

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**Prebiótico orgánico en la fase de engorda durante el proceso de producción  
de pollo**

Por:

**JUAN BERNARDO HERNANDEZ VALENZUELA**

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2020

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL**  
**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



Prebiótico orgánico en la fase de engorda durante el proceso de producción de  
pollo

Por:

**JUAN BERNARDO HERNANDEZ VALENZUELA**

TESIS

**Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Prebiótico orgánico en la fase de engorda durante el proceso de producción de  
pollo

POR:

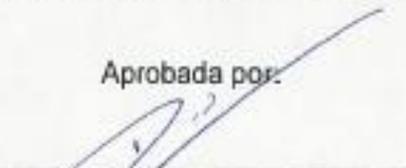
**JUAN BERNARDO HERNANDEZ VALENZUELA**

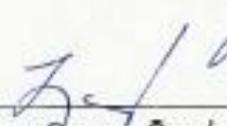
TESIS

Que se somete a la consideración del H. jurado como requisito  
para obtener el título de:

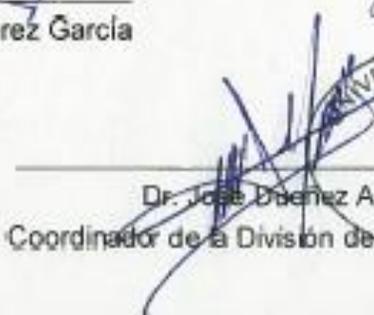
**INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA**

Aprobada por:

  
Ing. Ricardo Deyta Monjaras  
Asesor Principal

  
M.C. Lorenzo Suarez Garcia  
Asesor

  
M.C. Pedro Carrillo López  
Asesor Agrario

  
Dr. José Duenes Alanis  
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Saltillo, Coahuila, México, noviembre del 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

**A DIOS y LA VIRGEN DE GUADALUPE**, por haberme brindado la vida y darme las fuerzas para salir siempre adelante y por dejarme concluir mis estudios de una manera satisfactoria. Gracias Dios por la Familia que me diste, ya que gracias la formación brindada por mis Padres y el apoyo de mis Hermanos es como pude lograr terminar mis estudios profesionales.

**A la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”** por haberme brindado las herramientas necesarias para prepararme como una persona y desarrollarme como profesionista, instruyéndome en el difícil camino de la vida del que no se tiene regreso y que ahora es mi propio destino.

Doy gracias al gran apoyo de mis padres, hermanos, amigos, compañeros de universidad, profesores y personas que de una u otra manera me han dado apoyo moral y consejos durante mi carrera estudiantil, ya que sin ellos no hubiera podido cumplir esta meta tan importante en mi vida profesional la cual es un paso para engrandecer mi conocimiento y experiencia en la vida laboral.

**Al Ing. Ricardo Deyta Monjaras** por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, además de contar con su disponibilidad incondicional a lo largo de todo el proceso y por el apoyo a nivel personal, agradezco el haber tenido la oportunidad de conocerlo y saber que cuento con su apoyo. Gracias por todo, ya que sin su ayuda esto no hubiera sido posible.

**Al M.C Pedro Carrillo López, M.C Lorenzo Suarez García**, por su apoyo y disponibilidad para la revisión de este trabajo, además de los buenos consejos que me ayudaron con la realización del mismo. Agradezco su apoyo y ánimos brindados para que todo se hiciera posible.

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres:**

**Roberto Hernández lechuga**

**Amada Valenzuela Rivas**

Que me dieron la vida, que me enseñaron a valorar cada una de las cosas, que me dieron la educación, que me dieron sus sabios consejos y que me apoyaron siempre en los momentos más difíciles cuando yo no sabía ni qué hacer, por cada uno de sus rezos, por ser mis mejores amigos, por los desvelos que tuvieron que pasar por estar preocupados por mi y que ni con todo el dinero del mundo les podre agradecer ni pagar.

### **A mis hermanos:**

Mario Hernández Valenzuela por su apoyo consejos y ánimos que me dio durante mi carrera.

Alfonso Hernández Valenzuela por el apoyo y ánimos que me dio mientras estuve en la escuela.

### **Mis compañeros de escuela:**

**Perla de la Cruz Alday y Eric Vázquez** por haber estado conmigo en los momentos difíciles y apoyarme cuando más lo necesite.

### **A mi abuelita:**

**María Lechuga Ávila** por el apoyo, los consejos y buenos deseos que me daba cada vez que regresaba de vacaciones a la universidad.

**A mis tías:**

**Reina Hernández lechuga**

**Maribel flores**

**Nicolasa Valenzuela Rivas**

**Rosa Valenzuela Rivas**

Por el apoyo que me brindaron, los buenos deseos y las palabras de aliento cada vez que lo necesitaba.

**A mi tío:**

**Cecilio Hernández Lechuga**

Por los consejos y ánimos que me daba durante toda mi carrera.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iv
DEDICATORIA .....	v
ÍNDICE .....	vii
Índice de Cuadros.....	viii
Resumen.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Origen de las Aves.....	4
2.2 Manejo.....	5
2.3 Avicultura en México.....	6
2.4 Prebióticos.....	7
2.5 Mecanismos de acción de los prebióticos.....	8
2.6 Tipos de prebióticos.....	9
2.7 Efectos de los prebióticos en las aves.....	10
2.7.1 Producción de sustancias antimicrobianas.....	10
2.7.2 Efecto sobre la mucosa intestinal.....	11
2.7.3 Estimulación de la respuesta inmune.....	11
2.7.4 Digestibilidad de nutrientes.....	12
2.7.5 Efecto prebiótico de la inulina.....	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1 Localización y descripción del área de investigación.....	14
3.2 Metodología.....	14
3.3 Análisis estadístico.....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
V. CONCLUSIÓN.....	21
VI. LITERATURA CITADA.....	22

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Información nutrimental de inulina de agave .....	16
Cuadro 2. Comportamiento de la ganancia de peso. ....	19

## **Resumen.**

El objetivo del presente trabajo de investigación (Tesis), es determinar la incidencia de prebiótico orgánico (Inulina de agave), valorar el incremento de peso vivo, y observar el índice de mortalidad, el experimento se realizó en la granja avícola (UAAAN) del departamento de producción animal, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La granja cuenta con 15 corrales con un área de 1.2 metros cuadrados ( $m^2$ ) aproximadamente, en los cuales se destinaron 10 aves por corral.

En base a un diseño experimental bloques completamente al azar, se establecieron tres tratamientos con cinco repeticiones cada uno, T1 con 10 por ciento (%) de Inulina de agave, T2 con el 15% y tratamiento 0 (Testigo), cabe señalar que se utilizó solo alimento comercial durante todo el proceso de producción en sus diferentes etapas de crecimiento.

La suplementación de inulina de agave se suministró únicamente en la etapa de engorda, que comprende del inicio de la semana 3 (30 de junio del 2019) al término de la semana 5 (20 de julio de 2019). La variable a evaluar fue incremento de peso vivo por semana.

