



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica

Evaluación de tres niveles de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) como prebiótico antimicrobiano en la producción de pollos de carne

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista

Autores

Maria Elena Cahuas Mora
Junior Teofilo Armas Valdivia

Asesor

Dr. Felix Esteban Airahuacho Bautista



Huacho – Perú

2026



Reconocimiento – No Comercial – Sin Derivadas – Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o constituye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

DE INGENIERIA AGRARIA, INDUSTRIAS ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNICA

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)


Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental

Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica


DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Armas valdivia, Junior Teofilo	72210602	05/03/2026
Cahuas Mora, Maria Elena	70918613	05/03/2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Airahuacho Bautista Félix Esteban	40769786	0000-0001-7484-0449
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr:Velasquez Vergara Carlomango Ronal	08471692	0000-0001-7707-4591
M(o). Pujada Abad, Hilario Noberto	15603577	0000-0003-4939-6774
M(o). Vega Ventocilla, Gladys	23014434	0000-0002-5009-2607

María Elena Cahuas Mora Exp. N° 109507 Junior Te...

Evaluación de Tres Niveles de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como Prebiótico Antimicrobiano en la Producción de Pollos de ...

 Evaluación de Tres Niveles de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como Prebiótico Antimicrobiano en la Producción de Pollos de Carne

 Unidad de Investigación FIAIAYA-2026

 Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3456261526

Fecha de entrega

12 ene 2026, 11:28 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

12 ene 2026, 11:45 a.m. GMT-5

Nombre del archivo

Cahuas_-_Armas_-_3_niveles_de_yacon.pdf

Tamaño del archivo

1.1 MB

78 páginas

16.116 palabras

79.694 caracteres



Página 2 de 85 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3456261526

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 18%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 7%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mis padres, María y Gilberto, por el apoyo que siempre me han dado; a mis hermanas, Rosmery y Kristell, por siempre estar ahí apoyándome para seguir adelante a pesar de todo; a mi hijo, Adriano, que ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios, por quien cada día me esfuerzo en poder cumplir mis metas, alcanzar mis sueños y ser un ejemplo a seguir. A mi abuelita, que con sus experiencias y consejos siempre ha guiado mis pasos, y a mi abuelito Pedro, que está en el cielo como un ángel y me cuida mucho (M.E.C.M)

A mis padres, Lorenzo y Elisa, por brindarme siempre su apoyo incondicional y por sus consejos en el transcurso de mi camino; a mis hermanos, Raúl y Jhon, quienes me apoyaron en todo momento para poder alcanzar mis metas y mis sueños. (J.T.A.V.)

AGRADECIMIENTO

Agradecidos, en primer lugar, con Dios, quien nos ha guiado y nos ha dado la fortaleza para seguir adelante, permitiéndonos tener y disfrutar de nuestros padres y hermanos(as), por apoyarnos cada día en la toma de buenas decisiones y en la realización de proyectos en nuestras vidas, así como en la culminación de nuestra tesis.

Agradecemos también a nuestros asesores por el apoyo que nos han brindado durante el transcurso de nuestra investigación.

INDICE

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1 Descripción de la realidad problemática	12
1.2 Formulación del problema	12
1.2.1 Problema general	12
1.2.2 Problemas específicos	13
1.3 Objetivos de la Investigación	13
1.3.1 Objetivo general	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación de la Investigación	14
1.5 Delimitación del estudio	15
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	16
2.1 Antecedentes de la Investigación	16
2.2 Bases teóricas	18
2.2.1 Los prebioticos en la alimentacion animal	18
2.2.2 Generalidades del Yacon	20
2.2.3 Mecanismo de accion de la inulina	21
2.2.4 Necrosis enterica	24
2.3 Definicion de terminos basicos	25
2.4 Hipótesis de investigación	25
2.4.1 Hipótesis General	26
2.4.2 Hipótesis Específicas	27
CAPÍTULO III. METODOLOGIA	27
3.1 Gestion del experimento	27
3.1.1 Ubicación	27
3.1.2 Características del area experimental	28
3.1.3 Tratamientos	30
3.1.4 Diseño experimental	30
3.1.5 Variables evaluadas	31
3.1.6 Conducción del experimento	

3.2	Técnicas para el procesamiento de la información	32
3.3	Técnicas de recolección de datos	32
	CAPITULO IV. RESULTADOS	33
4.1	Peso corporal y ganancia de peso	33
4.2	Consumo de alimento	34
4.3	Conversion alimenticia	35
4.4	Rendimiento de la canal	35
4.5	Rendimiento de hígado y bursa	36
	CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	37
5.1	Peso corporal y ganancia de peso	37
5.2	Consumo de alimento	37
5.3	Conversion alimenticia	38
5.4	Rendimiento de la canal	39
5.5	Rendimiento de hígado y bursa	39
	CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
6.1	Conclusiones	41
6.2	Recomendaciones	41
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

Índice de Tablas

Tabla 1	Análisis Nutricional de ingredientes mayores	29
Tabla 2	Composición porcentual y nutricional de las dietas experimentales.	29
Tabla 3	Efecto prebiótico del yacón sobre el peso corporal de pollos de carne	33
Tabla 4	Efecto prebiótico del yacón sobre la ganancia de peso de pollos de carne.	34
Tabla 5	Efecto prebiótico del yacón sobre el consumo de alimento acumulado de pollos de carne	34
Tabla 6	Efecto prebiótico del yacón sobre la conversión alimenticia acumulada de pollos de carne	35
Tabla 7	Efecto prebiótico del yacón sobre el rendimiento de la canal de pollos de carne.	36
Tabla 8	Efecto prebiótico del yacón sobre algunos órganos de pollos de carne (media \pm desviación estándar).	36

Índice de figuras

Figura 1	Estructura de los fructanos de tipo inulina (según Jackson et al., 2022).	19
Figura 2	Mecanismo de acción de los prebióticos que mejoran las funciones de los probióticos (You et al., 2022).	22
Figura 3	Distribución de los pollos de 0 a 21 días de edad.	27
Figura 4	Corrales experimentales donde serán distribuidos las aves de 21 a 42 días de edad.	28

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario sobre el rendimiento productivo de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*. **Metodología:** Pollos Cobb 500 de un día de edad fueron distribuidos en los tratamientos 1) dieta basal maíz soya (DB: control), 2) DB más APC, 3) DB más 1% yacón, 4) DB más 2% yacón, y 5) DB más 3% yacón. Cada tratamiento estuvo representado por seis replicas, y cada replica estuvo representada por seis aves. A los 21 días de edad, las aves fueron inoculadas con 0.7 ml de clostridios, con una concentración de 10^8 ufc por ml. Se midieron parámetros zootécnicos y a los 42 días, al sacrificarse un ave por tratamiento, se midió el rendimiento de canal, hígado y bursa de Fabricio. **Resultados:** El desafío con clostridios no influyó sobre el peso corporal y la ganancia de peso diario ($p > 0.05$), pero sí sobre el consumo de alimento, en los tratamientos suplementados con yacón y APC ($p < 0.05$) comparado con el control, mientras que la conversión alimenticia fue más eficiente con dietas con 1% yacón ($p < 0.05$). El rendimiento de la canal disminuyó con la inclusión de yacón ($p < 0.05$), mientras que el hígado tendió a disminuir conforme se incrementó la inclusión de yacón ($p < 0.05$). La bursa de Fabricio no fue afectada por los tratamientos. **Conclusiones:** La suplementación de yacón y APC mantuvo el normal crecimiento de las aves, aunque la conversión alimenticia más eficiente fue el 1% de yacón.

Palabras clave: Inulina, rendimiento de la canal, clostridios, rendimiento de hígado.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the inclusion of yacón (*Smallanthus sonchifolius*) as a dietary additive on the productive performance of broiler chickens orally inoculated with *Clostridium perfringens*. **Methodology:** One-day-old Cobb 500 broiler chickens were distributed into the following treatments: (1) basal corn–soybean diet (BD: control), (2) BD plus APC, (3) BD plus 1% yacón, (4) BD plus 2% yacón, and (5) BD plus 3% yacón. Each treatment was represented by six replicates, and each replicate consisted of six birds. At 21 days of age, the birds were inoculated with 0.7 mL of *Clostridium* spp. at a concentration of 10^8 CFU per mL. Zootechnical parameters were measured, and at 42 days of age, after slaughtering one bird per treatment, carcass yield, liver, and bursa of Fabricius weights were evaluated. **Results:** The *Clostridium* challenge did not affect body weight or daily weight gain ($p > 0.05$), but it did influence feed intake in the treatments supplemented with yacón and APC ($p < 0.05$) compared with the control, while feed conversion was more efficient with diets containing 1% yacón ($p < 0.05$). Carcass yield decreased with increasing yacón inclusion ($p < 0.05$), and liver weight tended to decrease as yacón inclusion increased ($p < 0.05$). The bursa of Fabricius was not affected by the treatments. **Conclusions:** Yacón and APC supplementation maintained normal growth in the birds, although the most efficient feed conversion was observed with 1% yacón. The lower carcass and liver yields may be related to the inulin content of yacón, which promotes greater microbial butyric acid release, thereby reducing lipogenesis processes in the birds.

Keywords: Inulin, carcass yield, *Clostridium*, liver yield.

INTRODUCCIÓN

El *Clostridium perfringens* es una bacteria grampositiva que causa la enteritis necrótica, una enfermedad económicamente devastadora en la industria del pollo de engorde (Gharib-Naseri et al., 2019). Esta bacteria está presente en el tracto intestinal de pollos sanos y se transmite por vía fecal-oral, así como a través de piensos, agua, estructuras de alojamiento e insectos contaminados (Keyburn et al., 2006). La enteritis necrótica clínica puede causar mortalidad repentina, lesiones en el íleon, renuencia a moverse y la posibilidad de diarrea, deshidratación y anorexia (Lee et al., 2011).

La enteritis necrótica se desarrolla en conjunción con otros factores predisponentes y es controlada mediante la administración de antimicrobianos en la alimentación de los pollos de engorde (Guaragni et al., 2020). Sin embargo, el uso continuado e indiscriminado de antibióticos ha dado lugar a la aparición de microorganismos resistentes a los antibióticos, con transferencia de resistencia al ser humano, ya sea por ingestión de microorganismos resistentes o de sus residuos (Cheng et al., 2017). Por ello, las investigaciones se vienen centrando en el empleo de prebióticos, que son un conjunto de carbohidratos, derivados de plantas o sintetizados por microorganismos que promueven el crecimiento de la microflora intestinal beneficiosa (Wu et al., 2019).

Entre los prebióticos, la inulina es el más utilizado y sería el más eficaz. La inulina es una fibra soluble fermentable que no es digerida por las enzimas digestivas del huésped, pero sirve de sustrato para las bacterias beneficiosas del intestino de las aves (Guaragni et al., 2020). Según Buclaw (2016), el mecanismo de las interacciones de la inulina con el organismo aviar es complejo, multidireccional y no se conoce del todo. La inulina promovería el crecimiento de *Lactobacillus* y *Bifidobacterias* (Moens y De Vuyst, 2017) e inhibiría el crecimiento de microbios patógenos. Existen indicios de que los cambios provocados por la inulina en la microbiota intestinal de las aves de corral pueden alterar la estructura y la histomorfología de la mucosa intestinal y mejorar su capacidad de absorción.

La inulina es un fructano o carbohidrato de reserva que se acumula durante el crecimiento de la planta o cuando experimentan estrés por frío, sequía o deficiencia de nitrógeno (Somerville, 2006). Entre las plantas que poseen buen contenido de inulina se

encuentra el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), una raíz tuberosa cultivada en los andes (Choque Delgado et al., 2013), siendo considerada un alimento funcional (Bibas Bonet et al., 2010).

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

La prohibición de los APC ha aumentado los problemas sanitarios en la producción avícola intensiva, tales como la enteritis necrótica generado por el *Clostridium perfringens*. En la actualidad, se vienen buscando nuevas alternativas que reemplacen a los APC, pero los resultados relacionados con su eficacia son controversiales. Entre las alternativas con resultados más prometedores se encuentran los prebióticos, habiéndose reportado mejoras positivas en los parámetros productivos, como el aumento de peso corporal, el índice de conversión alimenticia y el índice de mortalidad (Shehata et al., 2024).

En la actualidad, el yacón es muy valorado como alimento funcional debido a su alto contenido de inulina, un carbohidrato no digerible por las enzimas digestivas propias del ave, pero si utilizada por la flora microbiana intestinal. En el intestino, las bacterias bifidogénicas utilizan la inulina como sustrato y liberan ácidos orgánicos, principalmente el ácido butírico, que además de ser la fuente principal de energía de los colonocitos, disminuye el pH intestinal que desmejora el hábitat para la proliferación de bacterias patógenas. El presente estudio investigó el efecto de incluir yacón como aditivo prebiótico en la dieta de pollos de engorde inoculados con clostridios a través de la medición de parámetros zootécnicos y cárnicos.

1.2 Formulación del problema

Según las referencias de la descripción de la realidad problemática, la presente investigación planteó la siguiente interrogante:

1.2.1 Problema general

¿La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario influye sobre el rendimiento productivo de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*?

1.2.2 Problemas específicos

¿La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario influye sobre el peso corporal de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*?

¿La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario influye sobre el consumo de alimento de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*?

¿La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario influye sobre la conversión alimenticia de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*?

¿La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario influye sobre el rendimiento de la canal de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*?

