



**SEP**  
SECRETARÍA DE  
EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO**

**TESIS PROFESIONAL PARA TITULACIÓN INTEGRAL**

**TITULADA:**

**USO DE HARINA DE *Moringa Oleífera* COMO ALTERNATIVA SUSTENTABLE  
EN LA ALIMENTACION EN POLLOS DE ENGORDA EN EL MUNICIPIO DE EL  
ESPINAL, OAXACA.**

**QUE PRESENTAN:**

**ROSARIO PÉREZ GÓMEZ  
LUZ TERESA CARRASCO SANTIAGO**

**ASESOR:**

**M.C. CARLOS ANTONIO MARTINEZ**

**CARRERA:**

**ING. EN AGRONOMÍA CON ESPECIALIDAD EN ZOOTECNIA**



**San Pedro Comitancillo, Oaxaca a octubre 2021**

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis padres**

Que gracias a sus consejos y palabras de aliento nos ayudaron a crecer como persona y luchar, por enseñarnos valores que nos llevaron a alcanzar una meta.

### **A mi familia Carrasco- Santiago**

Por siempre estar conmigo y apoyarme en todo como familia, especialmente ustedes **Miguel y Elena** que desde el cielo están cuidándome me hubiera gustado que estuvieran aquí.

### **Al tecnológico.**

A los directivos, por abrirnos las puertas de la institución y así poder comenzar y concluir la carrera, a cada uno de los docentes que ahí laboran por su dedicación y enseñanzas.

### **A mis asesores.**

por la dedicación, el tiempo y la paciencia que tuvieron con este trabajo y, por enseñarnos cosas nuevas y a no rendirnos cuando algo apenas comienza.

**A ti Luis Felipe** por ser mi mejor amigo y por ser la persona que ha estado conmigo en todo momento te amo.

**A ti Rosario** por ser mi mejor amiga, hermana y compañera de tesis y ser mi gran apoyo para cumplir nuestras metas. ¡LO LOGRAMOS!!

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mis padres**

Sr. José Pérez Guerra y Sra. Josefina Gómez Sánchez, gracias porque ustedes han sido siempre el motor que impulsan mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico y agradezco a ustedes este logro amados padres, como una meta más conquistada, orgullosa de haberlo logrado y que estén a mi lado en este momento importante.

### **A mis hermanos**

José J. y Yudilma Pérez Gómez, pareciera que nunca hubiésemos estado en paz, siempre estando en batalla por cualquier cuestión, no obstante, siempre llegaron momentos donde la lucha culminaba e hicimos una unión. Gracias porque en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsaron para salir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos.

### **A mi hija y sobrinos**

Yudilma Nohemí Manuel Pérez, José J. y Arkoyris Pérez Martínez, Gracias mis amores por ser ese pequeño gran impulso, por ser la fuerza que me ha motivado a llegar al final de esta meta, hoy he dado un paso más para servirles de ejemplo y que este logro sirva de herramienta para guiar cada uno de sus pasos gracias por existir, los amo.

### **Al tecnológico y docentes.**

Gracias al Tecnológico de Comitancillo, por brindarme las oportunidades para cumplir la última meta en mis logros estudiantiles. A ustedes docentes en general gracias por sus palabras, sus conocimientos y paciencia. Donde quiera que vaya, los llevare conmigo en mi transitar profesional.

### **A mis asesores.**

M.C. Carlos Antonio Martínez e Ing. Irvis Escobar Aquino, Sin ustedes, sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado. Sus consejos fueron siempre útiles, ustedes formaron parte importante de esta historia con sus aportes profesionales, muchas gracias por sus múltiples palabras de aliento cuando más lo necesite, por estar allí cuando mis horas de trabajo se hacían confusas. Gracias por sus orientaciones.

### **A mi novio**

Oscar Manuel Gil, gracias por ser no solo mi novio, sino también el papá de mi hermosa hija, mi amigo, por confiar en mí y apoyarme en todos y cada uno de los pasos y decisiones que doy en mi vida. Te agradezco y deseo compartir contigo este y muchos otros momentos más importantes de mi vida.