Al final del experimento se realizó el análisis de varianza usando un modelo lineal generalizado, con ayuda del Statistical Analysis Software (SAS), los resultados obtenidos no mostraron respuesta significativa entre tratamientos, por lo tanto, esto indica que el efecto entre tratamientos fue bastante similar.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los problemas cardiovasculares en las personas en el mundo cada vez son más frecuentes por lo cual el control de la alimentación exige productos de calidad, bajos en grasas, pero ricos en proteína por lo cual la carne de pollo tiene más demanda y aumenta día con día. Las técnicas de crianza en el pollo de engorda mejoran a través del tiempo, por lo cual, el experimento se basa en probar productos orgánicos (prebióticos) que de acuerdo a algunos antecedentes ayudan a mejorar la calidad de la carne de pollo de engorda, y por lo tanto, contribuyen a producir de forma significativa en menor tiempo posible.

La industria avícola es una actividad importante en México. De acuerdo con FAOSTAT (2019), en el 2017 se produjeron 109.06 millones de toneladas de carne de pollo en el mundo, y 3.3 millones de toneladas en México (SIAP, 2019). Para satisfacer la demanda actual de carne de pollo, el sistema de engorda intensivo es el más utilizado para su producción; pero en este sistema los pollos están expuestos a diversos factores de estrés, que afectan su flora intestinal aumentando las bacterias patógenas y parásitos (Blajman *et al.*, 2015). Además, el sistema inmune intestinal aviar está asociado con enfermedades de infección como coccidiosis y salmonelosis, que causan pérdidas en la industria de pollos de engorda (Huang *et al.*, 2015).

Debido a esto, la suplementación con antibióticos ha sido ampliamente utilizada en las últimas décadas para mejorar los parámetros productivos, el control de enfermedades y la salud de las aves (Hernández-Coronado *et al.*, 2019). Pero la utilidad de esta estrategia ha sido cuestionada por la aparición y propagación de bacterias resistentes a algunos antibióticos en la carne (Blajman *et al.*, 2015).

La prohibición de los antibióticos en la engorda de pollos en muchos países se exige por los consumidores de carne sana y segura, lo que ha provocado interés de investigadores sobre estrategias o alternativas para mantener la salud, producción de carne de pollo y su calidad (Popova, 2017).

Recientes investigaciones han evaluado alternativas en las dietas de pollos de engorda para reemplazar el uso de antibióticos de manera natural, como probióticos (Olnood *et al.*, 2015; Toghyani *et al.*, 2015; Blajman *et al.*, 2015; Mashayekhi *et al.*, 2018), prebióticos (Hai-qing *et al.*, 2015, Saenphoom *et al.*, 2016), aceites esenciales derivados del orégano (Méndez-Zamora *et al.*, 2017, Reyer *et al.*, 2017, Silva-Vázquez *et al.*, 2018, Cázares-Gallegos *et al.* 2019) y otros aceites esenciales (Chowdhury *et al.*, 2018; Ipçak y Alçiçek, 2018).

Opciones naturales como alternativas en la engorda de pollos son los prebióticos, los cuales de acuerdo a Mohammadi-Gheisar y Kim (2018) son conocidos como aditivos fitogénicos alimentarios, que se pueden usar como alternativas de antibióticos.

Los prebióticos son ingredientes alimenticios no digeribles que benefician al huésped, estimulando selectivamente el crecimiento y/o la actividad de una cantidad limitada de bacterias en el colon (Gibson y Roberfroid, 1995; Patterson y Burkholder 2013).

La inulina es un carbohidrato de reserva en la chicoria, cebolla, ajo y bananas Buclaw, (2016), considerada como una fibra dietética soluble prebiótica (Roberfroid 2007, Salazar *et al.*, 2009), que por la configuración " $\beta$ " (" $1\rightarrow 2$ ") de los enlaces fructosil-fructosa, resiste la digestión en el tracto gastrointestinal pero son fermentados en el colon (Gibson *et al.*, 2004, Roberfroid 2005).

El efecto de la inulina en aves, principalmente derivada de chicoria, ha sido estudiado en la microbiota intestinal, histomorfología, sistema inmune, metabolismo mineral y lipídico (Buclaw 2016), y particularmente en pollos de engorda se ha estudiado sobre el comportamiento productivo, inmunología, microbiota y morfología intestinal, características en hueso y digestibilidad (Huang *et al.*, 2015; Peinado *et al.*, 2013; Tako y Glahn, 2012; Nabizadeh, 2012). Otra opción en la engorda de pollos es la inulina derivada del Agave tequilana (inulina de agave, IA), cultivo importante en la agricultura mexicana que se utiliza para la producción de tequila y fructanos puros y fructo-oligosacáridos (Praznik *et al.*, 2013).

Los agaves crecen en hábitats áridos y desarrollan procesos fotosintéticos adaptativos, el metabolismo ácido crasuláceas (CAM), que les permite consumir CO<sub>2</sub> eficientemente en la noche, siendo los fructanos un producto derivado de este proceso fotosintético (Apolinário *et al.*, 2014).

Por lo que estas características de la inulina pueden ser una opción en la engorda de pollos para mejorar la productividad y calidad de la carne. Por lo anterior, con el desarrollo del presente estudio se pretende evaluar el efecto de la inulina de agave (IA) sobre el comportamiento productivo de pollos de engorda.

### **OBJETIVO GENERAL.**

Determinar el efecto de la suplementación de un prebiótico orgánico (Inulina de agave) con dos concentraciones y un testigo sobre la ganancia de peso en pollos en la fase de engorda.

### **HIPÓTESIS.**

Al suplementar inulina de agave se obtendrá mejor rendimiento en el peso vivo de los pollos durante la fase de engorda.

H<sub>0</sub>. La alimentación de pollos en la fase engorda utilizando prebiótico en diferentes concentraciones no muestra diferencia significativa en la ganancia de peso.

H<sub>1</sub>. La alimentación de pollos en la fase engorda utilizando prebiótico en diferentes concentraciones si muestra diferencia significativa en la ganancia de peso.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

La historia de la avicultura mexicana ha tenido de todo, desde la avicultura doméstica hasta llegar a una avicultura empresarial, con una integración en todas las fases de su cadena productiva. Ha enfrentado diversos desafíos que la han puesto a prueba, por ejemplo, en 1950 sufrieron una epizootia de Newcastle que prácticamente erradicó la avicultura que se tenía en ese entonces, y en el año 2003 el ingreso de este sector al Tratado de Libre Comercio con Estados Unidos de América y Canadá (TLCAN) (Meléndez y Juárez, 2018).

La avicultura en México se ha desarrollado a pasos agigantados y hoy es una de las industrias de gran auge, compitiendo con las empresas norteamericanas en calidad y presentación tanto de carne como de huevo. La avicultura se puede catalogar como la rama de la ganadería con mayores antecedentes históricos en México, ya que desde antes del arribo de los españoles al continente americano se practicaba la cría del guajolote o pavo. Actualmente el sector avícola es una rama de la ganadería que ha alcanzado un nivel tecnológico de eficiencia y productividad, que puede compararse con la de países desarrollados, ajustándose rápidamente a los niveles demandados por la población. La avicultura permite obtener, en cortos periodos de tiempo, productos alimenticios de gran calidad (huevos y carne) con una elevada retribución de los forrajes consumidos (Meléndez y Juárez, 2018).