¿La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario influye sobre la retribución económica de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario sobre el rendimiento productivo de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

1.3.2 Objetivos específicos

Evaluar la inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario sobre el peso corporal de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

Evaluar la inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario sobre el consumo de alimento de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

Evaluar la inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario sobre la conversión alimenticia de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

Evaluar la inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario sobre el rendimiento de la canal de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

Evaluar la inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario sobre la retribución económica de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

1.4 Justificación de la investigación

Justificación social: El uso continuado e indiscriminado de antibióticos ha generado la aparición de microorganismos resistentes a los antibióticos, con transferencia de resistencia al ser humano, ya sea por ingestión de microorganismos resistentes o de sus residuos (Cheng et al., 2017), que es considerado un problema de salud pública a nivel mundial. Por ello, las investigaciones se vienen centrando en el uso de prebióticos como alternativa de reemplazo a los antibióticos para la producción intensiva de pollos de engorde.

Justificación teórica: La riqueza del yacón en inulina la convierte en potencial alternativa antimicrobiana. La inulina es sustrato utilizado por *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* promoviendo su proliferación en el intestino (Nabizadeh, 2012), e inhibiendo la multiplicación de microorganismos patógenos como *Escherichia coli* y *Salmonella* (Nabizadeh, 2012)

Justificación práctica: Los informes sobre los efectos de la inulina en el organismo y el rendimiento de las aves de corral suelen ser contradictorios, ya que la eficacia de este prebiótico depende en gran medida del tipo y la dosis utilizados, así como de la duración de su administración.

1.5 Delimitación del estudio

El experimento fue realizado en el taller de Tecnología de Aves de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica, utilizando pollos de engorde de 0 a 42 días de edad. La investigación fue realizada entre los meses de mayo y junio del 2025.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Huang et al. (2015), evaluaron los efectos de la suplementación dietética con inulina sobre el rendimiento del crecimiento de pollos de engorde. Pollos de engorde machos Cobb 500 de un día de edad fueron asignados a una dieta básica de maíz y soja suplementada con 0, 5, 10 y 15 g/kg de inulina durante los 42 días que duró el experimento. La ingesta de alimento aumentó cuadráticamente ($P = 0,001$) a medida que aumentaba el nivel de inulina en la dieta solo durante el periodo de inicio. Sin embargo, la ganancia de peso corporal y la conversión alimenticia no se vieron afectados por la suplementación con inulina en ninguno de los dos periodos.

Ding et al. (2021), evaluaron los efectos de la suplementación con inulina en la dieta de pollitos Haidong en condiciones hipóxicas sobre el rendimiento productivo. Las aves fueron distribuidas en 6 grupos con dietas suplementadas con 0, 0.05, 0.075, 0.1, 0.125 y 0.15 g/kg de inulina, respectivamente. El aumento de peso corporal y la ingesta de alimento mejoraron en los pollos alimentados con dietas suplementadas con 0,1 y 0,125 g/kg de inulina, desde el día 1 al día 42; mientras que el grosor de la pared intestinal y el tejido muscular en el duodeno, el yeyuno y el íleon tendieron a aumentar. Además, la suplementación con inulina determinó una reducción general de la incidencia de ascitis en comparación con el grupo de control.

Guaragni et al. (2020) evaluaron los efectos de la inulina en la alimentación de pollos de engorde desafiados con *Clostridium perfringens*. El desafío fue realizado a los 21 días con 1,0 mL de inóculo ($4,0 \times 10^8$ UFC/mL) por ave. Los tratamientos fueron: T1) control, dieta basal (DB); T2) DB + 21 días de desafío con *C. perfringens*; T3) DB + 21 días de desafío con *C. perfringens* +25 mg/kg de inulina; T4) DB + 21 días de desafío con *C. perfringens* +4,4 mg/kg de lincomicina. El consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad no fueron afectados significativamente por los tratamientos, sin embargo, reportaron tendencias de mayor ganancia de peso diario en los pollos de 1 a 35 días suplementados con inulina en la dieta. Los investigadores concluyen que la inulina puede sustituir a los antibióticos como promotores del crecimiento sin causar cambios en

las características fisicoquímicas de la carne. El desafío con *C. perfringens* causó una menor peroxidación lipídica y estimuló las respuestas antioxidantes en la carne de pechuga.

Wu et al. (2019) evaluaron en pollos de engorde los efectos de *Lactobacillus* e inulina en la dieta sobre el crecimiento. Los tratamientos fueron 3 niveles de inulina (0, 1 y 2%) y 3 niveles de adición de *Lactobacillus* (108, 109 y 1010 UFC/kg). Se evaluaron pollos de engorde (1 d de edad; 8 réplicas por tratamiento y 16 pollos por réplica). Los resultados mostraron que el *Lactobacillus* era más eficaz que la inulina. La suplementación con *Lactobacillus* aumentó la ganancia diaria, la conversión alimenticia y la digestibilidad de los nutrientes. Además, la suplementación con *Lactobacillus* e inulina aumentó el número de *Lactobacillus* y *Bifidobacterias*, incrementó la concentración sérica de IgG e IgA y redujo el número de *Escherichia coli* y el pH en el íleon y el ciego.

Xia et al. (2019) investigaron los efectos de la suplementación dietética con inulina en pollos de engorde. La inclusión de inulina a niveles de 1, 2 y 4% o de 400 ppm de flavomicina en la dieta control no tuvo ningún efecto sobre la ganancia de peso ni sobre el consumo de alimento de las aves al final del experimento. Sin embargo, las aves alimentadas con dietas con 2 ó 4% de inulina o 400 ppm de flavomicina mostraron aumentos en la ganancia de peso desde el día 22 hasta el 42. Las que recibieron estos suplementos dietéticos tuvieron una mayor ganancia de peso; y un menor consumo del día 8 al 14 comparados con la dieta de control. Ninguno de los tratamientos dietéticos tuvo efectos significativos sobre la conversión alimenticia o la mortalidad. El muslo de los pollos del tratamiento con 1% inulina mostraron menor rendimiento, mientras que el musculo pectoral fue similar en todos los tratamientos. Asimismo, se observó menor depósito de grasa abdominal en el tratamiento control y pollos del tratamiento con 1% inulina.

Li et al. (2018) añadieron inulina y salvado de trigo a las dietas de inicio de pollos de engorde para investigar el potencial de estos ingredientes para mejorar la salud y el rendimiento del crecimiento microbial. Los tratamientos fueron: control, 2% de inulina (IN), 10% de salvado de trigo (ST) y 10% de ST +2% de inulina (ST+IN). Los tratamientos que contenían ST mejoraron el peso corporal el día 7, el día 11, el día 35 y la ganancia de peso hasta el día 11, pero sólo el tratamiento ST+IN mostró una conversión

alimenticia inferior al tratamiento control. Además, el tratamiento ST+IN mostró la mayor altura de las vellosidades en el yeyuno y el íleon y la mayor relación altura de las vellosidades/profundidad de la cripta en el yeyuno. El tratamiento IN aumentó la concentración y la proporción de iso-butilato en comparación con los tratamientos ST+IN y control. Un resultado de agrupación mostró perfiles de microbiota intestinal similares en los pollos que recibieron las dietas IN y ST+IN, pero estos perfiles eran diferentes de los encontrados en los pollos que recibieron las dietas ST y control.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Fuente et al. (2012) evaluaron el efecto de la harina de yacón como prebiótico en el engorde de patos Muscovy. Se utilizaron patos machos de siete semanas de edad, agrupados en: T0, control (sin yacón, sin antibióticos); T1, zinc bacitracina 0.03%; T2, T3 y T4, harina de yacón al 0.25, 0.50 y 0.75 %, respectivamente. Los tratamientos T1, T3 y T4 obtuvieron las mayores ganancias de peso que el T0. No hubo diferencia entre tratamientos para el consumo de alimento. La conversión alimenticia fue mejor en T1, T3 y T4 con relación a T0. El costo de alimento por unidad de peso vivo ganado fue más bajo en T1, T2, T3, T4 frente a T0. Se concluyó que la inclusión de 0.75% de harina de yacón podría ser una alternativa al uso del antibiótico promotor de crecimiento en la dieta de patos en la etapa de engorde.

Villegas (2019) evaluó la harina de yacón y la harina de alcachofa (*Cymara soolymus*) sobre parámetros productivos y la salud intestinal en pollos de engorde en el departamento de Cusco, Paruro, Accha. Durante 42 días de experimentación se tuvo dos fases: a) de 1-21 días (inicio y crecimiento), b) de 22-42 días (crecimiento y acabado) para ello se utilizó 128 pollos de un día de edad con peso promedios de 59 g de la línea Cobb 500 distribuida en 4 tratamientos (T1: harina de alcachofa al 3%, T2: harina de yacón al 0.25% T3: harina de alcachofa al 3% + harina de yacón al 0.25 % y T4: control) con 4 repeticiones cada uno, bajo un diseño estadístico completamente al azar. El uso de harina de yacón tuvo efecto positivo en la respuesta productiva y salud intestinal de las aves siendo mayor con el nivel de inclusión del 0.25 %.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 *Los prebióticos en la alimentación animal*

Los alimentos vegetales son una fuente rica de compuestos que tienen un efecto positivo en la salud del cuerpo humano (Sionek y Szydłowska, 2025). Entre estos ingredientes alimentarios funcionales que potencialmente mejoran la salud intestinal se encuentran los prebióticos (Al-Habsi et al., 2024). Los prebióticos son ingredientes alimentarios no digeribles que estimulan el crecimiento de bacterias bifidogénicas y ácido lácticas en el tracto gastrointestinal (Patel y Goyal, 2012). Según Bamigbade et al. (2022):

Los prebióticos son un grupo de nutrientes biológicos que la microflora del tracto gastrointestinal, principalmente lactobacilos y bifidobacterias, puede degradar. Al ser ingerida, la microflora colónica los degrada, produciendo ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que se liberan simultáneamente en el colon y se absorben en el sistema circulatorio. Los dos grupos principales de prebióticos son los fructooligosacáridos (FOS) y los galactooligosacáridos (GOS) (p.1).

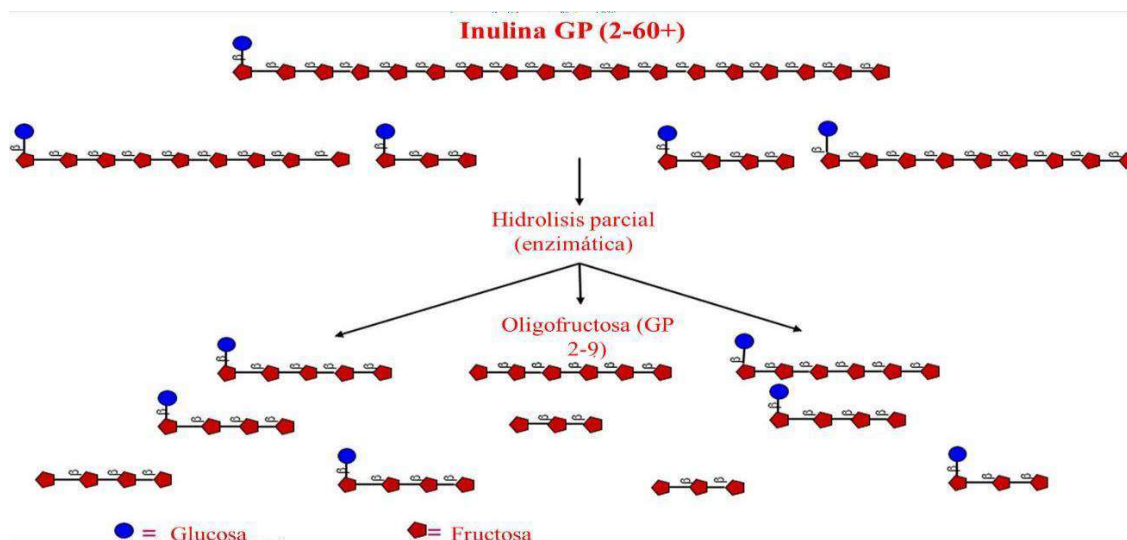
Gibson et al. (2004) definen a los prebióticos como ingredientes alimentarios no digeribles (por el huésped) que tienen un efecto beneficioso mediante su metabolismo selectivo en el tracto intestinal; siendo clave para este concepto, que se cumplan tres criterios: (a) resistencia a la acidez gástrica, hidrólisis por enzimas de mamíferos y absorción gastrointestinal; (b) fermentación por la microflora intestinal; (c) estimulación selectiva del crecimiento y/o la actividad de las bacterias intestinales asociadas con la salud y el bienestar. Los fructooligosacáridos, los galactooligosacáridos y la lactulosa cumplen con estos tres criterios.

El concepto de prebióticos no solo incluye a los carbohidratos, si también a otros no carbohidratos como los polifenoles aislados de frutas como frambuesas negras y arándanos, u otras especies prebióticas que incluyen principalmente polisacáridos, polifenoles y polímeros polipeptídicos, que tienen amplias perspectivas de investigación (You et al., 2022). Entre los prebióticos más estudiados se encuentra la inulina. La inulina se encuentra en la naturaleza, principalmente como carbohidratos de reserva en las plantas (Ahmed y Rashid, 2019), siendo la achicoria, el ajo, la cebolla, el puerro y el espárrago (Illippangama et al., 2022) así como el yacón (Choque Delgado et al., 2013) las que tienen el más alto contenido.

Los fructanos de tipo inulina están compuestos por monómeros de fructosa unidos por enlaces β -(2-1) glucosídicos, donde una fracción inicial de α -D-glucosa puede o no estar presente (Jackson et al., 2022). La cadena más larga es la inulina, con un grado de polimerización de 2-60, y la cadena más corta es la oligofruktosa/FOS, con un grado de polimerización de 2-9 (Figura 1).

Figura 1

Estructura de los fructanos de tipo inulina (según Jackson et al., 2022).



