



**Utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia  
(*Dahlia* spp.) Como suplemento nutricional en pollos de engorde**

Macas Moreno, Andrea Liceth

Departamento de Ciencias de la Vida y la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de ingeniero Agropecuario

Dr. Naranjo Santamaría, Iván Jacinto M. Sc.

20 de agosto del 2021



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** TESIS\_REVISION II \_Andrea Macas.docx  
(D111428748)

**Submitted:** 8/18/2021 4:50:00 PM

**Submitted By:** [almacas@espe.edu.ec](mailto:almacas@espe.edu.ec)

**Significance:** 2 %

### Sources included in the report:

Tesis\_Evaluación de diferentes dosis de prebióticos obtenidos de achicoria\_Sarango\_Vera.docx\_final.docx (D111154691)

### Instances where selected sources appear:

1



Firmado electrónicamente por:

IVAN JACINTO  
NARANJO  
SANTAMARIA

---

Tutor: Dr. Iván Naranjo M.Sc



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO

**Certificación**

Certifico que el trabajo de titulación, “UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PREBIÓTICOS TIPO INULINA EXTRAÍDOS DE DALIA (DAHLIA SPP.) COMO **SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN POLLOS DE ENGORDE**” fue realizado por la señorita Macas **Moreno Andrea Liceth** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo de los Tsáchilas, 20 de agosto del 2021

Firma:



Firmado electrónicamente por:

IVAN JACINTO  
NARANJO  
SANTAMARIA

.....  
**Dr. Iván Jacinto Naranjo Santamaría M. Sc.**

C.C.: 1714761424



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo **Macas Moreno Andrea Liceth** con cédula de ciudadanía n°2350200743, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **“UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PREBIÓTICOS TIPO INULINA EXTRAÍDOS DE DALIA (*Dahlia spp.*) COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN POLLOS DE ENGORDE”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

**Santo Domingo de los Tsáchilas, 20 de agosto de 2021**

Firma

**Andrea Liceth Macas Moreno**

C.C.: 235020074-3



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo **Macas Moreno Andrea Liceth**, con cédula de ciudadanía **N°235020074-3**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **"UTILIZACIÓN DE DIFERENTES NIVELES DE PREBIÓTICOS TIPO INULINA EXTRAÍDOS DE DALIA (Dahlia spp.) COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN POLLOS DE ENGORDE"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Santo Domingo de los Tsáchilas, 20 de agosto del 2021**

Firma

**Andrea Liceth Macas Moreno**

C.C.: 235020074-3

## Dedicatoria

Dedico este logro a mi padre José Macas, por ser el pilar fundamental y mi inspiración en todo el transcurso de mi carrera por siempre estar para mí y ser ángel guardián que siempre me cuida, me ayuda y me guía por buen camino, que además de darme su ejemplo como buena persona, nunca desfalleció en mi preparación profesional y se todo el esfuerzo y sacrificio que hace para darme lo mejor y pueda estar en el lugar en el que estoy ahora.

A mi madre Marlene Moreno, por ser mi cómplice, mi amiga y formar parte de mi preparación estudiantil desde que apenas era una niña, por todo su apoyo y enseñanzas que ha sabido brindarme, le dedico este logro con mucho amor y admiración hacia ella por su forma de ser y su forma de educarme.

A mis hermanas, Fernanda, Evelyn, Sofia, y a mi sobrino Mathiaz, que fueron parte importante de esta etapa, por cada granito de arena que aportaron y me ayudaron en uno u otro trabajo, los llevo en mi corazón y son parte de mi ser.

## Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la vida y la oportunidad de vivir este momento que es tan importante para mí, por darme la fortaleza y la sabiduría para poder cumplir esta meta.

Me agradezco a mí por ser contante y perseverante, porque siempre supe que todo sacrificio tendría su recompensa, y cada actividad la realice con amor y cariño a mi carrera, porque nunca me olvidé donde quería llegar.

Agradezco a mis padres por todo el esfuerzo que han realizado a lo largo de mi vida universitaria, por permitirme vivir este sueño, y apoyarme en cada decisión y circunstancia en la que me vi comprometida.

De igual manera agradezco a mis hermanas y a mi sobrino por ser partícipes y colaborar en las actividades estudiantiles y nunca dejarme sola, gracias por sus palabras de motivación que no permitieron que desmaye ante los momentos más difíciles.

A Julio Carriel, por ser mi compañero, mi cómplice y mi mejor amigo, gracias por tu ayuda incondicional y desinteresada, por cada trabajo y experiencia que vivimos juntos en esta etapa, por ser mi bastón de apoyo cuando quise renunciar, porque nunca dudaste en cuidarme y siempre estuviste para mí, gracias por ser mi equipo.

A mi tutor de tesis el Dr. Iván Naranjo por brindarme sus conocimientos durante mi formación profesional y además ser de gran apoyo en el transcurso de esta investigación.

## Índice

Caratula.....	1
Análisis Urkund .....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de Autoría.....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento .....	7
Índice .....	8
Índice de figuras .....	11
Índice de tablas .....	13
Resumen.....	15
Abstract.....	16
Capítulo I.....	17
Introducción.....	17
Capítulo II.....	20
Marco teórico.....	20
Generalidades de la línea Cobb 500.....	20
Sistema inmune de las aves .....	20
Respuesta inmunológica de las aves .....	20
Aspectos generales de la Dalia.....	22
Prebióticos.....	23
Características de los prebióticos.....	24



Fructanos .....	25
Efecto de los fructanos tipo inulina en las aves. ....	28
Beneficios de la inulina en aves .....	29
Aspectos generales de la Dalia.....	32
Extracción liquido solido.....	33
Métodos de extracción de inulina.....	33
Capítulo III.....	35
Metodología .....	35
Ubicación del área de investigación.....	35
Ubicación política .....	35
Ubicación geográfica.....	35
Ubicación ecológica.....	36
Materiales .....	36
Materiales para la extracción y caracterización de la inulina.....	36
Materiales de oficina .....	38
Materiales para la fase de campo.....	38
Métodos.....	39
Fase de laboratorio. ....	39
Diseño experimental.....	42
Croquis del diseño experimental. ....	44
Variables a evaluar.....	46
Métodos específicos de manejo del ensayo. ....	47

Capitulo IV.....	53
Resultados y discusiones .....	53
Características físicas y químicas del prebiótico tipo inulina extraído.....	53
Características organolépticas del prebiótico tipo inulina. ....	54
Peso semanal de los os pollos.....	55
Ganancia de peso semanal .....	59
Índice de conversión alimenticia .....	63
Porcentaje de Mortalidad .....	67
Microvellosidades del duodeno.....	69
Conteo de lactobacillus en las heces de los pollos.....	72
Análisis costo- beneficio.....	75
Capítulo V .....	78
Conclusiones y recomendaciones .....	78
Conclusiones .....	78
Recomendaciones .....	80
Capítulo VI .....	81
Bibliografía .....	81

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Estructura química de la inulina.....	26
<b>Figura 2</b> Ubicación geográfica de la investigación.....	35
<b>Figura 3.</b> Croquis de campo utilizado en el ensayo. ....	44
<b>Figura 4.</b> Regresión lineal del peso de la semana 2, 4, 5 y 6 de la variable peso evaluado en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia ( <i>Dahlia spp.</i> ) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	56
<b>Figura 5</b> Regresión lineal de la variable Ganancia de peso de la semana 5 y 6 en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia ( <i>Dahlia spp.</i> ) como suplemento nutricional en pollos de engorde.....	61
<b>Figura 6</b> Regresión lineal de la variable índice de conversión alimenticia de la semana 4, 5 y 6 en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia ( <i>Dahlia spp.</i> ) como suplemento nutricional en pollos de engorde .....	65
<b>Figura 7</b> <i>Regresión cuadrática de la variable porcentaje de mortalidad, en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (<i>Dahlia spp.</i>) como suplemento nutricional en pollos de engorde.....</i>	68
<b>Figura 8</b> <i>Regresión lineal cuadrática de las características de las microvellosidades evaluadas en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (<i>Dahlia spp.</i>) como suplemento nutricional en pollos de engorde.....</i>	70
<b>Figura 9</b> Análisis de varianza para el conteo de lactobacillus en las heces de los pollos en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia ( <i>Dahlia spp.</i> ) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	72

**Figura 10** Regresión cuadrática del número de colonias de lactobacillus en heces evaluado en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde .....73

**Figura 11** Medios de cultivo con colonias de lactobacillus presentes en las heces de los pollos sometidos a diferentes dosis de prebiótico tipo inulina extraído de raíz de dalia .....74

### Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Contenido promedio de inulina en diferentes especies vegetales .....	27
<b>Tabla 2.</b>	Composición físico - química de la inulina de jícama .....	28
<b>Tabla 3</b>	Materiales para la extracción de inulina .....	36
Tabla 4	Insumos para extracción de inulina .....	36
<b>Tabla 5</b>	Equipos para extraer inulina.....	37
<b>Tabla 6</b>	Materiales para análisis bromatológicos de la inulina.....	37
Tabla 7	Insumos para análisis bromatológicos de inulina.....	37
<b>Tabla 8</b>	Equipos para análisis bromatológicos de la inulina .....	38
Tabla 9	Materiales de oficina usados en el ensayo .....	38
Tabla 10	Material biológico para utilizar en la fase de campo .....	38
Tabla 11	Materiales para la fase de campo.....	39
Tabla 12.	Tratamientos que se compararon en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.....	42
<b>Tabla 13.</b>	En esta tabla se detalla las características de las unidades experimentales de la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	44
<b>Tabla 14.</b>	Esquema del análisis de varianza para la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	44
<b>Tabla 15</b>	Tabla de requerimiento de temperatura de pollos COBB-500 .....	48
<b>Tabla 16.</b>	Plan de vacunación aplicado en los pollos de engorde del ensayo. ..	51
<b>Tabla 17</b>	Protocolo para la aplicación de prebiotico tipo inulina en el agua de bebida de pollos de engorde. ....	52

<b>Tabla 18.</b> Características físicas y químicas del prebiótico tipo inulina extraído de raíz de dalia en el laboratorio. ....	53
<b>Tabla 19</b> Características evaluadas del prebiótico tipo inulina extraído de raíz de dalia. ....	54
<b>Tabla 20.</b> Análisis de varianza de la variable peso semanal evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	55
<b>Tabla 21</b> Análisis de varianza de la variable Ganancia de peso semanal evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	59
<b>Tabla 22.</b> Análisis de varianza de la variable Índice de Conversión Alimenticia semanal evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	63
<b>Tabla 23</b> Análisis de varianza del Porcentaje de mortalidad evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	67
<b>Tabla 24</b> Análisis de varianza de las características de las microvellosidades evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	69
<b>Tabla 25</b> Análisis costo beneficio de los tratamientos evaluados en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde. ....	75

## Resumen

La industria avícola en Ecuador por ser ampliamente demandada, se encuentra en la necesidad de implementar suplementos nutricionales y disminuir los costos de producción. La inulina es considerada un prebiótico que enriquece la microbiota intestinal y encadena una serie de beneficios tanto inmunológicos como productivos para el hospedero, por aquello el objetivo de este estudio fue utilizar diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (*Dahlia* Spp) como suplemento nutricional en pollos de engorde. El ensayo se realizó en los galpones del área de avicultura de la UFA – ESPE Santo Domingo aplicando un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, que fueron: Testigo (SP), TI (10 g), TII (20g) y TIII (30g). Se implementó el proceso de extracción líquido - sólido y se obtuvo prebióticos tipo inulina de la raíz de dalia. En el ensayo se determinó que aplicar dosis de 30 g de inulina en agua de bebida de los pollos de engorde, mejora significativamente los parámetros zootécnicos, siendo así el TIII presentó un mejor peso final con 3001,5 g, una ganancia de peso de 95,44 g, un ICA de 1,7 y disminuyó su mortalidad al 0,4% por presentar un sistema inmune más fuerte, dato que se corroboró con el tamaño de las microvellosidades duodenales que tenían 18,96 um de alto, 1 um de profundidad y 4,86 um de ancho y al poseer mayor tamaño favorecen la asimilación de vitaminas y minerales. Además, en el TIII (30g) la población de bacterias benéficas como lactobacillus incrementó significativamente con 389 colonias presentes, a diferencia del testigo (SP) que apenas tenía un promedio de 69,25. No obstante se determina que el tratamiento con mayor dosis es el mejor y presenta una ganancia de \$ 1,80 por cada dólar invertido.

– Palabras clave:

- **PREBIÓTICOS**
- **POLLOS DE ENGORDE**
- **DALIA**
- **MICROVELLOSIDADES**
- **PARÁMETROS ZOOTÉCNICOS**

## Abstract

The poultry industry in Ecuador, being widely in demand, is in need of implementing nutritional supplements and reducing production costs. Inulin is considered a prebiotic that enriches the intestinal microbiota and brings together a series of both immunological and productive benefits for the host, which is why the objective of this study was to use different levels of inulin-type prebiotics extracted from dahlia (*Dahlia. Spp*) as a supplement. nutrition in broilers. The test was carried out in the sheds of the poultry area of the UFA - ESPE Santo Domingo applying an experimental design of completely randomized blocks with four treatments and four repetitions, which were: Control (SP), TI (10 g), TII (20g) and TIII (30g). The liquid-solid extraction process was implemented and inulin-type prebiotics were obtained from the dahlia root. In the trial it was determined that applying doses of 30 g of inulin in the drinking water of broilers significantly improves the zootechnical parameters, thus the TIII presented a better final weight with 3001.5 g, a weight gain of 95 , 44 g, an ICA of 1.7 and its mortality decreased to 0.4% due to a stronger immune system, a fact that was corroborated by the size of the duodenal microvilli that were 18.96 um high, 1 um of depth and 4.86 um wide, and as they are larger, they favor the assimilation of vitamins and minerals. In addition, in the TIII (30g) the population of beneficial bacteria such as lactobacillus increased significantly with 389 colonies present, unlike the control (SP) that barely had an average of 69.25. However, it is determined that the treatment with the highest dose is the best and presents a profit of \$ 1.80 for every dollar invested.

– Palabras clave:

- **PREBIOTICS**
- **BROILERS**
- **DAHLIA**
- **MICROVILLI**
- **ZOOTECNICAL PAEAMETERS**



## Capítulo I

### Introducción

El sector avícola en Ecuador, es capaz de producir toda la carne de pollo para satisfacer la demanda de la población. Según (CONAVE, 2020) señala que en el año 2019 el Ecuador produjo 525 mil toneladas de carne de pollo, posterior a la cría de 769 millones de pollos de engorde. Este sector además de proporcionar fuentes directas de empleo, en el 2019 generó alrededor de 2000 millones de dólares por año, o sea el 16 % del PIB agropecuario y el 2 % del PIB total (Milan, 2020).

El sector avícola, con el inmutable aumento de la población y de consumo, se ve obligado a ser más competitivo y demostrar resultados excelentes, una opción para optimizar la producción, es la inclusión de suplementos nutricionales como prebióticos en la dieta de las aves. Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995), definen a los Prebióticos como “Ingrediente alimentario no digerible que influye de forma beneficiosa al huésped al estimular selectivamente el crecimiento y la actividad de uno o varias bacterias que ya residen en el colon”.