### 2.1 Origen de las Aves.

Las aves prácticamente no han cambiado desde que el hombre las ha cautivado. El más común y universal huésped de los corrales es el gallo, el cual ha sido "trabajado" por criadores, haciéndolo absolutamente incapaz de subsistir sin la ayuda de éstos. Aparece muy tarde en la civilización egipcia, donde tal vez fue introducido por los griegos. Existen vasos micenios y cretences que datan de los

siglos VII y VI que están decorados con inconfundibles gallos, así mismo figura sobre las columnas de Babilonia (Meléndez y Juárez, 2018).

En el último siglo antes de Cristo, se encuentran la especie de gallina diferenciada en razas, entre los romanos, los cuales se dice conocían una media docena de razas, desarrollando su cría y practicaban la incubación artificial, esta actividad se extiende enseguida hacia sus vecinos ya que César comprueba que en Galia la actividad avícola es muy activa. Darwin estima que el gallo fue introducido en Europa alrededor del S. VI antes de nuestra era, en cuanto a su origen, todo hace suponer que es la India, donde fue muy antiguamente domesticado y donde todavía se encuentra en estado salvaje el gallo bankhiva (*gallus gallus*), que se extiende a Birmania, Indochina y el archipiélago de Sonda hasta Timor (Juan y Teresa, 2018).

Con el encuentro de dos mundos por Cristóbal Colón, éste introdujo las aves en el nuevo continente (Meléndez y Juárez, 2018).

## **2.2 Manejo.**

No debe subestimarse la importancia del manejo para el bienestar, el desempeño y la rentabilidad del pollo de engorda. Un buen avicultor debe ser capaz de identificar los problemas y resolverlos rápidamente.

Los tres elementos esenciales de manejo (definido por el Farm Animal Welfare Committee (FAWC)) son:

1. Conocimiento sobre cría animal.
2. Habilidades para la cría animal.
3. Cualidades personales: afinidad y empatía con los animales, dedicación y paciencia.

El manejo es el resultado de la interacción positiva del ser humano con el pollo de engorda y su ambiente (sentido del cuidado). El avicultor debe estar consciente y constantemente 'sintonizado' con las aves de la parvada y su ambiente. Para lograrlo, se deben analizar en detalle las características de comportamiento de las aves y las condiciones dentro del galpón. Este monitoreo suele denominarse 'sentido del cuidado' y consiste en un proceso continuo en el que se aplican todos los sentidos del avicultor. Un buen avicultor también debe ser empático y dedicado, tener una buena base de conocimiento y habilidades, prestar atención a los detalles y ser paciente.

### **2.3 Avicultura en México**

En México, la avicultura comercial se considera como la actividad más dinámica de la ganadería nacional, debido al crecimiento permanente en producción y consumo y al grado mayor de integración en comparación con los otros sectores pecuarios (Medina et al. 2012; Soto *et al.*, 2014); consolidándose como una actividad estratégica, tanto en el ámbito alimentario como en el económico (UNA, 2015).

De 1996 a 2017, la producción de carne de pollo en México manifestó un crecimiento medio anual equivalente a 4,63%. En 1996, el volumen producido fue 1,24 millones de toneladas (Mt) y en 2017 la cifra ascendió a 3,21 Mt. En el periodo referenciado, el consumo nacional aparente (CNA), se incrementó 5,13%, al pasar de 1,39 Mt en 1996 a 3,98 Mt en el último año de la serie; resultado del aumento en producción nacional y precios asequibles, factores que consolidaron la posición de la carne de pollo como proteína preferida por consumidores mexicanos; misma que representó un crecimiento mayor contrastado con la dinámica de la producción nacional. Esa diferencia de volúmenes entre la producción y consumo, se cubrió por importaciones, mismas que aumentaron en promedio anual 6,73% y representaron 13,30% del consumo nacional de este producto (UNA, 2018).

En México, los precios de la carne de pollo, reportaron ligera tendencia al alza entre 2012 y 2014, pese a que el brote de influenza aviar que se presentó en junio de 2012 en el estado mexicano de Jalisco, afectó la producción y los precios de este producto. Así, durante 2012 a 2014, se observó un incremento de 4,68% en el precio de la carne de pollo en términos reales. En 2017, el precio de la carne de pollo se redujo 1,50%, producto de mejoras en condiciones de producción y control de gripe aviar; aunado al decremento de precios de los principales granos forrajeros en el mercado internacional; lo anterior contribuyó a una disminución de los costos de producción de esta especie pecuaria (FIRA 2015).

## **2.4 Prebióticos**

En 1995, Gibson y Roberfroid definieron el término prebiótico como un ingrediente alimenticio que influye beneficiosamente en el hospedero por la estimulación selectiva del crecimiento y actividad de uno o un número limitado de bacterias en el colón, que conllevan al mejoramiento de la salud. Esta definición solo consideraba los cambios en la microbiota del ecosistema colónico. Gibson *et al.*, (2004) redefinieron este concepto y caracterizaron a los prebióticos como ingredientes alimenticios que se fermentan selectivamente por la biota beneficiosa intestinal y modifican su composición y actividad metabólica, contribuyendo a mejorar la salud del hospedero.

Según Schrezenmeir y de Vrese (2001), los prebióticos deben reunir los siguientes requisitos: no ser hidrolizados o absorbidos en la parte superior del tracto gastrointestinal; ser un sustrato selectivo, para uno o un número limitado de bacterias intestinales beneficiosas, como *Lactobacillus spp.* y *Bifidobacterium spp.*, y tener la capacidad de modificar la microbiota en una población o actividad más benéfica. Con la adición de productos prebióticos en las dietas destinadas a animales monogástricos se modifica la composición de la microbiota intestinal y se proporcionan beneficios a la salud.

## 2.5 Mecanismos de acción de los prebióticos

Los prebióticos tienen una marcada incidencia en la actividad metabólica de la microbiota intestinal (Kaplan y Hutkin 2000), intervienen en la estimulación del sistema inmune (Swanson *et al.*, 2002), regulan los niveles de glucosa y el metabolismo lipídico (Van Loo *et al.*, 1999) e incrementan la biodisponibilidad de minerales (Aggett *et al.*, 2003), entre otros beneficios.

Los principales productos de la fermentación de los prebióticos son los ácidos grasos de cadena corta, fundamentalmente acético, propiónico y butírico (Guarner y Malagelada, 2003). Estos ácidos provocan disminución del pH en el intestino, afectan a los microorganismos patógenos y favorecen la eubiosis intestinal (Bosscher *et al.*, 2006). El ácido acético se absorbe y llega al hígado por la vena porta. Esta constituye la principal ruta por la que el organismo hospedero obtiene energía de los carbohidratos solubles no digeridos (Roberfroid, 1999). El ácido propiónico actúa en la regulación del metabolismo del colesterol (Hara *et al.*, 1999). El ácido butírico constituye la principal fuente de energía para el epitelio intestinal y regula el crecimiento y la diferenciación celular (Salminen *et al.*, 1998).