Uno de los estudios que muestra los beneficios de la inulina es la de Moens et al. (2017) quienes observaron que las fermentaciones en monocultivo con lactobacilos degradaban oligofruktosa e inulina resultando en la liberación de fructosa libre y la producción de lactato, mientras que fermentaciones en bicultivo con lactobacilos y

bacterias del colon consumidoras de lactato y productoras de butirato que no degradaron fructanos tipo inulina demostraron la importancia del acetato durante la conversión de lactato en butirato. Finalmente, las fermentaciones en tricultivo con lactobacilos, bifidobacterias y bacterias del colon productoras de butirato seleccionadas, utilizando inulina como única fuente de energía, indicaron la degradación simultánea de la inulina por lactobacilos y bifidobacterias y su conversión completa, produciendo así concentraciones adecuadas de acetato y lactato, lo que a su vez resultó en la conversión completa de lactato en butirato.

Según You et al. (2022), la inulina es utilizado ampliamente en el procesamiento de alimentos como un ingrediente multipropósito con las siguientes funciones principales: (1) reemplazar grasas o carbohidratos para dar buen sabor a los alimentos, proporcionando aproximadamente solo un tercio de la energía, (2) promover la absorción de minerales como calcio, magnesio y hierro, (3) aliviar el estreñimiento, prevenir enfermedades gastrointestinales y estimular el sistema inmunológico, y (4) estimular eficazmente el desarrollo y metabolismo de *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* en el colon y aumentar la actividad de los microorganismos intestinales.

2.2.2 Generalidades del yacón

El yacón es una *Asteraceae* originaria de la región Andina muy utilizada por las culturas antepasadas como una fruta refrescante (Puerta y Garcia, 2013). Sus raíces contienen entre 85 y 90% de agua, y entre el 40 al 70% de su peso seco está compuesta por fructooligosacáridos (FOS), un azúcar de alto poder antioxidante, por lo que es considerado como medicinal, para tratar problemas de diabetes (Puerta y Garcia, 2013). Caetano et al. (2016), menciona que el contenido de FOS del yacón varía entre el 6,4 % y el 70 % de la materia seca (entre el 0,7 % y el 13,2 % del peso fresco), dependiendo del cultivo y la ubicación. Según Caetano et al. (2016):

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*), una planta perenne de la familia Asteraceae, nativa de las regiones andinas de Sudamérica, es una fuente abundante de fructooligosacáridos (FOS). Según varios ensayos preclínicos y clínicos, la ingesta de FOS favorece el crecimiento de bacterias beneficiosas para la salud, a la vez que reduce las poblaciones de bacterias patógenas. Además, los productos finales de la fermentación de FOS por la microbiota intestinal, los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), actúan como sustratos o moléculas de señalización en la regulación de la

respuesta inmunitaria, la homeostasis de la glucosa y el metabolismo lipídico. Como resultado, se pueden reducir los niveles de glucemia, el peso corporal y el riesgo de cáncer de colon. Con base en estos hallazgos, la mayoría de los estudios revisados concluyeron que, debido a sus propiedades funcionales, las raíces de yacón pueden utilizarse eficazmente como suplemento dietético para prevenir y tratar enfermedades crónicas.

Lachman et al. (2003) mencionan las cualidades nutricionales del yacón:

La raíz tuberosa del yacón está compuesta por agua (> 70% del peso fresco). Los sacáridos, especialmente los oligofruktanos, forman el 70-80% del peso seco, el contenido de proteína varía entre 0,3% y 3,7%. Los fructooligosacáridos de tipo inulina β (2 \rightarrow 1), principalmente oligómeros (GF₂ -GF₁₆), son conocidos por su capacidad para mantener el colon saludable. El dulzor del yacón es causado predominantemente por la fructosa, que es aproximadamente un 70% más dulce que la sacarosa. La composición media de la raíz tuberosa por 100 g de materia fresca es de 81.3, 13.8, 0.9, 1.0, 0.1 y 1.1 g de agua, sacáridos, fibra, proteínas, lípidos y cenizas, respectivamente. Las vitaminas B1, B2, C, β -caroteno y polifenoles en el mismo peso están presentes en concentraciones medias de 0.07, 0.31, 5.0, 0.13 y 203 mg, respectivamente (p. 283).

2.2.3 Mecanismo de acción de la inulina

Los prebióticos, como la inulina, son elementos alimenticios no digeribles que son metabolizados por los miembros de la microbiota intestinal y promueven la salud del huésped (Riva et al., 2023). Las investigaciones reportan mejoras positivas en los parámetros productivos, como el aumento de peso corporal, el índice de conversión alimenticia, el índice de mortalidad y la producción de huevos (Shehata et al., 2024).

Los prebióticos promueven la producción de AGCC (principalmente ácido butírico, ácido propiónico y ácido acético) por el uso de los probióticos, y el aumento de los AGCC conduce a una disminución del pH del intestino que favorece el mantenimiento de la capacidad de adhesión de los probióticos y promueve su crecimiento y colonización (You et al., 2022). Además, un valor de pH intestinal más bajo puede inhibir eficazmente

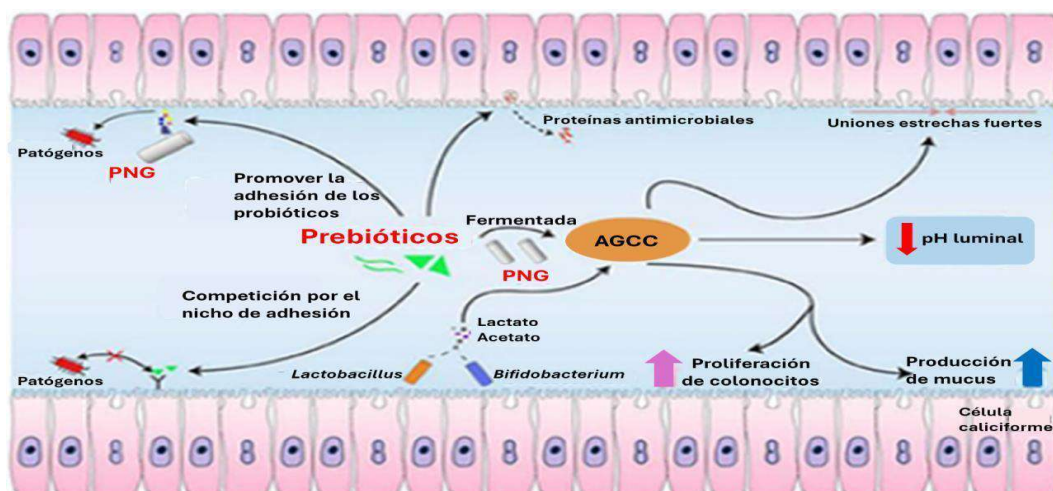
la reproducción de bacterias dañinas y promover la reproducción de probióticos (Basnet et al., 2024).

Los prebióticos promueven el crecimiento de probióticos que representan una proporción de la flora intestinal normal (Basnet et al., 2024). Los probióticos pueden inhibir el crecimiento de bacterias dañinas y regular el sistema inmunitario. Los prebióticos no se descomponen por los jugos digestivos, por lo que se convierten en fuentes de carbono que los probióticos necesitan en el intestino, promoviendo la proliferación de bacterias beneficiosas y regulando la composición de los probióticos (You et al., 2022).

Los probióticos y prebióticos son los factores más importantes en la formación de AGCC. Durante la fermentación de los carbohidratos y proteínas por las bacterias intestinales a partir de fuentes endógenas o dietéticas se liberan productos metabólicos microbiales como los AGCC (You et al., 2022). Los AGCC son ácidos grasos saturados de 2 a 6 carbonos que influyen en el ambiente intestinal y reducen el pH intestinal (Dai et al., 2021). Los probióticos productores de AGCC incluyen principalmente *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* y *Clostridium Butyricum* (You et al., 2022). La velocidad de fermentación y la producción de AGCC dependerá de la forma física del sustrato prebiótico (Ashaolu et al., 2021) (Figura 2).

Figura 2

Mecanismo de acción de los prebióticos que mejoran las funciones de los probióticos (You et al., 2022).



Los prebióticos proporciona alimento fermentable que permite el crecimiento de poblaciones microbianas beneficiosas específicas como *Lactobacilli* y *Bifidobacteria* (Bindels et al., 2015). La mezcla específica de galactooligosacáridos de cadena corta y fructooligosacáridos de cadena larga influye en el desarrollo de la microbiota temprana y aumenta la cantidad de *Bifidobacterium*, observándose en la ecofisiología intestinal altas concentraciones de lactato, un pH ligeramente ácido y perfiles específicos de ácidos grasos de cadena corta, con alto contenido de acetato y bajo contenido de butirato y propionato (Oozeer et al., 2013). Según Douëllou et al. (2017), los oligosacáridos de la leche bovina y los glicoconjugados unidos a la membrana del glóbulo de grasa láctea interactúan con los enteropatógenos transmitidos por los alimentos para inhibir su adhesión a las células y tejidos intestinales.

La absorción de ciertos iones y oligoelementos también pueden ser mejorados por los prebióticos. Weaver et al. (2011) al evaluar los galactooligosacáridos (GOS), oligosacáridos prebióticos no digestibles derivados de la lactosa, en ratas, observaron que el GOS dietético disminuyó significativamente el pH cecal y aumentó la proporción relativa de bifidobacterias. La absorción de calcio aumentó de manera dosis-dependiente con la suplementación con GOS. El GOS dietético también aumentó la absorción de magnesio, la captación de Ca en el fémur, la retención de calcio y magnesio, y la resistencia a la rotura del fémur y la tibia. Aunque el hierro se absorbe predominantemente en el duodeno, la disminución del pH en el colon por la fermentación prebiótica promueve la reducción de Fe (III) a Fe (II), favoreciendo así la absorción de hierro (Yeung et al., 2005).

Las bacterias prebióticas fermentan las fibras prebióticas como una fuente de carbono generando grandes cantidades de AGCC (lactato, piruvato y acetato), que son utilizados por otras bacterias del colon como unidades de partida para la producción de propionato y butirato (Rumessen et al., 1990). Además, el butirato es uno de los metabolitos con actividades antiinflamatorias más importantes del colon, que promueven la promoción de la expansión de células T reguladoras a través de la inhibición de la desacetilación de histonas y la inducción de la producción de IgA por las células B de la mucosa (Kim, 2016).

2.2.4 *Enteritis necrótica*

Las restricciones en el uso de antibióticos provocaron un aumento en la incidencia de enteritis necrótica en aves de corral, por lo que es esencial desarrollar estrategias alternativas para mantener la prevalencia de enteritis necrótica bajo control (Fathima et al., 2022). Las estrategias de control se basan principalmente en la modulación positiva de la respuesta inmunitaria del huésped, la manipulación nutricional y la reducción de patógenos (Fathima et al., 2022). Según Hughes et al. (2008), las regulaciones al uso de antibióticos han aumentado significativamente en la incidencia de enfermedades entéricas y respiratorias, y específicamente, la incidencia de enteritis necrótica, coccidiosis y enfermedades respiratorias fue considerablemente mayor.

La enteritis necrótica es una enfermedad de las aves de corral causada por *Clostridium perfringens*, una bacteria grampositiva, anaeróbica, formadora de esporas y con forma de bastón (Ogundare et al., 2025). La enteritis necrótica generalmente se presenta en pollos de engorde entre las 2 y las 6 semanas de edad, como enteritis necrótica clínica aguda o subclínica (Tang et al., 2022). La enteritis necrótica clínica aguda se caracteriza por diarrea, heces con sangre, erosión ulcerosa intestinal, curso hiperagudo y alta mortalidad (Alnassan et al., 2014), mientras que la subclínica no presenta signos clínicos evidentes, observándose baja mortalidad (Timbermont et al., 2011) y algunas veces, una reducción general en el rendimiento del crecimiento de los pollos de engorde (Paiva y McElroy, 2014).

Los factores que exacerbaban la manifestación de *C. perfringens*, un componente habitual de la microbiota intestinal comensal, son la infección por coccidios, la alta densidad de población, la inmunosupresión y la disbiosis intestinal, así como las influencias dietéticas como las dietas ricas en pescado y las dietas sin almidón (Ogundare et al., 2025). Según Fathima et al. (2022):

Los factores predisponentes implicados en la incidencia de enteritis necrótica modifican las propiedades físicas del intestino y el estado inmunológico de las aves, y alteran la homeostasis microbiana intestinal, causando una sobreproliferación de *C. perfringens*. Las intoxicaciones por *C. perfringens* son la tercera enfermedad bacteriana transmitida por los alimentos más común, después de *Salmonella* y *Campylobacter* (p. 1).

2.3 Definición de términos básicos

Yacón: Raíz tuberosa andina que se considera un alimento funcional por contener fructooligosacáridos, inulina y compuestos fenólicos. El yacón contiene entre 70 a 80% de fructooligosacárido en base seca (Choque Delgado et al., 2013).

Alimento funcional: Carbohidrato resistente a la digestión en el tracto digestivo superior y es hidrolizado y fermentado en el colon por bacteria colónicas, como lactobacilos y bifidobacterias (Bibas Bonet et al., 2010).

Prebióticos: Grupo de carbohidratos complejos unidos en virtud de su capacidad para promover el crecimiento de la microflora intestinal beneficiosa como *Lactobacillus* y las *Bifidobacterias* (Wu et al., 2019).

Fibra soluble: Carbohidrato fermentable no digerida por las enzimas digestivas del huésped, pero si por las bacterias beneficiosas del intestino de las aves (Guaragni et al., 2020).

Inulina: Fibra soluble formado de unidades de fructosa unidas por enlace β -2,1 (Wu et al., 2019).

Fructooligosacáridos (FOS) competitiva: El "principio de exclusión competitiva" establece que dos especies con nichos idénticos no pueden coexistir indefinidamente (Kneitel, 2019). La exclusión competitiva implica la adición de sustratos para bacterias benéficas con el fin de reducir la colonización o disminuir las poblaciones de bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal (Schneitz, 2005).

