellus*) en etapa de  
crecimiento y engorde**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

**DANIELA YULISA MARIÑOS CALDERON**

**TRUJILLO, PERÚ**  
**2020**

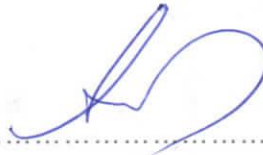
La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



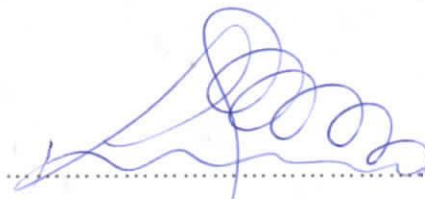
Ing. Dr. Wilson Castillo Soto  
PRESIDENTE



Ing. Mg. César Honorio Javes  
SECRETARIO



MVZ. Mg. Angélica Huamán Dávila  
VOCAL



MV. Mg. César Lombardi Pérez  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico con mucho cariño:

A DIOS, por guiar paso a paso cada uno de mis logros y llevarme por un buen camino y lograr ser mejor persona, por darme salud y por cuidar siempre a mi familia que fueron muy importantes para terminar con mi proyecto y empezar una nueva etapa, gracias por cuidarme y guiarme siempre Dios.

A MI MADRE, PADRE Y HERMANOS: MARIA, SANTOS, SUSAN, NILSON, CRISTIAN Y CRISTINA, por apoyarme en mi formación profesional, por su dedicación y confianza en mi persona, por sus consejos, su cariño, su amor, y porque sé que puedo contar con su apoyo siempre que necesite de ustedes, los quiero muchísimo.

A MIS HIJOS DE CUATRO PATAS, por ser mi motivación para continuar con esta maravillosa carrera, por ofrecerme su amor sincero.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por brindarme salud y por estar siempre guiando mis pasos, porque sin ti nada hubiera sido posible gracias mi Dios.

A mi madre María, por ser mi amiga, por sus consejos, su apoyo incondicional en toda la etapa de mi carrera, porque siempre estuviste pendiente de mi cuando te necesitaba y por ser una madre luchadora te adoro madre querida, espero seguir contando con tu apoyo siempre.

A mi padre Santos, por inculcarme valores desde pequeña y enseñarme, que todo ser viviente debe ser tratado con respeto y amor, por su dedicación y empeño para terminar mi carrera profesional.

A mis hermanos Susan, Nilson, Cristian y Cristina, por su cariño, apoyo, amor y ser estar siempre conmigo, y gracias por todo porque por ustedes soy quien soy hoy en día los amo y espero seguir siendo unidos y que el respeto jamás se pierda entre nosotros.

A mi asesor y amigo Cesar Lombardi Pérez, por el apoyo brindado en la redacción de la presente tesis y por ser un gran profesional y una excelente persona.

A mi jurado, doctor Wilson Castillo, ingeniero Cesar Honorio y a la profesora Angélica Huamán, por cada corrección y cada aporte brindado en esta presente tesis porque su apoyo y sus conocimientos brindados.

## ÍNDICE

Página

CARATULA .....	i
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA .....	13
2.1. Generalidades de la crianza del cuy ( <i>Cavia porcellus</i> ).....	13
2.2. Fisiología digestiva del cuy .....	14
2.3. Necesidades nutricionales del cuy .....	15
2.4. Estructura del intestino delgado .....	17
2.4.1. Capa mucosa .....	17
2.4.2. Capa submucosa .....	19
2.4.3. Capa muscular .....	19
2.4.4. Capa serosa .....	19
2.5. Histomorfometría de la mucosa intestinal .....	19
2.6. Uso de probióticos .....	22
2.7. Uso de prebióticos .....	23
2.8. Los manano-oligosacaridos (MOS) .....	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	26
3.1. Lugar de ejecución.....	26
3.2. Animales e instalaciones.....	26
3.3. Alimentación y toma de datos .....	26
3.4. Sanidad .....	28
3.5. Variable independiente .....	29
3.6. Tratamientos.....	29

3.7. Variables dependientes .....	29
3.8. Preparación de muestras histológicas y medida .....	30
3.9. Lectura de láminas histológicas y parámetros de evaluación ..	30
3.10. Análisis estadístico .....	31
IV. RESULTADOS.....	32
4.1. Morfometría de yeyuno .....	32
V. DISCUSIÓN .....	34
5.1 Morfología intestinal (yeyuno) .....	34
VI. CONCLUSIONES .....	36
VII. RECOMENDACIONES .....	37
VIII. BIBLIOGRAFÍA .....	38

## ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requerimiento de nutrientes para cuyes.....	16
Cuadro 2. Prebióticos oligosacáridos en estudio o en uso (Patterson, 2005). .....	25
Cuadro 3. Composición porcentual y nutricional de las dietas durante la fase de crecimiento. ....	27
Cuadro 4. Composición porcentual y nutricional de las dietas durante la fase de engorde. ....	28
Cuadro 6. Promedio de longitud de vellosidad intestinal, profundidad de cripta y relación altura vellosidad/profundidad cripta en el yeyuno ( $\mu\text{m}$ ) de cuyes en crecimiento (30 días de edad). .	32
Cuadro 7. Promedio de longitud de vellosidad intestinal, profundidad de cripta y relación altura vellosidad/profundidad cripta en el yeyuno ( $\mu\text{m}$ ) en cuyes en engorde a los 60 días de edad.	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Procesamiento preparación de cortes histológicos. ....	45
Anexo 2. Análisis de varianza cuyes crecimiento. ....	46
Anexo 3. Análisis de varianza cuyes engorde. ....	47
Anexo 4. Instalaciones de comederos ....	48
Anexo 5. Alimentación. ....	49
Anexo 6. Dosificación de MOS para dietas. ....	49
Anexo 7. BIO-MOS utilizado. ....	50
Anexo 8. Toma de muestras. ....	50



## RESUMEN

La presente investigación evalúa el efecto de los manano-oligosacáridos (MOS) sobre la histología intestinal de cuyes (*Cavia porcellus*) alimentados durante la fase de crecimiento (15-30 días) y engorde (31-60 días). Se utilizaron 80 cuyes machos de la línea Perú, Eco-tipo Cajamarquino de alrededor 15 días de edad, con un peso inicial promedio de 392.50g, los cuales fueron distribuidos a través de un diseño de bloques completamente al azar, siendo el factor de bloqueo el sexo, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por cada tratamiento, para crecimiento: fue dieta base sin MOS (T0), dieta base con 0.2% de MOS (T20), dieta base con 0.4% de MOS (T40) y dieta base con 0.6% de MOS (T60). En engorde: fue dieta base sin MOS (T0), dieta base con 0.1% de MOS (T10), dieta base con 0.2% de MOS (T20) y dieta base con 0.3% de MOS (T30); se utilizaron cinco cuyes por unidad experimental. El periodo de aplicación de los tratamientos y evaluaciones fue de 45 días, para evaluar la histología intestinal; las muestras fueron colectadas, en la etapa de crecimiento a los 30 días de vida y en la etapa de engorde a los 60 días de vida. Las mismas que fueron enviadas al laboratorio para realizar los cortes histológicos correspondientes. Los datos obtenidos en la etapa de crecimiento mostraron un ligero incremento en las variables de estudio, con respecto al grupo control, en la adición de MOS usada al 2%, 4% y 6% ( $P>0.05$ ), en la etapa de crecimiento, no se evidencia diferencia estadística. En la etapa de engorde en la adición de MOS al,1%,2% y 3%, no se muestra diferencia estadística ( $p>0.05$ ), para longitud de vellosidad, pero si hay una diferencia numérica favorable en el T1, T2 y T3, en comparación al grupo control para este mismo parámetro, en relación a la profundidad de cripta si existe diferencia estadística, agregando así mismo que en el análisis de contrasté encontramos un resultado significativo con las variables estudiadas.