Entre los efectos fisiológicos que se generan por la administración de prebióticos se encuentra la disminución de la concentración de glucosa en sangre (Gibson y Roberfroid, 2008). Delzenne y Kok (2001) plantean que la ingestión de fructano estimula el desarrollo de las células de la mucosa intestinal en la región ciego-colon, donde se encuentra la mayor cantidad de células L endocrinas en el intestino que sintetizan el péptido 1 tipo glucagón (GLP 1). Este péptido interviene en el control del metabolismo de la glucosa, al estimular la secreción de insulina en las células  $\beta$  pancreáticas e inhibir la síntesis de glucagón en las células  $\alpha$ .

El aumento en la biodisponibilidad de minerales debido a la administración de prebióticos se atribuye, principalmente, a la alta producción de AGCC, que provoca

disminución en el pH luminal e incremento de la concentración de minerales ionizados en el intestino grueso. Como consecuencia, aumenta la solubilidad, así como la difusión activa y pasiva de minerales a través de las células intestinales (Coudray *et al.*, 2003; Holloway *et al.*, 2007).

Con la utilización de prebióticos se incrementa la inmunidad específica y no específica, lo que se relaciona con la estimulación de microorganismos benéficos (Dubert-Ferrandon *et al.*, 2008). Una de las funciones principales de los prebióticos es la activación y regulación de mecanismos inmunes. En este sentido, actúan en la prevención de la colonización de patógenos mediante la adhesión y bloqueo a la superficie intestinal, estimulan las células inmunocompetentes del intestino, asociadas al tejido linfoide; tonifican el sistema inmune mediante la activación de macrófagos y favorecen niveles altos de inmunoglobulina (locales y sistémicas). Participan además en la diferenciación de células supresoras o estimuladoras y de linfocitos (Seifert y Watzl, 2008).

Algunos autores plantean que los prebióticos pueden regular el metabolismo lipídico y actuar en la disminución de triglicéridos y colesterol (Letexier *et al.*, 2003; Uyeda y Repa 2006). La producción de ácido propiónico mediante la fermentación interviene en la disminución del colesterol, ya que provoca inhibición de la enzima 3-hidroxi-3-metil-glutaril-CoA reductasa (HMG-CoA reductasa) que regula esta vía metabólica de síntesis (Nagendra 2000).

## **2.6 Tipos de prebióticos**

Las estructuras moleculares que se pudieran considerar como prebióticos se encuentran aún en investigación. Sin embargo, existe evidencia experimental que permite incluir algunos carbohidratos solubles no digeribles en este grupo (Tuohy *et al.*, 2003).

Estos productos se reconocen como sustancias seguras y se clasifican de acuerdo con su estructura química (Hantermink, 1999). Tanto oligos como polisacáridos no digestibles pudieran presentar actividad prebiótica. Sin embargo, las estructuras con bajo grado de polimerización se utilizan más con este fin, pues constituyen un sustrato de fácil fermentación para los microorganismos intestinales beneficiosos (Perrin *et al.*, 2001).

Los compuestos que cumplen con los criterios de prebióticos son: fructanos, oligosacáridos de glucano y manano, lactulosa, lactitol, xiloglucanos y oligogalacturónidos. Algunos de ellos requieren mayor número de investigaciones que profundicen en sus efectos (Delzenne, 2003; Hopkins y Macfarlane, 2003).

Los fructanos, fundamentalmente las inulinas, son los compuestos prebióticos que más se estudian y comercializan. Uno o más enlaces fructosilfructosa constituyen la mayoría de los enlaces glicosídicos. Son carbohidratos resistentes al calor y muy solubles en agua y etanol (López *et al.* 2003). Se sintetizan en algunas plantas, hongos y bacterias, y su estructura puede ser lineal o ramificada (Roberfroid y Delzenne 1998).

## **2.7 Efectos de los prebióticos en las aves**

### **2.7.1 Producción de sustancias antimicrobianas**

Los oligosacáridos, indigestibles para el animal, son fermentados por la flora intestinal y convertidos en ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico principalmente), ácido láctico, y gases (dióxido de carbono, metano e hidrógeno). Así, la mejora de la flora intestinal se debe tanto al incremento de las especies beneficiosas como a la producción de sustancias antimicrobianas y la acidificación

del medio intestinal, con lo que se consigue una reducción directa del crecimiento de ciertos patógenos (Tomas De Paz, 2013).

La utilización de prebióticos por las bacterias colónicas conlleva, en numerosos casos, a la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC). Estos ácidos poseen un gran impacto sobre el ambiente del intestino grueso, el metabolismo de macronutrientes y la prevención de enfermedades. Los AGCC se absorben rápidamente y pueden utilizarse como fuente de energía entre comidas. Contribuyen al pH de las heces e influyen de manera importante en la función colónica, de forma que pueden incluso disminuir el riesgo de cáncer (Hernández-Carranza y Jiménez, 2010).

### **2.7.2 Efecto sobre la mucosa intestinal**

Los enterocitos tienen un ciclo continuo de proliferación a partir de la maduración y migración de las células de la cripta intestinal. La ingestión de toxinas o la producción de amonio por la flora intestinal aceleran su descamación, lo que requiere un gasto extra de energía y de proteínas para el crecimiento y desarrollo de este tejido; se le ha atribuido al MOS la mejora en el crecimiento y el aumento en la altura de las vellosidades intestinales, que permite una mejor digestión y absorción de nutrientes; ello podría ser consecuencia de una mayor eficacia de la respuesta inmunitaria intestinal (Tomas De Paz, 2013).

### **2.7.3 Estimulación de la respuesta inmune**

Los manano-oligosacáridos modulan la respuesta inmunitaria, actuando sobre uno o más de los componentes implicados en la respuesta inmunitaria mediada por

citoquinas. En avicultura la información es escasa y aún se necesitan estudios in vivo para poder llegar a conclusiones firmes en este aspecto (Velasco *et al.*, 2010).

La mayoría de las experiencias prácticas con oligosacáridos en alimentación avícola se han llevado a cabo para prevenir infecciones por *Salmonella*, efecto que en el caso de los FOS precisa de dosis superiores al 0,37%. La adición de FOS o MOS en el alimento o en el agua de bebida (Tomas De Paz, 2013) reduce la colonización por *Salmonella*. No todas las especies de esta bacteria responden de igual forma; algunas, como *S. infantis*, no poseen fimbrias sensibles a la manosa y son capaces de unirse a la mucosa intestinal; por ello la suplementación con manosa no reduce la colonización por *S. infantis* en pollos (Velasco *et al.*, 2010).

La combinación de un oligosacárido y un probiótico apropiado (productos simbióticos) puede lograr aumentar la eficacia de ambos productos por separado. Sin embargo, una vez más dicho efecto depende de la microbiota presente en la situación inicial, dosis, vía y duración de la administración, el cual puede ser perjudicado por muchas situaciones prácticas como estrés, cambios de pienso y tratamientos antibióticos. Además, un exceso de oligosacáridos puede causar una proliferación microbiana excesiva que desencadene problemas diarreicos (Roberfroid, 2007).