2.4 Hipótesis de investigación

2.4.1 Hipótesis general

La inclusión del yacón (*Smilax tuberosa*) como aditivo dietario si influye sobre el rendimiento productivo de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

2.4.2 Hipótesis específicas

La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario si influye sobre el peso corporal de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario si influye sobre el consumo de alimentos de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario si influye sobre la conversión alimenticia de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario si influye sobre el rendimiento de la canal de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

La inclusión del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) como aditivo dietario si influye sobre la retribución económica de pollos de carne inoculados oralmente con *Clostridium perfringens*.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1 Gestión del experimento

3.1.1 Ubicación

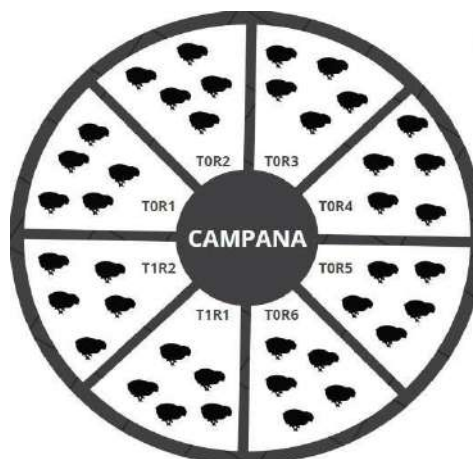
El experimento fue realizado en el taller de Tecnología de Aves de la Escuela Profesional de Ingeniería Zootécnica, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, utilizando pollos de engorde de la línea Cobb 500, de 0 a 42 días de edad. La investigación será realizada entre los meses de mayo y junio del 2025.

3.1.2 Características del área experimental

La investigación fue ejecutada en un galpón con piso de cemento, enmallado a los costados, y con corrales divididos de un metro cuadrado. Para la etapa de inicio (0 a 12 días) y para parte del crecimiento 1 (13 a 28 días), se construyeron corrales circulares utilizando material nordex. El radio de cada circulo de crianza fue de 1 m, por lo que el área de cada circulo fue de 3.14 m². Cada circulo de crianza estuvo dividido en 8 áreas de iguales dimensiones. En cada división se colocó cinco aves, permaneciendo hasta los 21 días de edad (Figura 3).

Figura 3.

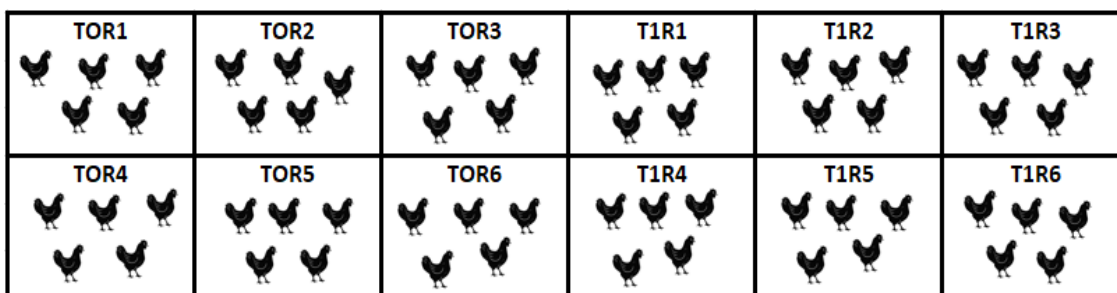
Distribución de los pollos de 0 a 21 días de edad.



Los corrales para la etapa de 21 a 42 días de edad fueron construidos utilizando malla de nylon y listones de madera. Cada corral experimental contó con un bebedero de goteo y un comedero lineal, de acuerdo con las especificaciones técnicas de Cobb (2022) (Figura 4).

Figura 4

Corrales experimentales donde serán distribuidos las aves de 21 a 42 días de edad.



3.1.3 Tratamientos

Los tratamientos estarán representados por las dietas experimentales:

T₀: Dieta basal con inóculo (control).

T₁: Dieta basal con inóculo más APC.

T₂: Dieta basal con inóculo más 1% yacón.

T₃: Dieta basal con inóculo más 2% yacón.

T₄: Dieta basal con inóculo más 3% yacón.

El yacón fue deshidratado y molido en las instalaciones de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, tal como se detalla en el ítem 3.1.6.

Las dietas fueron formuladas utilizando el programa de formulación al mínimo costo Mixit-2. Las recomendaciones nutricionales utilizadas fueron según las recomendaciones de Cobb 500 (COBB-VANTRES, 2022). Se formuló una dieta basal en base a maíz y torta de soya, complementada con aceite, fuentes de minerales y corrector

de microminerales y vitaminas. A la dieta basal se adicionó, niveles predeterminados de APC y yacón.

Se realizó el análisis proximal (tabla 1) de los ingredientes mayores que sirvieron como valor nutricional y elaborar las dietas correspondientes.

Tabla 1

Análisis Nutricional de ingredientes mayores

Ingredientes	Maíz	Harina Integral	Torta Soya	Sub producto Afrecho
Humedad	12.37	9.34	11.95	11.53
Ceniza	0.85	5.18	6.59	4.47
Grasa	3.3	18.87	2.19	3.02
Proteína	8.37	33.62	47.9	18.69
Fibra	1.96	4.65	3.58	8.87
E.L.N.	73.15	28.34	27.79	53.42

Unal Molina (2024).

La composición porcentual de los ingredientes y de nutrientes en tabla 2.

Tabla 2

Composición porcentual y nutricional de las dietas experimentales.

Ingredientes, %	0 a 14 días	15 a 28 días	29 a 42 días
Aceite soya	1.5	1.6	3.5
Maíz	56.1	60.1	58.4
Harina de soya 44	33.9	27.7	25.1
Salvado de trigo	3.90	6.69	9.51
L-Lisina	0.34	0.38	0.33
DL-metionina	0.39	0.37	0.33
L-treonina	0.17	0.16	0.12
Carbonato calcio	0.66	0.89	0.85
Fosfato dicálcico	2.46	1.52	1.34
Sal	0.46	0.46	0.46
Premezcla	0.10	0.10	0.10
Nutrientes			
EM, kcal/kg	2900	2950	3050

PC, %	21	19	18
Lisina dig., %	1.26	1.16	1.06
Metionina dig., %	0.66	0.62	0.57
Met.+ Cist. dig., %	0.94	0.88	0.82
Treonina dig., %	0.86	0.78	0.70
Triptófano dig., %	0.23	0.20	0.19
FC, %	3.08	3.05	3.10
GC, %	4.26	4.42	6.41
Calcio, %	0.96	0.80	0.74
Fosforo disp., %	0.58	0.40	0.37
Sodio, %	0.20	0.20	0.20
Yacón. %			

3.1.4 *Diseño experimental*

Los pollos de un día de edad fueron distribuidos en un diseño completamente al azar, de cinco tratamientos y seis replicas cada una. Cada unidad experimental estará representada por cinco pollos.

3.1.5 *Variables evaluadas*

Las variables dependientes medidas fueron las siguientes:

Peso corporal: Registradas desde el inicio hasta la culminación del experimento de manera semanal.

Consumo de alimento: Registrados semanalmente y realizado por replicación o corral. Para ello, se proyectó el consumo de alimento semanal, y se identificó en bolsas para cada unidad experimental. El suministro de alimento fue diario cuidando que no falte alimento en el comedero.

Conversión alimenticia: Fue estimado dividiendo el consumo de alimento total y la ganancia de peso alcanzado en cada etapa de crecimiento.

Rendimiento de la canal, hígado y bursa de Fabricio: Fue determinado de un ave de cada replica y fue calculado como porcentaje del peso corporal. Para ello, se registró el peso

antes del sacrificio. El peso del animal sacrificado al final del experimento (día 42) incluyó la cabeza, patas, molleja, hígado y corazón.

Retribución económica: Se determinó a partir del ingreso bruto y el costo de alimentación por pollo. La retribución económica es la representación porcentual de los valores de retribución de cada tratamiento referido al valor de tratamiento control.

Retribución económica $T(i) = \text{Ingreso } T(i) - \text{Egreso } T(i)$;

Dónde,

Ingresos: Peso final a los 42 días (en kg) por el precio (S/.) por kg. de pollo.

Egresos: Costo total (S/.) de la alimentación por pollo.

T (i): Tratamientos 0, 1,2,3,4

3.1.6 Conducción del experimento

Las raíces de yacón fueron provenientes del distrito de Pachas, provincia de Dos de Mayo, departamento de Huánuco. Según Lopez (2022), el yacón contiene 13% MS. Utilizando esta información se calculó la cantidad requerida del yacón para ser incluidas en la dieta como aditivo, tal como está establecido en el ítem 3.1.3.

Las raíces frescas de yacón fueron lavadas en agua natural, cortadas en rodajas, colocado dentro de papel kraft, y colocadas en una estufa a 70°C durante cinco días. Una vez secada, fueron desmenuzadas en tamaños que permitieron su manipulación durante la molienda para obtener la harina. Para facilitar la molienda, el yacón fue mezclado con maíz molido en porcentajes de 60 y 40%, respectivamente. La proporción de maíz fue descontada durante la preparación del alimento.

El desafío con *Clostridium perfringens* fue realizado a los 21 días, cuando cada ave recibió individualmente 0.7 ml de inóculo, con la concentración concentración de 10^8 ufc por ml.

El manejo de las aves durante los 42 días de crianza fue de la siguiente manera:

- Los pollos fueron distribuidos aleatoriamente en 30 corrales, buscando uniformizar el peso inicial en todas las unidades experimentales.
- El programa de vacunación fue el siguiente: La vacuna Triple (Newcastle, Bronquitis infecciosa y Gumboro) a los 14 días.
- Durante el experimento, el alimento y el agua fueron suministrado a voluntad. Se tomaron medidas preventivas tales como ingreso restringido de personas, desinfección de las pozas, así como limpieza constante de los comederos, bebederos, corrales y remoción periódica de la cama.
- Los pollos fueron pesados semanalmente durante toda la etapa experimental (desde la recepción hasta los 42 días de edad).
- El consumo de alimento fue registrado semanalmente.
- Al final del experimento, se sacrificó un ave por unidad experimental o replica para evaluar el rendimiento de la canal. Se aprovechó el ayuno nocturno, por lo que las aves fueron sacrificadas a las primeras horas del día programado. Las aves fueron pesadas, sacrificadas por dislocamiento cervical, desangradas, desplumadas, evisceradas y nuevamente pesadas para obtener el peso de la sangre y las plumas y el peso de la canal (considerando cabeza, patas, molleja, hígado y corazón).
- Las canales fueron almacenadas en hielo durante la noche. El rendimiento de la canal fue determinado como el peso de la canal en relación con el peso corporal y fue expresado como porcentaje del peso corporal.

3.2 Técnicas para el procesamiento de la información

Los datos cumplieron con los supuestos de normalidad (Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene). Además, se eliminaron los datos anómalos utilizando el diagrama de cajas. El peso corporal a los 7 y 14 días fue ajustado por la covariable peso inicial de 0 días. Seguido, los datos fueron analizados utilizando el análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey. Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el software estadístico R.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Peso corporal y ganancia de peso

La tabla 3 muestra el peso corporal de pollos de carne alimentados con dietas que incluían al yacón como prebiótico durante todo el crecimiento, y que fueron desafiados con cepas de clostridios a los 21 días de edad. El análisis de varianza no encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$)

Tabla 3

Efecto prebiótico del yacón sobre el peso corporal de pollos de carne.

Peso corporal, días	Tratamiento					P valor
	T0: CN	T1: APC	T2: 1% yacón	T3: 2% yacón	T4: 3% yacón	
0 d	40.9 ± 1.0	40.9 ± 1.3	41.6 ± 3.1	46.4 ± 1.4	43.1 ± 2.7	
7 d	175 ± 8	180 ± 6	175 ± 15	195 ± 8	177 ± 15	0.431*
14 d	471 ± 16	482 ± 22	480 ± 27	497 ± 32	491 ± 9	0.856*
21 d	922 ± 24	942 ± 54	933 ± 36	935 ± 12	891 ± 24	0.133
28 d	1556 ± 32	1581 ± 48	1561 ± 64	1549 ± 54	1561 ± 34	0.831
35 d	2298 ± 52	2297 ± 42	2326 ± 96	2273 ± 51	2254 ± 11	0.330
42 d	2905 ± 88	3008 ± 135	2953 ± 42	2999 ± 114	2981 ± 24	0.314

* pesos ajustados a la covarianza peso 0 días

La tabla 4 muestra la ganancia de peso en pollos de carne alimentados con dietas que incluían al yacón como prebiótico durante todo el crecimiento, y que fueron desafiados con cepas de clostridios a los 21 días de edad. El análisis de varianza no encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). Numéricamente, los pollos que consumieron dietas con APC mostraron las mayores ganancias de peso, aunque, en la etapa de crecimiento II (29 a 42 días), los pollos que consumieron dietas con 2 y 3% de yacón tuvieron ganancias de peso numéricamente similares al tratamiento con APC.

Tabla 4***Efecto prebiótico del yacón sobre la ganancia de peso de pollos de carne.***

Tratamiento	Ganancia de peso			Diario
	0 a 14 d	15 a 28 d	29 a 42 d	
T0: CN	430 ± 15	1085 ± 38	1348 ± 90	68.3 ± 2.0 (100)
T1: APC	441 ± 22	1099 ± 37	1427 ± 102	70.8 ± 3.3 (104)
T2: 1% yacón	438 ± 25	1081 ± 48	1392 ± 62	69.3 ± 0.8 (101)
T3: 2% yacón	451 ± 31	1052 ± 34	1450 ± 132	70.3 ± 2.9 (103)
T4: 3% yacón	448 ± 8	1070 ± 32	1420 ± 46	70.0 ± 0.6 (102)
<i>P valor</i>	<i>0.534</i>	<i>0.309</i>	<i>0.384</i>	<i>0.350</i>

4.2 Consumo de alimento

La tabla 5 muestra el consumo de alimento acumulado de pollos de carne alimentados con dietas que incluían al yacón como prebiótico durante todo el crecimiento, y que fueron desafiados con cepas de clostridios a los 21 días de edad. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$). Las aves que consumieron dietas con APC o la inclusión de cualquier nivel de yacón mostraron mayor consumo de alimento comparado con el control durante toda la etapa de crianza. Además, en la etapa de 0 a 28 y 0 a 42 días, el consumo de alimento fue estadísticamente superior en las aves que consumieron dietas con APC o 2 y 3% de yacón, comparado con los demás tratamientos.