### **A mi mejor amiga**

Luz Teresa Carrasco Santiago, Más que una amiga te considero mi hermanita, gracias por formar parte de este proyecto y estar en cada paso del camino, como compañera de clases y mi mejor amiga, eres única y agradezco haber logrado esta meta a tu lado.

## RESUMEN

La presente investigación fue desarrollada dentro de las instalaciones denominada “La Fortaleza” ubicado en el municipio de El Espinal Oaxaca, cuenta con un clima Cálido subhúmedo con lluvias en verano (100%) y con rango de precipitación anual de 800 – 1000 mm. El trabajo tuvo la finalidad de determinar la efectividad nutricional de dietas a partir de la adición de harina de *Moringa Oleífera* (HM) sobre los parámetros productivos, calidad de la canal en pollos de engorda de la línea genética Cobb 500. Los tratamientos se conformaron de alimento comercial más la adición de 10% HM (T1), alimento comercial más la adición de 5% HM (T2) y como comparativo el alimento comercial puro 17% de proteína (T3). Los tratamientos fueron distribuidos bajo el modelo estadístico en bloques completamente al azar. Se determinaron las variables productivas y rendimiento en canal. Se encontraron respuestas significativas en la variable conversión alimenticia, encontrando durante la 3° semana promedios de 0.30g para el tratamiento 2, así mismo en la variable consumo de alimento no se encontraron diferencias significativas sin embargo el tratamiento 2 muestra la mejor tendencia en las últimas dos semanas con valores de 1.123 y 1.21. En la variable ganancia de peso no se encontró diferencias significativas, y en las semanas del 12-17 con un promedio de 1.898 y en la semana del 18-20 con un promedio de 2.249 reflejándose así un significativo aumento en la ganancia de peso en los pollos. En el rendimiento de la canal se observaron diferencias significativas, el tratamiento 1 adición de 5% HM obtuvo los mejores resultados con promedios de 2354, 2312 y 2164.

# ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PAG.
RESUMEN.....	i
INDICE DE CUADROS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
INDICE DE ANEXOS.....	vii
<b>CAPITULO I. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCION .....	1
1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante.....	3
1.3 Problemas a resolver .....	5
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5 Justificación .....	7
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1 Producción de carne de pollo a nivel nacional y mundial.....	9
2.1.1 La industria avícola en México.....	10
2.1.2 La importancia de la industria avícola en México .....	10
2.1.3 Sistemas de producción de pollo en México .....	12
2.1.4 Principales estados productores de pollo.....	12
2.1.5 Producción de pollos en el estado de Oaxaca .....	13
2.1.6 Sistema de producción de pollos en la región del istmo de Tehuantepec .....	14
2.2 Características del pollo de engorda .....	14
2.2.1 Principales razas productoras de carne.....	15
2.2.2 Alimentación del pollo de engorda .....	17
2.3 Necesidades nutritivas de pollos de engorda.....	22
2.3.1 Proteínas .....	22
2.3.2 Aminoácidos .....	24
2.3.3 Carbohidratos.....	26

2.3.4 Energía.....	27
2.3.5 Minerales .....	28
2.3.6 Grasa.....	28
2.4 Vitaminas.....	29
2.4.1. Clasificación de las vitaminas.....	30
2.4.2 Vitaminas liposolubles .....	30
2.4.3 Vitaminas hidrosolubles .....	30
2.5 Agua .....	31
2.6 Requerimiento nutricional. ....	32
2.7 Asimilación de los materiales alimenticios en los pollos.....	32
2.8 Consumo de alimento.....	33
2.9 Caracterización de la moringa .....	34
2.10 Moringa oleífera en la alimentación de aves .....	37
2.11 Cultivo en México.....	41
<b>CAPÍTULO III. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b> .....	<b>43</b>
3.1 Localización del área de estudio .....	43
3.2 Factores de estudio.....	44
3.3 Tratamientos .....	44
3.4 Características de los tratamientos.....	45
3.5 Diseño experimental.....	45
3.6 Material experimental .....	46
3.7 Variables a evaluar.....	48
3.7.1 Determinación de los parámetros productivos.....	48
3.7.2 Determinación de la calidad de canal.....	50
3.7.3 Costo de producción.....	50
3.8 Descripción de las actividades.....	51
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUCIONES</b> .....	<b>62</b>
4.1 Conversión alimenticia por tratamientos.....	62
4.2 Ganancia de peso semanal.....	63
4.3 Consumo promedio de alimento .....	63
4.4 Calidad de la canal .....	64
4.5 Conversión alimenticia por semanas.....	64