#### **2.7.4 Digestibilidad de nutrientes**

En las aves, los efectos nutritivos de la inclusión de prebióticos en el pienso han sido menos investigados que los relativos a la microbiota intestinal y al control de ciertas patologías gastrointestinales y, por consiguiente, la información disponible es bastante más escasa. A esto se une, además, que los resultados obtenidos difieren según que el aditivo utilizado sea un fructano de cadena corta, como los FOS, o de cadena más larga, como la inulina o, incluso, que se trate de otro tipo de prebiótico (Buclaw, 2016).

### 2.7.5 Efecto prebiótico de la inulina

La clasificación de un alimento como prebiótico requiere ciertas características: Resistencia a la acidez gástrica, la hidrólisis por enzimas de mamíferos, la absorción gastrointestinal, la fermentación por la microflora intestinal, la estimulación selectiva del crecimiento y / o actividad de las bacterias intestinales asociados a la salud y el bienestar (Roberfroid, 2007; Samanta *et al.*, 2013).

Se entiende como prebiótico a los alimentos no digeribles que benefician la salud del huésped por estimulación selectiva del crecimiento o actividad de un número limitados de bacterias, dentro de las bacterias que son promovidas por la presencia de la inulina se encuentran las bifidobacterias y lactobacilos, las cuales realizan la fermentación (Shoaib *et al.*, 2016), durante el proceso de fermentación se forman ácidos grasos de cadena corta, ácido láctico y gases, como productos de su metabolismo anaeróbico (Flamm *et al.*, 2001).

La inulina es uno de los prebióticos más utilizados y más eficaces (Castor, 2011; Dankowiakowska *et al.*, 2013), ocupa la primera posición en la lista de prebióticos debido a su amplia disponibilidad y sus diferentes formas de biomoléculas como inulina, oligofructosa y fructooligosacáridos (Samanta *et al.*, 2013).

Varios estudios realizados *in vitro* e *in vivo* han demostrado que la dieta suplementada con inulina estimula el crecimiento de las bacterias benéficas (bifidobacterias y lactobacilos) e inhibe el crecimiento de las bacterias patógenas (*Clostridium*, *Bacteroides*, *Enterococcus*, *Enterobacterias*, etc. (Barry *et al.*, 2009). Este efecto de la inulina sobre los microorganismos benéficos se conoce como efecto bifidogénico (Castor, 2011).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización y descripción del área de investigación.

El presente estudio se realizó en la granja avícola del Departamento de Producción Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con coordenadas geográficas de 25°02'00" longitud oeste y a una altura de 1776 msnm., con una precipitación media de 400 mm y una temperatura media anual de 12 a 18°C.

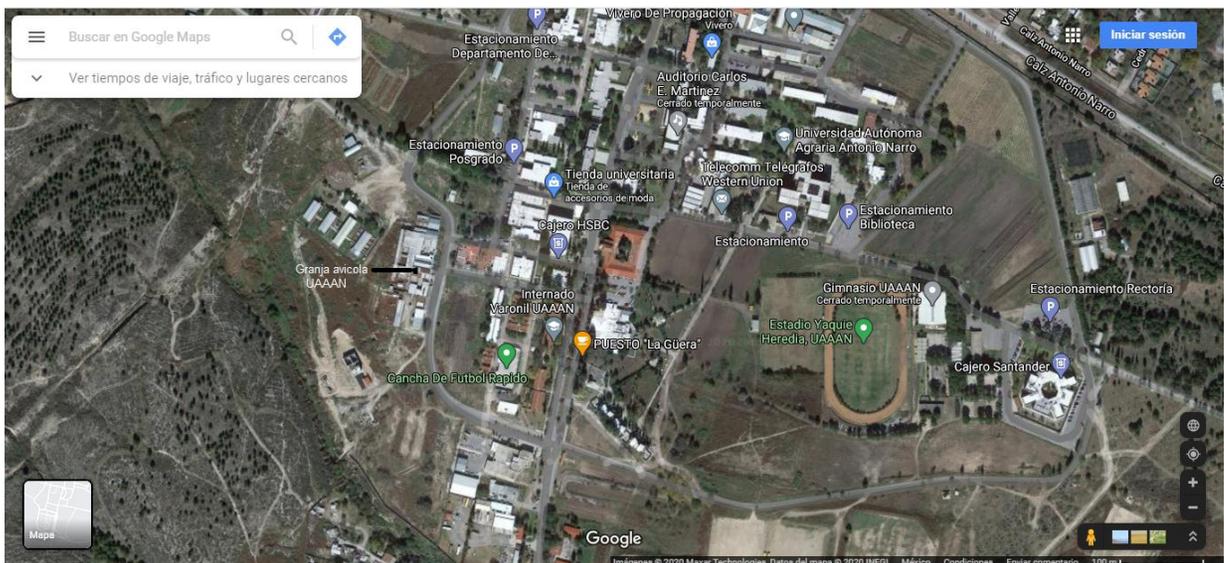


Figura 1. Localización del experimento.

#### 3.2 Metodología

Para el presente trabajo se emplearon 150 pollos de engorda machos de la línea Ross de un día de edad, con un peso promedio de inicio de 42 gramos (gr) al

nacimiento, el lote de aves se dividió en tres tratamientos con cinco repeticiones cada uno.

Dos semanas previas a la recepción de los pollitos se realizaron manejos de lavado y desinfección de equipo y caseta, utilizando para ello agua, jabón, escobas y desinfectante. Blanqueando con cal las paredes y así evitar cualquier brote de enfermedades que puedan afectar el proceso de engorda.

A su vez se procedió al acondicionamiento del área de recepción, utilizando el redondel de acero inoxidable con un diámetro de 3 metros y altura de 30 centímetro (cm), se acondicionó el túnel con plástico de polietileno transparente sujetado del techo de la nave dándole una forma redondeada acoplada al redondel, el cual es necesario para mantener el calor y la temperatura adecuada para los pollitos y protegerlos de las corrientes de aire durante los primeros 3 días de ingreso, manteniendo la temperatura dentro del túnel a 32 grados centígrados ( $^{\circ}$  C), disminuyendo un grado cada día durante los próximos 3 días y al 5 día retiramos el túnel.

La caseta también fue acondicionada con cama de viruta con un espesor aproximadamente de 5 centímetros (cm), para proteger a los pollos de la humedad del piso y generar calor, se instaló una criadora automática con capacidad para 1000 pollitos de la marca JAC modelo P1000 para dar el confort y mantener la temperatura adecuada dentro del túnel, cuidando y considerando los manejos más críticos para los pollitos recién nacidos y evitar enfermedades o muertes por las bajas temperaturas, complementando el equipo de producción se acondicionaron seis comederos de iniciación con capacidad de 8 kilogramos, ocho bebederos de iniciación con capacidad de 4 litros, los cuales se limpiaban y desinfectaban cada 2 días durante la primera semana, y se rellenaban, desinfectaban y lavaban todos los días después de la segunda semana.