Tabla 5***Efecto prebiótico del yacón sobre el consumo de alimento acumulado de pollos de carne***

Tratamiento	Consumo de alimento acumulado			Diario
	0 a 14 d	0 a 28 d	0 a 42 d	
T0: CN	748 ± 25 ^c	2428 ± 31 ^b	5228 ± 31 ^b	125 ± 0.8 ^b
T1: APC	834 ± 49 ^{ab}	2524 ± 56 ^a	5324 ± 56 ^a	127 ± 1.1 ^a
T2: 1% yacón	786 ± 38 ^{bc}	2476 ± 68 ^{ab}	5276 ± 68 ^{ab}	126 ± 1.8 ^{ab}
T3: 2% yacón	851 ± 44 ^a	2541 ± 58 ^a	5341 ± 58 ^a	127 ± 1.3 ^a
T4: 3% yacón	813 ± 25 ^{ab}	2503 ± 29 ^a	5303 ± 29 ^a	126 ± 0.6 ^{ab}
<i>P valor</i>	<i><0.001</i>	<i>0.01</i>	<i>0.01</i>	<i>0.009</i>

4.3 Conversión alimenticia

La tabla 6 muestra la conversión alimenticia acumulada de pollos de carne alimentados con dietas que incluían al yacón como prebiótico durante todo el crecimiento, y que fueron desafiados con cepas de clostridios a los 21 días de edad. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos para la conversión alimenticia acumulada entre los 0 a 14 y 0 a 28 días de edad ($p < 0.05$), pero no durante toda la etapa de crecimiento ($p > 0.05$). Las aves del tratamiento control y las que consumieron 1% de yacón en la dieta mostraron las conversiones alimenticias más eficiente entre los 0 y 28 días de edad.

Tabla 6

Efecto prebiótico del yacón sobre la conversión alimenticia acumulada de pollos de carne

Tratamiento	Conversión alimenticia acumulada		
	0 a 14 d	0 a 28 d	0 a 42 d
T0: CN	1.56 ± 0.04 ^y	1.56 ± 0.03 ^b	1.78 ± 0.02
T1: APC	1.74 ± 0.16 ^x	1.60 ± 0.05 ^{ab}	1.77 ± 0.07
T2: 1% yacón	1.64 ± 0.09 ^{xy}	1.56 ± 0.03 ^b	1.79 ± 0.04
T3: 2% yacón	1.72 ± 0.10 ^x	1.64 ± 0.04 ^a	1.78 ± 0.07
T4: 3% yacón	1.66 ± 0.05 ^{xy}	1.60 ± 0.04 ^{ab}	1.78 ± 0.02
<i>P valor</i>	<i>0.052</i>	<i>0.010</i>	<i>0.992</i>

4.4 Rendimiento de la canal

La tabla 7 muestra el rendimiento de la canal de pollos de carne alimentados con dietas que incluían al yacón como prebiótico durante todo el crecimiento, y que fueron desafiados con cepas de clostridios a los 21 días de edad. El análisis estadístico encontró diferencias significativas entre los tratamientos para el rendimiento de la canal ($p < 0.05$). Las aves que consumieron la dieta control y dietas con APC mostraron los mayores rendimientos de la canal comparado con cualquiera de las aves de los tratamientos que consumieron dietas con yacón.

Tabla 7*Efecto prebiótico del yacón sobre el rendimiento de la canal de pollos de carne.*

Tratamiento	Rendimiento de la canal		
	Peso al sacrificio	Peso de la canal, kg	Canal, %
T0: CN	3.11 ± 0.10	2.69 ± 0.10	88.1 ^a
T1: APC	3.15 ± 0.10	2.76 ± 0.07	88.1 ^a
T2: 1% yacón	3.07 ± 0.15	2.64 ± 0.12	86.0 ^b
T3: 2% yacón	3.13 ± 0.10	2.67 ± 0.09	86.8 ^{ab}
T4: 3% yacón	3.17 ± 0.10	2.66 ± 0.12	85.9 ^b
<i>P valor</i>			0.048

4.5 Rendimiento de hígado y bursa

La tabla 8 muestra el peso y rendimiento en porcentaje del hígado y bursa de pollos de carne alimentados con dietas que incluían al yacón como prebiótico durante todo el crecimiento, y que fueron desafiados con cepas de clostridios a los 21 días de edad. El análisis estadístico encontró diferencias estadísticas para el rendimiento del hígado ($p < 0.05$), pero no para el rendimiento de la bursa ($p > 0.05$). Las aves del tratamiento control y APC mostraron mayor peso relativo del hígado comparado con cualquiera de los tratamientos que incluyeron yacón en la dieta, aunque, se observa una tendencia a menor peso relativo del hígado conforme aumenta la suplementación de yacón en la dieta.

Tabla 8*Efecto prebiótico del yacón sobre algunos órganos de pollos de carne (media ± desviación estándar).*

Tratamiento	Hígado	Bursa
T0: CN	50.6 ± 6 (1.63) ^a	3.2 ± 1 (0.10)
T1: APC	49.6 ± 3 (1.57) ^a	3.8 ± 0 (0.12)
T2: 1% yacón	49.8 ± 14 (1.62) ^{ab}	2.8 ± 0 (0.09)
T3: 2% yacón	48.0 ± 4 (1.53) ^{ab}	3.0 ± 1 (0.10)
T4: 3% yacón	42.8 ± 4 (1.35) ^b	2.8 ± 0 (0.09)
<i>P valor</i>	0.026	0.473

CAPITULO V

DISCUSIONES

5.1 Peso corporal y ganancia de peso

El yacón ha demostrado tener un efecto prebiótico gracias a su alto contenido en fructooligosacáridos, que sirve como nutriente para la microbiota intestinal (Dronova y Dyakova, 2023), y que podría influir con la mejora en el crecimiento (Xia et al., 2019). En el presente estudio, la ganancia de peso no fue influenciada por la inclusión de yacón, sin embargo, aunque solo numérica, la inclusión de yacón en 2 y 3% incremento la ganancia de peso diario hasta en 3%, mientras que el APC la incremento hasta un 4%. Li et al. (2019), al incluir 2% de inulina, extraída de achicoria, en la dieta de pollos de carne, mencionan que no afecto el peso corporal debido a que la dosis utilizada estaría en dosis demasiado alto. Considerando los datos de Choque-Delgado et al. (2013), en el presente estudio, las aves de los tratamientos con 1, 2 y 3% de yacón, habrían consumido fructooligosacáridos tipo inulina con 0.34, 0.68 y 1.03%, respectivamente. Alzueta et al. (2010), al evaluar los efectos de diferentes niveles de inulina, en la dieta de pollos de carne concluyeron que la inulina mejoró la digestibilidad de las proteínas y las grasas, pero no tuvo ningún efecto sobre el rendimiento productivo.

5.2 Consumo de alimento

El consumo de alimento de las aves con 2 y 3% de yacón, así como el de las que consumieron dietas con APC, fue mayor comparado con el tratamiento control. Huang et al. (2015) observaron aumento de la ingesta de alimento conforme la suplementación dietética con inulina se incrementaba en 5, 10 y 15 g/kg (3.4, 6.8 y 10.3 g por kg en el presente estudio). Estos resultados coinciden con la del presente estudio, donde conforme el ave consumió dietas con 3.4 y 6.8 g de inulina (datos estimados según la inclusión de yacón) por kg, la ingesta se incrementó en 0.9, y 2%, aunque la ingesta disminuyó en 1.5% cuando la dieta contuvo 10.3g de inulina por kg.

Ding et al. (2021), evaluando la suplementación dietaria de inulina en la dieta pollos en condiciones hipóxicas, también observaron aumento de la ingesta de alimento con 0.1 y 0.125 g/kg de inulina. Estos resultados generan controversia con respecto al

postulado científico. La regulación del apetito está influenciado por muchos factores. Uno de estos factores serían los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) producidos en mayor cantidad en el colon con la ingesta de inulina (Shoaib et al., 2016). Los AGCC (básicamente acetato, propionato y butirato) se producen en altas cantidades en el lumen colónico y pueden inducir a la expresión del péptido similar al glucagón-1 (GLP-1) en la mucosa, lo que aumenta los niveles de GLP-1 en sangre y reduce los niveles de la hormona grelina (Cho y Samuel, 2009), la hormona que estimula el hambre y, en consecuencia, inicia la ingestión de alimentos (Drucker, 2002; Shoaib et al., 2016).

5.3 Conversión alimenticia

La inulina presente en los alimentos influye sobre la conversión alimenticia, reportándose resultados que varían considerablemente (Buclaw, 2016). En el presente estudio, la conversión alimenticia fue menos eficiente cuando se incluyó APC y yacón a la dieta en la etapa de 0 a 14 días de edad. El deterioro de la eficiencia de conversión alimenticia se debería a incremento de ingesta de inulina. Según Yang et al. (2025), la ingesta excesiva de inulina podría producir flatulencia y modificar la presión osmótica. En el tracto gastrointestinal, la inulina atrae una gran cantidad de agua en el colon y, lo que aumenta la presión osmótica. Aunque las dosis altas no tienen ningún efecto tóxico, alto contenido de sustrato de fermentación provoca un aumento de la producción de AGCC y gases, lo que conduce a la flatulencia (Coussement, 1999).

A los 28 días, siete días posterior de la aplicación de clostridios, la mejor eficiencia de conversión alimenticia fue observada con la inclusión de 1% de yacón. Este resultado podría relacionarse con una cantidad adecuada de inulina que promueve la reproducción selectiva de la microbiota gastrointestinal y limitando la colonización de patógenos transmitidos por los alimentos, lo que mejora la salud intestinal y la absorción de nutrientes (Yang et al., 2025), y por tanto un mejor rendimiento productivo. La conversión alimenticia de 0 a 42 días fue similar en todos los tratamientos. La comunidad bacteriana varía según los segmentos intestinales y su diversidad aumenta con la edad del animal (Gong et al., 2008). Se sugiere suministrar probióticos a los recién nacidos con la finalidad de establecer microbios beneficiosos con antelación y prevenir la colonización por patógenos (Yang et al., 2025), por lo que suministrar los prebióticos en animales de mayor edad sería lo más pertinente. Esta situación podría estar ocurriendo a los 42 días de edad, donde todos los tratamientos mostraron la misma eficiencia de conversión alimenticia.

Las aves del APC y yacón, desafiados con clostridios, presentaron eficiencia de conversión alimenticia similar al tratamiento control, que no fueron desafiados con clostridios. Estos resultados sugieren un efecto eficiente del APC y el yacón para controlar la bacteria patógena en el tracto gastrointestinal, observándose eficiencia de conversión alimenticia similares.

5.4 Rendimiento de la canal

El rendimiento de la canal disminuyó en las aves que consumieron yacón en la dieta. Estos resultados se relacionarían con lo observado por Silva et al. (2024), quienes, al realizar una revisión sistemática de investigaciones con harina de yacón en humanos, observaron reducción de la glucemia, de la hemoglobina glicosilada (mide el nivel promedio de glucosa en la sangre), de los lípidos plasmáticos, de la masa de grasa corporal, el peso corporal, y mejorar la microbiota intestinal y el estado antioxidante. Basado en estos enunciados, el menor rendimiento de la canal en las aves que consumieron dietas con yacón se relacionaría con la menor disponibilidad de nutrientes, como la glucosa y lípidos, para los procesos de síntesis de tejido corporal.

5.5 Rendimiento del hígado y bursa

La bolsa de Fabricio es un órgano inmunológico vital de los pollos de carne (Atan Çirpici y Kırkpınar, 2025). El aumento del peso relativo de la bolsa de Fabricio puede ser indicativo de una función inmunológica mejorada (Li et al., 2024), mientras que la atrofia es un indicativo de estado de inmunosupresión (Sellaoui et al., 2012). En el presente estudio, el peso relativo de la bursa de Fabricio de las aves que consumieron dietas con APC y yacón, desafiadas con clostridios, fueron similares comparados con el control. Aunque solo numéricamente, las aves del tratamiento con APC mostraron un mayor peso relativo de la bolsa de Fabricio, lo que sugiere una mejor función inmunológica.