## ABSTRACT

The present investigation evaluates the effect of mannan-oligosaccharides (MOS) on the intestinal histology of guinea pigs (*Cavia porcellus*) fed during the growth phase (15-30 days) and fattening (31-60 days). Eighty male guinea pigs of the Peru line, Eco-type Cajamarquino, around 15 days old, with an average initial weight of 392.50g, were used, which were distributed through a completely randomized block design, the blocking factor being sex, with four treatments and four repetitions for each treatment, for growth: it was a base diet without SOM (T0), a base diet with 0.2% SOM (T20), a base diet with 0.4% SOM (T40) and a base diet with 0.6% of MOS (T60). In fattening: it was a base diet without MOS (T0), a base diet with 0.1% of MOS (T10), a base diet with 0.2% of MOS (T20) and a base diet with 0.3% of MOS (T30); Five guinea pigs were used per experimental unit. The period of application of the treatments and evaluations was 45 days, to evaluate the intestinal histology; the samples were collected, in the growth stage at 30 days of life and in the fattening stage at 60 days of life. The same ones that were sent to the laboratory to make the corresponding histological sections. The data obtained in the growth stage showed a slight increase in the study variables, with respect to the control group, in the addition of MOS used at 2%, 4% and 6% ( $P > 0.05$ ), in the growth stage, no statistical difference is evidenced. In the fattening stage in the addition of MOS at 1%, 2% and 3%, no statistical difference is shown ( $p > 0.05$ ), for hair length, but if there is a favorable numerical difference in T1, T2 and T3, compared to the control group for this same parameter, in relation to crypt depth if there is a statistical difference, adding that in the contrast analysis we found a significant result with the variables studied

## I. INTRODUCCIÓN

El cuy, desde el punto de vista nutricional, económico y social viene constituyendo una alternativa viable para mejora en parte la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos, no solo por ser una fuente importante de aporte de proteína animal (18 a 20%), sino por su agradable sabor y crianza difundida en la zona rural. En la actualidad en Cajamarca, se viene teniendo mayor auge en la producción de cuyes, por ello es importante determinar la valoración de los insumos que son utilizados en su alimentación, siendo esta uno de los factores de mayor importancia en la producción animal, ya que representa entre el 70 - 80% de los costos de su producción; por ello es importante conocer los valores nutricionales, la digestibilidad de los insumos tradicionales y no tradicionales utilizados en la alimentación de cuyes (Chauca, 1998).

La inclusión de antibióticos en pequeñas dosis en la ración (niveles sub-terapéuticos) ha traído una mejora significativa en el desempeño de los animales de producción, proporcionando un aumento en la ganancia de peso, mejorando la conversión alimenticia y reduciendo la morbilidad y mortalidad (Gaskins y otros., 2002; Yan y Gilbert, 2004).

Estas ventajas han convertido el uso de antibióticos como promotor de crecimiento (APC) en casi un estándar en el manejo de la alimentación y sanidad del cuy; sin embargo, puede ocasionarse un problema de salud pública debido a la posibilidad de residuos de antibióticos en la carne y derivados del cuy, los cuales pueden generar resistencia a antibióticos en determinadas personas (Chauca, 1995).

Por ello se buscó alternativas de mejoras, utilizando prebióticos, sustancias indigestibles para los animales, pero no para determinados microorganismos benéficos que tienen a su vez la prioridad de elevar el nivel de salud del hospedero (Torres, 1999). Dentro de los prebióticos con mayor potencial están los manano-oligosacáridos (MOS), tipo de sacáridos

derivados de la pared celular de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, y uno de los microorganismos eucariotas más estudiados (Mewes y otros, 1997).

La eficacia de los MOS ha sido demostrada en varias especies domésticas (Hooge, 2004-, Mourau y otros., 2006; Bovera y otros., 2010); sin embargo, se desconoce su comportamiento en el cuy en su etapa de crecimiento y engorde.

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto del suplemento de los manano-oligosacaridos en la histología intestinal de cuyes (*cavia porcellus*) en la etapa de crecimiento y engorde.

## II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

### 2.1. Generalidades de la crianza del cuy (*Cavia porcellus*)

El cuy desde la época de la conquista española ha sido utilizado como fuente alimenticia y económica para el poblador andino (Chauca 1997, Cajas, 2008). Su distribución abarca principalmente la zona andina del Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia, regiones en las cuales es considerada como base de alimentación por el alto valor nutritivo de la carne: 20,3% proteína y 7,8% grasa, además de los bajos costos de producción (MINAGRI, 2008). Por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas, los cuyes pueden encontrarse desde la costa hasta alturas de 4500 msnm y en zonas tanto frías como cálidas (Chauca, 1997).

La crianza del cuy se ha constituido en una actividad económica rentable frente a otras crianzas gracias a tecnificación y mejoramiento genético, por ello permite competir en los mercados regionales (Chauca, 2007; Gil, 2007). Siempre se ha relacionado al cuy como una especie alto andina, pero los mejores resultados productivos, reproductivos y de mercadeo se están produciendo en la costa del Perú en la cual se han generado microempresas consolidadas como una actividad familiar (Chauca, 2007).

El cuy es un mamífero herbívoro monogástrico, aprovecha eficientemente los alimentos, posee una buena digestión enzimática en estómago e intestino y realiza fermentación a través de microorganismos a nivel del ciego. Realiza cecotrofia y reutiliza el nitrógeno, cualidades que le permiten un buen comportamiento productivo con niveles bajos o medios de proteína (Chauca, 1997).

El manejo de los cuyes pasa por dos etapas, una inicial luego del destete y hasta la cuarta semana de edad en la cual los gazapos reciben una dieta alta en proteína que le permite triplicar su peso de nacimiento; una segunda etapa desde la cuarta semana hasta su comercialización, en

la cual los animales reciben dietas con alto contenido de energía y baja proteína, esta observación ha permitido la mejora genética para optimizar el crecimiento.

## **2.2. Fisiología digestiva del cuy**

Por su anatomía gastrointestinal el cuy es considerado un fermentador pos gástrico cecal por su contenido de microorganismos a nivel de ciego (Van Soest, 1992 citado por Gómez y Vergara, 1995). Producida masticación, fragmentación y salivación en la boca, el bolo pasa a la faringe y esófago hasta llegar al estómago (Rigoni y otros, 1993), externamente el estómago del cuy es un saco piriforme, rosado y liso (Bondi, 1988; Ghoshal y Bal, 1989). El estómago del cuy es glandular, el alimento es digerido por el ácido clorhídrico y por la actividad enzimática de la pepsina, amilasa y lipasa gástricas, de allí pasa al duodeno donde la digestión enzimática continúa por las secreciones entéricas, pancreáticas y biliares, luego se produce la absorción de azúcares, aminoácidos, grasas, algunas vitaminas y minerales a través de las vellosidades del intestino delgado, proceso que dura aproximadamente 2 horas (Breazile y Brown, 1976; Snipes, 1982).

Cuando el alimento llega al ciego que conjuntamente con el colon almacenan el 65% de la digesta, los microorganismos fermentadores mueven el material a través del intestino grueso reteniendo de una manera no selectiva fluidos y partículas groseras, ello explica en parte la mayor eficiencia para digerir y aprovechar la fibra por parte de los cuyes en comparación con los conejos (Snipes, 1982; Sakaguchi, 2003; Johnson-Delaney, 2006), este proceso dura aproximadamente 48 horas y son las enzimas cecales que permiten la digestión fermentativa y por la cual se obtienen ácidos grasos de cadena corta, vitaminas del complejo B y proteína microbiana; pero sólo se absorben a este nivel los ácidos grasos volátiles, vitaminas y agua (Hagan y Robison, 1953 citado por Gómez y Vergara, 1993; Holstenius y Bjornhag, 1985).

En el cuy es importante que se mantenga constante la población microbiana cecal y garantice la digestión fermentativa, para ello el cuy desarrolla la separación colónica a través de los movimientos antiperistálticos de los surcos del colon proximal que permiten el retorno de los microorganismos hacia el ciego, con ello se logra la retención selectiva de microorganismos (Holtenius y Bjornhag, 1985; Sakaguchi, 2003).

Las bacterias cecales que ya cumplieron su ciclo de vida forman los cecótrofos (bolos fecales blandos), con alto contenido de proteína, atraviesan el intestino grueso y son ingeridos desde el ano por el mismo roedor (cecotrofia), éste bolo rico en nitrógeno pasa por una segunda digestión estomacal y luego al intestino delgado, con liberación y absorción de aminoácidos, finalmente el material no digerido pasa al intestino grueso pero ya no ingresa al ciego, para formar el material fecal a excretarse (Hirakawa, 2001). La cecotrofia en los herbívoros es la forma efectiva de utilizar el nitrógeno de la dieta (Chilcott y Hume, 1985; Sakaguchi, 2003).

### **2.3. Necesidades nutricionales del cuy**

El aporte de nutrientes que necesita un animal para cubrir sus requerimientos de mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción dependen de la edad, estado fisiológico, genotipo y medio ambiente donde se desarrolle la crianza (Sarria, 2011). Muchos problemas de infertilidad y retraso en la madurez sexual son provocados por deficiencias nutricionales durante el crecimiento o por sobrealimentación energética (Martínez, 2006). Aliaga y otros (2009) hacen referencia que, en la etapa de reproducción propiamente dicha, no satisfacer las demandas nutritivas genera problemas de infertilidad, abortos y mortalidad de crías al parto y en lactancia; productivamente se registra pérdida de peso el cual repercute en futuras preñeces.