Se recibieron los pollitos con comederos de iniciación de forma rectangular con capacidad para 100 pollitos y posteriormente al 5 día de edad se emplearon los comederos de producción, siendo estos de tipo tolva con capacidad de 5 kg para 40

aves, cabe resaltar que en todo momento se estuvo monitoreando la temperatura del túnel y caseta, con ayuda de un termómetro y manejando las corrientes de aire con el manejo de cortinas.

Para el proceso de producción de engorda se acondicionaron y elaboraron los corrales con medidas de 1.20 m<sup>2</sup> teniendo un total de 15 corrales, es decir, cinco corrales para tratamiento 0 (testigo), cinco para el tratamiento 1, y cinco para el tratamiento 2, se asignó un bebedero estándar con capacidad de 4 litros por corral, y un comedero con capacidad de 5 kg tipo tolva, además de cama de viruta de 5 cm de grosor.

Una hora antes de recibir los pollitos se prendió la criadora. para mantener una temperatura media de 28 ° C – 32 ° C, además se les proporcionó agua con vitaminas y electrolitos con alimento pre iniciador (canfer) a libre acceso, los pollitos se recibieron todos en el túnel para darles manejo por igual, durante los primeros 4 días permanecieron dentro del redondel de acero inoxidable y del túnel de plástico, al 5 día de edad se retiró el redondel y el túnel, al 10 día se distribuyó los pollos en los 15 corrales instalando 10 pollitos por corral suministrando alimento comercial.

Durante el proceso de crianza se utilizó alimento comercial para las diferentes etapas (iniciación y engorda), manejando en todo momento alimento comercial, de tal manera que tratamiento 0 (testigo) sólo contempló el alimento como tal, mientras que el tratamiento 1 se adiciono un 10% de inulina de agave al alimento base y 15% para el tratamiento 2.

A continuación se describe el contenido nutricional de la inulina de agave:

**Cuadro 1. Información nutricional de inulina de agave**

Información nutricional	
Porción: 15g	
Calorías	255kj (60kcal)
Proteínas	0 g

Grasas (lípidos)	0 g
Grasa saturada	0 g
Carbohidratos(hidratos de carbona)	
Carbohidratos totales	15 g
Azúcares	0,7 g
Fibra dietética	14,3 g
Sodio	180 mg
Vitamina A	0%
Vitamina C	0%
Calcio	8%
Hierro	4%

Para pesar el pollito la primera semana se utilizó una báscula digital de 500gr, posteriormente se utilizó una báscula digital estilo gancho con capacidad de 50 kg, y para pesar la mezcla la báscula de gancho, durante todo el ciclo de producción.

Con fecha del 15 de junio del 2019 se recibieron los pollitos con un peso inicial de 42 gr promedio, suministrando alimento pre iniciador (canfer) con 18% de Proteína Cruda (PC) para su recepción, adicionando vitaminas y electrolitos en el agua, al 5 día se realizó un pesaje de los animales obteniendo para ello un peso promedio de 109.70 gr, a partir de ese momento se hizo el cambio del alimento de pre iniciador a iniciador con 16% de PC.

A la semana dos se intercambió el alimento iniciador por desarrolló de forma paulatina 50-50, esto con la finalidad de evitar diarreas, y en la semana tres se intercambió del alimento de desarrollo a engorda, en esta etapa se dio inicio con la suplementación del prebiótico orgánico inulina de agave en las dosis establecidas.

El agua se les suministro las 24 horas del día, cuidando la limpieza y que en ningún momento les faltara.

### 3.3 Análisis estadístico.

La variable productiva a evaluar es la ganancia de peso (GP), dicha variable se midió únicamente en la etapa de engorda.

Se realizó análisis de varianza usando un modelo lineal generalizado con ayuda del SAS.

El modelo plantado es el siguiente:

$$y = u + t + s + \varepsilon$$

Dónde:

$y$  = Es la variable respuesta (gdp)

$u$  = es la media poblacional

$t$  = Efectos de los tratamientos (1...3)

$s$  = efecto de la semana (1...5)

$\varepsilon$  = error

## IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó análisis de varianza usando un modelo lineal generalizado con ayuda del SAS, sin embargo, no existe diferencia significativa en los efectos principales de tratamientos ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 2. Comportamiento de la ganancia de peso.**

TRATAMIENTO	SEMANA 3		SEMANA 4		SEMANA 5	
	Y	D.E.	Y	D.E.	Y	D.E.
0	578.6	35.55	1084.2	54.97	1622	45.85
1	582.4	12.32	1073	37.68	1625	22.94
2	578.8	13.51	1067.7	33.46	1612	37.53

Diferentes literales en la misma hilera indican diferencia estadística significativa ( $P \leq 0.05$ ).

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis estadístico de los datos, se puede observar una respuesta por efecto de los diferentes tratamientos no significativa, lo cual quiere decir que en lo que a la ganancia de peso se refiere durante la fase de engorda de los pollos no hubo efecto de la adición del prebiótico orgánico en sus distintas dosis, Lo antes expuesto se fundamenta en los siguientes datos que a continuación se exponen: el tratamiento 1 (inulina de agave al 10%) 1,093.38gr de promedio en ganancia de peso durante la fase de engorda, mientras que para el tratamiento 2 (inulina de agave al 15%) el promedio de la ganancia de peso obtenido fue de 1,085.42gr y finalmente en el tratamiento 0 (sin inulina) arrojó un promedio de 1,094.73gr.

En un estudio reportado por Huang (2015), indica que la inulina entre 5 y 15 g/kg de peso del pollo suministrados durante todo el ciclo tiene propiedades inmunomodulatorias que pueden mejorar la salud y el comportamiento productivo de los pollos.

Por su parte Swiatkiewicz (2014), menciona que la inulina tiene efecto positivo sobre la digestibilidad de la materia seca, la materia orgánica y los extractos libres de nitrógeno, así como en la utilización de energía de la dieta, lo que promueve mayor ganancia de peso. Mientras que Volek (2007), reportó que no se afectó la ingesta de alimento al emplear 4% de inulina durante todo el ciclo.

Sanchez-Martinez (2019), en su estudio concluyen que la inulina de agave en 10 g/kg de peso del pollo mejora la capacidad de retención de agua y dureza, pero no contribuye al peso durante el periodo de engorda ni el peso de sacrificio.

Hai-qing (2015), por su parte no reportan diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) durante su estudio en la conversión alimenticia entre sus tratamientos a pesar del incremento de inulina (0, 2.5, 5.0, 7.0 y 10.0 g/kg de peso del pollo suministrado durante todo el ciclo), pero el tratamiento con 10 g/kg mostró el resultado más favorable.

## **V. CONCLUSIÓN**

Para este estudio no hubo diferencia significativa entre tratamientos, lo cual indica que no hay efecto sobre la agregación de inulina de agave en las dosis establecidas como tratamientos sobre la ganancia de peso en pollos durante la etapa de engorda, sin embargo numéricamente se observa que el tratamiento 1 (inulina de agave al 10%) muestra un ligero incremento distinto al tratamiento 2 y al testigo.