Los prebióticos de tipo inulina y oligofruktosa tiene efecto prebiótico positivo, ya que poseen estimulación selectiva de las bifidobacterias y lactobacillus del colon (Duong, 2019). Estas bacterias actúan inhibiendo a los patógenos intestinales, además que fortalece la flora intestinal para resistir infecciones agudas. Estos efectos beneficiosos no son sólo en el medio intestinal, sino también sistémicos (Kolida, 2002).

Mediante las nuevas herramientas que surgen en la pecuaria de la asociación con la biotecnología, se pretende extraer prebióticos tipo inulina de la

raíz de dalia, para su posterior aplicación en el agua de bebida y evaluación del desempeño en pollos de engorde, además con el uso de estos organismos, se determinará la colonización microbiológica positiva de las aves en el sistema gastrointestinal, y el rendimiento de las explotaciones avícolas según los parámetros zootécnicas.

### **Objetivo general**

Utilizar diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (*Dahlia*. Spp) como suplemento nutricional en pollo de engorde.

### **Objetivos específicos**

- Extraer prebióticos tipo inulina a partir de la raíz de dalia mediante el método líquido – sólido.
- Evaluar en parámetros zootécnicos el resultado de la suplementación de diferentes niveles de prebióticos de dalia tipo inulina mediante el consumo de agua.
- Realizar un análisis costo beneficio del uso de prebióticos tipo inulina en la producción de pollos de engorde.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis alternativas**

H<sub>1</sub>: El uso de prebióticos de tipo inulina extraídos de dalia influyen en los parámetros zootécnicos de la producción de pollos de engorde.

H<sub>1</sub>: Las dosis de prebiótico de tipo inulina extraído de dalia son determinantes en los parámetros zootécnicos de la producción de pollos de engorde.

### **Hipótesis nulas**

H<sub>0</sub>: El uso de prebióticos de tipo inulina extraídos de dalia influyen en los parámetros zootécnicos de la producción de pollos de engorde.

H<sub>0</sub>: Las dosis de prebiótico de tipo inulina extraído de dalia no son determinantes en los parámetros zootécnicos de la producción de pollos de engorde.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### Generalidades de la línea Cobb 500

Dentro de sus particularidades de producción se desataca que es una línea con alto rendimiento, tanto económico como nutricional, por las características viables que posee, tales como; crecimiento acelerado, conversión alimenticia, ganancia de peso, eficacia muscular, además alcanza el peso vivo final con el más bajo costo, ya que la hembra a las seis semanas alcanza un peso de 2757 g mientras que el macho llega a los 3147 g. Esta línea también posee avances genéticos tales como; mejor función cardiovascular, mayor resistencia esquelética todas estas características hacen que la uniformidad de las aves sea beneficioso para el procesamiento (COBB VANTRESS, 2020).

#### Sistema inmune de las aves

En las explotaciones avícolas, un sistema inmunológico fuerte, es el mejor aliado, para los médicos veterinarios como para los productores, ya que en el área pecuaria es la más exigente con respecto a la integridad inmunológica de los animales, esto se debe a que las vacunas y la respuesta del sistema inmune de las aves, van de la mano para sobrellevar la salud de todo el lote de producción y sus rasgos de producción se desarrollen bien (Guerrero, 2015).

#### *Respuesta inmunológica de las aves*

El sistema inmune es crítico en las aves ya que reacciona de forma natural en contra de patógenos, además provee la inmunidad protectora como

resultado de la aplicación de vacunas, que mantiene cepas vivas (Salazar, 2019). El sistema inmune de las aves, se estimula con más horas de oscuridad durante la segunda y la tercera semana de vida, debido a que el ave tiene más descanso durante la noche.

### **Respuesta inmune natural o innata**

Esta abarca una serie de mecanismos y órganos: piel y plumas, del ave que impiden y controlan el acceso de agentes perjudiciales para la salud. De la misma forma se encuentran mecanismos en el área de las mucosas que cumplen la función de barreras ante microorganismos perjudiciales. Las principales células que cumplen esta función son los fagocitos entre ellos los heterófilos, las plaquetas fagocíticas sin los macrófagos, que une la respuesta natural con la adquirida y las células Natural Killer (Guerrero, 2015).

### **Respuesta inmune adaptativa o adquirida**

La acción de la inmunidad adquirida es dar “memoria” a las células a partir del encuentro con un agente patógeno, así este ya haya sido eliminado del cuerpo, la célula va a ser capaz de reacción frente al mismo. Esta respuesta inmunológica es netamente específica para el microorganismo que generó su desarrollo, sin embargo, es un gasto alto de energía metabólica que pierde el ave en este proceso. Las principales células que cumplen esta función son los linfocitos B y T, ya que el B es encargado de producir anticuerpos necesarios de realizar la reacción de protección, y el T, se encarga de producir la reacción de inmunidad Th1 Y Th2 o inmunidad humoral (Cloas, 2000).

### **Respuesta inmunológica según la alimentación.**

El sistema inmune de las aves es propenso a variaciones según las deficiencias de lisina, minerales y nutrientes en las dietas que aportan energía. Este sistema es muy complejo por lo que es capaz de obtener el déficit de estos nutrientes de otros tejidos, mediante la acción de leucocitos y células transportadoras, con el fin de mantener el equilibrio de todo el organismo (Humphrey., 2002).

Está definido que el microbiota intestinal, afecta positiva y negativamente a las funciones inmunológicas del sistema digestivo. Las bacterias endémicas del sistema gastrointestinal, así mismo microorganismo o moléculas suministrados vía oral, estimulan el sistema inmune de las aves. “El género *Lactobacillus*, ligado a enterocitos, reduce la producción de células citoquinas inflamatorias” (McCracken, Ning, Mackie, & Gaskins, 1996). Según Barragán (2000), la etapa crítica para la salud intestinal de los pollos de engorde, se da entre los 14 y 30 días de edad, durante este periodo se determina la microflora intestinal adulta de las aves. Además, el manejo y la alimentación adecuadas en este periodo, es indispensable para lograr un resultado técnico óptimo de los pollos de engorde al final del ciclo, durante esta etapa, se debe enfocar los mayores esfuerzos, para lograr una población bacteriana estable (Castro, 2014).

### **Aspectos generales de la Dalia.**

Las dalias (*Dahlia coccinea* Cav.), de la familia de las COMPOSITAE, son procedentes de los climas fríos como los valles altos, de suelos arcillosos, su nombre precede del botánico Andreas Dahl, la finalidad de esta planta era

ornamental y alimentario, por la forma de sus raíces tuberosas comestibles (Maza, 2015).

La planta de dalia, ha sido cultivada, comercializada y mejorada genéticamente, por sus características ornamentales, más allá de sus particularidades visibles, esta planta posee en sus raíces reservas de hidratos de carbono en forma fructanos como la inulina que por sus características es considerada un prebiótico (Legorreta S. , 2016).

El autor (Widowati, 2007), señala que la raíz de dalia posee aproximadamente el 85 % de carbohidratos, y de un 52 hasta un 83% son inulina, esto varía según varios factores, pero el más destacado es que depende el estado de madurez de la raíz.

### **Prebióticos**

Según Gibson, G. R., (2017), por los constantes avances clínicos y científicos, definen el termino prebiótico como “Un sustrato que se utiliza selectivamente por los microorganismos hospedadores, que otorgan un beneficio de bienestar y de salud. Esta definición aplica para prebióticos de uso humano y animal.

Gibson, G. R., & Roberfroid, (1995). Mencionan que estas sustancias tienen un gran potencial, para satisfacer y mejorar una microflora gastrointestinal benéfica para la salud, ya que surgen cambios en la composición del microbiota del intestino.

En un ensayo (Ortiz L. V., 2011), señala que el uso de prebióticos en la alimentación de aves de engorde puede ser una alternativa viable al uso de antibióticos promotores de crecimiento. Además, menciona que la inclusión de los fructanos tipo inulina, no solo puede generar efectos positivos a nivel

gastrointestinal, sino también a nivel general o en parámetros zootécnicos, tales como mejorar la conversión alimenticia, ganancia de peso, disminución del porcentaje de mortalidad.

El grupo de los prebióticos, en la nutrición animal son considerados importantes por su capacidad de erradicar organismos nocivos que se encuentran presentes en el ambiente intestinal, debido a esta capacidad que presenta, es considerado como aditivo beneficioso para aves de corral, y capaz de sustituir el uso indiscriminado de antibióticos (FAO, 2013).

El consumo frecuente de prebióticos tanto en humanos como en animales, no solo protege el microbiota intestinal, sino que mejora e incrementa la síntesis de vitaminas del grupo B, y la asimilación de minerales importantes (Serra, 2018).

### ***Características de los prebióticos***

Los prebióticos están conformados principalmente por grandes moléculas que son parte de la fibra alimentaria, principalmente por hidratos de carbono (poli y oligosacáridos) que se fermentan en la flora intestinal (Kolida, 2002).

Para que una sustancia pueda ser clasificada como un prebiótico, debe cumplir los siguientes criterios:

Su procedencia es únicamente vegetal.

No debe ser absorbida ni hidrolizada en el aparato digestivo.

Poseer selectividad por parte de las bacterias huéspedes del sistema digestivo.

Su fermentación debe provocar efectos luminales o sistémicos benéficos para el huésped (Gazoni, 2016).



Tanto la humedad, así como la temperatura, no son capaces de producir ningún efecto adverso sobre los resultados y la interacción de las mismas no genera variaciones en el prebiótico utilizado (Jaramillo, 2011).

Las sustancias que cumplen perfectamente las características, son los fructanos [Fructooligosacáridos (FOS) e inulina] y los galactanos (galactoligosacáridos o GOS), debido a que enriquecen el microbiota intestinal con *Lactobacillus* y/o *Bifidobacterium*. spp.

### **Fructanos**

Los fructanos son carbohidratos acumulados, que se encuentran en los tejidos vegetativos, principalmente en los órganos subterráneos y tallos de las plantas, tanto en monocotiledóneas y dicotiledóneas. Los fructanos se encuentran sobre todo en plantas pertenecientes a las familias ASTERACEAE y COMPOSITAE. Este compuesto está conformado de polímeros de fructosa, procedentes de la sacarosa. Los fructanos, presentan varias longitudes y estructuras de cadena con una gran complejidad de enlaces glucosídicos y fructosil, no son azúcares reductores, por ende, no son solubles en agua (Borroto, 2019). De los fructanos se derivan dos grupos importantes tales como:

### **Levanas**

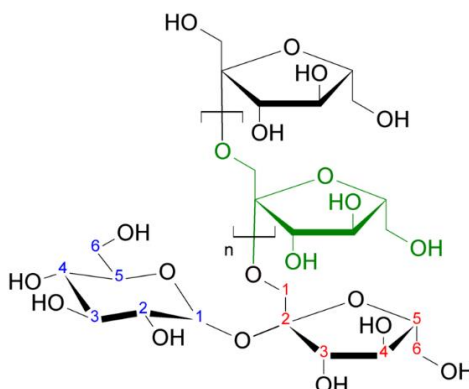
A este grupo pertenecen, los fructanos que contienen únicamente enlaces  $\beta(2,6)$ -fructosil-fructosa y son generalmente de forma lineal, también pueden presentar ramificaciones mediante enlaces  $\beta(2,1)$ . Las levanas se encuentran en las partes vegetativas de granos de invierno entre ellos trigo, centeno, avena y cebada, también están presentes en gramíneas perennes como; ray-grass, dátilo, fetusca (Borroto, 2019).

## Inulina

Las inulinas contienen a los fructanos que presentan enlaces  $\beta(2,1)$ -fructosil-fructosa, así mismo se presentan de forma lineal pero también se los encuentra con forma cíclica y ramificaciones con enlaces  $\beta(2,6)$ . Este grupo de fructanos está presente en aproximadamente 36 000 especies vegetales, debido a este existe una gran variedad de clases y concentración dependiendo de la especie (Ortiz, 2010).

**Figura 1**

*Estructura química de la inulina*



La inulina es importante, ya que pertenece a la fibra dietética de varios alimentos de origen vegetal, y se es considerada como un prebiótico. Al ser una sustancia no digerible, que afecta positivamente a la salud del hospedador estimulando el desarrollo y la actividad de bacterias benéficas del tracto gastrointestinal, como *Lactobacillus* y *Bifidobacterias* (Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B., 1995).

En las gramíneas, la inulina se encuentra en la parte aérea, sin embargo, los valores no son representativos para su desarrollo a nivel industrial. En la tabla que se detalla a continuación, se expresan los valores del contenido de inulina aproximado en plantas comestibles,

principalmente la inulina, se encuentra en la parte subterránea como; raíces, tubérculos (Flamm, 2001).

**Tabla 1**

*Contenido promedio de inulina en diferentes especies vegetales*

Espece vegetal	Inulina (g/100g base seca)
Pataca ( <i>Helianthus tuberosus</i> )	89
Achicoria ( <i>Cichorium intybus</i> )	79
Raíz de Dalia ( <i>Dahlia spp</i> )	59
Cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.)	48
Ajoporro ( <i>Allium porrum</i> L.)	37
Ajo ( <i>Allium sativum</i> )	29
Yacón ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> )	27
Espárrago ( <i>Asparragus officinalis</i> L.)	4
Cambur ( <i>Musa cavendishi</i> )	2
Centeno ( <i>Secale cereale</i> )	1

Nota: Recuperado del artículo de la revista ALAN, escrito por (Madrigal & Sangronis , 2007). en la universidad de Simón Bolívar , Caracas. “La inulina y derivados como ingredientes claves”.

### **Características físicas y químicas de la inulina**

La inulina que se extrae de especies vegetales, puede contener hasta un 10% de mono y disacáridos como la sacarosa y fructosa, por aquello se lo considera un carbohidrato. Las principales características bromatológicas de la inulina que se presentan según (Gayoso, 2018), son:

**Tabla 2.***Composición físico - química de la inulina de jícama*

Parámetro	Valor (%)
Humedad	5 a 7
Ceniza	1 a 2
Acidez	1 a 3
Proteína	0,17 a 0,20
Grasa	0

La inulina por pertenecer al grupo de los fructanos, cumple ciertos parámetros sensoriales, que determinan características similares a un carbohidrato, en un ensayo los autores (Olivarez-Echevarria, 2017), señalaron que “La inulina es de color blanco, con un sabor mínimamente dulce, de olor característico, con textura polvosa, además presenta un pH con rango de 5 a 6 y grados brix que oscila entre 9 a 10 grados”.

La inulina es considerada un polisacárido conformado por varios carbohidratos, por ende, pertenece al grupo de la fibra dietética, por lo que responde favorablemente a las reacciones coloreadas de hidratos de carbono como: Molisch, Benedict, Lugol, Fehling y la prueba de yodo (Bedoya, 2008).

***Efecto de los fructanos tipo inulina en las aves.***

La capacidad que presenta el intestino al momento de absorber y digerir alimentos, se ve influenciado por un sinnúmero de parámetros, tales como tamaño, densidad, longitud del intestino y la disposición de las vellosidades, además la densidad y el tamaño de las microvellosidades (Miles, 2006).