Las recomendaciones nutricionales para animales de laboratorio presentadas por el NRC (1995), son de mucha utilidad porque ha permitido elaborar dietas que cubren principalmente las necesidades de

mantenimiento y crecimiento de los cuyes. Actualmente, se tiene como referencia adicional los estándares nutricionales (cuadro 1) recomendados por Vergara (2008).

Cuadro 1. Requerimiento de nutrientes para cuyes.

		Inicio <sup>1</sup>	Crecimiento <sup>1</sup>	Acabado <sup>1</sup>	Gestación / Lactación
Energía	mcal/kg	3.00	2.80	2.70	2.90
Digestible					
Fibra	%	6.00	8.00	10.00	12.00
Proteína	%	20.00	18.00	17.00	19.00
Lisina	%	0.92	0.83	0.78	0.87
Metionina	%	0.40	0.36	0.34	0.38
Met. + Cis.	%	0.82	0.74	0.70	0.78
Arginina	%	1.30	1.17	1.10	1.24
Treonina	%	0.66	0.59	0.56	0.63
Triptófano	%	0.20	0.18	0.17	0.19
Calcio	%	0.80	0.80	0.80	1.00
Fósforo	%	0.40	0.40	0.40	0.80
Sodio	%	0.20	0.20	0.20	0.20

<sup>1</sup>Inicio (1-28 días), Crecimiento (29-63 días), Acabado (64-84 días)

Fuente: Vergara (2008)

Las variedades de alfalfa (*Medicago sativa*), son las leguminosas más importantes en la alimentación del ganado y la producción de cuyes y conejos, tiene un buen rendimiento por superficie cultivada y un alto valor nutritivo; además posee altos niveles de proteína y minerales, es palatable, y altamente digestible (Odorizzi, 2015).

Se utilizó 80 cuyes (*Cavia porcellus*) machos de  $19 \pm 2$  días de edad para evaluar el efecto de una premezcla orgánica comercial más un suplemento nutricional en 0.25% (T2) y 0.50% (T3) en la dieta de crecimiento-engorde. El suplemento se mezcló con un alimento balanceado (2.85Mcal energía digestible/Kg y 18.31% proteína cruda) y peletizado.



Como forraje se suministró maíz chala al 10% del peso vivo. Los resultados no mostraron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) en los parámetros productivos: ganancia de peso, consumo de materia seca, conversión alimenticia y rendimiento de carcasa. Las dietas con suplemento nutricional tuvieron 5.56% (T2) y 11.59% (T3) más de utilidad en comparación a la dieta control (T1). Se concluye que el uso de la premezcla no afectó significativamente los parámetros productivos evaluados, observando solamente un mejor mérito económico con la inclusión del suplemento en la dieta de los cuyes (Portocarrero e Hidalgo, 2015).

#### **2.4. Estructura del intestino delgado**

El intestino delgado es el sector anatómico terminal de la digestión, absorción y secreción endocrina en todas las especies domésticas (Junqueira y Carneiro, 2006; Gásquez y Blanco, 2004). El intestino delgado se extiende desde el orificio pilórico hasta la unión ileocecal, y se divide en duodeno, yeyuno e íleon (Leeson y otros, 1990). En el cuy topográficamente se encuentra en el lado derecho del abdomen y alcanza una longitud aproximada de 125 cm en el adulto, es bastante flexuoso y macroscópicamente es difícil diferenciar los sectores (Johnson–Delaney, 2006). Histológicamente la pared intestinal posee una estructura similar a la de los mamíferos, determinada por la presencia de cuatro capas o tunicas concéntricas que corresponden a la mucosa, submucosa, muscular y serosa. La transición morfológica entre cada uno de los tramos se produce de forma gradual (Gásquez y Blanco, 2004).

##### **2.4.1. Capa mucosa**

Está conformada por las láminas epitelial, propia y muscular que le confieren un aspecto digitiforme y foliada (Gásquez y Blanco, 2004), siendo una capa robusta para el caso del cuy a comparación de otros roedores como la rata (Evans y otros, 1971), su superficie está revestida por un epitelio cilíndrico simple en el cual se encuentran los enterocitos y

células caliciformes, de Paneth, pluripotenciales y enteroendocrinas (Gásquez y Blanco, 2004; Junqueira y Carneiro, 2006; Leeson y otros, 1990). Los enterocitos son células cilíndricas altas, tapizan la superficie luminal y permiten la absorción de nutrientes, presenta en su borde apical el ribete en cepillo (microvellosidades). Las células caliciformes producen mucus y están cubiertas por el glucocálix con actividad enzimática (hidrolasas) importantes en la digestión terminal de los nutrientes (Gásquez y Blanco, 2004; Junqueira y Carneiro, 2006; Leeson y otros, 1990). Las células caliciformes se ubican entre los enterocitos.

Tanto del epitelio como en las criptas, aumentan su población en porciones caudales del intestino delgado (Bacha, 2000; Gásquez y Blanco, 2004). Las células de Paneth son piramidales, se ubican en la porción basal de las criptas, poseen abundantes gránulos de secreción (Junqueira y Carneiro, 2006), participan en la síntesis proteica produciendo lisozima y péptidos de acción antibacteriana regulando la flora microbiana del intestino delgado (Junqueira y Carneiro, 2006; Leeson y otros, 1990). Las células pluripotenciales o columnares indiferenciadas, ocupan el tercio inferior de las criptas de Lieberkühn, con escasas microvellosidades irregulares, están en continua mitosis para regenerar y conservar la población celular del intestino. Las células enteroendocrinas se encuentran en las criptas y vellosidades intestinales, secretan péptidos reguladores de secreción gástrica, motilidad intestinal, secreción pancreática y contracción de la vesícula biliar (Gásquez y Blanco, 2004; Leeson y otros, 1990). La lámina propia está constituida por tejido conjuntivo areolar laxo con vasos sanguíneos, vasos linfáticos, fibras nerviosas, fibras musculares lisas; así como linfocitos, macrófagos y células plasmáticas (Leeson y otros, 1990), se ubican entre las vellosidades intestinales y juegan un rol importante en el movimiento rítmico para la absorción de nutrientes (Junqueira y Carneiro, 2006). La capa muscular formada por dos bandas de músculo liso, importantes en la contracción de la mucosa favoreciendo el drenaje linfático (Gásquez y Blanco, 2004).

### **2.4.2. Capa submucosa**

Está conformada por abundante tejido conectivo con fibras elásticas y tejido adiposo, sostiene a la red arterial, venosa y linfática, así como al plexo nervioso submucoso de Meissner (Gásquez y Blanco, 2004), En el tramo anterior del intestino delgado se aprecian las glándulas tubuloalveolares Brunner o duodenales, simples ramificadas y que desembocan en el fondo de las criptas o entre las vellosidades, su secreción viscosa y alcalina protege la mucosa y produce el medio adecuado para la actividad enzimática pancreática neutralizando el pH del quimo, posee urogastrona que es un péptido que inhibe la secreción del ácido clorhídrico en el estómago y también estimula la proliferación del epitelio para la renovación celular epitelial (Gásquez y Blanco, 2004; Leeson y otros, 1990; Junqueira y Carneiro, 2006). La submucosa también posee los folículos linfoides o placas de Peyer necesaria en la respuesta inflamatoria e inmunológica (Gásquez y Blanco, 2004).

### **2.4.3. Capa muscular**

Formada por dos bandas de fibras musculares lisas (circular interna y longitudinal externa), unidas por tejido conectivo elástico en el cual se encuentra el plexo nervioso mientérico de Auerbach responsable de la motilidad intestinal (Gásquez y Blanco, 2004; Junqueira y Carneiro, 2006).

### **2.4.4. Capa serosa**

Constituida por una delgada capa de tejido conectivo laxo recubierta por células planas del mesotelio (hoja visceral del peritoneo), por su borde mesentérico fluyen los vasos y nervios (Aughey y Frye, 2001; Gásquez y Blanco, 2004; Leeson y otros, 1990).

## **2.5. Histomorfometría de la mucosa intestinal**

Luego del nacimiento la mucosa intestinal sufre cambios en su función como en su anatomía, siendo relevante en las vellosidades intestinales y criptas de Lieberkühn (Robinson y Huxtable, 1993; Pacha, 2000).