## VI.LITERATURA CITADA

- Aggett, P., C. Agostoni, I. Axelsson, C., Edwards, O., Goulet, O., Hernell, B., Koletzko, H, Lafeber., L, Jean, F, Kim., F., Rigo, J., H., Szajewska, & T., Weaver, 2003. Nondigestible carbohydrates in the diets of infants and young children: a commentary by the ESPGHAN committee on nutrition . J. Pediatric Gastroenterol. and Nutrit. 36: 329.
- Apolinário AC, BPG, de Lima Damasceno NE, de Macedo-Beltrão A, Pessoa Converti A, da Silva JA (2014) Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology. Carbohydrate Polymers 101: 368-378.
- Barry, Kathleen A., M. Brittany, V, y C. G. Fahey Jr. 2009. "Prebiotics in Companion and Livestock Animal Nutrition". En Prebiotics and Probiotics Science and Technology.
- Blajman JE, MV. Zbrun, DM. Astesana, AP. Berisvil, AR. Scharpen, ML. Fursari, et al. (2015). Probiotics in broilers' rearing: A strategy for intensive production models. Revista Argentina de Microbiología 47: 360-367.
- Bosscher, D. & J. van Loo, & A. Franck, 2006. Inulin and oligofructose as prebiotics in the prevention of intestinal infections and diseases. Nutrition Res. Rev. 19: 216.
- Buclaw M (2016) The use of inulin in poultry feeding: a review. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 100: 1015-1022.
- Castor, Laura Lara. 2011. "Inulina: Polisacárido con interesantes beneficios a la salud humana y con aplicación en la industria farmacéutica". <http://www.zukara.com.mx/inulina%202011.pdf>.
- Cázares-Gallegos R, Silva-Vázquez R, CA., Hernández-Martínez, JG, Gutiérrez-Soto, JR, Kawas-Garza, ME, Hume, et al. (2019) Performance, carcass variables, and meat quality in broilers supplemented with dietary Mexican oregano oil. Brazilian Journal of Poultry Science 21: 1-10.
- Chowdhury S, GP, Mandal, AK, Patra (2018) Different essential oils in diets of chickens: 1. Growth performance, nutrient utilisation, nitrogen excretion, carcass traits and chemical composition of meat. Animal Feed Science and Technology 236: 86- 97.

Coudray, C., J, Tressol, E, Gueux, & Y., Rayssiguier, 2003. Effects of inulin-type fructans of different chain length and type of branching on intestinal absorption and balance of calcium and magnesium in rats. *Eur. J. Nutr.* 42:91.

Dankowiakowska, A., I, Kozłowska, y M. Bednarczyk. 2013. "PROBIOTICS, PREBIOTICS AND SYNBIOTICS IN POULTRY – MODE OF ACTION, LIMITATION, AND ACHIEVEMENTS". *Journal of Central European Agriculture* 14 (1): 467–78.

Delzenne, N. & N, Kok,. 2001. Effects of fructans-type prebiotics on lipid metabolism, *Am. J. Clin. Nutr.* 456:73.

Dubert-Ferrandon, A., D. Newburg, y A. Walker, 2008. Immune Functions and Mechanisms in the Gastrointestinal Tract. *Handbook of prebiotic*. Ed. Gibson, G. y Roberfroid. Pp. 115-128.

FAOSTAT (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL> . Fecha de consulta: 16 de Septiembre de 2019.

Flamm G, W Glinsmann, D, Kritchevsky, L, Prosky, y M, Roberfroid. 2001. "Inulin and Oligofructose as Dietary Fiber: A Review of the Evidence". *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 41 (5): 353–62. doi:10.1080/20014091091841.

Gibson, G. & M, Roberfroid, 2008. *Handbook of prebiotic*. Ed. Gibson, G. y Roberfroid M. p. 1050.

Gibson GR, HM, Probert JV, Loo RA, Rastall, MB, Roberfroid (2004) Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews* 17: 259-275.

Gibson GR, MB, Roberfroid, (1995) Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition* 125: 1401-1412.

Guarner, F. & J, Malagelada, 2003. Gut flora in health and disease. *Lancet.* 361: 512.

Hai-qing S, L Lin, Guo-hui X, Lin X, Xiao-gang C, Rui-rui X, et al. (2015) Effectiveness of dietary xylo-oligosaccharides for broilers fed a conventional corn-soybean meal diet. *Journal of Integrative Agriculture* 14: 2050-2057.

Hantermink, R. 1999. Prebiotic effects of non-digestible oligoand-polysaccharides. Ph.D. Thesis. Food Microbiol. Group. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.

Hara, H., Haga, S., Aoyama, Y. y S, Kiriyaama, 1999. Short Chain fatty Acids Suppress Cholesterol Synthesis in rat Liver and Intestine. *J. Nutr.* 129: 942.

- Hernández-Carranza, T. y M. T. Jiménez. (2010). Propiedades funcionales y aplicaciones industriales de los fructo oligosacáridos.
- Hernández-Coronado AC., S,Vázquez R, ZE, Rangel-Nava, CA, Hernández-Martínez, JR, Kawas-Garza, ME, Hume,G, Méndez-Zamora (2019) Mexican oregano essential oils given in drinking water on performance, carcass traits, and meat quality of broilers. *Poultry Science* 98: 3050-3058.
- Holloway, L., S, Moynihan, S.A., Abrams, K, Kent., Hsu, A.R. & A.L. Friedlander., 2007. Effects of oligofructoseenriched inulin on intestinal absorption of calcium and magnesium and bone turnover markers in postmenopausal women. *Br. J. Nutr.* 97:365.
- Hopkins, M. & G. Macfarlane, 2003. Nondigestible oligosaccharides enhance bacterial colonization resistance against *Clostridium difficile* in vitro. *Appl. Environmental Microbiol.* 69: 1920.
- Huang Q, Y, Wei, Y, Lv, Y,Wang T,Hu., (2015) Effect of dietary inulin supplements on growth performance and intestinal immunological parameters of broilers chickens. *Livestock Science* 180: 172-176.
- Letexier, D., F, Diraison, & M, Beylot., 2003. Addition of inulin to a high carbohydrate diet reduces hepatic lipogenesis and plasma triacylglycerol concentration in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* 77: 559.
- López, M.G.,A, Mancilla., & G, Mendoza-Díaz., 2003. Molecular structures of fructans from *Agave tequilana* Weber var azul. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7835.
- Mashayekhi H, M, Mazhari., O, Esmaeilipour., (2018) Eucalyptus leaves powder, antibiotic and probiotic addition to broiler diets: effect on growth performance, immune response, blood components and carcass traits. *Animal* 18: 1-7.
- Medina, JC., MJ, Rejón., & ER, Valencia., (2012). Análisis de rentabilidad de la producción y venta de pollo en canal en el municipio de Acanceh, Yucatán, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*.16 (30); 909-919. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14123097012>.
- Méndez-Zamora G, LA, Durán-Meléndez., ME, Hume., R, Silva-Vázquez., (2017) Performance, blood parameters, and carcass yield of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46: 515-520.
- Nabizadeh A (2012) The effect of inulin on broiler chicken intestinal microflora, gut morphology, and performance. *Journal of Animal and Feed Sciences* 21: 725- 734.
- Nagendra, P.S. 2000. Some beneficial effects of probiotic bacteria. *Biosc. Microflora.* 19:99

Olnood CG, SSM, Beski.,PA, Iji., M, Choct. (2015) Delivery routes for probiotics: Effects on broiler performance, intestinal morphology and gut microflora. *Animal Nutrition* 1: 192-202.