4.6 Comportamiento de la ganancia promedio de peso .....	65
4.7 Comportamiento de consumo promedio de alimento .....	66
4.8 Temperatura (°C) y humedad ambiental (%) .....	66
4.9 Resumen financiero.....	67
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>68</b>
5.1 CONCLUSIÓN.....	68
5.2 RECOMENDACIONES .....	69
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>70</b>
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES.....	70
ANEXOS.....	73



## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadros</b>	<b>Pag.</b>
1. Etapas de alimentación de los pollos de engorda.....	19
2. Requerimientos de proteínas en la ración del pollo de engorda. ....	23
3. Aminoácidos necesarios para los pollos de engorda.....	25
4. Concentración de minerales y vitaminas en las hojas de Moringa. ....	35
5. Análisis bromatológico (%) de hojas y tallos de Moringa oleífera.....	37
6. Factores y niveles usados en la investigación.....	44
7. Cuadro nutricional de alimento balanceado Alpesur. ....	45
8. Contenido nutrimental de la Moringa oleífera.....	46
9. Conversión alimenticia por tratamientos.....	62
10. Ganancia de peso semanal. ....	63
11. Consumo promedio. ....	63
12. Conversión alimenticia por semanas.....	64
13. Ganancia de peso por semana. ....	65
14. Consumo de alimento por semana. ....	66
15. Comportamiento de temperatura y humedad ambiental por semana. ....	67
16. Consumo total de alimento por tratamiento.....	67

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figuras</b>	<b>Pag.</b>
1. Estimaciones nutricionales requerida en los pollos de engorda. ....	20
2. Distribución del diseño en campo. ....	45
3. Obtención de las hojas de Moringa. ....	51
4. Secado de hojas. ....	52
5. Elaboración de la harina de moringa. ....	53
6. Elaboración de alimento concentrado. ....	53
7. Limpieza y desinfección del área. ....	54
8. Construcción de corrales. ....	54
9. Calor térmico de corrales. ....	55
10. Alimento comercial adquirido. ....	55
11. Recepción de pollos. ....	56
12. Fase de adaptación. ....	56
13. Distribución de las aves en los corrales. ....	57
14. Suministro de Clorasulf y Vitafort. ....	57
15. calefacción a los pollos. ....	58
16. Lavado de bebederos y comederos. ....	59
17. Limpieza de corrales. ....	59
18. Suministro de Clorasulf y RU-VIO-TIC. ....	59
19. Aplicación de la Vacuna contra la Viruela aviar. ....	60
20. Aplicación de Catarrol. ....	60
21. Aplicación de Zuri-cox. ....	61

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexos</b>	<b>Pag.</b>
<b>A1.</b> Requerimientos Nutricionales Recomendados Para la Línea Cobb – 500.....	73
<b>A2.</b> Conversión alimenticia promedio semanal por tratamiento y semana.....	74
<b>A3.</b> Consumo promedio semanal por tratamiento y semana.....	74
<b>A4.</b> Calidad de la canal.....	75
<b>A5.</b> Análisis financiero.....	75
<b>A6.</b> Rendimiento de la canal.....	76

## **CAPITULO I**

### **GENERALIDADES DEL PROYECTO**

#### **1.1 INTRODUCCION**

*Moringa oleífera* es el género de un árbol perteneciente a la familia Moringaceae (Kumar et al., 2013); ha sido utilizada principalmente para consumo humano, ya que ha adquirido gran importancia como suplemento nutricional y planta medicinal; esto trae como consecuencia el incremento en su costo; por lo tanto, para ser utilizada en la alimentación animal debe promoverse que se planten más árboles en las producciones donde se requiere (Etalem et al. 2014).