Velasco, S. (2010), menciona que “la inclusión de la inulina en la dieta de las aves de corral, disminuye la acumulación de grasa corporal, comprime la grasa del área abdominal, modifica positivamente los niveles de triglicéridos, reduce el colesterol y las cantidades de lipoproteínas”.

En un ensayo realizado con fructanos tipo inulina, extraídos de achicoria y aplicados en la dieta de pollos de engorde, (Yusrizal & TC Chen. , 2003), demostraron una mejora en la ganancia de peso, peso final de las aves y en el índice de conversión alimenticia. Asimismo, estos autores. (Yusrizal & TC Chen. , 2003), señalan que la adición de fructanos tipo inulina, incrementa significativamente bacterias lactobacilos y disminuye bacterias patógenas como *Campylobacter* y *Salmonella*.

### ***Beneficios de la inulina en aves***

La suplementación de inulina en aves, conlleva a un sinnúmero de beneficios, tanto sistémicos, como productivos, teniendo en cuenta que el microbiota intestinal se obtiene desde los primeros días de vida (Jaramillo, 2011).

El prebiótico tipo inulina, mantiene sano el sistema digestivo así mismo, mantienen el estado general del organismo, ya que estimula la proliferación de las bifidobacterias que ejercen una función inmunológica.

Favorece la asimilación de minerales como cinc, hierro, calcio y magnesio.

Reduce el riesgo de enfermedades irritantes e infecciones por que genera una base inmune (Serra, 2018).

### **Efectos de los fructanos tipo inulina en los parámetros productivos**

Perfeccionar la producción avícola es un objetivo fundamental ya que este parámetro, va de la mano con un incremento del peso vivo de las aves, una disminución en el índice de conversión alimenticia, reajuste de los días en los que el ave alcanza el peso comercial y un bajo porcentaje de mortalidad. Un desarrollo productivo no solo disminuye la mano de obra y la cantidad de alimento, sino que permite alcanzar una mayor producción anual, y posteriormente reducir los costos de producción (RE Austic y Nesheim, 1990).

Los postulados que existen acerca de la respuesta productiva de los pollos de engorde, son mínimos y contradictorios. Los fructooligosacáridos o inulina, añadidos mejoraban la ganancia de peso y el índice de conversión alimenticia en hembras y machos también incrementan en la ganancia de peso vivo, cuando suministraron FOS. Waldroup (1993) y Williams (2008) aplicando inulina no determinaron ningún efecto positivo en el rendimiento zootécnico de los pollos de engorde.

### **Efectos de los fructanos tipo inulina en el intestino**

Son varios parámetros que determinan la capacidad del intestino para digerir y absorber el alimento, tales como; la alometría del intestino, además la densidad, el tamaño y la disposición de las vellosidades del sistema gastrointestinal, además densidad y tamaño de las microvellosidades que hay en los enterocitos (Miles, 2006). Se supone que los compuestos tipo prebióticos, específicamente los fructanos, influyen positivamente en el desarrollo gastrointestinal. Tanto

microscópico( densidad y tamaño de microvellosidades y vellosidades) y macroscópico (extensión del intestino) (Velasco, 2010).

#### ***Efecto en la longitud intestinal.***

Parker (1974), en un ensayo sustenta que “la aplicación de prebióticos en la dieta, puede generar un incremento en la altura y la longitud de las vellosidades del intestino”. (Yusrizal & TC Chen. , 2003), señalan que la inulina en pollos de engorde, influye en los parámetros intestinales de los pollos de 42 días de edad, ya que incremento la longitud del intestino delgado y del intestino grueso. El prebiótico de tipo inulina aumento significativamente las vellosidades del duodeno, yeyuno y ciego.

#### ***Efecto en el tamaño y densidad de las microvellosidades.***

El volumen y el espesor de las microvellosidades son determinantes en la capacidad del sistema gastrointestinal para absorber y digerir el alimento. Existen escasos estudios realizados en aves al respecto. En pollos de 35 días de edad, no se encontraron modificaciones en las vellosidades del duodeno, luego de la incorporación de inulina al 10 % en el agua de bebida (Rebolé, 2010). Por ende, el factor de modificación del intestino no incremento como resultado de los cambios de las microvellosidades. Por otro lado, el autor Xu, (2003), observó un aumento en la longitud de las microvellosidades del duodeno. Esto se acontece a que la inulina por sus propiedades prebióticas, tiene la capacidad de crear un ambiente microbiano saludable y fuerte en el intestino, más que una acción sobre el tejido digestivo.

### ***Efecto en la microbiota intestinal.***

Velazco (2010), la microflora digestiva y su actividad metabólica, cumple un papel importante sobre el proceso digestivo, el aprovechamiento de los alimentos y el avance de las aves. Su contenido puede variar por muchos factores, tales como la adhesión de oligosacáridos y polisacáridos no digeribles en la alimentación, que son beneficiosos para las bacterias positivas que habitan en la microflora intestinal del consumidor.

Por esta razón es indispensable la inclusión de fructanos en la alimentación de aves, ya que por su acción bacteriostática es capaz de disminuir la población de cepas patógenas, tales como *E. Coli*, *Salmonella spp*, *Campilobacter spp.* y *Clostridium perfringens*, además, incrementar la población de bifidobacterias y lactobacilos, capaces de suministrar nutrientes al hospedador (Ortiz L. , 2010).

### **Aspectos generales de la Dalia.**

Las dalias (*Dahlia spp.*), de la familia de las COMPOSITAE, son procedentes de los climas fríos como los valles altos, de suelos arcillosos, su nombre precede del botánico Andreas Dahl, la finalidad de esta planta era ornamental y alimentario, por la forma de sus raíces tuberosas comestibles (Maza, 2015).

La planta de dalia, ha sido cultivada, comercializada y mejorada genéticamente, por sus características ornamentales, más allá de sus particularidades visibles, esta planta posee en sus raíces reservas de hidratos de carbono en forma fructanos como la inulina que por sus características es considerada un prebiótico (Legorreta S. , 2016).



El autor (Widowati, 2007), señala que la raíz de dalia posee aproximadamente el 85 % de carbohidratos, y de un 52 hasta un 83% son inulina, esto varía según varios factores, pero el más destacado es que depende el estado de madurez de la raíz.

### **Extracción líquido sólido**

Es un proceso en conjunto que radica en disolver un componente (o varios), que conforman un sólido, aplicando un disolvente adecuado que es insoluble al resto del sólido, para que esta reacción suceda es necesario que el disolvente entre en contacto con el soluto, para que de esta manera la solución y el resto del soluto se separe de la solución adherida al mismo (Fuentes, 2014).

### **Métodos de extracción de inulina**

La inulina nativa se extrae de tubérculos y raíces frescas, y son varios los métodos que se aplican para la separación de inulina, a partir de productos vegetales y se han realizado ensayos generalmente en achicoria y alcachofa. Entre ellos se destaca la trituración del producto vegetal, propagación en agua, insolubilización y precipitación utilizando alcohol al 70 % y también aplicando centrifugación, deshidratación, temperaturas bajas, entre otros métodos útiles (Leite Toneli, 2007).

La cantidad de inulina que se extrae es dependiente del método empleado, asimismo las propiedades y la concentración final. Además, este parámetro está relacionado con la familia vegetal de la especie, su forma de recolección y el estado fisiológico.

Legorreta S. (2016) recolectó dalias silvestres y sustento un nuevo método simple de extracción, en el que se aplica directamente, temperaturas

sumamente bajas, centrifugación y una suspensión para de esta manera obtener inulina nativa.

De los aspectos más importantes en el método que reporta Legorreta S. (2016), es la deshidratación en la estufa a 60°C durante 3 días, para eliminar el agua presente en los tubérculos de dalia, por consiguiente, la molienda, para obtener raíz de dalia en polvo. Posterior el autor procedió a realizar una suspensión en agua, para filtrar y así eliminar fibras y materiales insolubles finalmente el congeló a 20 °C y descongeló a temperatura ambiente, para centrifugar y realizar una separación sólido - líquido y de esta manera obtener inulina nativa en polvo.

## Capítulo III

### Metodología

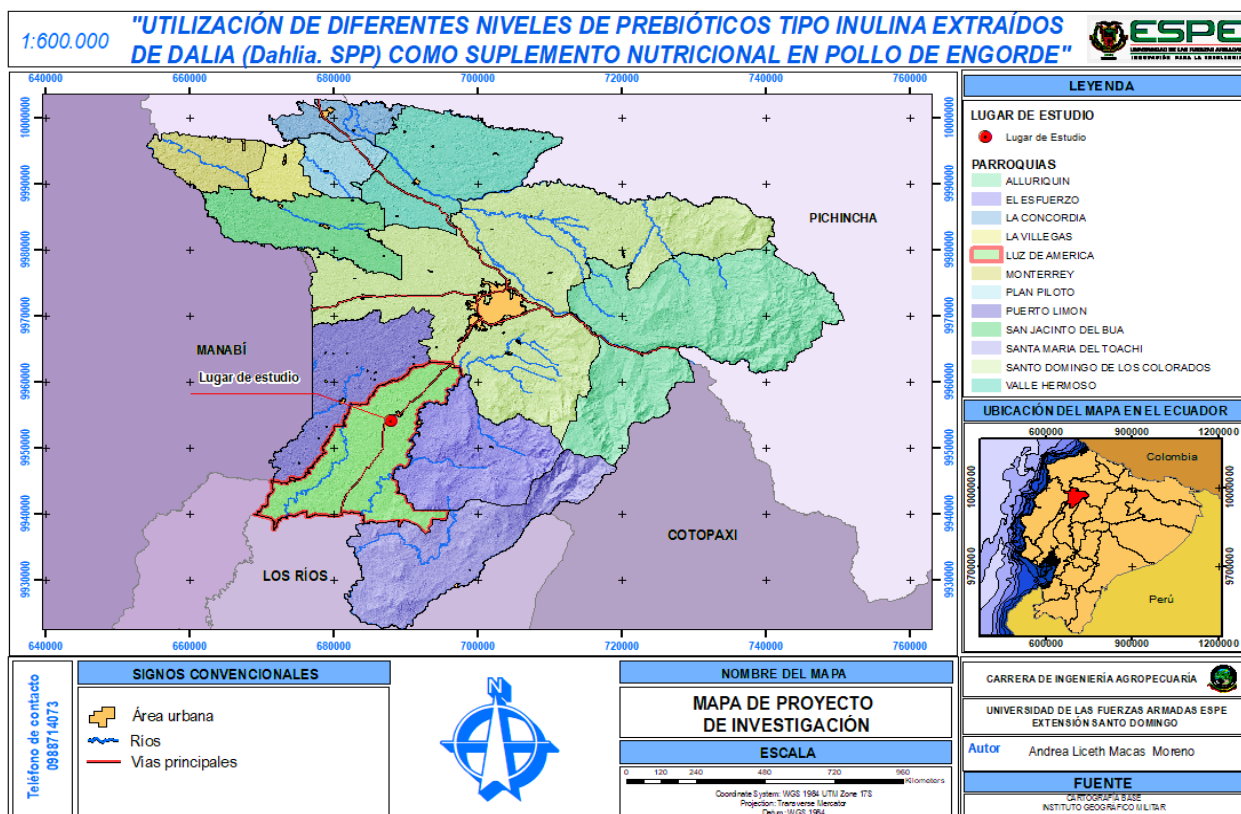
#### Ubicación del área de investigación

#### *Ubicación política*

El ensayo se realizó en la Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE”, Hacienda Zoila Luz en el área de avicultura. Ubicada en la parroquia Luz de América, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, km 24 de la vía Santo Domingo – Quevedo.

#### *Ubicación geográfica*

**Figura 2** Ubicación geográfica de la investigación.



### Ubicación ecológica

- Zona de vida: Bosque húmedo tropical, bosque verde pie montano
- Altitud: 250 m.s.n.m
- Temperatura: 23° - 26°
- Humedad relativa: 89 %
- Precipitación: 2536 mm/año
- Suelos: Franco arenoso

### Materiales

#### *Materiales para la extracción y caracterización de la inulina*

**Tabla 3**

*Materiales para la extracción de inulina*

Descripción	Cantidad
Vaso de precipitación de 1000 ml.	2
Matraz Erlenmeyer 300 ml.	1
Varilla de agitación	1
Malla N°20 (0,850 mm de apertura).	1
Papel filtro Whatman número 2	1
Tubos de ensayo con tapa de 10 ml	5

**Tabla 4**

*Insumos para extracción de inulina*

Descripción	Cantidad
Raíz de Dahlia	20 kilos
Agua destilada	4000 ml
Tierra de diatomeas	100 g

**Tabla 5***Equipos para extraer inulina*

Descripción	Cantidad
Potenciómetro	1
Agitador	1
Estufa	1
Licuadora	1
Termómetro	1
Congelador	1
Centrifuga	1

**Tabla 6***Materiales para análisis bromatológicos de la inulina*

Descripción	Cantidad
Matraz Erlenmeyer 300 ml.	1
Varilla de agitación	1
Papel filtro Whatman número 2	1
Crisol	3
Caja Petri	3
Tubos de ensayo con tapa de 10 ml	5
Vaso de precipitación de 100 ml	2

**Tabla 7***Insumos para análisis bromatológicos de inulina*

Descripción	Cantidad
Hidróxido de sodio	100 ml
Fenolftaleína	1 ml
Reactivo de Molisch	5 ml
Reactivo de Fehling	5 ml
Reactivo de Benedict	5 ml
Lugol	5 ml

**Tabla 8**

Equipos para análisis bromatológicos de la inulina

Descripción	Cantidad
Potenciómetro	1
Agitador	1
Estufa	3
Mufla	1
Termómetro	1
Equipo Kjeldahl	1

***Materiales de oficina*****Tabla 9***Materiales de oficina usados en el ensayo*

Descripción	Cantidad
Hojas A4	30
Cartulinas A3	8
Impresora	1
Computadora	1
Carpeta	1

***Materiales para la fase de campo*****Tabla 10***Material biológico para utilizar en la fase de campo*

Descripción	Cantidad
Cloro	1 L
Detergente	1 kg
Pollo bebe Cobb 500	2000
Cascarilla de arroz	500 kg
Alimento balanceado	300 sacos
Inulina nativa	3,5 kg
Vacunas	2000 dosis

**Tabla 11***Materiales para la fase de campo*

Descripción	Cantidad
Escobas	1
Bomba de fumigar	1
Cepillos	2
Hidro lavadora	1
Baldes	3
Manguera	1
Cortinas para galpón	72 m
Malla de alambre	36 m
Bombillas eléctricas	10
Bebedores manuales	12
Bebedores automáticos	32
Comederos	50
Criadoras	12
Termómetros	4
Balanza digital	1
Libreta de campo	1
Dosificador	1

**Métodos*****Fase de laboratorio.***

Para el desarrollo del ensayo fue necesario extraer el prebiótico tipo inulina de raíz de Dalia, su procesamiento y extracción se lo realizó en los laboratorios de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, ubicada en el km 24 de la vía Santo Domingo – Quevedo.