Patterson JA,KM, Burkholder. (2003) Application of prebiotics and probiotics in poultry production. *Poultry Science* 82: 627-631.

Peinado MJ, A, Echávarri., R, Ruiz., E, Suárez-Pereira., C, Ortiz Mellet., JM, García Fernández., LA, Rubio. (2013) Effects of inulin and di-D-fructose dianhydride-enriched caramels on intestinal microbiota composition and performance of broiler chickens. *Animal* 7: 1779-1788.

Perrin, S., M, Warchol., J, Grill. P. y F, Schneider., 2001. Fermentations of fructo-oligosaccharides and their components by *Bifidobacterium infantis* ATCC 15697 on batch culture in semi-synthetic medium. *J. Appl. Microbiol.* 90:859.

Popova, T. (2017) Effect of probiotics in poultry for improving meat quality. *Current Opinion in Food Science* 14: 72-77.

Praznik W, R, Löppert., JM, Cruz Rubio., K, Zangger., Huber A (2013) Structure of fructo-oligosaccharides from leaves and stem of *Agave tequilana* Weber, var. azul. *Carbohydrate Research* 381: 64-73.

Reyer H, J, Zentek., K, Männer., IMI, Youssef., AumillerT, J, Weghuber., et al. (2017) Possible molecular mechanisms by which an essential oil blend from star anise, rosemary, thyme, and oregano and saponins increase the performance and ileal protein digestibility of growing broilers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65: 6821-6830.

Roberfroid, M. & Delzenne, N. 1998. Dietary fructans. *Annu. Rev. Nutr.* 18:117.

Roberfroid, M. (1999). Caloric value of inulin and oligofructose. *J. Nutr.* 129: 1436.

Roberfroid, M. (2007) Prebiotics: The concept revisited. *The Journal of Nutrition* 137: 830S-837S.

Roberfroid, M. (2007). "Inulin-Type Fructans: Functional Food Ingredients". *The Journal of Nutrition* 137 (11): 2493S–2502S.

Roberfroid, M. (2005) Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition* 93: S13-S25.

Saenphoom P., S. Chimtong, S. Phiphatkitphaisan, S. Somsri. (2016) Improvement of taro leaves using pre-treated enzyme as prebiotics in animal feed. *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 11: 65-70.

- Salazar P., ML, García., MD. Selgas. (2009). Short-chain fructooligosaccharides as potential functional ingredient in dry fermented sausages with different fat levels. *International Journal of Food Science & Technology* 44: 1100-1107.
- Salminen, S., C. Bouley, M. Boutron-Ruault, J. Cummings, A. Franck, G. Gibson, E. Isolauri, M, Moreau., M, Roberfroid. y I, Rowland. 1998. Functional food science and gastrointestinal physiology and function. *J. Nutr.* 80:147.
- Samanta, A. K., N. Jayapal, S. Senani, A. P. Kolte, y Manpal Sridhar. 2013. "Prebiotic inulin: Useful dietary adjuncts to manipulate the livestock gut microflora". *Brazilian Journal of Microbiology* 44 (1): 1–14.
- Sánchez-Zamora, N., R, Silva-Vázquez.,Z.E, Rangel-Nava., C.A. Hernández-Martínez., J.R, Kawas-Garza.,M.E. Hume, y G, Méndez-Zamora. (2019). Inulina de agave y aceite de orégano mejoran la productividad de pollos de engorda.
- Schrezenmeir, J. & M, de Vrese. 2001. Probiotics, prebiotics and symbiotics approaching a definition. *Am. J. Clin. Nutr.* 73: 361.
- Seifert, S. & B, Watzl. 2008. Prebiotics and the Immune System: Review of Experimental and Human Data. *Handbook of prebiotic*. Ed. G. Gibson y M. Roberfroid. Pp. 410-418.
- SIAP (2019) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [https://nube.siap.gob.mx/cierre\\_pecuario/](https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/) . Fecha de consulta: 16 de Septiembre de 2019.
- Shoib, M, A, Shehzad, O, Mukama, A, Rakha, H, Raza, H, Rizwan Sharif, A, Shakeel, A, Ansari, y S, Niazi. 2016. "Inulin: Properties, health benefits and food applications". *Carbohydrate Polymers* 147 (agosto): 444–54. doi:10.1016/j.carbpol.2016.04.020.
- Soto, F. P., E.F, Hernández., & J.A, García. (2014). La avicultura en México: retos y perspectiva. *Aportaciones en Ciencias Sociales: economía y humanidades*.
- Swanson, K., CH, Grieshop., E, Flickinger., L, Bauer., J, Chow., B, Wolf., K, Arleb. & G, Fahey. 2002. Fructooligosaccharides and *Lactobacillus acidophilus* modify gut microbial populations, total tract nutrient digestibilities and fecal protein catabolite concentrations in healthy adult dogs. *J. Nutr.* 132: 3721.
- Tako E, RP, Glahn. (2012) Intra-amniotic administration and dietary inulin affect the iron status and intestinal functionality of iron-deficient broiler chickens. *Poultry Science* 91: 1361-1370.

Toghyani M, S, Mosavi, M, Modaresi., N, Landy. (2015) Evaluation of kefir as a potential probiotic on growth performance, serum biochemistry and immune responses in broiler chicks. *Animal Nutrition* 1: 305-309.

Tomás de Paz, C. A. (2013). Aditivos en la alimentación de las aves.

Tuohy, K. M., H.M. Probert., C.W. Smejkal. & G.R. Gibson. 2003. Using probiotics and prebiotics to improve gut health. *Drug Discovery Today*. 8:692.

Unión Nacional de Avicultores (2015). Crecerá 2.5% la avicultura mexicana en 2015 (documento en internet). México, D. F. Disponible en: <http://una.org.mx/index.php/component/content/article/15-panorama/56-crecera-2-5-la-aviculturamexicana-en-2015>. Determinantes de la oferta de carne de pollo en México [sitpollo97.pdf](#).

Unión Nacional de Avicultores (2018). Situación de la Avicultura Mexicana. Expectativas 2018 (documento en internet). México, D. F. Disponible en: <http://www.una.org.mx/index.php/panorama/situacion-de-la-aviculturamexicana>.

Velasco S, ML, Rodríguez., MC, Alzueta., A, Rebolé., y LT, Ortiz. (2010). Los prebióticos tipo inulina en alimentación aviar.