Los trabajos de Guilloteau y otros (2009) reportan que en terneros la altura de las vellosidades del duodeno e íleon aumenta durante las primeras semanas de vida; mientras que en lechones aumentan al primer día para luego acortarse a partir de la segunda semana de edad (Xu y otros, 1992; Cera y otros, 1988). Se tiene evidencias que en corderos a los seis días de edad la altura de las vellosidades proximales aumenta y las vellosidades distales disminuyen (Trahair y Robinson, 1986; Attaix y Meslin, 1991; Guilloteau y otros, 2009), similarmente sucede en ratones (Trahair, 1989; Gulbinowicz y otros, 2004).

Con relación al ancho de las vellosidades intestinales tanto en corderos, lechones y aves aumenta con la edad en comparación con animales jóvenes (Cera y otros, 1988; Shirazi-Beechey y otros, 1991; Arce y otros, 2008), contrariamente, el número de vellosidades disminuye con la edad en casos de ratones (Vigueras y otros, 1999) y en aves incrementa (Arce y otros, 2008).

La altura de las vellosidades del duodeno y yeyuno en alpacas disminuyó ( $p < 0.05$ ) con el paso de la edad, en comparación a las recién nacidas, la disminución se inicia en el yeyuno y luego en duodeno para mantenerse constante en adelante, no sucediendo en íleon. La altura promedio ( $\mu\text{m}$ ) de las vellosidades intestinales a los 45 días edad fue  $603.35 \pm 396.14$  en duodeno,  $604.97 \pm 177.83$  para yeyuno y  $495.55 \pm 178.41$   $\mu\text{m}$  en íleon, las vellosidades del duodeno y yeyuno son más altas ( $p < 0.05$ ) con relación a las del íleon (Checcnes, 2014).

En relación a la profundidad ( $\mu\text{m}$ ) de las criptas en corderos, terneros, ratones y aves, se tornan más profundas gradualmente con la edad, así en corderos pueden duplicar su profundidad en las primeras semanas de vida (Cera y otros, 1988; Attaix, 1991; Trahair y Robinson, 1986; Shirazi-Beechey y otros, 1991; Vigueras y otros, 1999; Gulbinowicz y otros, 2004; Guilloteau y otros, 2009), en terneros lactantes es notoria la profundidad en yeyuno (Guilloteau y otros, 2009). En ratones el número de criptas aumentan con la edad (Vigueras y otros, 1999). La profundidad (de las

criptas de Lieberkühn del intestino delgado de alpacas aumentó con la edad y sector intestinal, encontrándose un promedio a los 45 días de edad de  $186.82 \pm 82.13 \mu\text{m}$  en duodeno,  $190.51 \pm 132.70 \mu\text{m}$  en yeyuno y  $206.45 \pm 96.00 \mu\text{m}$  en el íleon ( $p < 0.05$ ); sin embargo, las tres porciones intestinales no mostraron diferencia estadísticamente significativa en la profundidad de sus criptas (Checcnes, 2014).

La suplementación de 300 ppm de butirato de sodio en cuyes de engorde a los 84 días de edad afectó aumentando la longitud de vellosidad intestinal (mm) en duodeno (0.812), yeyuno (0.562) e íleon (0.502) con respecto al grupo control 0.701, 0.499 y 0.457 respectivamente. La profundidad de las criptas disminuyó en duodeno (0.218), yeyuno (0.188) e íleon (0.179) respecto al grupo control 0.236, 0.230 y 0.230 respectivamente. La relación longitud vellosidad/profundidad de cripta (mm) en duodeno fue 3.7234, yeyuno 3.123 e íleon 0.2864 frente a 3.017, 2.263 y 2.060 del grupo control respectivamente (Vallejos, 2014).

Arce (2016) realizó comparaciones histológicas de vellosidades intestinales de duodeno, íleon y yeyuno en cuyes criollos alimentados con alfalfa y cuyes mejorados alimentados con alfalfa más concentrado a los 51 días de edad. Reporta que los cuyes mejorados presentaron mayor altura de vellosidades que los criollos en  $267.99 \mu\text{m}$  versus  $194.60 \mu\text{m}$  para duodeno,  $187.96 \mu\text{m}$  versus  $149.86 \mu\text{m}$  para íleon y  $210.24 \mu\text{m}$  versus  $178.15 \mu\text{m}$  para yeyuno respectivamente; la profundidad de cripta fue mayor en cuyes mejorados que en criollos en  $53.98 \mu\text{m}$  versus  $52.92 \mu\text{m}$  para duodeno,  $39.51 \mu\text{m}$  versus  $34.59 \mu\text{m}$  para íleon y  $46.52 \mu\text{m}$  versus  $45.72 \mu\text{m}$  para yeyuno respectivamente; sin afectar altura de vellosidades en los tres sectores del intestino; la relación vellosidad/cripta fue mayor en cuyes mejorados que en criollos en 4.934 versus 3.728 para duodeno, 5.50 versus 4.04 para íleon y 4.67 versus 3.96 para yeyuno respectivamente.

La creciente utilización de levaduras en monogástricos como los oligosacáridos y específicamente la manosa, principal carbohidrato

derivado de la pared celular de las levaduras, ha demostrado ser un medio que mejora la salud y desempeño de los animales (Tizard y otros, 1989).

## **2.6. Uso de probióticos**

El probiótico es un suplemento alimenticio microbiano vivo que beneficia al huésped mejorando su balance microbiano intestinal (Tellez y otros, 2006). Puede ser cultivo de una sola cepa bacteriana o una mezcla de diferentes cepas ofrecidas como alimento para mejorar la salud. Los probióticos también son referidos como microbianos alimenticios directos (González, 2009). La mayoría de las bacterias que se utilizan como probióticos en los animales de granja son productoras de ácido láctico y pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, también se utilizan levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* y hongos principalmente *Aspergillus oryzae* (Cortés y otros, 2000). Por otro lado, los probióticos producen numerosas sustancias antimicrobianas específicas como las bacteriocinas, ácidos grasos volátiles de cadena corta, peróxido de hidrógeno y ácido láctico (*Bifidobacterium*, *Lactobacillus* y *Streptococcus*), reducen el pH luminal para que las bacterias lácticas inhiben el crecimiento de bacterias patógenas como *E. coli*, *Streptococcus* y *Salmonella* spp. (Amores y otros, 2004).

El mecanismo de acción de los probióticos se produce por: a) competencia de las bacterias probióticas con las patógenas por un lugar en la pared intestinal y por nutrientes. La flora bacteriana intestinal actúa como barrera defensiva impidiendo que el espacio epitelial celular quede disponible para los patógenos al crear un ambiente desfavorable para ellos, además, el potencial patógeno no podrá competir exitosamente para fijarse en el epitelio b) producción de ácido láctico con capacidad antibacteriana, las bacterias probióticas provocan que el medio intestinal se acidifique impidiendo el desarrollo de bacterias nocivas y favoreciendo la absorción de nutrientes (Fuller, 1989; Fox, 1994) y c) estimulación de la inmunidad por algunos lactobacilos de (Fox, 1994). La adición de levaduras vivas en

cerdos mejora positivamente los cuadros de estrés digestivo inducido probablemente por la presencia de patógenos (Cuarón, 1999).

El efecto de la suplementación de un probiótico líquido sobre la histomorfometría intestinal fue evaluada en 50 cuyes machos destetados a los 14 días de edad, los tratamientos fueron: T1=1ml, T2=2ml, T3=3ml de probiótico, T4=control y T5= antibiótico. Se elaboraron láminas histológicas a los 84 días de edad de tres secciones del intestino. La longitud de vellosidades intestinales tanto en duodeno, yeyuno e íleon no mostraron diferencia estadística significativa ( $p < 0.05$ ) entre T1, T2 y T3 frente al control, ni frente T5, mientras que a nivel de íleon T1 y T3 fueron superiores al control y a T5 ( $p < 0.05$ ) entre T1, T2 Y T3 frente al control, ni frente T5; ni entre ellos mismos, sin embargo a nivel de íleon, el T5 es superior con respecto a T1, T2, T3 y T4 ( $P < 0.05$ ). Para el parámetro de relación entre la longitud de vellosidad y profundidad de cripta, en la sección del duodeno, yeyuno e íleon, no se observan diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ). Con estos resultados se concluye que la suplementación con los diferentes niveles de probiótico líquido utilizados en este estudio no tiene efecto positivo sobre la Histomorfometría intestinal en cuyes de engorde (Puente, J. 2018).