**Recolección de la muestra.**

Para obtener la raíz de dalia, se procedió a cortar el tallo y las ramas de la planta de dalia para luego desenterrar su raíz del suelo, posterior a esto se lavó con agua limpia y se secó al ambiente para seleccionar los tubérculos sanos y grandes.

**Método de extracción de la inulina nativa.**

Para la extracción de la inulina de la raíz de dalia, se utilizó la metodología reportada por (Legorreta, 2016).

Los tubérculos que se obtuvieron de las plantas de dalia se lavaron con agua a presión, de esta manera se eliminaron los residuos de tierra y partes deterioradas que quedaron en las raíces. Y se realizó el siguiente procedimiento:

Se cortaron los tubérculos de dalia en cuadros pequeños para secar en la estufa a 60 °C, durante 72 horas, luego se procedió a triturar en una licuadora, y tamizar a través de una malla metálica No. 20 (0,85 mm de apertura).

Con el producto molido que se obtuvo se preparó una suspensión en agua destilada en una proporción 10 agua : 1 raíz, con agitación continua a una temperatura de 80 °C durante 60 minutos, para mejorar la filtración se colocó 1 g de tierra de diatomea por cada 10 ml de líquido, a esta solución se la paso a través de papel filtro, y así se separó el líquido del sólido.

- Al líquido filtrado se lo colocó en un congelador a una temperatura de -20°C por 24 horas, una vez que se cumplió el tiempo se lo descongeló a temperatura ambiente.



- Al descongelar el precipitado, el líquido se separa de las partículas de inulina en polvo, y queda contenida en el agua.
- Finalmente se centrifugó el precipitado en tubos de ensayo de 10 ml durante 15 minutos a una velocidad de 3000 rpm.
- El precipitado que resulta de la centrifugación se lo colocó en una caja petri para deshidratar durante 24 horas en la estufa a 60°C.
- Al resultante se colocó en un molino eléctrico durante 20 minutos con 0,5 mm de amplitud para minimizar el tamaño de las partículas.
- Y se obtuvo 1kg inulina nativa en polvo, por cada 15 kilos de tubérculos de dalia .

#### ***Análisis organoléptico del prebiótico tipo inulina.***

Una vez obtenida la inulina nativa, se procedió a realizar análisis sensoriales como : ocolor, sabor, aroma, textura.

#### ***Análisis físico – químico del prebiótico tipo inulina.***

Al polvo que se obtuvo se le realizaron análisis físicos y químicos para determinar las características presentes en el prebiótico, el pH aplicando la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 526, para la acidez se aplicó la norma INEN 521:2013, para el cálculo de la humedad, se utilizó la balanza determinadora de humedad METTLER TOLEDO J33.

Además, se realizaron reacciones químicas para verificar la presencia de fructanos en el prebiótico tipo inulina, tales como: Reacción de Molisch, Benedict, Lugol, Fehling y la prueba de yodo.

### **Diseño experimental**

#### **Factores a probar.**

En el ensayo se utilizó un solo factor, que fue la aplicación del prebiótico tipo inulina en diferentes dosis en el agua de bebida de pollos de engorde.

#### **Tratamientos a comparar.**

Se aplicaron cuatro tratamientos de los cuales tres son provenientes de las dosis del prebiótico tipo inulina, y el testigo que no contiene prebióticos.

#### **Tabla 12.**

*Tratamientos que se compararon en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Tratamientos	Descripción de los tratamientos
T0	Testigo
T1	Prebiótico tipo inulina extraído de Dalia 10 g litro
T2	Prebiótico tipo inulina extraído de Dalia 20 g litro
T3	Prebiótico tipo inulina extraído de Dalia 30 g litro

Nota: En esta tabla se detallan los niveles del prebiótico, empleados en el ensayo .

#### **Tipo de diseño.**

El diseño que se aplicó en esta investigación, fue un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), su modelo lineal es:

$$y: u + b + t + e$$

**Donde:**

*y*: Variable a medir

*u*: Media general

*b*: Efecto del bloque

*t*: Efecto de los Tratamientos

*e*: Factor error experimental

En este ensayo se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2020, para comprobar si existieron diferencias significativas en las dosis del prebiótico tipo inulina en el agua de bebida en pollos de engorde.

**Repeticiones.**

Se aplicaron cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, por lo que se obtuvo un total de 16 unidades experimentales. El ensayo se aplicó en cuatro galpones teniendo en cuenta que cada galpón se consideró como un bloque.

### Características de las Unidades Experimentales.

**Tabla 13.**

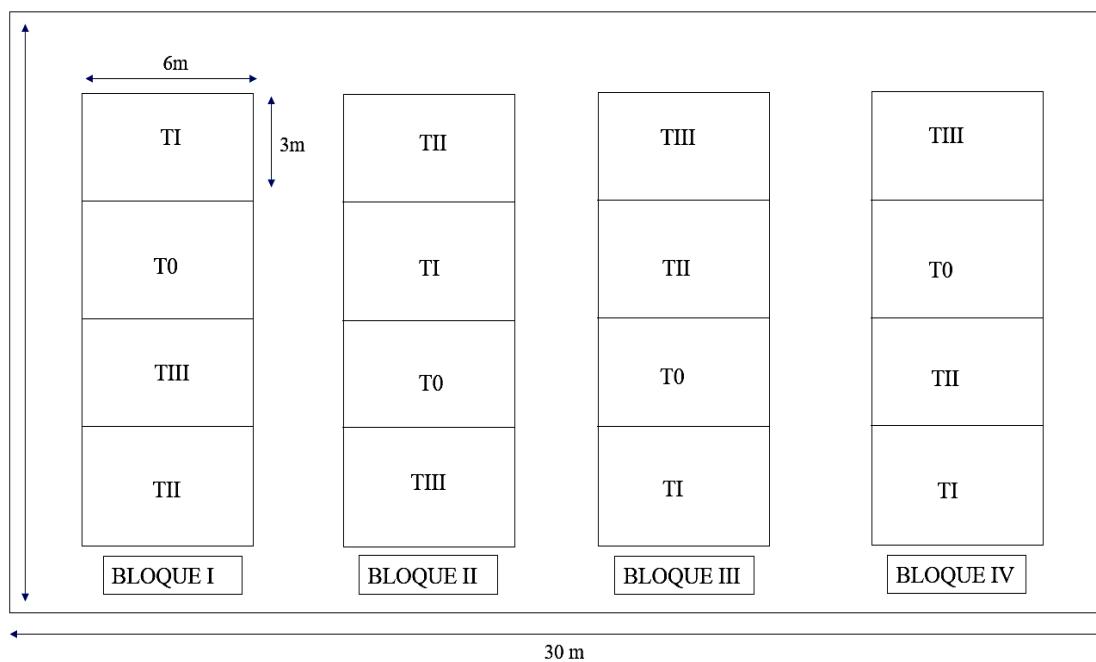
*En esta tabla se detalla las características de las unidades experimentales de la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Parámetro	Cantidad
Número total de aves en el ensayo	2000
Número de aves por tratamiento	500
Número de aves por UE	125
Número de aves evaluadas	25

### Croquis del diseño experimental.

**Figura 3.**

*Croquis de campo utilizado en el ensayo.*



### Esquema del análisis de varianza

**Tabla 14.**

*Esquema del análisis de varianza para la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Factor de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	p-valor
Bloque		3		
Dosis de Inulina		3		
P. Lineal		1		
P. Cuadrático		1		
P. Cubico		1		
Error experimental		9		
Total		15		
Coeficiente de variación (%)				

#### Coeficiente de variación.

Con la siguiente formula se calculó el coeficiente de variación:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{X} 100$$

Dónde:

$CV$  = Coeficiente de variación.

$CMe$  = Cuadrado medio del error experimental.

$X$  = Promedio de tratamiento

#### Análisis funcional

Se aplicó la prueba de tukey con el 5 % para medias significativas, además se aplicó polinomios ortogonales lineal, cuadrático y cubico entre los tratamientos y el testigo.

### **Análisis económico**

La evaluación económica se realizó tomando en cuenta los costos de producción de cada tratamiento en relación a la producción de carne al final del ciclo.

### ***Variables a evaluar***

#### **Desarrollo del peso semanal de los pollos**

Se tomó el peso de los pollos en gramos con una balanza electrónica, semanalmente desde la llegada hasta la semana 6, que alcanzaron su peso final o comercial. Se registraron los pesos promedios de cada unidad experimental tomando como muestra 25 pollos.

#### **Ganancia de peso**

La ganancia de peso fue evaluada en gramos, determinada por la diferencia de pesos semanales de los pollos de engorde.

#### **Índice de conversión alimenticia**

Se evaluó semanalmente, mediante el control diario de consumo de alimento de cada tratamiento y finalmente aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de conversión Alimenticia (ICA)} = \frac{\text{Alimento consumido (Kg)}}{\text{Carne producida (Kg)}}$$

#### **Microvellosidades**

Para determinar histológicamente las microvellosidades del intestino de los pollos, se sacrificaron 16 pollos con 42 días de edad, y se tomó la muestra del duodeno con una longitud de 2 cm y se colocó en una solución de formol al 10 % , posteriormente se etiquetó y se envió las

muestras al Laboratorio "AnimaLab". Las medidas solicitadas para la placa histológica fueron altura, ancho y profundidad de las microvellosidades.

### **Identificación de lactobacillus en las heces de los pollos.**

Para determinar la presencia de bacterias lactobacillus en las heces de los pollos, se tomó la muestra fresca de las heces y se colocó en una caja para posteriormente realizar la siembra en el medio de cultivo AGAR MRS. Y se evaluar por cantidad de colonias formadoras en cada caja.

### ***Métodos específicos de manejo del ensayo.***

#### **Bioseguridad de los galpones.**

Para disminuir la propagación de agentes patógenos dentro de los galpones, se realizó una limpieza y desinfección quince días antes de la recepción de los pollitos. En la parte externa se colocó un herbicida quemante con el fin de eliminar malezas.

Se lavaron los bebederos y comederos bebe con abundante agua y detergente, para eliminar polvo y demás suciedad, de la misma manera se procedió a limpiar los coherederos y bebederos adultos.

Dentro del galpón, se procedió a barrer el piso para retirar residuos de la camada anterior, con un flameador se quemaron restos de plumas, piolas y escombros sobrantes en el piso y paredes del galpón. Luego se lavaron las paredes y esquinas con una escoba, detergente y agua a presión. Para esterilizar el galpón completamente se pasó nuevamente el flameador y se colocó una capa abundante de cal viva en el piso. Posteriormente se colocó una cama de cascarilla de arroz a una

altura de 5 cm y las cortinas totalmente arriba, para finalmente fumigar con formol en una dosis de 3 litros en 20 litros de agua.

### **Recepción de los pollitos**

Antes de recibir los pollitos, se armaron las cunas con saquillos y malla de alambre con un diámetro de tres metros, dentro de esta se colocó los bebederos y comederos, cuatro horas antes de la recepción se instaló la criadora, para mantener una temperatura de 33 °C, además se colocó alimento ad libitum y en el agua se colocó anti estresante Vitamax en dosis de 28 g por cada 200 litros de agua.

Durante la recepción de las aves se efectuó el pesaje y análisis de pollitos, para verificar si había pollitos muertos o enfermos, de la misma manera se constató cicatrización de ombligo y plumaje y se colocó en .

Transcurridas las 16 horas de la recepción de las aves se procedió al pesaje en una gramera.

### **Manejo de la temperatura**

La temperatura ambiente de los galpones, se controló según la tabla de requerimientos de los pollos COBB-500 como lo muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 15**

*Tabla de requerimiento de temperatura de pollos COBB-500*

Edad en Días	Temperatura °C
1 a 3	32-34
4 a 7	30-31
8 a 15	29
16 a 18	28
19 a 21	28-26



22 a 24	26-24
25 a 27	24-22
28 en adelante	21-20

Nota: *Esta tabla fue tomada de Broiler-guide-2019-ESP-WEB-2.22.2019.*

Los primeros 14 días, se mantuvieron encendidas las criadas durante la noche y en el día apagadas, para mantener la temperatura adecuada para los pollitos bebés, posteriormente se retiraron las criadoras y se mantuvo la temperatura con ayuda de las cortinas.

#### **Manejo de Cortinas y ventilación.**

Las cortinas se mantuvieron arriba durante los primeros 10 días de producción, en el día 11 se bajaron una cuarta parte para otorgar ventilación al galpón y reducir los niveles de amoníaco. Del día 18 al 21 las cortinas se mantuvieron hasta la mitad y finalmente en el día 22 se retiraron por completo., para que tengan una ventilación constante por que la producción de amoníaco incrementa, además se procedió a encender los ventiladores de 7 a 8 horas diarias.

#### **Programación de luz.**

En todos los tratamientos se manejó el mismo programa de iluminación , durante los primeros 7 días se proporcionó 24 horas de luz, los 10 días siguientes se suministró 18 horas de luz y 6 de oscuridad. Ya siendo la tercera semana de crianza se manejó 12 horas luz y 12 horas de oscuridad.

**Alimentación y agua de bebida.**

El balanceado se suministró según la etapa que fueron: inicial y engorde, de acuerdo a la tabla de alimentación de la línea COBB-500, el alimento balanceado se lo colocó en una sola ración diaria por las mañanas. El agua de bebida de los pollos se suministró ad libitum y se limpiaron los bebederos a diario con la ayuda de una esponja, además para incentivar el consumo de agua y la elongación de los pollos se incrementó el nivel de los bebederos dos veces por semana.

**Control de camas y espacio.**

Tres días después de la llegada de los pollitos, se removieron las camas con la ayuda de un rastrillo, para evitar la acumulación de amoníaco se continuó removiendo la cama pasando un día. A los 5 días de crianza se procedió a incrementar el espacio ocupando 50 pollos por m<sup>2</sup>, a partir del séptimo día, se dividió el galpón que representaba un bloque en cuatro tratamientos. Una vez señalizados e identificados se desinfectó con cal y se pasó el flameador, para de esta manera mantener la inocuidad de la cama. Y se colocaron 125 pollos en cada división.

**Plan de vacunación.**

El plan de vacunación, es indispensable para prevenir enfermedades virales y de rápida diseminación, por ello se ejecutó de la siguiente manera:

**Tabla 16.**

*Plan de vacunación aplicado en los pollos de engorde del ensayo.*

Enfermedad	Método de vacunación	Día de vacunación	Observaciones
(Newcastle) sota + (Bronquitis), BURSINE (Gumboro).	ON	Día 8	Se aplicó New-Brown y Gumbo-Vac. Una dosis de vacuna por ave.  Se retiró el agua de bebida 2 horas antes para estimular el consumo de agua
Newcastle) sota + (Bronquitis), BURSINE (Gumboro).	AG	Día 15	y Se aplicó el refuerzo con New-Brown y Gumbo-Vac con 3 g de leche en polvo por litro de agua.

Nota: ON: Ocular Nasal; AG: Agua de Bebida

### **Protocolo del prebiótico**

Para suministrar prebióticos en el agua de bebida y evitar el estrés de las aves, se efectuó una adaptación, realizando un hoyo en la tapa de una botella plástica de un litro para encajar una venoclisis y que se dirija hacia el bebedero automático y se junte con el agua de bebida.