Esta planta tiene importancia como forrajera debido a sus características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa fresca. El forraje de la Moringa es una fuente de proteína para la alimentación de animales ya que contiene 25.1% de grasa, 47% de la proteína total, y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca es de 79%. Además, posee alto rendimiento de biomasa

fresca total comestible que es de 68 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> equivalentes a 15 t de materia seca ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Esto denota que la *Moringa Oleifera* por sus propiedades nutritivas, y su producción de forraje verde, puede ser una alternativa para los productores avícolas del país, que les permita disminuir los costos de producción sin cambios de relevancia en el comportamiento de las aves.

Las hojas de la *Moringa oleífera* también se distinguen por su elevado contenido de macronutrientes como vitaminas y minerales Vitamina “A”, Vitamina “D3”, Vitamina “E”, Vitamina “K”, Tiamina, Riboflavina, Niacina y otros. Sin embargo, cabe mencionar que también posee fenoles, factores anti-nutricionales como taninos, saponinas, fitatos y oxalatos (Teteh et al., 2013). Según Yaméogo 2011 reporta resultados del análisis químico proximal realizada a las hojas *Moringa oleífera* encontrando un contenido de proteína equivalente a 27 %.

Según Aguilar en 2012, la industria de pollo de engorda está cada vez más especializada, segmentada y los productores de pollos de engorda deben estar preparadas para atender los diferentes tipos de demanda del mercado. En el pasado, el objetivo de la producción era obtener un óptimo peso al sacrificio asociado a la mejor conversión alimenticia. Estos criterios aún son importantes, sin embargo, hoy existen otros mercados como la producción de carne de pollo con alimentos orgánicos (pollo orgánico) o solamente con alimentos de origen vegetal sin la inclusión de productos de origen animal o de antibióticos.

Bastardo en 2011 detalló que con estas investigaciones buscan demostrar que la moringa oleífera es un excelente forraje alternativo para la alimentación animal tanto en rumiantes como en mono

gástrico, además de bajar la dependencia del alimento concentrado ya que la moringa proporciona alto porcentaje de proteína.

Los sectores de producción de aves en los países en desarrollo se encuentran enfrentando algunos problemas como el incremento de los costos de alimentación. Debido a esto, se han buscado fuentes alternativas de proteína y energía que se encuentren disponibles y no sean tan costosas, la *Moringa oleífera* es un árbol con una gran importancia económica, y ha sido incorporado por nutriólogos en dietas de aves para examinar sus efectos en los parámetros productivos (Talha, 2013).

## **1.2 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área de trabajo del estudiante**

“La Fortaleza” fue fundada por el Lic. Raúl Edgardo Benítez Meza en el año 2015, Debido a la inquietud de recuperar el campo, desde la llegada de los parques eólicos a la región istmeña los productores del campo se han inclinado a recibir sus ingresos por la renta de sus parcelas dejando en un segundo término los ingresos por actividades agropecuarias aunando a la escasez del recurso hídrico. Es por eso que surge La Fortaleza para utilizar tecnologías alternativas que ayuden a minimizar el consumo de agua y demostrar que es posible producir en poco espacio, creando conciencia en el uso de agua, mediante los sistemas de riego por goteo.

Otra de las razones de la creación de “La Fortaleza” se debe que actualmente las comunidades tienen poca producción y calidad de sus productos, y se desconoce el proceso de producción, por el motivo “La fortaleza” trata de minimizar el uso de agroquímicos mejorando la calidad de vida de los habitantes. También se pretende demostrar que en la región se pueden cultivar hortalizas.

**Misión de la empresa:**

Obtener productos agropecuarios de calidad, utilizando tecnologías alternativas, ofreciendo bienes y servicio a precios accesibles satisfaciendo la necesidad de los consumidores de la región.

**Visión de la empresa:**

Ser una empresa reconocida en la región por la innovación y comercialización de productos agropecuario, ofreciendo a nuestros clientes calidad y servicio, de manera sustentable.