En el presente estudio, el peso relativo del hígado disminuyó conforme la inclusión de yacón en la dieta se incrementó. El principal mecanismo responsable de la disminución de los niveles plasmáticos de triacilglicerol por la ingesta de inulina sería la disminución de la lipogénesis hepática (Shoaib et al., 2016), y sería uno de los efectos producidos por el consumo de dietas con yacón. Según Yang et al. (2023), la ingesta de inulina aliviaría la esteatosis hepática (presencia de grasa intrahepática que representa al

menos el 5 % del peso del hígado), probablemente regulando la composición y función de la microbiota intestinal y restaurando la integridad de la barrera intestinal.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Teniendo en cuenta los resultados, se concluye que:

- El peso corporal fue similar con la suplementación de yacón y el APC en los pollos de carne desafiados con clostridios.
- La ganancia de peso fue similar con la suplementación de yacón y el APC en los pollos de carne desafiados con clostridios.
- El consumo de alimento fue mayor con la suplementación de yacón y el APC en los pollos de carne desafiados con clostridios.
- La conversión alimenticia a los 28 días fue mejorada con la suplementación de 1% de yacón en los pollos de carne desafiados con clostridios.
- El rendimiento de la canal tendió a disminuir con la suplementación de yacón en los pollos de carne desafiados con clostridios.
- El rendimiento de hígado tendió a disminuir con la suplementación de yacón en los pollos de carne desafiados con clostridios
- El rendimiento de bursa no fue influenciada con la suplementación de yacón y el APC en los pollos de carne desafiados con clostridios

5.2 Recomendaciones

Teniendo en cuenta las conclusiones, se recomienda considerar la inclusión del yacón como aditivo prebiótico basado en:

1. El crecimiento de los pollos desafiados con clostridios se mantuvo similar con el APC cuando se suplemento con yacón. Además, los pollos que consumieron 1% de yacón tuvieron la conversión alimenticia más eficiente, similar al control negativo.
2. El ácido butírico incrementado a partir de la inulina del yacón podría disminuir los procesos de lipogénesis en el hígado. La menor síntesis de lípidos en el hígado se relacionaría con una menor deposición de grasa abdominal, y, por tanto, un menor rendimiento de la canal.

CAPITULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahmed, W., & Rashid, S. (2019). Functional and therapeutic potential of inulin: A comprehensive review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1355775>
- Al-Habsi, N., Al-Khalili, M., Haque, S. A., Elias, M., Olqi, N. A., & Al Uraimi, T. (2024). Health Benefits of Prebiotics, Probiotics, Synbiotics, and Postbiotics. *Nutrients*, 16(22), 3955. <https://doi.org/10.3390/nu16223955>
- Alnassan, A. A., Kotsch, M., Shehata, A. A., Krüger, M., Dauschies, A., & Bangoura, B. (2014). Necrotic enteritis in chickens: development of a straightforward disease model system. *The Veterinary record*, 174(22), 555. <https://doi.org/10.1136/vr.102066>
- Alzueta, C., Rodríguez, M. L., Ortiz, L. T., Rebolé, A., & Treviño, J. (2010). Effects of inulin on growth performance, nutrient digestibility and metabolisable energy in broiler chickens. *British poultry science*, 51(3), 393–398. <https://doi.org/10.1080/00071668.2010.503482>
- Ashaolu, T. J., Ashaolu, J. O., & Adeyeye, S. A. O. (2021). Fermentation of prebiotics by human colonic microbiota in vitro and short-chain fatty acids production: a critical review. *Journal of applied microbiology*, 130(3), 677–687. <https://doi.org/10.1111/jam.14843>
- Atan Çırpıcı, H., & Kırkpınar, F. (2025). Effects of Supplementation with Encapsulated Different Postbiotics, Alone or with Inulin, on Growth Performance, Carcass and Organ Characteristics, Blood Parameters, Growth Hormone, and Insulin-like Growth Factor mRNA in Broilers. *Animals : an open access journal from MDPI*, 15(7), 1010. <https://doi.org/10.3390/ani15071010>
- Bamigbade, G. B., Subhash, A. J., Kamal-Eldin, A., Nyström, L., & Ayyash, M. (2022). An Updated Review on Prebiotics: Insights on Potentials of Food Seeds Waste as

Source of Potential Prebiotics. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(18), 5947.

<https://doi.org/10.3390/molecules27185947>

Basnet, J., Eissa, M. A., Cardozo, L. L. Y., Romero, D. G., & Rezaq, S. (2024). Impact of Probiotics and Prebiotics on Gut Microbiome and Hormonal Regulation. *Gastrointestinal disorders (Basel, Switzerland)*, 6(4), 801–815. <https://doi.org/10.3390/gidisord6040056>

Bindels, L. B., Delzenne, N. M., Cani, P. D., & Walter, J. (2015). Towards a more comprehensive concept for prebiotics. *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*, 12(5), 303–310. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2015.47>

Buclaw M. (2016). The use of inulin in poultry feeding: a review. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 100(6), 1015–1022. <https://doi.org/10.1111/jpn.12484>

Caetano, B. F., de Moura, N. A., Almeida, A. P., Dias, M. C., Sivieri, K., & Barbisan, L. F. (2016). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a Food Supplement: Health-Promoting Benefits of Fructooligosaccharides. *Nutrients*, 8(7), 436. <https://doi.org/10.3390/nu8070436>

Cheng, Y., Chen, Y., Li, X., Yang, W., Wen, C., Kang, Y., ... & Zhou, Y. (2017). Effects of synbiotic supplementation on growth performance, carcass characteristics, meat quality and muscular antioxidant capacity and mineral contents in broilers. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(11), 3699-3705. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8230>

Cho, S. S., & Samuel, P. (Eds.). (2009). *Fiber ingredients: food applications and health benefits*. CRC press.

Choque Delgado, G. T., da Silva Cunha Tamashiro, W. M., Maróstica Junior, M. R., & Pastore, G. M. (2013). Yacon (*Smallanthus sonchifolius*): a functional food. *Plant Foods for Human Nutrition*, 68, 222-228. <https://doi.org/10.1007/s11130-013-0362-0>

- COBB-VANTRESS (2022). Cobb 500 pollo de engorde - Suplemento Informativo Sobre Rendimiento y Nutrición. https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/232e88a842/Cobb500-Broiler-Supplement_Spanish.pdf.
- Coussement P. A. (1999). Inulin and oligofructose: safe intakes and legal status. *The Journal of nutrition*, 129(7 Suppl), 1412S–7S. <https://doi.org/10.1093/jn/129.7.1412S>
- Dai, L., Huang, T., Jiang, K., Zhou, X., & Xu, Y. (2021). A novel recyclable furoic acid-assisted pretreatment for sugarcane bagasse biorefinery in co-production of xylooligosaccharides and glucose. *Biotechnology for biofuels*, 14(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s13068-021-01884-3>
- Ding, B., Chen, L., Lin, H., Wang, X., Zhang, L., Ni, X., Pirone, A., Madigosky, S. R., & Fronte, B. (2021). Effects of inulin diet supplementation on production performance, gut traits, and incidence of ascites in Haidong chicks under hypoxic conditions. *Animal bioscience*, 34(3), 417–426. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0508>
- Douëllou, T., Montel, M. C., & Thevenot Sergentet, D. (2017). Invited review: Anti-adhesive properties of bovine oligosaccharides and bovine milk fat globule membrane-associated glycoconjugates against bacterial food enteropathogens. *Journal of dairy science*, 100(5), 3348–3359. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11611>
- Dronova, A. V., y Dyakova, N. A. (2023). Yacon tuberosus: aplicación y perspectivas (revisión). *Química de materias primas vegetales*, (1), 35-60. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20230111529>
- Drucker D. J. (2002). Biological actions and therapeutic potential of the glucagon-like peptides. *Gastroenterology*, 122(2), 531–544. <https://doi.org/10.1053/gast.2002.31068>
- Fancher, C. A., Thames, H. T., Colvin, M. G., Zhang, L., Nuthalapati, N., Kiess, A., Dinh, T. T. N., & Sukumaran, A. T. (2021). Research Note: Prevalence and molecular

characteristics of *Clostridium perfringens* in "no antibiotics ever" broiler farms. *Poultry science*, *100*(11), 101414. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101414>

Fathima, S., Hakeem, W. G. A., Shanmugasundaram, R., & Selvaraj, R. K. (2022). Necrotic Enteritis in Broiler Chickens: A Review on the Pathogen, Pathogenesis, and Prevention. *Microorganisms*, *10*(10), 1958. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101958>

Gharib-Naseri, K., Kheravii, S. K., Keerqin, C., Morgan, N., Swick, R. A., Choct, M., & Wu, S. B. (2019). Two different *Clostridium perfringens* strains produce different levels of necrotic enteritis in broiler chickens. *Poultry science*, *98*(12), 6422–6432. <https://doi.org/10.3382/ps/pez480>

Gibson, G. R., Probert, H. M., Loo, J. V., Rastall, R. A., & Roberfroid, M. B. (2004). Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition research reviews*, *17*(2), 259–275. <https://doi.org/10.1079/NRR200479>

Gong, J., Yu, H., Liu, T., Gill, J. J., Chambers, J. R., Wheatcroft, R., & Sabour, P. M. (2008). Effects of zinc bacitracin, bird age and access to range on bacterial microbiota in the ileum and caeca of broiler chickens. *Journal of applied microbiology*, *104*(5), 1372–1382. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2007.03699.x>

Guaragni, A., Boiago, M. M., Bottari, N. B., Morsch, V. M., Lopes, T. F., & Schafer da Silva, A. (2020). Feed supplementation with inulin on broiler performance and meat quality challenged with *Clostridium perfringens*: Infection and prebiotic impacts. *Microbial pathogenesis*, *139*, 103889. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103889>

Huang, Q., Wei, Y., Lv, Y., Wang, Y., & Hu, T. (2015). Effect of dietary inulin supplements on growth performance and intestinal immunological parameters of broiler chickens. *Livestock Science*, *180*, 172-176. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.07.015>

- Hughes, L., Hermans, P., & Morgan, K. (2008). Risk factors for the use of prescription antibiotics on UK broiler farms. *The Journal of antimicrobial chemotherapy*, 61(4), 947–952. <https://doi.org/10.1093/jac/dkn017>
- Illippangama, A. U., Jayasena, D. D., Jo, C., & Mudannayake, D. C. (2022). Inulin as a functional ingredient and their applications in meat products. *Carbohydrate Polymers*, 275, 118706.
- Jackson, P. P. J., Wijeyesekera, A., Theis, S., van Harselaar, J., & Rastall, R. A. (2022). Food for thought! Inulin-type fructans: Does the food matrix matter?. *Journal of Functional Foods*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.104987>
- Keyburn, A. L., Sheedy, S. A., Ford, M. E., Williamson, M. M., Awad, M. M., Rood, J. I., & Moore, R. J. (2006). Alpha-toxin of *Clostridium perfringens* is not an essential virulence factor in necrotic enteritis in chickens. *Infection and immunity*, 74(11), 6496–6500. <https://doi.org/10.1128/IAI.00806-06>
- Kim C. H. (2016). B cell-helping functions of gut microbial metabolites. *Microbial cell (Graz, Austria)*, 3(10), 529–531. <https://doi.org/10.15698/mic2016.10.536>
- Kneitel, J. M. (2019). Gause ' s competitive exclusion principle. In *Encyclopedia of ecology* (pp. 110-113). Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00794-1>
- Lachman, J., Fernández, E. C., & Orsák, M. (2003). Yacon [*Smallanthus sonchifolia* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] chemical composition and use-a review. *Plant soil and environment*, 49(6), 283-290. <https://doi.org/10.17221/4126-PSE>
- Lee, K. W., Lillehoj, H. S., Jeong, W., Jeoung, H. Y., & An, D. J. (2011). Avian necrotic enteritis: experimental models, host immunity, pathogenesis, risk factors, and vaccine development. *Poultry science*, 90(7), 1381–1390. <https://doi.org/10.3382/ps.2010-01319>
- Li, B., Leblois, J., Taminiau, B., Schroyen, M., Beckers, Y., Bindelle, J., & Everaert, N. (2018). The effect of inulin and wheat bran on intestinal health and microbiota in

the early life of broiler chickens. *Poultry science*, 97(9), 3156–3165.
<https://doi.org/10.3382/ps/pey195>

Li, B., Schroyen, M., Leblois, J., Beckers, Y., Bindelle, J., & Everaert, N. (2019). The use of inulin and wheat bran only during the starter period or during the entire rearing life of broilers: effects on growth performance, small intestinal maturation, and cecal microbial colonization until slaughter age. *Poultry science*, 98(9), 4058–4065.
<https://doi.org/10.3382/ps/pez088>

Lopez, S., Seminario, A., Vasquez, V., & Seminario, J. (2022). Agronomic performance of eight yacon cultivars (*Smallanthus sonchifolius* [Poepp. & Endl.] H. Rob.) from northern Peru. DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.3630>

Moens, F., & De Vuyst, L. (2017). Inulin-type fructan degradation capacity of Clostridium cluster IV and XIVa butyrate-producing colon bacteria and their associated metabolic outcomes. *Beneficial microbes*, 8(3), 473–490.
<https://doi.org/10.3920/BM2016.0142>

Moens, F., Verce, M., & De Vuyst, L. (2017). Lactate- and acetate-based cross-feeding interactions between selected strains of lactobacilli, bifidobacteria and colon bacteria in the presence of inulin-type fructans. *International journal of food microbiology*, 241, 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2016.10.019>

Nabizadeh, A. (2012) The Effect of Inulin on Broiler Chicken Intestinal Microflora, Gut Morphology, and Performance. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 21, 725-734.
<https://doi.org/10.22358/jafs/66144/2012>

Ogundare, T. E., Kulkarni, R. R., Omaliko, P. C., Iwuozo, O. C., Enenya, I. G., Orimaye, O. E., Suberu, S. A., Jeje, O., & Fasina, Y. O. (2025). Effect of Green Tea (*Camellia sinensis*) Extract on Growth Performance, Intestinal Health, and Immune Response of Broiler Chickens During Subclinical Necrotic Enteritis. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 14(3), 260. <https://doi.org/10.3390/pathogens14030260>

Oozeer, R., van Limpt, K., Ludwig, T., Ben Amor, K., Martin, R., Wind, R. D., Boehm, G., & Knol, J. (2013). Intestinal microbiology in early life: specific prebiotics can

have similar functionalities as human-milk oligosaccharides. *The American journal of clinical nutrition*, 98(2), 561S–71S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.038893>

Paiva, D., & McElroy, A. (2014). Necrotic enteritis: applications for the poultry industry. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(3), 557-566. <https://doi.org/10.3382/japr.2013-00925>

Patel, S., & Goyal, A. (2012). The current trends and future perspectives of prebiotics research: a review. *3 Biotech*, 2(2), 115–125. <https://doi.org/10.1007/s13205-012-0044-x>

Puerta, M. F. P., & García, M. A. (2013). Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poep. & Endl) H. Robinson colectados en la ecorregión Eje Cafetero de Colombia. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 4(2), 97-116. <https://doi.org/10.22490/21456453.981>

Riva, A., Rasoulimehrabani, H., Cruz-Rubio, J. M., Schnorr, S. L., von Baeckmann, C., Inan, D., ... & Berry, D. (2023). Identification of inulin-responsive bacteria in the gut microbiota via multi-modal activity-based sorting. *Nature communications*, 14(1), 8210. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-43448-z>

Rumessen, J. J., Bodé, S., Hamberg, O., & Gudmand-Høyer, E. (1990). Fructans of Jerusalem artichokes: intestinal transport, absorption, fermentation, and influence on blood glucose, insulin, and C-peptide responses in healthy subjects. *The American journal of clinical nutrition*, 52(4), 675–681. <https://doi.org/10.1093/ajcn/52.4.675>

Schneitz, C. (2005). Competitive exclusion in poultry—30 years of research. *Food control*, 16(8), 657-667. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2004.06.002>

Sellaoui, S., Alloui, N., Mehenaoui, S., & Djaaba, S. (2012). Evaluation of size and lesion scores of bursa cloacae in broiler flocks in Algeria. *Journal of world's poultry research*, 2(2), 37-39.