Para preparar la solución madre de cada tratamiento y sus respectivos bloques, se procedió a pesar las dosis y disolver el polvo revolviendo de forma constante para luego colocarla en cada botella.

**Tabla 17**

*Protocolo para la aplicación de prebiótico tipo inulina en el agua de bebida de pollos de engorde.*

Tratamiento	Dosis (g/L)	Total de prebiótico para los tratamientos con sus repeticiones (g/día)
Testigo	SP	0
TI (Inulina 10 g)	10	80
TII (inulina 20 g)	20	160
TIII (Inulina 30 g)	30	240

Nota: En cada división, se colocaron dos bebederos, es decir dos litros de agua con prebiótico por cada unidad experimental. Para la solución madre se tomó en cuenta los tratamientos con sus respectivos bloques.

SP: Sin Prebiótico.

Se aplicó un total de 480 g diarios de inulina a partir del día 8 hasta el día 40 del ciclo de producción de las aves, utilizando un total de 15,40 kg.

## Capítulo IV

### Resultados y discusiones

#### Características físicas y químicas del prebiótico tipo inulina extraído.

**Tabla 18.**

*Características físicas y químicas del prebiótico tipo inulina extraído de raíz de dalia en el laboratorio.*

Parámetro	Resultado	Unidad	Método de análisis utilizado
pH	5,51	-	Norma INEN 526
° Brix	10,3	(grados)°	Refractómetro
Humedad	4,2	%	Balanza determinadora de humedad METTLER TOLEDO J33.
Acidez	0,68	%	Norma INEN 521:2013
Ceniza	0,9	%	Norma INEN 521:2013
Presencia de carbohidratos y fibras insolubles	Positivas	Color	Reacción de Molisch – Benedict – Lugol – Fehling y Yodo

Nota: Los parámetros físicos y químicos se determinaron del polvo de inulina nativa que se obtuvo a partir de raíz de dalia.

En la tabla 18, se indican los parámetros físicos y químicos que presentó el prebiótico tipo inulina obtenido de raíz de dalia, en los cuales se evidencia un pH de 5,51 el cual se encuentra dentro del rango de 5 a 6 que reporta (Gayoso, 2018) en un ensayo realizado en inulina extraída de jícama, por otra parte, el mismo autor determina que el rango de ceniza es de 1 a 2%, y el producto de la extracción presentó 0,97% lo que se aleja apenas 0,03 % del estimado, sin embargo es un valor aceptable. Además, las reacciones coloreadas que se

efectuaron para determinar la presencia de hidratos de carbono, resultaron positivas, esto debido a que la reacción sucede al momento que el reactivo entra en contacto con polisacáridos como los fructanos, específicamente con fibras insolubles, por aquello se corrobora con (Bedoya, 2008), que determinó a la inulina como polisacárido perteneciente a la fibra dietética capaz de reaccionar favorablemente a las pruebas cualitativas como Molisch, Benedict, Lugol, Fehling y la prueba de yodo. Por lo que el autor (Widowati, 2007) evidenció que dalia contiene en sus raíces un 85 % de carbohidratos y de un 52 a un 82 % es inulina. Conjuntamente los demás parámetros evaluados se encuentran dentro de los rangos establecidos en una inulina comercial. De acuerdo con los resultados obtenidos se puede determinar que el producto extraído es inulina en polvo nativa de buena calidad por las características bromatológicas que presentó.

### **Características organolépticas del prebiótico tipo inulina.**

**Tabla 19**

*Características evaluadas del prebiótico tipo inulina extraído de raíz de dalia.*

Parámetro	Resultados
Color	Blanco hueso
Olor	Típico
Sabor	Ligeramente dulce
Textura	Polvo fino granulado

Durante el proceso de extracción, existen varios parámetros, que determinan la calidad del producto obtenido, de este modo en la tabla 19 se expresa las características organolépticas del prebiótico tipo inulina que se extrajo en el laboratorio, lo que demuestra que el procedimiento empleado en el ensayo de acuerdo (Legorreta S. , 2016).

### Peso semanal de los os pollos

**Tabla 20.**

*Análisis de varianza de la variable peso semanal evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios y significancia /semanal de la variable peso											
		Semana 1	p-valor	Semana 2	p-valor	Semana 3	p-valor	Semana 4	p-valor	Semana 5	p-valor	Semana 6	p-valor
Bloques	3	12,23	0,4933 ns	0,79	0,5304 ns	520,06	0,5230 ns	1250,56	0,1576 ns	3809,23	0,1148 ns	1621,17	0,8631 ns
Dosis de inulina	3	4,9	0,7925 ns	8,62	0,0052 *	2064,56	0,0772 ns	2918,23	0,0243 *	23040,06	0,0006 **	121432,83	0,0004 **
P. Lineal	1	3,61	0,6251 ns	661,25	0,0013 *	5297,51	0,0188 *	8466,61	0,0038 **	65494,01	0,0001 **	348216,05	<0,0001 **
P. Cuadrático	1	0,56	0,8462 ns	90,25	0,1243 ns	588,06	0,3655 ns	3,06	0,9431 ns	1173,06	0,3924 ns	14042,25	0,1795 ns
P. Cubico	1	10,51	0,4106 ns	61,25	0,1961 ns	308,11	0,5077 ns	285,01	0,4967 ns	2453,11	0,2262 ns	2040,2	0,5925 ns
Error	9	14,12		31,42		19,56		568,23		1453,56		6627,56	
Total	15												
Coefficiente de Variación (%)			2,25		1,08		2,51		1,5		1,69		2,93

Nota: En esta tabla se muestra el resumen de los adevas semanales, referente al peso de los pollos Cobb 500 de la evaluación. Probabilidad (Ns: no significativo, \* significativa, \*\* altamente significativa).

En base al análisis de varianza se indica que en la fuente de variación dosis de inulina, la semana uno y tres, no mostraron diferencia significativa, mientras que en la semana dos y cuatro se presenta una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) finalmente se indica que en la semana 5 y 6 existe diferencia altamente significativa por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta que las dosis de prebióticos tipo inulina influyen en los parámetros zootécnicos de la crianza de aves de engorde.

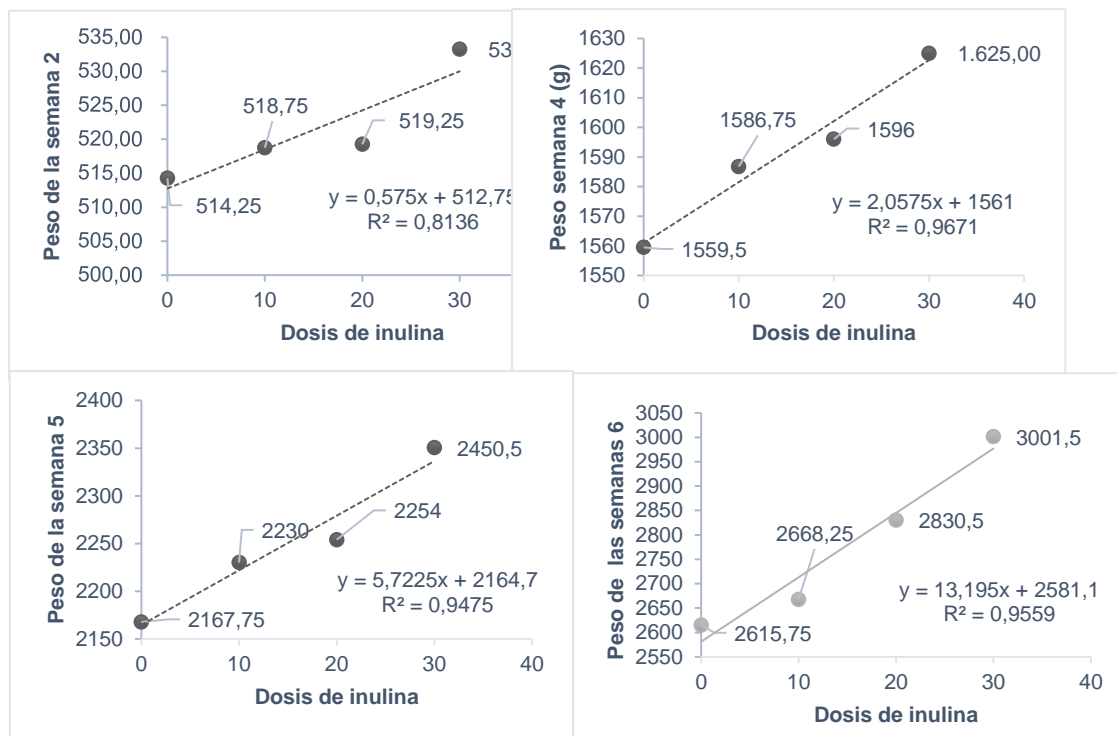
En el cálculo de los polinomios ortogonales, se observa que la tendencia de la ecuación presenta un modelo lineal en la semana 2 y 3 demostrando diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), y para las semanas 4, 5 y 6 se presenta una diferencia altamente significativa en el polinomio lineal.

Además, los coeficientes de variación obtenidos en las 6 semanas del ciclo productivo, son 2,25 %, 1,08%, 2,52 1,50 % , 1,69 % y 2,93%, respectivamente, estos valores se encuentran dentro de los rangos establecidos para experimentos semi controlados y demuestran confiabilidad en los datos.

**Figura 4.**



Regresión lineal del peso de la semana 2, 4, 5 y 6 de la variable peso evaluado en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.



La figura 4 indica que el comportamiento de las dosis de inulina fue en tendencia lineal en las semana 2,4,5 y 6, además se observa que en las 4 semanas el T3 (30 g) presentó mejores resultados de peso, mientras que el testigo (0 g), el T1 (10 g) y T2 (20 g), presentaron promedios más bajos durante la etapa de engorde, así mismo el T3(30 g) alcanzó un peso final promedio de 3001,5 g que se halla por encima del el rango de los promedios considerados como óptimos según (COBB VANTRESS, 2020).

Por lo tanto, se determina que la variable peso es dependiente de la dosis de prebiótico tipo inulina extraído de raíz de dalia, y se destacan que a medida que se incrementa la dosis, los pollos presentan pesos más altos con respecto a un sistema convencional de crianza, no obstante, esto se

correlaciona al consumo de prebióticos formó un sistema gastrointestinal sano y capaz de asimilar mejor vitaminas y minerales.

FAO (2013), determinó que la adición de prebióticos, en la dieta de los animales son favorables por su capacidad de erradicar organismos patógenos que se encuentran presentes en el ambiente intestinal. Además, Barragán (2000), destaca que la salud intestinal de los pollos de engorde, presenta una etapa crítica entre los 14 y 30 días de edad, durante este periodo se determina la microflora intestinal adulta de las aves. Asimismo, el manejo y la alimentación adecuadas en este periodo, son indispensable para lograr un resultado técnico óptimo de los pollos de engorde al final del ciclo.

De esta manera se determina que el consumo de inulina al 30 g, provoca en los pollos de engorde, alcanzar el peso comercial en menos días, ya que en la semana 5 las aves sometidas a este tratamiento presentaron un peso promedio de 2450,50 g, que oscila alrededor de 2500 g que para algunas industrias alimentarias ya es requerido y aceptable para el faenamiento datos que concuerdan con Austic & Nesheim (1990), que mencionan que la inclusión de inulina en la alimentación de las aves de engorde provoca un reajuste de los días en los que logran el peso comercial.

### Ganancia de peso semanal

**Tabla 21**

*Análisis de varianza de la variable Ganancia de peso semanal evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios y significancia /semanal de la variable peso											
		Semana 1	p-valor	Semana 2	p-valor	Semana 3	p-valor	Semana 4	p-valor	Semana 5	p-valor	Semana 6	p-valor
Bloques	3	0,96	0,4003 ns	0,91	0,5811 ns	574,11	0,5656 ns	62,01	0,3545 ns	84,9	0,1276 ns	14,58	0,9713 ns
Dosis de inulina	3	0,46	0,6768 ns	4,5	0,0666 ns	835,91	0,4184 ns	26,79	0,6721 ns	272,27	0,0067 *	990,88	0,0238 *
P. Lineal	1	0,19	0,4365 ns	11,58	0,0159 ns	2191,37	0,1321 ns	56,95	0,3156 ns	774,33	0,0010 **	2606,5	0,005 *
P. Cuadrático	1	0,09	0,5988 ns	1,5	0,3141 ns	219,78	0,6127 ns	21,21	0,5329 ns	4,63	0,7216 ns	210,69	0,3215 ns
P. Cubico	1	0,18	0,4547 ns	0,42	0,5875 ns	96,58	0,7361 ns	2,21	0,8388 ns	37,85	0,3206 ns	155,46	0,391 ns
Error	9	0,29		1,32		18,92		50,43		112,56		191,47	
Total	15												
Coeficiente de Variación (%)		3,03		2,27		6,22		8,62		6,26		8,19	

Nota: En esta tabla se muestra el resumen de los adevas realizados semanalmente, referente a la ganancia de peso de los pollos Cobb 500 de la evaluación. Probabilidad (ns: no significativo, \* significativa, \*\*: altamente significativa).

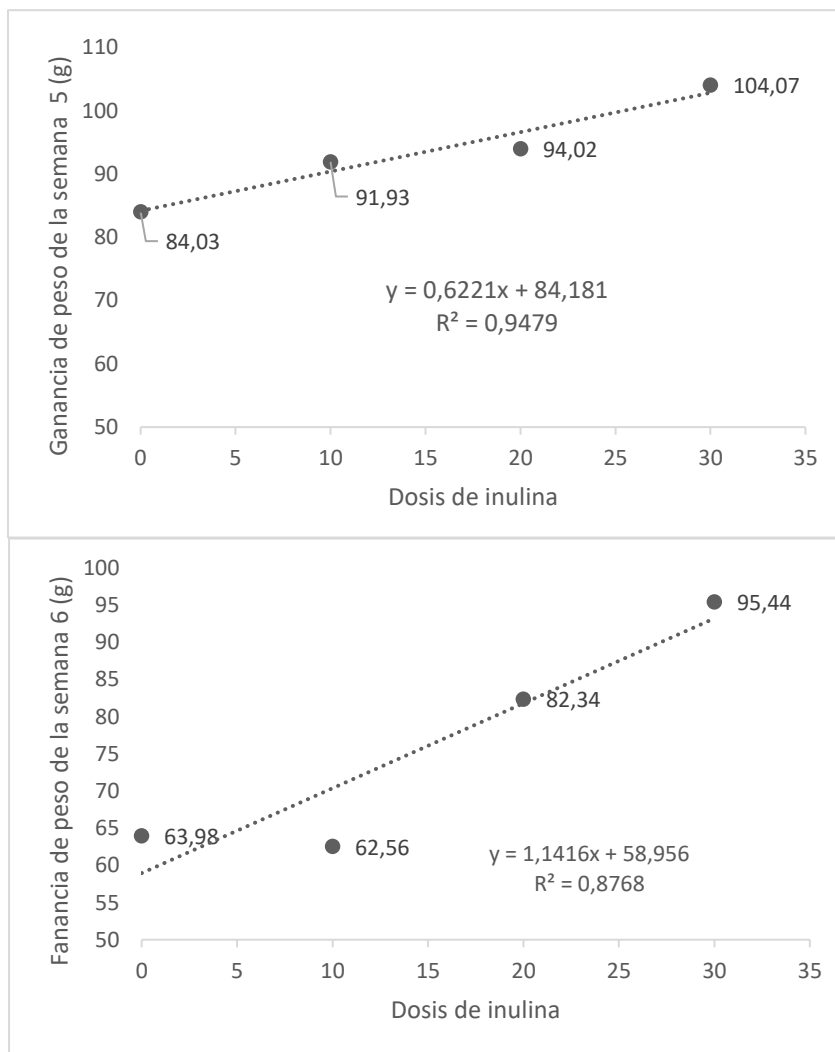
Según el análisis de la tabla 21, que corresponde a la ganancia de peso de pollos de engorde, en ninguna de las fuentes de variación se presenta diferencia significativa ( $p < 0,05$ ), frente a la aplicación de inulina en el agua de bebida de las aves durante las semanas 1, 2 y 3, en cuanto a lo obtenido se concuerda con Waldroup (1993) y Williams (2008) que aplicaron niveles de 5 y 12 % de inulina en la dieta de pollos de engorde en la etapa inicial de crianza y no comprobaron ningún efecto positivo en el rendimiento zootécnico de los pollos de engorde. Por otra parte, los coeficientes de variación al ser menores de 6,22 demuestran la confiabilidad de los datos obtenidos en el ensayo.