## **2.7. Uso de prebióticos**

Para Gibson y Roberfroid (1995) los prebióticos son sustancias o productos que no son absorbidos o hidrolizados por el aparato digestivo, sirven de sustrato a las bacterias beneficiosas, alteran el microbiota intestinal de manera favorable para el huésped. Los mismos autores establecieron que un prebiótico debe cumplir con tres requisitos, primero, resistir la acidez gástrica, la hidrólisis por enzimas digestivas y la absorción gastrointestinal; segundo ser fermentado por un número limitado de microorganismos potencialmente beneficiosos en colon, estimular su crecimiento y/o actividad metabólica; y tercero el microbiota del colon incremente la población de especies sacarolíticas y reduciendo la población

de especies patógenas. Los prebióticos suelen ser carbohidratos no digeribles, de cadenas cortas de monosacáridos es decir oligosacáridos (cuadro 2). La mayoría presentan un enlace glicosídico  $\beta$  entre sus unidades de azúcares, que no es degradado por las enzimas digestivas, pero sí por la microbiota intestinal, los más estudiados y utilizados son los fructooligosacáridos (FOS) y los manano-oligosacáridos (MOS) (Santomá y otros, 2006). Se piensa que algunos oligosacáridos aumentan el desarrollo de organismo benéficos en el intestino y que otros funcionan como organismos que compiten por los sitios de adherencia para las bacterias patógenas (González, 2009). Entre las sustancias prebióticas más utilizadas en animales están el MOS y los fructooligosacáridos (Bazay, 2012), sus mecanismos de acción incluyen, la capacidad de adsorber bacterias enteropatógenas, mejorar la salud gastrointestinal y modular el sistema inmunológico.

## **2.8. Los manano-oligosacaridos (MOS)**

Los MOS previenen la adherencia de lectinas bacterianas a los carbohidratos presentes en la superficie de las células intestinales reduciendo la colonización del tracto digestivo con patógenos causantes de la diarrea neonatal excretados en las heces, además impiden el desarrollo a la resistencia a los patógenos (Dildey y otros, 1997). Producto del riesgo latente de salmonelosis en crías familiares y/o comerciales es razonable evaluar el potencial de los prebióticos en la mejora de la performance productiva de cuyes (*Cavia porcellus*) durante las fases de crecimiento y engorde (Cano, J., 2012).

La suplementación de una cepa prebiótica aislada del microbiota intestinal del cuy fue evaluada para medir ganancia de peso y rendimiento de carcasa en 80 cuyes machos desde el primer día de edad, se utilizó 100, 150 y 200ml de probiótico, la inclusión afectó ( $p < 0.05$ ) el índice de conversión alimenticia en la etapa de crecimiento y engorde de cuyes



(Torres, 2014). La adición de 0,5g /kg de manano-oligosacáridos (MOS) y su efecto sobre la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en 75 cuyes machos (*Cavia porcellus*) de 28±3 días de edad, no tuvieron efectos significativos sobre ninguna de las variables evaluadas (Bazay y col., 2014). La eficacia de los MOS ha sido demostrada en varias especies domésticas (Hooge, 2004; Mourão y otros, 2006; Bovera y otros, 2010); siendo desconocido su efecto en cuyes, por tal motivo el objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto de los MOS sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, altura de vellosidades intestinales y profundidad de las criptas de Lieberkühn de cuyes en engorde.

Cuadro 2. Prebióticos oligosacáridos en estudio o en uso (Patterson, 2005).

Arabinoxilan	Isomaltosa (IM)
Agarooligosacáridos(AOS)	Lactosucrosa
Ciclodextrina	Lactosa
Fructooligosacáridos (FOS)	Lactulosa
B Galactooligosacáridos	Mananooligosacáridos (MOS)
Rafinosa	Oligofructosa
Glucosil sacarosa	Caramelo de Oligosacárido térmico de sacarosa (STOC)
Isomaltulosa IMT	Xilooligosacáridos (XOS)
Inulina	

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

La crianza se realizó en la Granja Perú Cuy, ubicado en vía de evitamiento s/n Buenos Aires, en el departamento de la Libertad, distrito de Trujillo a una longitud de  $079^{\circ}1'47.93''$  y latitud de  $S8^{\circ}6'57.56''$ . La toma y procesamiento de las muestras para obtener las láminas histológicas se realizó en el laboratorio de Patología Veterinaria de la Universidad Privada Antenor Orrego.

#### **3.2. Animales e instalaciones**

Se utilizó un galpón destinado para crianza de cuyes, construido con palos de madera en lo que corresponde a la estructura y paredes laterales de manta blanca y el techo de manta negra, además protegido con malla de pescador en todo el rededor. Dentro del cual se encuentran jaulas de estructura de madera y forradas de malla metálica, de 1 m de largo x 0.80 m de ancho con altura total de 90 cm, en donde se alojarán a los cuyes. Cada jaula estará provista de un comedero tipo tolva para el suministro de concentrados y un bebedero de arcilla para agua.

Se empleó 80 cuyes machos de aproximadamente 15 días de edad post-destete de la línea Perú tipo 1, Eco-tipo Cajamarquino procedentes de una granja comercial. Los animales seleccionados desde el nacimiento, a los 15 días de edad se formarán grupos de 5 animales por cada jaula y serán distribuidos al azar, en las jaulas según los tratamientos.

#### **3.3. Alimentación y toma de datos**

El suministro de alimento fue diario y por las mañanas, consistió en colocar forraje (alfalfa) más alimento balanceado base según la etapa que

se encuentren, en el cual estará incluido el MOS de acuerdo a los tratamientos asignados.

El alimento balanceado se formuló para complementar los aportes del forraje de acuerdo a las necesidades nutricionales de los cuyes recomendados por (Vergara, 2008). Las fórmulas son mostradas en los cuadros 3 y 4.

Los animales fueron criados durante dos fases, la fase de crecimiento, de los 15 a los 30 días y la fase de engorde de 31 a 60 días de edad.

Cuadro 3. Composición porcentual y nutricional de las dietas durante la fase de crecimiento.

Ingredientes <sup>1</sup>	Niveles de inclusión de MOS (%)			
	0.0	0.20	0.40	0.60
Maíz amarillo	21.94	21.94	21.94	21.94
Torta soya,45%	10.22	10.22	10.22	10.22
Afrecho trigo	66.87	66.87	66.87	66.87
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50
Lisina	0.18	0.18	0.18	0.18
Metionina, DL	0.15	0.15	0.15	0.15
Premezcla de vit y min	0.10	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.03	0.03	0.03	0.03
Carbonato de Ca	0.01	0.01	0.01	0.01
<b>Valor Nutritivo</b>				
PB, %	16.82	16.82	16.82	16.82
ED, kcal/kg	2962	2962	2962	2962
Ca, %	0.13	0.13	0.13	0.13
P, %	0.77	0.77	0.77	0.77
Lis, %	0.89	0.89	0.89	0.89
Met, %	0.41	0.41	0.41	0.41

<sup>1</sup> Composición química de los ingredientes basados en NRC (1985)

Cuadro 4. Composición porcentual y nutricional de las dietas durante la fase de engorde.

Ingredientes <sup>1</sup>	Niveles de inclusión del MOS %			
	0.0	0.10	0.20	0.30
Maíz Amarillo	14.7	14.7	14.7	14.7
Torta de soya, 45%	3.43	3.43	3.43	3.43
Afrecho trigo	80.75	80.75	80.75	80.75
Sal Común	0.50	0.50	0.50	0.50
Lisina	0.23	0.23	0.23	0.23
Metionina, DI	0.14	0.14	0.14	0.14
Premezcla de vit y min	0.10	0.10	0.10	0.10
Coccidiostato	0.03	0.03	0.03	0.03
Carbonato de Ca	0.12	0.12	0.12	0.12
<b>Valor Nutritivo</b>				
PB, %	15.300	15.300	15.300	15.300
ED, kcal/kg	2794	2794	2794	2794
Ca, %	0.17	0.17	0.17	0.17
P, %	0.85	0.85	0.85	0.85
Lis, %	0.81	0.81	0.81	0.81
Met, %	0.34	0.34	0.34	0.34

<sup>1</sup> Composición química de los ingredientes basado en NRC (1985)

### 3.4. Sanidad

Como medida sanitaria se utilizó mandiles, guantes de látex y materiales de limpieza (detergente) para la obtención de muestras intestinales, se utilizó equipo de disección, frascos de boca ancha conteniendo formol concentrado al 10% como fijador y la toma de microfotografía y mediciones se realizó en un microscopio ZEISS modelo primo Star con cámaras incorporada y acoplado a la computadora con el software imaging software for Microscopy Zen 2 core.