Shehata, A. A., Basiouni, S., Huber, C., Tellez-Isaias, G., Hafez, H. M., & Eisenreich, W. (2024). Prebiotics: An Overview on Their Properties and Mode of

Action. *Alternatives to Antibiotics against Pathogens in Poultry*, 79-99.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-70480-2_5

Shoab, M., Shehzad, A., Omar, M., Rakha, A., Raza, H., Sharif, H. R., Shakeel, A., Ansari, A., & Niazi, S. (2016). Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate polymers*, 147, 444–454.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.04.020>

Silva, I. F. D., Bragante, W. R., Junior, R. C. M., Laurindo, L. F., Guiguer, E. L., Araújo, A. C., Fiorini, A. M. R., Nicolau, C. C. T., Oshiiwa, M., Lima, E. P., Barbalho, S. M., & Silva, L. R. (2024). Effects of *Smallanthus sonchifolius* Flour on Metabolic Parameters: A Systematic Review. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, 17(5), 658. <https://doi.org/10.3390/ph17050658>

Sionek, B., & Szydłowska, A. (2025). Probiotics and Prebiotics in the Aspect of Health Benefits and the Development of Novel Plant-Based Functional Food. *Applied Sciences*, 15(6), 3137.

Song, J., Li, Q., Li, P., Liu, R., Cui, H., Zheng, M., Everaert, N., Zhao, G., & Wen, J. (2018). The effects of inulin on the mucosal morphology and immune status of specific pathogen-free chickens. *Poultry science*, 97(11), 3938–3946.
<https://doi.org/10.3382/ps/pey260>

Tang, Y., Zhang, X., Wang, Y., Guo, Y., Zhu, P., Li, G., Zhang, J., Ma, Q., & Zhao, L. (2022). Dietary ellagic acid ameliorated *Clostridium perfringens*-induced subclinical necrotic enteritis in broilers via regulating inflammation and cecal microbiota. *Journal of animal science and biotechnology*, 13(1), 47.
<https://doi.org/10.1186/s40104-022-00694-3>

Timbermont, L., Haesebrouck, F., Ducatelle, R., & Van Immerseel, F. (2011). Necrotic enteritis in broilers: an updated review on the pathogenesis. *Avian pathology : journal of the W.V.P.A.*, 40(4), 341–347.
<https://doi.org/10.1080/03079457.2011.59096>

Weaver, C. M., Martin, B. R., Nakatsu, C. H., Armstrong, A. P., Clavijo, A., McCabe, L. D., McCabe, G. P., Duignan, S., Schoterman, M. H., & van den Heuvel, E. G.

- (2011). Galactooligosaccharides improve mineral absorption and bone properties in growing rats through gut fermentation. *Journal of agricultural and food chemistry*, 59(12), 6501–6510. <https://doi.org/10.1021/jf2009777>
- Wu, X. Z., Wen, Z. G., & Hua, J. L. (2019). Effects of dietary inclusion of Lactobacillus and inulin on growth performance, gut microbiota, nutrient utilization, and immune parameters in broilers. *Poultry science*, 98(10), 4656–4663. <https://doi.org/10.3382/ps/pez166>
- Xia, Y., Kong, J., Zhang, G., Zhang, X., Seviour, R., & Kong, Y. (2019). Effects of dietary inulin supplementation on the composition and dynamics of cecal microbiota and growth-related parameters in broiler chickens. *Poultry science*, 98(12), 6942–6953. <https://doi.org/10.3382/ps/pez483>
- Yang, X., Bist, R. B., Subedi, S., Guo, Y., & Chai, L. (2025). The Application of Probiotics and Prebiotics in Poultry Production and Impacts on Environment: A Review. *Encyclopedia*, 5(1), 35. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia5010035>
- Yang, Z., Su, H., Lv, Y., Tao, H., Jiang, Y., Ni, Z., ... & Chen, X. (2023). Inulin intervention attenuates hepatic steatosis in rats via modulating gut microbiota and maintaining intestinal barrier function. *Food Research International*, 163, 112309. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112309>
- Yeung, C. K., Glahn, R. E., Welch, R. M., & Miller, D. D. (2005). Prebiotics and iron bioavailability—is there a connection?. *Journal of food science*, 70(5), R88-R92. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.tb09984.x>
- You, S., Ma, Y., Yan, B., Pei, W., Wu, Q., Ding, C., & Huang, C. (2022). The promotion mechanism of prebiotics for probiotics: A review. *Frontiers in nutrition*, 9, 1000517. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1000517>

ANEXOS

ANEXO 1 Peso corporal de las aves

Trat	PI	PC7	PC14	PC21	PC28	PC35	PC42
Control	41	184	494	894	1539	2258	2919
Control	40	175	452	902	1548	2241	2751
Control	41	182	480	912	1510	2342	2963
Control	41	163	456	953	1562	2305	2942
Control	42	172	476	949	1603	2374	2993
Control	40	172	470	919	1576	2267	2859
ZinBac	40	178	479	964	1592	2354	2974
ZinBac	42	180	467	913	1562	2259	3066
ZinBac	40	184	452	912	1537	2272	2907
ZinBac	43	190	484	971	1601	2319	2923
ZinBac	40	175	516	1022	1661	2324	3255
ZinBac	41	173	495	870	1532	2251	2920
Yacon1	39	171	466	900	1542	2474	2973
Yacon1	40	166	451	926	1514	2218	2999
Yacon1	42	154	477	885	1474	2248	2883
Yacon1	41	176	459	942	1569	2289	2930
Yacon1	41	192	516	967	1637	2397	2949
Yacon1	48	192	509	976	1629	2333	2985
Yacon2	45	190	497	931	1488	2271	3061
Yacon2	47	189	482	933	1561	2233	2826
Yacon2	48	203	536		1606	2290	3153
Yacon2	45	191	445		1485	2213	3028
Yacon2	46	189	499	924	1547	2269	3011
Yacon2	47	207	523	953	1606	2361	2914
Yacon3	46	201	484	900	1544	2242	2957
Yacon3	46	191	505	936	1605		2973
Yacon3	44	167	499	881	1534	2261	3021
Yacon3	41	170	485	876	1590	2261	2964
Yacon3	42	169	487	879	1574	2244	2998
Yacon3	40	165	485	875	1518	2265	2970

ANEXO 2. Ganancia de peso de las aves

Trat	GP 0-14d	GP 15-28	GP 29-35	GP dia
Control	453	1045	1380	69
Control	412	1096	1203	65
Control	439	1030	1453	70
Control	415	1106	1380	69
Control	434	1127	1390	70
Control	430	1106	1283	67
ZinBac	439	1113	1382	70
ZinBac	425	1095	1504	72
ZinBac	412	1085	1370	68
ZinBac	441	1117	1322	69
ZinBac	476	1145	1594	77
ZinBac	454	1037	1388	69
Yacon1	427	1076	1431	70
Yacon1	411	1063	1485	70
Yacon1	435	997	1409	68
Yacon1	418	1110	1361	69
Yacon1	475	1121	1312	69
Yacon1	461	1120	1356	70
Yacon2	452	991	1573	72
Yacon2	435	1079	1265	66
Yacon2	488	1070	1547	74
Yacon2	400	1040	1543	71
Yacon2	453	1048	1464	71
Yacon2	476	1083	1308	68
Yacon3	438	1060	1413	69
Yacon3	459	1100	1368	70
Yacon3	455	1035	1487	71
Yacon3	444	1105	1374	70
Yacon3	445	1087	1424	70
Yacon3	446	1033	1452	70

ANEXO 3. Consumo de alimento de las aves

Trat	Con 0-14	Con 0-28	Con0-42	Cons diario
Control	758	2408	5208	124
Control	788	2438	5238	125
Control	728	2438	5238	125
Control	728	2438	5238	125
Control	758	2468	5268	125
Control	728	2378	5178	123
ZinBac	884	2594	5394	128
ZinBac	884	2534	5334	127
ZinBac	854	2564	5364	128
ZinBac	764	2474	5274	126
ZinBac	824	2534	5334	127
ZinBac	794	2444	5244	125
Yacon1	756	2406	5206	124
Yacon1	726	2376	5176	123
Yacon1	816	2526	5326	127
Yacon1	816	2526	5326	127
Yacon1	786	2496	5296	126
Yacon1	816	2526	5326	127
Yacon2	826	2536	5336	127
Yacon2	856	2506	5306	126
Yacon2	886	2596	5396	128
Yacon2	826	2476	5276	126
Yacon2	796	2506	5306	126
Yacon2	916	2626	5426	129
Yacon3	828	2538	5338	127
Yacon3	798	2508	5308	126
Yacon3	858	2508	5308	126
Yacon3	798	2508	5308	126
Yacon3	798	2448	5248	125
Yacon3	798	2508	5308	126

ANEXO 4. Conversión alimenticia del alimento de las aves

Trat	Conv 0-14	Conv 0-28	Conv 0-42
Control	1.53	1.56	1.78
Control		1.57	
Control	1.52	1.61	1.77
Control	1.6	1.56	1.78
Control	1.59	1.54	1.76
Control	1.55	1.51	1.81
ZinBac	1.85	1.63	1.81
ZinBac	1.89	1.62	1.74
ZinBac	1.89	1.67	1.85
ZinBac	1.58	1.55	1.8
ZinBac	1.6	1.53	1.64
ZinBac	1.6	1.6	1.8
Yacon1	1.62	1.56	1.75
Yacon1	1.61	1.57	1.73
Yacon1	1.71		1.85
Yacon1	1.78	1.61	1.82
Yacon1	1.52	1.52	1.8
Yacon1	1.6	1.55	1.78
Yacon2	1.66	1.7	1.74
Yacon2	1.78	1.61	1.88
Yacon2	1.65	1.62	1.71
Yacon2	1.86	1.67	1.74
Yacon2	1.59	1.62	1.76
Yacon2	1.75	1.63	1.86
Yacon3	1.71	1.64	1.81
Yacon3	1.58	1.56	1.79
Yacon3	1.72	1.63	1.76
Yacon3	1.64	1.58	1.79
Yacon3	1.64	1.56	1.75
Yacon3	1.64	1.65	1.79

ANEXO 5. Rendimiento cárnico de las aves

Trat	PC	Canal, kg	Canal, %	Hig, kg	Hig, %	Bursa, kg	Bursa, %
T0	3.030	2.666	88.0	0.051	1.68	0.003	0.10
T0	3.145	2.761	87.8	0.060	1.91	0.002	0.06
T0	3.055	2.668	87.3	0.047	1.54	0.004	0.13
T0	3.150	2.812	89.3	0.049	1.56	0.005	0.16
T0	3.150	2.557	81.2	0.046	1.46	0.002	0.06
T1 - ZB	3.100	2.737	88.3	0.048	1.55	0.003	0.10
T1 - ZB	3.145	2.763	87.9	0.050	1.59	0.003	0.10
T1 - ZB	3.085	2.648	85.8	0.045	1.46	0.004	0.13
T1 - ZB	3.185	2.815	88.4	0.051	1.60	0.005	0.16
T1 - ZB	3.225	2.836	87.9	0.054	1.67	0.004	0.12
T2 - yacon 1	3.180	2.750	86.5	0.050	1.57	0.002	0.06
T2 - yacon 1	2.975	2.497	83.9	0.044	1.48	0.002	0.07
T2 - yacon 1	2.870	2.521	87.8	0.039	1.36	0.003	0.10
T2 - yacon 1	3.135	2.734	87.2	0.074	2.36	0.004	0.13
T2 - yacon 1	3.210	2.716	84.6	0.042	1.31	0.003	0.09
T2 - yacon 2	3.025	2.596	85.8	0.045	1.49	0.004	0.13
T2 - yacon 2	3.055	2.648	86.7	0.044	1.44	0.002	0.07
T2 - yacon 2	3.150	2.690	85.4	0.054	1.71	0.002	0.06
T2 - yacon 2	3.250	2.598	79.9	0.047	1.45	0.004	0.12
T2 - yacon 2	3.155	2.814	89.2	0.050	1.58	0.003	0.10
T2 - yacon 3	3.120	2.689	86.2	0.049	1.57	0.003	0.10
T2 - yacon 3	3.135	2.725	86.9	0.042	1.34	0.004	0.13
T2 - yacon 3	3.160	2.666	84.4	0.041	1.30	0.002	0.06
T2 - yacon 3	3.235	2.448	75.7	0.037	1.14	0.002	0.06
T2 - yacon 3	3.195	2.753	86.2	0.045	1.41	0.003	0.09