En base al análisis de varianza que se presenta en la tabla 23, la semana 4 del desarrollo de las aves no demostró diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) en ninguna fuente de variación, mientras que en la dosis de inulina de la semana 5 se presentó una diferencia altamente significativa, y en la semana 6 una diferencia significativa, aceptando la hipótesis alternativa que menciona que las dosis de inulina influyen en los parámetros zootécnicos de las aves de engorde.

En el análisis de los polinomios ortogonales se aprecia que la ecuación de las dosis de inulina se ajusta a un modelo lineal, tanto en la semana 5 como en la semana 6, conjuntamente los coeficientes de variación se encuentran dentro los rangos aceptables para ensayos bajo condiciones semi controladas.

**Figura 5**

Regresión lineal de la variable Ganancia de peso de la semana 5 y 6 en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (*Dahlia spp.*) como suplemento nutricional en pollos de engorde.



En la figura 5, se observa que en la fuente de variación dosis de inulina se presenta una tendencia lineal. Determinando así que el testigo presentó una menor ganancia de peso en las dos semanas teniendo un incremento de peso diario promedio de 84,03 g, y en la semana 6 desciende y presenta un valor de 63,98 g diario de peso, de la misma manera los tratamientos 1(10 g) y 2(20 g) demuestran ganancias peso bajas en comparación al T3(30 g)

Los postulados existentes sobre la respuesta productiva de los pollos de engorde frente al consumo de prebióticos son reducidos y contradictorios.

Ammerman (1989) realizó un ensayo con diferentes concentraciones de inulina extraída de achicoria añadidas en la dieta de las aves, en el cual demostró que la inclusión del 32 % de prebiótico tipo inulina en la alimentación genera un incremento de peso vivo en los pollos. Así mismo Yusrizal & TC Chen (2003), encontraron que los fructooligosacáridos de tipo inulina, añadidos en una concentración de 10 g /kg, mejoraban la ganancia de peso de aves de engorde. Xu & Al. (2003) observaron incremento en la ganancia de peso vivo, cuando suministraron FOS (fructanos) en 25 g al lote testigo.

Datos que concuerdan con los obtenidos en el ensayo realizado con dosis de inulina obtenida a partir de raíz de dalia, en el cual se determina que en la semana 5, el T3(30%), evidencia una mayor ganancia de peso diario obteniendo un promedio de 104,07 g, de la misma forma en la semana 6, el resultado promedio es de 95,44 g siendo superiores al resto de tratamientos mencionados, resultando así que la variable ganancia de peso en la etapa de finalización, depende de la dosis de prebiótico tipo inulina.

Este fenómeno acontece debido a la variación que provocan los prebióticos a nivel intestinal ya que al ser una especie de sustrato benéfico para la población bacteriana intestinal de las aves forma un sistema gastrointestinal saludable y una mejor asimilación de nutrientes.

## Índice de conversión alimenticia

**Tabla 22.**

*Análisis de varianza de la variable Índice de Conversión Alimenticia semanal evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios y significancia /semanal de la variable Conversión Alimenticia													
		Semana 1	p-valor	Semana 2	p-valor	Semana 3	p-valor	Semana 4	p-valor	Semana 5	p-valor	Semana 6	p-valor		
Bloques	3	0,01	0,4058 ns	0,0002	0,7976 ns	0,01	0,4485 Ns	0,01	0,2709 ns	0,04	0,0905 ns	0,08	0,7597 Ns		
Dosis de inulina	3	0,01	0,5339 ns	0,0020	0,0730 ns	0,01	0,3044 Ns	0,04	0,0174 *	0,12	0,0039 **	1,2	0,0186 *		
P. Lineal	1	0,01	0,3572 ns	0,0100	0,0155 **	0,02	0,0799 Ns	0,11	0,0042 **	0,35	0,0006 **	3,370	0,0032 **		
P. Cuadrático	1	0,01	0,2696 ns	0,0004	0,4404 ns	0,0006	0,9739 Ns	0,01	0,2027 ns	0,002	0,7036 ns	0,120	0,4769 Ns		
P. Cubico	1	0,0002	0,9005 ns	0,0002	0,6013 ns	0,0017	0,5908 Ns	0,01	0,3403 ns	0,02	0,2500 ns	0,120	0,4732 Ns		
Error	9	0,01		0,0001		0,01		0,01		0,01		0,21			
Total	18														
Coefficiente de Variación (%)		7,33		2,35		5,55		5,39		6,09		9,51			

Nota: En esta tabla se muestra el resumen de los adevas realizados semanalmente referente al índice de conversión alimenticia Cobb 500 de la evaluación. Probabilidad (Ns: no significativo, \* significativa, \*\* altamente significativa).

En base al análisis de varianza, se determina que en la fuente de variación dosis de inulina, durante las tres primeras semanas del ciclo productivo no se encuentran diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), de tal manera que se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la hipótesis nula donde menciona que las dosis de inulina no influye en los parámetros zootécnicos de la producción de pollos de engorde, por otra parte los coeficientes de variación de las tres semanas son inferiores a 5,55 %, lo que demuestra la confiabilidad de los datos obtenidos en el ensayo.

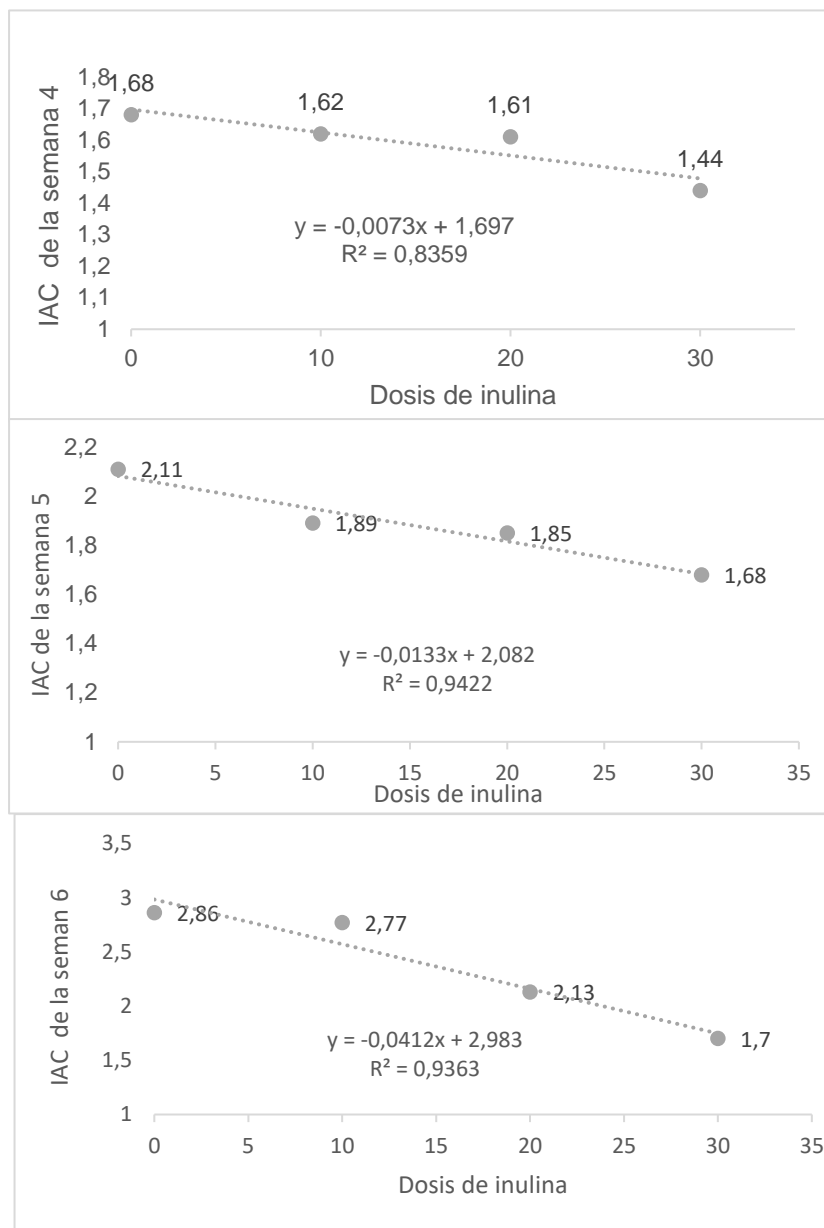
También se indica que en la semana 4 presenta diferencia significativa mientras que para la semana 6 se evidencia que en la fuente de variación dosis de inulina existe diferencia altamente significativa ( $p < 0,05$ ).

En cuanto a los polinomios ortogonales se encuentra que la tendencia de la ecuación se adapta a un modelo lineal durante la etapa de engorde, es decir en la semana 4, 5 y 6. Los datos obtenidos son respaldados por los coeficientes de variación que se muestran son 5,39 %, 6,09% y 9,51% y se hayan dentro del rango establecido para evaluaciones realizadas bajo condiciones semi controladas.



**Figura 6**

Regresión lineal de la variable índice de conversión alimenticia de la semana 4, 5 y 6 en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (*Dahlia spp.*) como suplemento nutricional en pollos de engorde



Los datos que corresponden a la variable índice de conversión alimenticia en la semana 4, 5 y 6, se resumen en la figura 6 donde se demuestra

que el lote testigo presentó los porcentajes más altos en las tres semanas, así mismo se evidencia que en el T3 (30%), mostró un índice de conversión alimenticia relativamente bajo, en la semana 4, 5 y 6 ya que el promedio fue uno 1,44%, 1,68 %y 1,7 % respectivamente.

Castro (2014), establece que la conversión alimenticia en las aves es una variable que refleja la eficiencia productiva y está determinada por la cantidad de alimento que consumen las aves y el peso que incrementa, un índice de conversión bajo refleja mejores resultados en la producción ya que significa que a menor alimento consumido refleja un mayor aumento de peso.

En los datos obtenidos se indica una excelente conversión alimenticia en el T3(30 g) durante toda la etapa de engorde, por ende, se acepta la hipótesis alternativa donde señala que las dosis de inulina influyen en los parámetros zootécnicos de la producción de pollos de engorde

Esto se correlaciona al consumo de prebióticos tipo inulina ya que al ser suministrado como un aditivo nutricional sus propiedades hacen que el sistema digestivo sea más saludable, además mejora la capacidad de absorber y digerir alimento , se concuerda con los autores Duong, & Froebel (2019), que evidenciaron un mejor índice de conversión alimenticia en aves que consumían prebióticos.

## Porcentaje de Mortalidad

**Tabla 23**

*Análisis de varianza del Porcentaje de mortalidad evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Factor de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	p-valor	
Bloque	3,32	3	1,11	0,051	ns
Dosis de Inulina	38,84	3	12,95	<0,0001	**
P. Lineal	33,8	1	33,8	<0,0001	**
P. Cuadrático	3,24	1	3,24	0,0085	**
P. Cubico	1,8	1	1,8	0,0341	*
Error experimental	2,6	9	0,29		
Total	83,6	15			
Coeficiente de variación	26,22%				

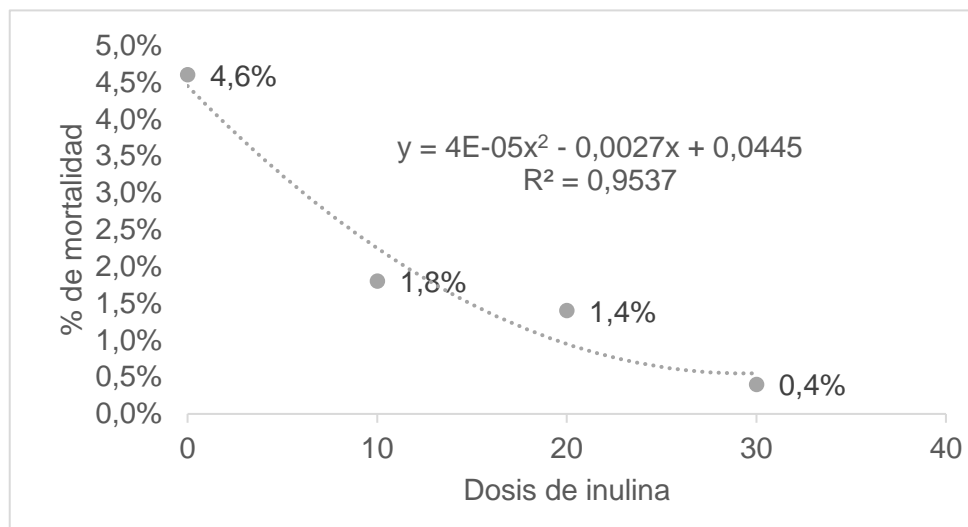
Nota: la variable mortalidad fue evaluada en porcentaje, durante todo el ensayo. Probabilidad (Ns: no significativo, \* significativa, \*\* altamente significativa).

En la tabla 23, se muestra el análisis de varianza realizado para la variable mortalidad, el cual indica que existe diferencia altamente significativa (<p-valor) en la fuente de variación dosis de inulina, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y corrobora que las dosis de inulina influyen en los parámetros zootécnicos de los pollos de engorde.

En el estudio de los polinomios ortogonales, se muestra que la tendencia de los datos se ajusta a un modelo lineal y cuadrático, mostrando diferencia altamente significativa, mientras que en el polinomio cubico, solo existe diferencia significativa y no es representativos, por otra parte, el factor de variación al ser 26,22 %, demuestra confiabilidad en los datos.

### Figura 7

*Regresión cuadrática de la variable porcentaje de mortalidad, en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde*



Nota: se muestra el porcentaje de mortalidad promedio que presentaron los tratamientos durante todo el ciclo productivo.