### 3.5. Variable independiente

Uso del prebiótico (MOS) adicionado en la dieta en las fases de crecimiento y engorde.

### 3.6. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la adición de MOS a la dieta de manera “ontop”

Animales en crecimiento (15 a 30 días de edad)

M0: Alimento balanceado (dieta base, control) sin MOS

M2: Alimento balanceado + 0.2% de MOS

M4: Alimento balanceado + 0.4% de MOS

M6: Alimento balanceado + 0.6% de MOS

Animales en engorde (31 a 60 días de edad)

M0: Alimento balanceado (dieta base, control) sin MOS

M1: Alimento balanceado + 0.1% de MOS

M2: Alimento balanceado + 0.2% de MOS

M3: Alimento balanceado + 0.3% de MOS

### 3.7. Variables dependientes

Descripción de variables

- Altura de vellosidades ( $\mu\text{m}$ )
- Profundidad de cripta ( $\mu\text{m}$ )
- Relación vellosidad/cripta

### **3.8. Preparación de muestras histológicas y medida**

Los animales fueron sacrificados al final de cada etapa para exponer y diseccionar el intestino delgado (yeyuno) en muestras de 1 cm de largo, recolectados en frascos con formol al 10%, como fijador. Posteriormente en el laboratorio, se procedió al lavado y deshidratación en soluciones crecientes de alcohol etílico y aclaramiento con xilol. Finalmente se incluyen en bloques de parafina y se obtienen cortes en micrótopo de rotación de 5  $\mu\text{m}$  de espesor, se recupera el corte en Baño de María (40-50°C) y se monta sobre una lámina portaobjetos a la cual previamente, se colocó una gota de albúmina glicerizada como pegamento, finalmente se procede al desparafinado e hidratación (Anexo 1) y, tinción con hematoxilina eosina corriente. Finalmente, y se coloca una laminilla cubreobjetos para su lectura.

### **3.9. Lectura de láminas histológicas y parámetros de evaluación**

Obtenidas las láminas se procedió a realizar las mediciones (en micras) de las vellosidades y criptas, las cuales fueron anotadas para obtener los valores grupales correspondientes, para ello se utilizó un microscopio donde se obtuvieron imágenes a 100x para las medidas morfológicas de:

- Longitud de vellosidad intestinal, se seleccionaron vellosidades íntegras y perpendiculares a la pared intestinal (yeyuno) midiendo desde el ápice de la vellosidad hasta el ápice de la entrada a la cripta.
- Profundidad de la cripta de Lieberkühn, la medición desde la entrada a la cripta hasta la zona basal de la misma.
- Relación longitud de la vellosidad y profundidad de la cripta: resultado de la división del promedio de la altura de la vellosidad y el promedio de la profundidad de la cripta.

### **3.10. Análisis estadístico**

Los animales fueron distribuidos a través de un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones, cada unidad experimental estuvo compuesta por 4 animales. Los animales fueron analizados a través del análisis de varianza y los promedios comparados mediante la prueba de TUKEY, la comparación entre la adición y no adición de MOS a la dieta, se realizó a través de contrastes ortogonales.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Morfometría de yeyuno

En el cuadro 6 se observa que la altura de vellosidades de los animales que no recibieron MOS fueron significativamente menores ( $P < 0.05$ ) que aquellos que recibieron MOS; la profundidad de cripta y la relación de vellosidad cripta no mostraron diferencia ( $P > 0.05$ ) en la evaluación de contraste, la adición de MOS en la dicta género mayor altura de vellosidades y mayor relación de vellosidad cripta ( $P < 0.05$ ).

Cuadro 6. Promedio de longitud de vellosidad intestinal, profundidad de cripta y relación altura vellosidad/profundidad cripta en el yeyuno ( $\mu\text{m}$ ) de cuyes en crecimiento (30 días de edad).

Tratamientos	Altura de Vellosidad	Profundidad de Cripta	Relación Vellosidad/Cripta
<b>M0</b>	207.4 b	103.09 a	2.01 a
<b>M1</b>	259.43 a	110.22 a	2.34 a
<b>M2</b>	261.48 a	111.10 a	2.39 a
<b>M3</b>	270.74 a	111.63 a	2.43 a
SEM <sup>1</sup>	10.13	4.57	0.08
<b>Contrastes</b>			
<b>Sin MOS</b>	207,34 b	103,09 a	2,01 a
<b>Con MOS</b>	263,89 a	110,99 a	2,38 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

\* SEM: Error estandar del promedio

En el cuadro 7 se observa que los grupos de engorde usando el MOS en 1%, 2% y 3% se muestra diferencia estadística ( $P > 0.05$ ) para longitud de vellosidad, en la muestra 2 y 3, en comparación con el grupo control a los 60 días de edad. Para este mismo parámetro, en profundidad de cripta



si existe diferencia estadística siendo superiores los tratamientos que recibieron MOS sobre el control. Los valores bajos que se muestra en R2 (Anexo 3) de la relación altura de vellosidad/profundidad de cripta nos proporciona una buena referencia del trabajo desde el punto de vista estadístico.

Cuadro 7. Promedio de longitud de vellosidad intestinal, profundidad de cripta y relación altura vellosidad/profundidad cripta en el yeyuno ( $\mu\text{m}$ ) en cuyes en engorde a los 60 días de edad.

Tratamientos	Altura de Vellosidad	Profundidad de Cripta	Relación Vellosidad/Cripta
<b>M0</b>	221,53 a	80,58 b	2,38 a
<b>M1</b>	221,71 a	93,29 ab	2,52 a
<b>M2</b>	255,63 ab	101,25 a	2,75 a
<b>M3</b>	278,05 b	101,73 a	2,76 a
SEM <sup>1</sup>	7.87	2.42	0.14
<b>contraste</b>			
<b>Sin MOS</b>	221,53 a	80,58 b	2,75 a
<b>Con MOS</b>	251,80 a	98,76 a	2,55 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

\* SEM: Error estandar del promedio

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Morfología intestinal (yeyuno)

La utilización de manano-oligosacáridos (MOS) en cuyes durante las etapas de crecimiento (30 días) y engorde (60 días) mostraron un ligero incremento en promedio sobre la longitud de las vellosidades, profundidad de cripta y la relación vellosidad/profundidad de cripta respecto al grupo control, pero no afectó positivamente, efecto que obedece a que la histología intestinal va madurando y desarrollando como lo refiere Puente (2018) para quién la suplementación de probióticos no tienen efecto positivo sobre la histomorfometría intestinal en cuyes de engorde evaluados desde el destete. Nuestros resultados tienen sustento como lo manifiesta Tellez y otros (2006) así como González (2009) quienes atribuyen al MOS como mejorador del balance microbiano intestinal que inhibe el crecimiento de patógenos como *E. coli*, *Streptococcus* y *Salmonella* spp. Reportados por Amores y otros (2004), actividad que favorece la absorción de nutrientes como lo refieren Fuller (1989) y Fox (1994).

Los resultados de Arce (2016) en morfometría de yeyuno a los 51 días de edad, indican que los cuyes mejorados presentaron mayor altura de vellosidades que los criollos (210.24 $\mu$ m versus 178.15 $\mu$ m); mayor profundidad de cripta (46.52 $\mu$ m versus 45.72 $\mu$ m) y mayor relación vellosidad/cripta (4.67 versus 3.96), resultados ligeramente inferiores a los nuestros a los 60 días de edad de cuyes en engorde para altura de vellosidad (217.13 $\mu$ m a 240.33 $\mu$ m); profundidad de cripta (83.78 $\mu$ m a 99.88 $\mu$ m) y mayor relación vellosidad/cripta (2.40 a 2.61), esta diferencia es atribuible al mejor consumo de alimento adicionando MOS y a la mayor edad de los cuyes. Cera y otros (1988); Attaix (1991); Trahair y Robinson (1986); Shirazi-Beechey y otros (1991); Viguera y otros (1999); Gulbinowicz y otros (2004); Guilloteau y otros (2009) quienes trabajaron en

corderos, terneros, ratones y aves indican que profundidad de cripta se torna más profunda gradualmente con la edad y sector intestinal.

Nuestros resultados son menores a los descritos por Vallejos (2014) quién reporta a los 84 días de edad una longitud de yeyuno de 0.562mm, profundidad de cripta 0.188mm y relación vellosidad/profundidad de cripta de 3.123, esta gran diferencia se debe a la edad mayor de los cuyes y al suplemento de 300 ppm de butirato de sodio el mismo que también tiene efecto positivo en la prevención de infecciones intestinales.