Anexo 6. Rendimiento productivo

Resultados

ANCOVA

ANCOVA - PC7

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	343	4	85.7	0.991	0.431
PI	979	1	978.6	11.316	0.003
Residuos	2075	24	86.5		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
0.818	4	25	0.526

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.982	0.867

ANCOVA

ANCOVA - PC14

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	575	4	144	0.328	0.856
PI	2327	1	2327	5.315	0.030
Residuos	10507	24	438		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
1.31	4	25	0.294

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.968	0.479

ANCOVA

ANCOVA - PC21

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F.	p.
Trat	9405	4	2351	1.97	0.133
Residuos	27454	23	1194		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
3.32	4	23	0.028

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.980	0.842

ANCOVA

ANCOVA - PC28

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F.	p.
Trat	3371	4	843	0.366	0.831
Residuos	57611	25	2304		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl1	gl2	p
1.16	4	25	0.354

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.974	0.644

ANCOVA

ANCOVA - PC35

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	16637	4	4159	1.22	0.330
Residuos	82090	24	3420		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
3.33	4	24	0.026

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.972	0.620

ANCOVA

ANCOVA - PC42

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F.	p.
Trat	41456	4	10364	1.25	0.314
Residuos	206648	25	8266		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p.
2.81	4	25	0.047

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.956	0.239

ANOVA

ANOVA - GP 0-14d

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	1539	4	385	0.805	0.534
Residuos	11950	25	478		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
1.59	4	25	0.208

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.971	0.578

ANOVA

ANOVA - GP 15-28

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	7396	4	1849	1.27	0.309
Residuos	36453	25	1458		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
0.278	4	25	0.890

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.923	0.031

ANOVA

ANOVA - GP 29-35

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	36376	4	9094	1.09	0.384
Residuos	208835	25	8353		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
2.68	4	25	0.055

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.984	0.910

ANOVA

ANOVA - Con 0-14

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	39727	4	9932	7.07	< .001
Residuos	35100	25	1404		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
1.51	4	25	0.230

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.972	0.602

Pruebas Post Hoc

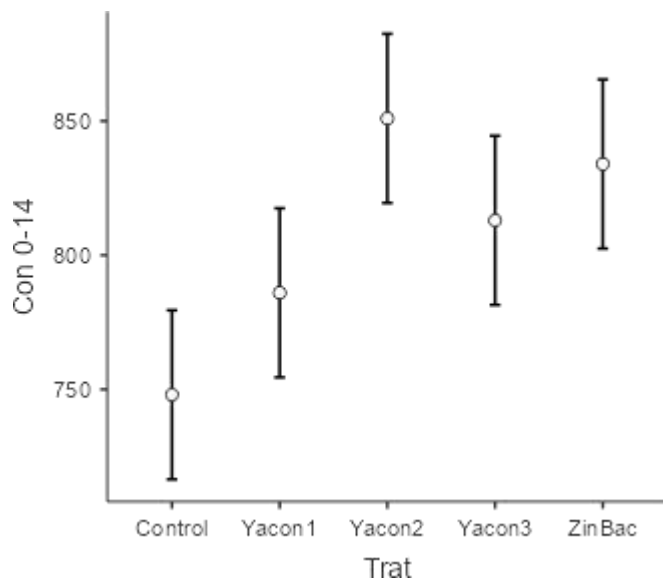
Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparaciones							
Trat	Trat	Diferencia de Medias	EE	gl	t	p _{Tukey}	
Control	- Yacon1	-38.0	21.6	25.0	-1.757	0.420	
	- Yacon2	-103.0	21.6	25.0	-4.761	< .001	
	- Yacon3	-65.0	21.6	25.0	-3.005	0.043	
	- ZinBac	-86.0	21.6	25.0	-3.975	0.004	
Yacon1	- Yacon2	-65.0	21.6	25.0	-3.005	0.043	
	- Yacon3	-27.0	21.6	25.0	-1.248	0.724	
	- ZinBac	-48.0	21.6	25.0	-2.219	0.206	
Yacon2	- Yacon3	38.0	21.6	25.0	1.757	0.420	
	- ZinBac	17.0	21.6	25.0	0.786	0.932	
Yacon3	- ZinBac	-21.0	21.6	25.0	-0.971	0.866	

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Medias Marginales Estimadas

Trat



ANOVA

ANOVA - Con 0-28

g	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	47215	4	11804	4.58	0.007
Residuos	64500	25	2580		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
2.53	4	25	0.066

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.962	0.354

Pruebas Post Hoc

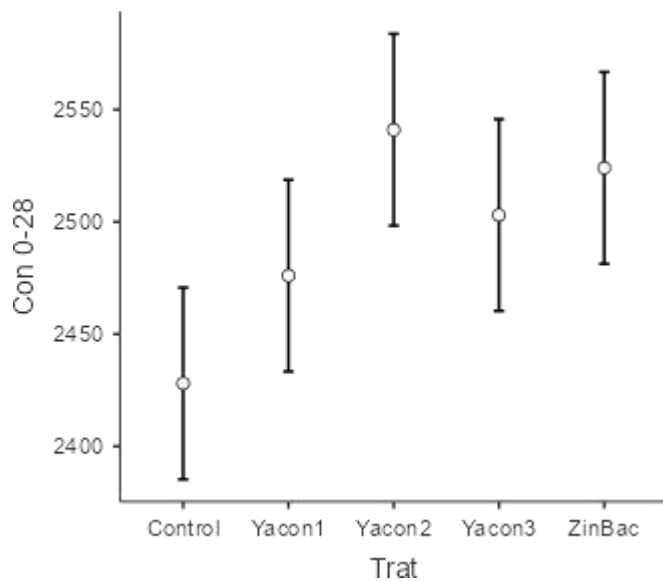
Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparación		Diferencia de Medias	EE	g.l	t	p _{Tukey}
Trat	Trat					
Control	- Yacon1	-48.0	29.3	25.0	-1.637	0.489
	- Yacon2	-113.0	29.3	25.0	-3.853	0.006
	- Yacon3	-75.0	29.3	25.0	-2.557	0.110
	- ZinBac	-96.0	29.3	25.0	-3.274	0.024
Yacon1	- Yacon2	-65.0	29.3	25.0	-2.216	0.206
	- Yacon3	-27.0	29.3	25.0	-0.921	0.886
	- ZinBac	-48.0	29.3	25.0	-1.637	0.489
Yacon2	- Yacon3	38.0	29.3	25.0	1.296	0.696
	- ZinBac	17.0	29.3	25.0	0.580	0.977
Yacon3	- ZinBac	-21.0	29.3	25.0	-0.716	0.951

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Medias Marginales Estimadas

Trat



ANOVA

ANOVA - Con0-42

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	47215	4	11804	4.58	0.007
Residuos	64500	25	2580		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
2.53	4	25	0.066

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.962	0.354

Pruebas Post Hoc

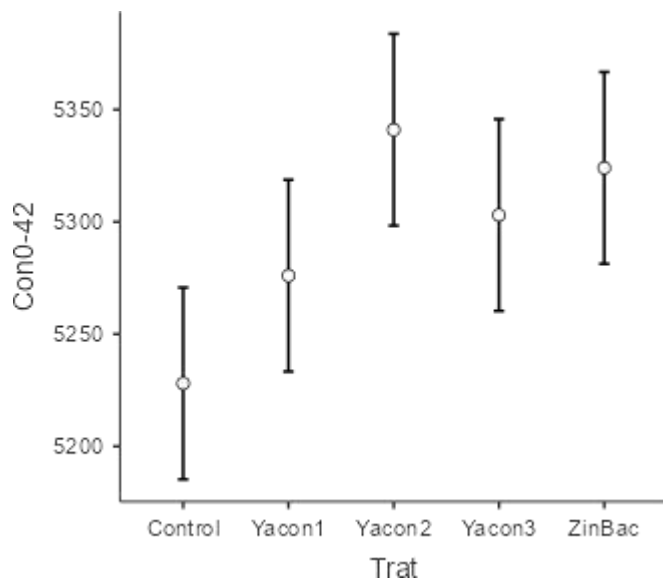
Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparación							
Trat	Trat	Diferencia de Medias	EE	g.l	t	p _{Tukey}	
Control	- Yacon1	-48.0	29.3	25.0	-1.637	0.489	
	- Yacon2	-113.0	29.3	25.0	-3.853	0.006	
	- Yacon3	-75.0	29.3	25.0	-2.557	0.110	
	- ZinBac	-96.0	29.3	25.0	-3.274	0.024	
Yacon1	- Yacon2	-65.0	29.3	25.0	-2.216	0.206	
	- Yacon3	-27.0	29.3	25.0	-0.921	0.886	
	- ZinBac	-48.0	29.3	25.0	-1.637	0.489	
Yacon2	- Yacon3	38.0	29.3	25.0	1.296	0.696	
	- ZinBac	17.0	29.3	25.0	0.580	0.977	
Yacon3	- ZinBac	-21.0	29.3	25.0	-0.716	0.951	

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Medias Marginales Estimadas

Trat



ANOVA

ANOVA - Conv 0-14

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Trat	0.106	4	0.02649	2.75	0.052
Residuos	0.232	24	0.00965		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
9.68	4	24	< .001

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.955	0.249

ANOVA

ANOVA - Conv 0-28

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	0.0271	4	0.00678	4.26	0.010
Residuos	0.0382	24	0.00159		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
0.911	4	24	0.474

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.976	0.719

Pruebas Post Hoc

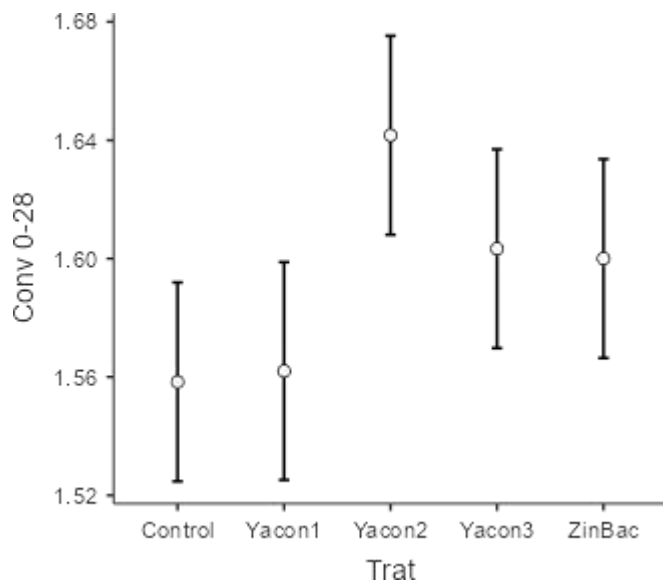
Comparaciones Post Hoc - Trat

Comparación							
Trat	Trat	Diferencia de Medias	EE	g.l	t	p _{Tukey}	
Control	- Yacon1	-0.00367	0.0242	24.0	-0.152	1.000	
	- Yacon2	-0.08333	0.0230	24.0	-3.619	0.011	
	- Yacon3	-0.04500	0.0230	24.0	-1.954	0.318	
	- ZinBac	-0.04167	0.0230	24.0	-1.809	0.392	
Yacon1	- Yacon2	-0.07967	0.0242	24.0	-3.299	0.023	
	- Yacon3	-0.04133	0.0242	24.0	-1.711	0.446	
	- ZinBac	-0.03800	0.0242	24.0	-1.573	0.528	
Yacon2	- Yacon3	0.03833	0.0230	24.0	1.665	0.473	
	- ZinBac	0.04167	0.0230	24.0	1.809	0.392	
Yacon3	- ZinBac	0.00333	0.0230	24.0	0.145	1.000	

Nota. Las comparaciones se basan en medias marginales estimadas

Medias Marginales Estimadas

Trat



ANOVA

ANOVA - Conv 0-42

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Trat	6.86e-4	4	1.71e-4	0.0622	0.992
Residuos	0.0662	24	0.00276		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
3.66	4	24	0.018

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.975	0.698

Anexo 7: Rendimiento cárnico

ANOVA

ANOVA - Canal, %

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	40.8	4	10.20	1.08	0.394
Residuos	189.4	20	9.47		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	g1.1	g1.2	p
1.23	4	20	0.330

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.840	0.001

ANOVA

ANOVA - Hig, %

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Trat	0.251	4	0.0628	1.21	0.336
Residuos	1.035	20	0.0517		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
2.29	4	20	0.096

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.846	0.001

ANOVA

ANOVA - Cor, %

	Suma de Cuadrados	gl	Media Cuadrática	F	p
Trat	0.0301	4	0.00752	1.11	0.379
Residuos	0.1356	20	0.00678		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	l.2	p
1.14	4	20	0.365

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.962	0.450

ANOVA

ANOVA - Prov, %

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	0.0590	4	0.0147	1.14	0.364
Residuos	0.2575	20	0.0129		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
1.29	4	20	0.308

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.895	0.014

ANOVA

ANOVA - Moll, %

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	0.221	4	0.0553	0.645	0.637
Residuos	1.715	20	0.0857		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
2.57	4	20	0.069

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.929	0.083

ANOVA

ANOVA - Bursa, %

	Suma de Cuadrados	g.l	Media Cuadrática	F	p
Trat	0.00330	4	8.24e-4	0.845	0.513
Residuos	0.01952	20	9.76e-4		

Comprobaciones de Supuestos

Prueba de Levene para homogeneidad de varianzas

F	gl.1	gl.2	p
0.721	4	20	0.588

Prueba de Normalidad (Shapiro-Wilk)

Estadístico	p
0.927	0.073