En la figura 7, se indican los porcentajes de la variable mortalidad en los tratamientos evaluados con diferentes dosis de inulina, concluyendo que el testigo (sin inulina), presentó un promedio de 4,6% durante el ciclo productivo, por otra parte, se observa que la mortalidad desciende a medida que la dosis incrementa, de esta manera se concluye que T3(30g) demostró un porcentaje de mortalidad sumamente bajo ya que se encuentra bajo el promedio aceptable que es de 2,5 a 3% según (COBB VANTRESS, 2020) en los pollos Cobb 500.

Esto se correlaciona al fortalecimiento de sistema inmunológico, que se torna más fuerte por al consumo de prebióticos, y es capaz de disminuir el riesgo por enfermedades infecciosas en las aves, además el consumo de prebióticos mejora la asimilación de nutrientes y vitaminas del grupo B. Lo que provocan en

el ave un mejor desempeño y disminuye el riesgo de mortalidad, no obstante, en el ensayo no se aplicó ningún tipo de antibiótico tanto en el T3(30 g), T2(20 g) y T1(10 g), mientras que en el testigo se aplicó expectorante por la presencia de ronquera y fue el lote con mayor porcentaje de mortalidad.

Datos que se coinciden con el autor Ortiz L. V. (2011), que señala que el uso de prebióticos en el agua de bebida en pollos de engorde con dosis de 25 a 35g es una alternativa factible, al uso de antibióticos promotores de crecimiento.

### Microvellosidades del duodeno

**Tabla 24**

*Análisis de varianza de las características de las microvellosidades evaluada en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Factor de variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios y significancia de las microvellosidades							
		Alto	p-valor	Profundidad	p-valor	Ancho	p-valor		
Bloque	3	2,1	0,404 ns	0,02	0,1084 ns	0,07	0,4658 Ns		
Dosis de Inulina	3	7,66	0,0471 *	0,37	<0,0001 **	1,3	0,0004 **		
P. Lineal	1	21,25	0,009 **	0,87	<0,0001 **	1,57	0,0012 **		
P. Cuadrático	1	1,56	0,3929 ns	0,03	0,0634 *	0,05	0,4441 Ns		
P. Cubico	1	0,16	0,7782 ns	0,21	0,0004 ns	2,29	0,0003 **		
Error experimental	9	1,93		0,01		0,07			
Total	15								
Coefficiente de variación(%)		7,86		12,31		6,38			

Nota: los datos se tomaron al finalizar el ciclo en pollos de 42 días de edad.

Probabilidad (Ns: no significativo, \* significativa, \*\* altamente significativa).

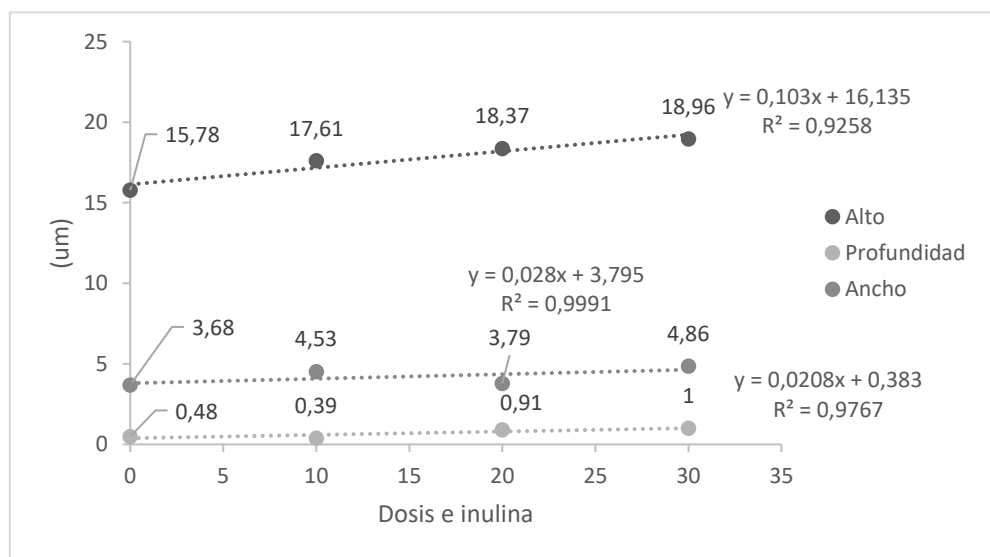
En base al análisis de varianza realizado para las características alto, profundidad y ancho de las microvellosidades, se indica que existe una diferencia altamente significativa(<p-0,05) en la fuente de variación dosis de

inulina, por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa donde menciona que las dosis de prebióticos tipo inulina influyen en los parámetros productivos de pollos engorde.

En el estudio de los polinomios ortogonales, se determina que los datos se ajustan a una tendencia lineal en las tres características. Por otra parte, los coeficientes de variación son para el alto de las microvellosidades 7,86%, mientras que para la profundidad 12,31 % y para el ancho 6,38, estos valores se encuentran dentro de los valores aceptables para ensayos bajo condiciones semicontroladas y evidencian a confiabilidad de los datos presentados.

### Figura 8

*Regresión lineal cuadrática de las características de las microvellosidades evaluadas en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde*



En la figura 8 se observa que los resultados para alto, profundidad y ancho de las vellosidades de los pollos de engorde a los 42 días de edad, los

cuales fueron favorables en T3 (30g), evidenciando valores superiores con un alto de 18,96 $\mu$ m, profundidad 1 $\mu$ m y un ancho de 4,86 $\mu$ m mientras que los datos del testigo fueron en alto 15,78  $\mu$ m, profundidad 0,48  $\mu$ m y un ancho de 3,68 $\mu$ m, T1 los valores se presentaron del alto 17,61  $\mu$ m, profundidad 0,39  $\mu$ m y un ancho de 4,53  $\mu$ m en el T2 los resultados incrementaron de la siguiente manera en alto 18,37  $\mu$ m, profundidad 0,91  $\mu$ m y un ancho de 3,79 $\mu$ m

El análisis morfométrico del ensayo según el comportamiento de las características de las microvellosidades duodenales de las aves al finalizar el ciclo productivo, en el que se evidencia que en las variables altura, profundidad y ancho de las microvellosidades, el T3(30 g), presentó los valores más altos, esto se relaciona a una mejor asimilación y aprovechamiento de los minerales y nutrientes presentes en la dieta, como lo indica Parker (1974), que plantea que inclusión de prebióticos en el agua de bebida, puede generar un incremento en la altura y la longitud de las vellosidades del intestino, por aquello existirá una mayor área para absorber nutrientes y se verá reflejado en el peso final de las aves, tal como lo indica el peso final de este estudio en el T3, donde alcanzaron un peso promedio de 3001,5 g.

Rebolé (2010), demostró que la adición de inulina en la dieta de pollos de engorde, manifestó efectos positivos a nivel de largo, ancho y profundidad de las vellosidades duodenales, con un aumento de 3  $\mu$ m en altura, 1  $\mu$ m en la profundidad y 0,75  $\mu$ m en el ancho de las vellosidades, datos que se relacionan con los de este estudio.

Parker (1974), en un ensayo sustenta que “la aplicación de prebióticos en la dieta, puede generar un incremento en la altura y la longitud de las vellosidades del intestino”. Mientras que (Yusrizal & TC Chen. , 2003),

evaluaron la inclusión en el agua de bebida, de inulina extraída de achicoria en pollos de engorde, y determinaron que influye en los parámetros intestinales de los pollos de 42 días de edad, ya que incremento la longitud del intestino delgado y del intestino grueso. El prebiótico de tipo inulina aumento significativamente las vellosidades del duodeno, yeyuno y ciego. Hecho que fue confirmado por (Ortiz L. , 2010), al evaluar la adición de inulina en el alimento de las aves en concentración de 5 a 10 g/kg.

### Conteo de lactobacillus en las heces de los pollos.

#### Figura 9

*Análisis de varianza para el conteo de lactobacillus en las heces la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Factor de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	p-valor
Bloque	260411,19	3	86803,73	<0,0001 **
Dosis de Inulina	100,69	3	33,56	0,9945 Ns
P. Lineal	218300,51	1	33,8	<0,0001 **
P. Cuadrático	41310,56	1	3,24	0,0004 **
P. Cubico	800,11	1	1,8	0,4653 Ns
Error experimental	12389,56	9	1376,62	
Total	272901,44	15		
Coefficiente de variación (%)	20,81			

Nota: los datos se tomaron al finalizar el ciclo en pollos de 42 días de edad. Probabilidad (Ns: no significativo, \* significativa, \*\* altamente significativa).

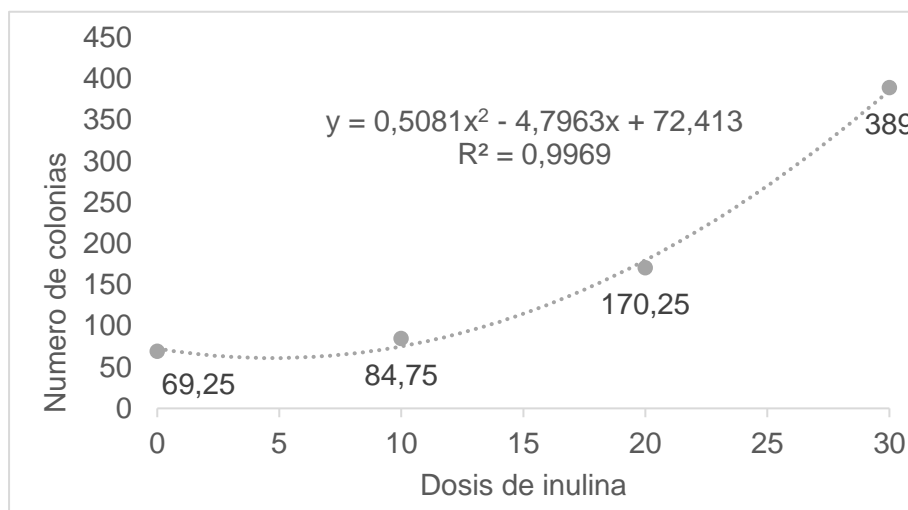
En base al análisis de varianza realizado para el conteo de lactobacillus presentes en las heces de los pollos evaluados, se determina que en la fuente de variación dosis de inulina existe diferencia altamente significativa, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que menciona



que la adición de prebióticos tipo inulina provoca cambios en los parámetros productivos de las aves. Por otra parte, en el estudio de los polinomios ortogonales se determina que existe diferencia altamente significativa para los polinomios lineal y cubico en los tratamientos. Además, el coeficiente de variación es 20,81%, lo que representa la confiabilidad de los datos del ensayo.

### Figura 10

*Regresión cuadrática del número de colonias de lactobacillus en heces evaluado en la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde*



En la figura 10, se indica una tendencia cuadrática para la población de las bacterias lactobacillus en las heces de los pollos evaluados, donde se evidencia que el mayor número de colonias de lactobacillus se presenta en el T3(30 g) con 389 colonias, a comparación del Testigo(0 g) que apenas presentó un promedio de 69,25 colonias, y se encuentra bastante alejado del T2 (20 g) por lo tanto, el aumento de colonias de lactobacillus se debe al incremento de la dosis de inulina en el agua de bebida, Por ende el T3(30 g) al tener mayor de proliferación de lactobacillus como se evidencia en la figura11, presentó mejores

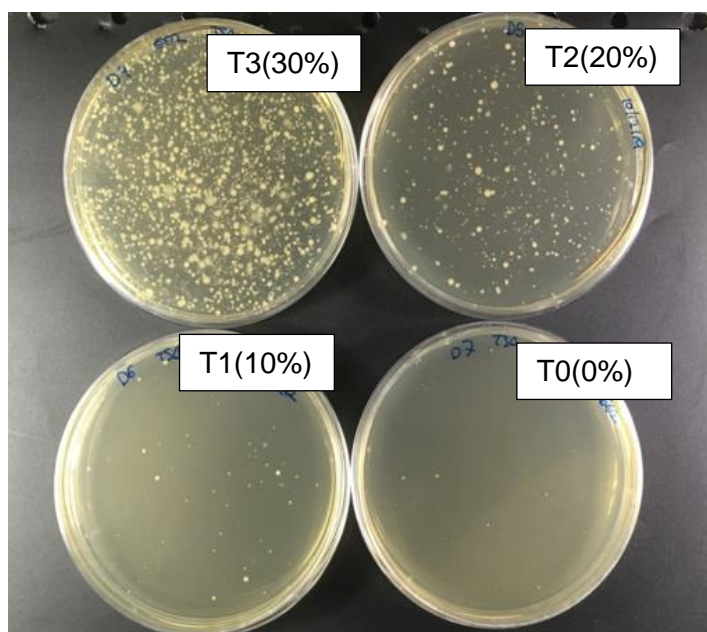
resultados en todos los parámetros productivos de los pollos de engorde principalmente en el peso, ganancia de peso, conversión alimenticia y también un bajo porcentaje de mortalidad.

Los datos obtenidos en este estudio se correlacionan con Gibson, G. R., & Roberfroid, (1995). Que mencionan que los prebióticos tienen gran potencial para satisfacer y mejorar la microflora intestinal, enriqueciéndola con bacterias benéficas para el hospedador como *Lactobacillus* y/o *Bifidobacterium*. spp y disminuyendo bacterias nocivas como *Campylobacter* y *Salmonella*.

Por otra parte, Jaramillo (2011), sustenta que el consumo de prebióticos tipo inulina mantienen el sistema digestivo sano al igual que todo el organismo en general, por la proliferación de lactobacillus y bifidobacterias que fortalecen la acción inmunológica, favorece la asimilación de minerales como calcio y magnesio y reduce el riesgo de enfermedades infecciosas.