## **VI. CONCLUSIONES**

La aplicación de manano-oligosacaridos(MOS), en las dietas de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, ayuda al crecimiento de vellosidades, así mismo nos ayuda a tener una mejor profundidad de cripta.

La investigación realizada con manano-oligosacaridos(MOS) en la alimentación de cuyes en la etapa de crecimiento y engorde, nos da un resultado positivo tanto con la histología intestinal como en su producción.

En relación a la profundidad de cripta si encontramos diferencia estadística, siendo superiores a los tratamientos recibidos con MOS sobre el grupo control.

Utilizando el análisis de contraste encontramos un resultado sumamente positivo con respecto al uso de manano-oligosacaridos(MOS).

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda el uso de manano-oligosacaridos en la dieta de cuyes para mejorar la integridad intestinal y para prevenir altas tasas de mortalidad, bajo el tema de desafíos.

Se recomienda el uso de manano-oligosacarido a diferente dosificación dependiendo de la etapa.

Se recomienda realizar más investigaciones en cuyes utilizando los manano-oligosacardios .

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aliaga, L.; Moncayo, R.; Rico, E. y Caycedo, A. 2009. Producción de cuyes. Fondo Editorial de la Universidad Católica Sedes Sapientiae. Lima-Perú.
- Amores R, Calvo A, Maestre JR, Martínez-Hernandez D. 2004. Probióticos. Rev Esp Quimioterap 17(2): 131-139.
- Arce MJ, Ávila GE, López CC. 2008. Comportamiento productivo y cambios morfológicos en vellosidades intestinales del pollo de engorda a 21 días de edad con el uso de paredes celulares del *Saccharomyces cerevisiae*. Vet Méx 39 (2): 223- 228.
- Arce, N. 2016. Estudio histológico de las vellosidades intestinales de cuyes (*Cavia porcellus*) criollos y mejorados según el sistema de alimentación. Tesis de Médico Veterinario Zootecnista, Trujillo: Univ. Privada Antenor Orrego. 66p.
- Attaix D, Meslin JC. 1991. Changes in small intestinal mucosa morphology and cell renewal in suckling, prolonged suckling, and weaned lambs. Am J Physiol 261(4): R811- 818.
- Aughey E, Frye FL. 2001. Comparative veterinary histology with clinical correlates. 1ª ed. Reino Unido: Manson Publishing Ltd. 116 p.
- Bacha WJ, Bacha L. 2000. Atlas colorido de histología veterinaria. 2ª ed. Brasil: Editoria Roca LTDA. 457 p.
- Bazay, D.; Carcelén, F.; Ara, M., Jiménez, R.; González, R., Quevedo, W. 2014. Efecto de los manano-oligosacáridos sobre los parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de engorde. Rev. investig. vet. Perú vol.25 no.2 Lima abr.
- Bondi, AA. 1988. Nutricion Animal. Zaragoza: Ed. Acribia. 768p.
- Bovera F, Nizza S, Marono S, Mallardo K, Piccolo G, Tudisco R, De Martino L, et al. 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(1): 9-16.

[Links]

Breazile J, Brown E. 1976. Anatomy. En: *The biology of the guinea pig*.

Wagner, J; Manning, P eds. USA: Academy Press: 53-62.

Cajas A. 2008. Efecto de la utilización de chocho (*Lupinus mutabilis* sweet)

como Antiparasitario gastrointestinal en cuyes bajo diferentes tiempos de maceración y Cocción. Tesis de Ingeniero Zootecnista. Riobamba: Esc. Sup. Politécnica de Chimborazo. 114 p.

Cano, J. 2012. Efecto de la suplementación de probiótico líquido sobre los

parámetros productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) durante la fase de crecimiento y engorde. Tesis de Médico Veterinario, Lima: Univ. Mayor de San Marcos. 65p.

Cera KR, Mahan DC, Cross RF, Reinhart GA, Whitmoyer RE. 1988. Effect

of age, Weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in Young swine. *J Anim Sci* 66 (2):574-584.

Chauca L. 1997. Producción de cuyes. FAO. [Internet], [28 de setiembre

2016]. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/w6562s/w6562s01.htm>

Chauca L. 2007. Realidad y perspectiva de la crianza de cuyes en los

países andinos. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal* Vol. 15. Cuzco, Perú.

Checcnes, N. 2014. Morfometría de la mucosa del intestino delgado de

crías de alpacas (*Vicugna pacos*). Tesis de Médico Veterinario, Lima: Univ. Mayor de San Marcos. 87p.

Chilcott MJ, Hume ID. 1985. Coprophagy and selective retention of fluid

digesta: Their role in the nutrition of the common ringtail possum, *Pseudocheirus peregrinus*. *Australian Journal of Zoology* 33: 1–15.

como prebiótico en dietas de pavos de engorde. Tesis de Médico

Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 81 p.

- Cortés A, Ávila E, Casaubon MT, Carrillo S. 2000. El efecto de *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorda. *Vet Mex* 31(4): 301-308.
- Cuarón J, Martínez A, Zapata L, Pradal R, Velázquez M, Sierra J. 1998. Uso de levadura en la producción de cerdos. En: Segundo seminario Microbiología aplicada a la Nutrición Animal. México, D.F.
- Dildey, D., Sellars, K., Burrill, M., Tree, j., Newman, K. y Jacques, K. 1997. Effect of mannan oligosaccharide supplementation on performance and health of Holstein calves. *Journal of Dairy Science* 80 (Suppl. 1): 188.
- Evans EM, Wrigglesworth JM, Burdett K, Pover W FR. 1971. Studies on epithelial cells isolated from guinea pig small intestine. *J Cell Biol* 51: 452-464.
- Fox S. 1994. Probióticos en la nutrición animal. *Mundo Porcino* No 17 Ene-Feb 1994.28.32p.
- Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. A review. *J Appl Bacteriol* 66: 365-378.
- GásquezA, Blanco R. 2004. Tratado de Histología veterinaria. Barcelona: Masson. 462 p.
- Gibson GR, Roberfroid MB. 1995. Dietary modulation of the human colonic
- Gil S. 2007. Importancia del cuy y su competitividad en el mercado. *Archivo*
- Gómez C, Vergara V. 1995. Fundamentos de la nutrición y Alimentación. En: Serie Guía Didáctica: Crianza de cuyes. INIA-DGTT. Lima. Perú. P 27-35.
- González M HM.2009. Evaluación de la harina de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)
- Guilloteau P, Zabielski JW, Blum. 2009. Gastrointestinal tract and digestion in the young ruminant: Ontogenesis, adaptations, consequences and manipulations. *J Physiol Pharmacol* 60 (3): 37- 46.
- Gulbinowicz. 2004. Morphometric analysis of the small intestine in wild type mice C57BL/6J - a developmental study. *Folia Morphol* 63 (4): 423-430.



- Hamasalim HJ. 2016. Synbiotic as feed additives relating to animal health and performance. Scientific Research publishing. [Internet], [07 de octubre 2017]. Recuperado de: [https://file.scirp.org/pdf/AiM\\_2016041914205925.pdf](https://file.scirp.org/pdf/AiM_2016041914205925.pdf)
- Hirakawa H. 2001. Coprophagy in leporids and other mammalian herbivores. *Mammal Rev* (32) 2: 150-152.
- Histological characteristics of the intestinal mucosa of the rat during the first year of life. *Lab Anim* 33 (4): 393-400.
- Holtenius K, Bjornhag G. 1985. The colonic separation mechanism in the guinea pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). *Comp Biochem Physiol*, 82 (3): 537-542.
- Hooge DM. 2004. Meta-analysis of broiler chicken pen trials evaluating dietary mannan oligosaccharide, 19932003. *Int J Poultry Sci* 3: 163-174.
- Johnson-Delaney C. 2006. Anatomy and physiology of the rabbit and rodent gastrointestinal system. *Eastsid Avian & Exot Ani Med Cent Publ*, 110: 9-17.
- Junqueira LC, Carneiro J. 2006. *Histología básica*. 6ª ed. España: Editorial Masson S.A. 640 p.
- Latinoamericano de Producción Animal Vol. 15. Cuzco.
- Leeson TS, Leeson CR, Paparo AA. 1990. *Texto atlas de histología*. 1 ed. México: Editorial Interamericana Mc Graw – Hill. 741 p.
- Manigandan T, Mangaiyarkarasi S P, Hemalatha R, Hemalatha V T, Murali N P. 2012. Probiotics, prebiotics and synbiotics- A Review. *Biomedical & Pharmacology Journal*. 5 (2): 295-304
- Martinez, R. 2006. Proceso de nutrición y alimentación de los cuyes en sus diferentes etapas productivas. En memoria al primer curso internacional de Cuyicultura. Asociación de Productores Agropecuarios del Norte. Ibarra, Ecuador.
- microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J. Nutr.* 125:1401-1412.