### Figura 11

Colonias de lactobacillus presentes en las heces de los pollos sometidos a diferentes dosis de prebiótico tipo inulina extraído de raíz de dalia



### Análisis costo- beneficio

**Tabla 25**

Análisis costo beneficio de los tratamientos evaluados en *la utilización de diferentes niveles de prebióticos tipo inulina extraídos de dalia (Dahlia spp.) como suplemento nutricional en pollos de engorde.*

Caracteres	Descripción	Cantidad	Unidad de medida	Precio	Subtotal	Tratamientos			
						T0	TI	TII	TIII
Prebióticos	Tubérculos de dalia	20	Kg	\$ 0,30	\$ 6,00	\$ -	\$ 2,00	\$ 2,00	\$ 2,00
	Obtención de inulina	16,8	Kg	\$ 3,00	\$ 50,40	\$ -	\$ 5,04	\$ 10,08	\$ 15,12
	Cal	8	Sacos	\$ 4,00	\$ 32,00	\$ 8,00	\$ 8,00	\$ 8,00	\$ 8,00
Preparación del galpón	Formol	2	Litros	\$ 3,50	\$ 7,00	\$ 1,75	\$ 1,75	\$ 1,75	\$ 1,75
	Herbicida	2	Litros	\$ 8,75	\$ 17,50	\$ 4,38	\$ 4,38	\$ 4,38	\$ 4,38
	Gas	2	Tanque	\$ 2,00	\$ 4,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00	\$ 1,00
	Insecticida	1	Litros	\$ 7,00	\$ 7,00	\$ 1,75	\$ 1,75	\$ 1,75	\$ 1,75
Cama	Tamo de arroz	1,5	Tonelada	\$ 165,00	\$ 247,50	\$ 61,88	\$ 61,88	\$ 61,88	\$ 61,88
Pollo bebé	Compra de pollos bebe	20	Cajas	\$ 65,00	\$1.300,00	\$ 325,00	\$ 325,00	\$ 325,00	\$ 325,00
	Gas para criadoras	11	Tanques	\$ 2,00	\$ 22,00	\$ 5,50	\$ 5,50	\$ 5,50	\$ 5,50
Balanceado	Inicial	50	Sacos	\$ 23,00	\$ 1.150,00	\$ 287,50	\$ 287,50	\$ 287,50	\$ 287,50
	Engorde	80	Sacos	\$ 23,00	\$ 1.840,00	\$ 460,00	\$ 460,00	\$ 460,00	\$ 460,00
Vacunas	Gumbo vac y Newvac	2	Dosis	\$ 60,00	\$ 120,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00	\$ 30,00
Medicamentos	Tilosina	1	Kg	\$ 70,00	\$ 70,00	\$ 17,50	\$ 17,50	\$ 17,50	\$ 17,50

	Expectorante	2	Litros	\$ 23,00	\$ 46,00	\$ 46,00	\$ -	\$ -	\$ -
	Enrofloxasina	1	Litros	\$ 20,00	\$ 20,00	\$ 20,00	\$ -	\$ -	\$ -
Mano de obra	Galponeros	1,5	Mes	\$ 250,00	\$ 375,00	\$ 93,75	\$ 93,75	\$ 93,75	\$ 93,75
Total egresos				\$ 5.314,40	\$ 1.364,00	\$ 1.305,04	\$ 1.310,08	\$ 1.315,12	
Total, ingresos				\$ 8.973,69	\$ 2148,75	\$ 2170,28	\$ 2292,72	\$ 2361,94	
Costo /Beneficio					\$ 1,58	\$ 1,66	\$ 1,75	\$ 1,80	
Costo de Producción /pollo					\$ 2,86	\$ 2,66	\$ 2,66	\$ 2,64	
Venta/pollo					\$ 4,50	\$ 4,42	\$ 4,65	\$ 4,74	
Ganancia por pollo					\$ 0,65	\$ 1,76	\$ 1,99	\$ 2,10	
Ganancia por tratamiento				\$ 3.679,45	\$ 784,75	\$ 865,24	\$ 982,64	\$ 1.046,82	

En la tabla 25, se indica que el gasto total del ensayo fue \$ 5.314,40 para 2000 pollos de engorde, y el ingreso total fue \$ 8.973,69, resultando así una ganancia de \$ 3.679,45 esta ganancia, se la consideró por cada tratamiento, siendo así el Testigo (0g) \$ 784,75, el T1 (10 g) \$ 865,24 el TII (20 g) \$ 982,64 finalmente el TIII (30 g) \$ 1.046,82, en el análisis se determina que todos los tratamientos presentaron una ganancia admisible, sin embargo existe una ganancia mayor en los tratamientos con inulina que obtuvieron una ganancia alejada del testigo que presentó una ganancia promedio de un sistema convencional.

El Tratamiento 3 (30 g) a pesar de incrementar el costo del aditivo prebiótico en la dieta, evidenció una ganancia más alta debido a que durante el ensayo presentó un menor porcentaje de mortalidad y un mayor peso final, de tal forma se alcanzó una ganancia \$ 2,10 por ave y \$1,80 por cada dólar invertido. Considerando las ganancias que presentaron el T1 y T2 no se descarta que estas dosis también son aptas para la crianza de pollos de engorde.

## Capítulo V

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

Aplicando el método líquido - sólido de extracción en la raíz de dalia, se obtuvo inulina nativa de buena calidad por el contenido de fructanos que se evidenció con las reacciones de Molisch, Lugol, Benedict, Fehling y las características bromatológicas que presentó en el laboratorio

Los parámetros productivos como índice de conversión alimenticia, peso semanal, ganancia de peso y porcentaje de mortalidad, de las aves evaluadas en el T3 con 30 g de prebiótico tipo inulina extraído de raíz de dalia mejoraron significativamente en comparación al resto de tratamientos.

Los parámetros zootécnicos fueron idóneos en las aves que consumían prebióticos tipo inulina sin embargo, el peso final de los pollos expuestos al tratamiento 3 sobrepasaron al establecido como óptimo alcanzando 3001,5 g, el índice de conversión alimenticia fue mejor durante todo el desarrollo de las aves, de la misma manera la mortalidad disminuyó ya que apenas alcanzó el 0,4% por su sistema inmunológico reforzado y saludable, de la misma manera la ganancia de peso fue exitosa debido a que alcanzó el peso comercial a las 5 semanas llegando a un promedio de 2450,5 g.

El análisis morfométrico resultó ser óptimo en el T3 cuando consumían 30 g de inulina ya que el tamaño de sus microvellosidades duodenales incrementó significativamente por mantener un sistema digestivo saludable y con un microbiota intestinal reforzada y sumamente poblada de bacterias benéficas como lactobacillus.

El análisis costo beneficio es óptimo para los tratamientos que consumen inulina ya que, al presentar mejores parámetros productivos y disminución en el uso de antibióticos promotores de crecimiento, incrementaron sus ingresos en comparación al testigo que obtuvo una ganancia de \$ 784,75 el tratamiento 1 ganó \$ 865,24 el tratamiento 2 \$ 982,64 mientras que el T3 \$ 1.046,82.

La aplicación de inulina extraída de raíz de dalia es idónea para la crianza de pollos de engorde y una alternativa viable al uso de antibióticos ya que a medida que se incrementa la dosis, presenta mejores resultados en las medidas productivas y sanitarias siendo así beneficiosos para los avicultores que buscan mejores resultados sin aumentar los costos de producción.

### **Recomendaciones**

Se recomienda evaluar prebióticos tipo inulina extraídos de raíz en el agua de bebida de pollos de engorde en dosis más altas y en diferentes etapas de desarrollo para determinar que incidencia tienen frente a los parámetros productivos y morfométricos de las aves.

Se propone desarrollar investigaciones de la aplicación de prebióticos tipo inulina extraídos de tubérculos de dalia en el agua de bebida de gallinas de postura y reproductoras pesadas o livianas ya que su ciclo productivo al ser más largo y exigente, resultaría adecuado para optimar el sistema digestivo e inmunológico de las aves y así reducir o evitar el uso de antibióticos promotores de crecimiento.

En base a los resultados se recomienda la aplicación de prebióticos tipo inulina extraídos de raíz de dalia en una dosis de 30 g y disolver en agua tibia para evitar que se formen grumos y de esta manera haya una mejor distribución del producto.



## Capítulo VI

### Bibliografía

- AL Waldroup, J. S. (1993). An evaluation of fructooligosaccharide in diets for broiler chickens and effects on salmonellae contamination of carcasses. *Poult Sci* 72, 643 - 650.
- Barragan, J. L. (2000). El uso de alternativas a los promotores de crecimiento en la producción avícola. *Asociación Española de Ciencia Avícola -WPSA*, 2509 – 2516.
- Bedoya, O. A. (2008). EXTRACCIÓN, CRISTALIZACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE INULINA A PARTIR DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) PARA SU UTILIZACIÓN EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA Y FARMACÉUTICA. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 14 - 20.
- Borroto, R. Á. (2019). Extracción y determinación del contenido de fructanos del tipo inulina del yacón (*Smallanthus sonchifolius*): esquema tecnológico para su producción industrial. *Tecnología Química*, 15 - 20.
- Castro, M. V. (2014). *Evaluación de diferentes niveles de alcachofa (Cynara scolymus) en dietas para pollos de engorde y su efecto sobre parámetros productivos, alometría del intestino delgado y órganos linfoides*. Obtenido de <https://silo.tips/download/mallerly-valderrama-castro-universidad-nacional-de-colombia-facultad-de-ciencias>
- Cloas, A. S. (2000). RESPUESTA INMUNE DE LAS AVES Y SUS ALTERACIONES. *ARXIVUS*, 81-90.
- COBB VANTRESS. (Enero de 2020). *COBB - Una familia un Propósito*. Obtenido de [https://www.cobb-vantress.com/en\\_US/products/cobb500/](https://www.cobb-vantress.com/en_US/products/cobb500/)

- CONAVE. (11 de Febrero de 2020). CONAVE. Obtenido de <https://www.conave.org/el-sector-avicola-en-numeros-2019/>
- Duong, L. F. (2019). La administración de prebióticos en la dieta mejora el rendimiento del crecimiento y reduce la colonización de patógenos en pollos de engorde. *Ciencia avícola*, 6668-6676.
- Estuard Ammerman, Q. C. (1989). Evaluation of Fructoligosaccharides on performance and carcass yield of male broilers. *Poultry Scienc* 68, 167.
- FAO. (2013). FAO. Obtenido de REVISION DEL DESARROLLO AVICOLA: <http://www.fao.org/3/i3531s/i3531s.pdf>
- Flamm, G. G. (2001). Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. . *Critical reviews in food science and nutrition*,, 41(5), 353–362. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/20014091091841>
- Fuertes, M. (2014). *Universidad Central del Ecuador*. Obtenido de EXTRACCIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE INULINA A PARTIR DEL AJO: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2868/1/T-UCE-0017-77.pdf>
- Gayoso, E. (27 de Junio de 2018). *Delitebe*. Obtenido de Ficha tecnica de inulina comercial : <https://www.delitebe.com/doc/FichasTecnicas/7778990057.pdf>
- Gazoni, F. (2016). Probióticos, prebióticos y simbióticos. *avi News*.
- Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *Gastroenterology*, 975-982.
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., Scott, K., Stanton, C., Swanson, K. S., Cani, P. D., Verbeke, K., & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. . *Nature reviews. Gastroenterology & hepatology*,, 14(8), 491–502.

- Guerrero, F. F. (2015). Funcionamiento del sistema inmune del ave. *Asociacion Española de Ciencias Avícolas* , 55-57.
- Humphrey., K. &. (2002). Modulation of immunity by nutrients. *Department of Animal Science. University of California.*, 9 - 16.
- J, J. W. (2008). The effects of fructooligosaccharides or whole wheat on the performnace an digestive tract of broiler chickens . *Poult Sciens* 49, 329 - 339.
- Jaramillo, A. (09 de Diciembre de 2011). Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. *Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde*. Universidad Nacional de Colombia, Cali. Obtenido de un: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10077>
- Kolida, S. T. (2002). Prebiotic effects of inulin and oligofructose. *The British journal of nutrition*, S193–S197. Obtenido de <https://doi.org/10.1079/BJNBJN/2002537>
- Legorreta, S. (2016). Extracción y evaluación de inulina a partir de dalias silvestres mexicanas. *Revista internacional de botánica experimental.*, 63-70.
- Legorreta, S. S. (2016). Extracción y evaluación de inulina a partir de dalias silvestres mexicanas. *Revista internacional de botánica experimental.*, 63-70.
- Leite Toneli, J. F. (2007). Optimization of a physical concentration process for inulin. . *Journal of Food Engineering* 80, 832-838.
- Madrigal & Sangronis . (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *ALAN v. 57 n.4*, 10- 14. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222007000400012](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222007000400012)

- Maza, P. (Enero de 2015). *Universidad Nacional de Piura*. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/670/IND-MAZ-PE%C3%91-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- McCracken, Ning, Mackie, & Gaskins. (1996). *Annual Meeting of the American Society for Microbiology*. New Orleans: Louisiana.
- Milan, F. (2020). *Plan V*. Obtenido de <https://www.planv.com.ec/investigacion/investigacion/el-pollo-nuestro-cada-dia-impactos-la-industria-la-carne-el-ecuador>
- Miles, R. D. (2006). Effect of antibiotic growth promoters on broiler performance, intestinal growth parameters, and quantitative morphology. . *Poultry science*, 85(3), 476–485.
- Olivarez-Echevarria, C.-B. &. (2017). OBTENCIÓN DE INULINA A PARTIR DE DESECHOS DE JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus*) COMO FUENTE PREBIÓTICA. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 507 - 512. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/9/83.pdf>
- Ortiz, L. (2010). Los prebióticos tipo inulina en alimentación aviar. I: Características y efectos a nivel intestinal. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 87 - 104.
- Ortiz, L. V. (2011). INULIN-TYPE PREBIOTICS IN POULTRY FEEDING II: SYSTEMIC EFFECTS . *Revista Complutense de Ciencias*, 5(1):103119.
- Parker, R. (1974). Probiotics, the other half of antibiotic story. *Nutricion Animal saludable*, 4-8.
- RE Austic y Nesheim, M. (1990). Lea &Febiger 200 Chesterfield Parkway, Malvern PA. *Poultry Production*. 13 th edition, 13-16.
- Rebolé, A. (2010). Effects of inulin and enzyme complex, individually or in combination, on growth performance, intestinal microflora, cecal fermentation characteristics,

and jejunal histomorphology in broiler chickens fed a wheat-and barley-based diet. *Poult Sci.* 89, 276-286.

Salazar, J. (2019). Respuesta del sistema inmune de las aves al estímulo con  $\beta$ -glucanos. *Revista Veterinaria y Zootecnia* v13, 83-92.

Serra, J. (9 de ENERO de 2018). *CUERPOMENTE*. Obtenido de [https://www.cuerpamente.com/alimentacion/nutricion/prebioticos-que-son-beneficios\\_1736](https://www.cuerpamente.com/alimentacion/nutricion/prebioticos-que-son-beneficios_1736)

Velasco S. Ortiz L.T. Alzueta C. Rebolé A. Treviño J, R. (2010). Efecto de la suplementación con inulina y la fuente de grasa dietética sobre el rendimiento, los metabolitos del suero sanguíneo, los lípidos hepáticos, la deposición de grasa abdominal y la composición de ácidos grasos tisulares en pollos de engorde. *Poultry Science*, 1651-1662.

Velasco, R. M. (2010). LOS PREBIÓTICOS TIPO INULINA EN ALIMENTACIÓN AVIAR. I: CARACTERÍSTICAS Y EFECTOS A NIVEL INTESTINAL. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 87-104. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/279468030\\_Los\\_prebioticos\\_tipo\\_inulina\\_en\\_alimentacion\\_aviar\\_I\\_caracteristicas\\_y\\_efectos\\_a\\_nivel\\_intestinal](https://www.researchgate.net/publication/279468030_Los_prebioticos_tipo_inulina_en_alimentacion_aviar_I_caracteristicas_y_efectos_a_nivel_intestinal)

Widowati, S. (2007). POTENSI INULIN SEBAGAI KOMPONEN PANGAN FUNGSIONAL DARI UMBI DAHLIA (*Dahlia pinnata* L). *Majalah PANGAN media Komunkasi & Informasi*, 852- 607.

Xu, Z. H. (2003). Effects of dietary fructooligosaccharide on digestive enzyme activities, intestinal microflora and morphology of male broilers. . *Poult Scie* 82, 1030-1036.

Yusrizal & TC Chen. . (2003). . Effect of the addition of chicory fructose in feed on the growth performance of broilers, serum cholesterol and intestinal length. . *International Journal of Poultry Science.*, 214 -219.