- Mourão JL, Pinheiro V, Alves A, Guedes CM, Pinto L, Saavedra MJ, Spring P, et al. 2006. Effect of mannan oligosaccharides on the performance, intestinal morphology and cecal fermentation of fattening rabbits. *Anim Feed Sci Tech* 126: 107-120.
- Odorizzi AS. 2015. Parámetros genéticos, rendimiento y calidad forrajera en alfalfas (*Medicago sativa* L) extremadamente sin reposo con expresión variable del carácter multifoliolado obtenidas por selección fenotípica recurrente. Tesis Doctoral. Argentina: Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. 150 p.
- Pacha, J. 2000. Development of intestinal transport function in mammals. *Physiol. Rev.*,80(4):1633-1667. Pacha J. 2000. Development of Intestinal Transport Function in Mammals. *Physiol Rev* 80 (4): 1633-1667.
- Pacha, J. 2000. Development of intestinal transport function in mammals. *Physiol. Rev.*,80(4):1633-167 Robinson WF, Huxtable CR. 1993. Principios de clinopatología médica veterinaria. España: Acribia. 472 p.
- Patterson, John A. 2005. Prebiotic feed additives: Rationale and use in pigs. *Advances in Pork production* 16: 149-158.
- Peña AS. 2007. Flora intestinal, probióticos, prebióticos, simbióticos y alimentos novedosos. *Rev Esp Enferm Dig* 99(11): 653-658
- Portocarrero, J., Hidalgo, V. 2015. Evaluación de una premezcla orgánica comercial en dietas de crecimiento engorde para cuyes (*Cavia porcellus*) sobre parámetros productivos. *Anales científicos* Vol. 76, núm. 2
- Puente, J. 2018. Efecto de la suplementación de diferentes niveles de probiótico sobre la histomorfometría del intestino delgado del cuy (*Cavia porcellus*). Tesis de Médico Veterinario, Lima: Univ. Mayor de San Marcos. 66p.
- Rigoni M, Castrovilli C, Cicogna M. 1993. The digestive utilization of nutrients and energy in the guinea pig and rabbit. En: X Congress Bologna. Stazione sperimentale di Zootecnia. Assoc: Scientifica di produzione Animali (ASPA). Università di Milano, Italia.

- Sakaguchi E. 2003. Digestive strategies of small hindgut fermenters. *Ani Sci Jour.* 74: 327-337
- Santomá G, Pérez de Ayala P, Guitierrez del Alamo A. 2006. Producción de broilers sin antibióticos promotores de crecimientos actuales. LIII Symposium Científico de Avicultura., Barcelona, España
- Sarria, J. 2011. El cuy crianza tecnificada. Manual técnico en cuyicultura N° 1. Oficina Académica de Extensión y Proyección Social. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Shirazi-Beechey SP, Smith MW, Wang Y, James PS. 1991. Postnatal development of lamb intestinal digestive enzymes is not regulated by diet. *J Physiol* 437: 691-698.
- Snipes R. 1982. Anatomy of the guinea pig cecum. *Anat Embryol.* 165: 97-111.
- Tellez G, Higgins SE, Donoghue AM, Hargis BM. 2006. Digestive physiology and the role of microorganisms. *J. Appl. Poult. Res.*, 15: 136-144
- Tizard, I., Carpenter, R., Mcanalley, B. y Kemp, M. 1989. The biological activities of mannans and related complex carbohydrates. *Mol. Biother.* 1: 290
- Torres, C., Carcelén, F., Ara, M., San Martín, F., Jiménez, R., Quevedo, W. y Rodríguez, J. 2014. Efecto de la suplementación de una cepa probiótica sobre los parámetros productivos del cuy (*Cavia porcellus*). *Rev. investig. vet. Perú* vol.24 no.4 Lima
- Trahair JF, Robinson PM. 1986. Perinatal development of the small intestine of the sheep. *Reprod Nutr Desarrollar* 26 (6): 1255-1263.
- Trahair JF. 1989. Remodeling of the rat small intestinal mucosa during the suckling period. *Pediatr Gastroenterol Nutr* 9(2):232-7.
- Valdizán, C. 2018. Efecto de la inclusión de probiótico, prebiótico y simbiótico en la dieta del cuy (*cavia porcellus*) sobre parámetros productivos. Tesis de Médico Veterinario, Lima: Univ. Mayor de San Marcos. 66p.

- Vallejos D. 2014. Efecto de la suplementación con butirato de sodio en la dieta de cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde sobre el desarrollo de las vellosidades intestinales y criptas de Lieberkühn. Tesis Médico Veterinario. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.87p.
- Vergara, V. 2008. Avances en nutrición y alimentación. Resumen de presentaciones. Simposio de cuyes. APPA 2008
- Vigueras RM, Rojas-Castañeda J, Hernández R, Reyes G, Álvarez C. 1999.
- Xu RJ, Mellor DJ, Tungthanathanich P, Birtles MJ, Reynolds GW, Simpson HV. 1992. Growth and morphological changes in the small and the large intestine in piglets during the first three days after birth. J Dev Physiol 18 (4): 161-172.

## ANEXOS

### Anexo 1. Procesamiento preparación de cortes histológicos.

#### Deshidratación y aclaramiento de muestras de tejido para histología

Lavado	Deshidratación				Aclaramiento
	Alcohol	Alcohol	Alcohol	Alcohol	
Agua	70%	90%	96%	100%	Xilol
Tiempo	10min (3 veces)	10min (3 veces)	10min (3 veces)	10min (4 veces)	3 min (3 veces)

#### Desparafinado e hidratación de muestras de tejido para histología

	Desparafinado	Hidratación			
	Xileno	Etanol	Etanol	Etanol	Agua
		100%	96%	80%	destilada
Tiempo	10min (2 veces)	10min (2 veces)	10min	10min	10min

#### Desparafinado e hidratación de muestras de tejido para histología

Tinción					
	Hematoxilina	Agua corriente	Agua destilada	Eosina	Agua destilada
Tiempo	3 min	15min	10min (2 veces)	30 seg	10min

## Anexo 2. Análisis de varianza cuyes crecimiento.

Análisis de la varianza altura de vellosidades de cuyes en crecimiento				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
alt vellos	36	0.14	0.05	13.32

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4294.96	3	1431.65	1.68	0.1914
trat	4294.96	3	1431.65	1.68	0.1914
Error	27306.97	32	853.34		
Total	31601.93	35			

Análisis de la varianza profundidad de cripta de cuyes en crecimiento				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
prof cripta	36	0.03	0	8.3

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	84.44	3	28.15	0.37	0.7762
trat	84.44	3	28.15	0.37	0.7762
Error	2444.06	32	76.38		
Total	2528.5	35			

Análisis de la varianza para la relación vellosidades intestinales y profundidad de cripta de cuyes en crecimiento				
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
relación	36	0.11	0.02	11.73

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.23	3	0.08	1.28	0.2974
trat	0.23	3	0.08	1.28	0.2974
Error	1.92	32	0.06		
Total	2.15	35			

## Anexo 3. Análisis de varianza cuyes engorde.

---

Análisis de la varianza altura de vellosidades de cuyes en engorde

---

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
alt vellos	36	0.17	0.09	9.51

---

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	3175.9	3	1058.63	2.15	0.1132
trat	3175.9	3	1058.63	2.15	0.1132
Error	15748.83	32	492.15		
Total	18924.73	35			

---



---

Análisis de la varianza profundidad de cripta de cuyes en engorde

---

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pro cripta	36	0.5	0.45	7.33

---

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	1559.73	3	519.91	10.71	<0.0001
trat	1559.73	3	519.91	10.71	<0.0001
Error	1553.92	32	48.56		
Total	3113.65	35			

---



---

Análisis de la varianza para la relación vellosidades intestinales y profundidad de cripta de cuyes en engorde

---

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
relación	36	0.09	1.800E-03	11.64

---

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo.	0.25	3	0.08	1.02	0.396
trat	0.25	3	0.08	1.02	0.396
Error	2.64	32	0.08		
Total	2.9	35			

---

Anexo 4. Instalaciones de comederos





Anexo 5. Alimentación.



Anexo 6. Dosificación de MOS para dietas.



## Anexo 7. BIO-MOS utilizado.



## Anexo 8. Toma de muestras.