**Valores:**

Calidad

Innovación

Puntualidad

Comunicación

Confianza

Compromiso

El área de trabajo donde se realizó el siguiente proyecto fue en la comunidad El Espinal Oaxaca en la Unidad de producción denominada “La Fortaleza” ubicada en calle Miguel Hidalgo S/N tercera sección entre las Av. Melchor Ocampo e Independencia.

### 1.3 Problemas a resolver

A pesar del crecimiento de la producción avícola, el sector sigue teniendo los mayores costo de producción en la alimentación, problema el cual afecta más a los pequeños productores, por tal razón se han buscado y probado distintas alternativas de alimentación que provean proteína orgánica barata y sobre todo que esté disponible al alcance de los productores, entre ellas se encuentra la *Moringa Oleífera*, que por su alto contenido de proteína se utiliza como fuente para la elaboración de concentrados para el consumo de aves (Bucardo, 2015)

Este proyecto busca ofrecer una alternativa sustentable y sostenible en la alimentación de aves de engorda que provea al consumidor final carne de calidad libre de sustancias químicas u hormonadas con que son preparados los alimentos comerciales y afectan a la salud de las personas que lo consumen.

Con esta propuesta se pretende que los productores de aves y familias rurales dedicadas a esta actividad puedan obtener proteína en sus mismas parcelas ya que la planta de *Moringa oleífera* se adapta rápidamente a condiciones climáticas de la región, su proceso de transformación es sencillo y fácil de obtener e impactaría económicamente reduciendo los costos de producción.



## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la efectividad nutricional de dietas a partir de la adición de harina de *Moringa Oleífera* sobre los parámetros productivos, como recursos locales en la alimentación en pollos de engorda para el Municipio de El Espinal, Oaxaca.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- 1.- Determinar los efectos de los tratamientos de diferentes niveles de inclusión de harina de *Moringa Oleífera* en las variables productivas en pollos de engorda línea Cobb 500.
- 2.- Determinar la calidad de la canal por tratamiento.
- 3.- Realizar el análisis financiero de la alimentación por tratamientos.

## 1.5 Justificación

Este trabajo de investigación pretende identificar la importancia de la economía familiar campesina, poder producir alimentos concentrados para aves de engorda de manera balanceada a partir del uso de *Moringa Oleífera*, con la intención de mejorar el rendimiento productivo y calidad del producto final; además contribuir con la sustentabilidad a partir de una dieta sana desarrollada en “La Fortaleza”.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2010 afirma que la avicultura familiar representa una oportunidad para el mejoramiento de las condiciones de vida de las familias, y en especial de las mujeres, quienes son en mayor parte las que lideran los procesos productivos comunitarios con gallinas.

La *Moringa oleífera* es una planta originaria en el norte de la india y que pocos países conocen y utilizan en la alimentación de animales, la razón es que su cultivo no es muy propio de otros países y debe ser bien cuidada para que no pierda sus bondades (Nikkon, Hasan, Salam, Mosaddik, Khondkar, Haque, y Rahman, 2009)

La *Moringa Oleífera* ofrece una amplia variedad de productos alimenticios, ya que todas las partes de la planta son comestibles: las vainas verdes (parecidas a legumbres), las hojas, las flores, las

semillas (negruzcas y redondeadas) y las raíces son muy nutritivas y se pueden usar para el consumo humano por su alto contenido en proteínas, vitaminas y minerales (Murat, 2014)

La moringa tiene gran cantidad de beneficios y se ha buscado entre tantas investigaciones cómo afecta en la crianza de los pollos, determinando las características precisas que incremente la producción avícola (Olson & Fahey, 2011).

Por tal razón, se buscan identificar cómo se afecta el metabolismo de los pollos al ingerir *Moringa oleífera* cómo se puede utilizar este fenómeno para incrementar la producción con mayor rapidez y de forma natural, creando alternativas eficaces y económicas en la crianza de pollos de engorda para los pequeños productores. Así mismo la escasez de alimentos, tanto en cantidad como en la calidad, se encuentran restringido por los escasos recursos existentes para su producción.

Es por ello que se proponen estrategias alimenticias para producir pollos con menor costo de producción y con una mejor calidad en peso en la comercialización de los pollos. (SAGARPA, 2009).

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Producción de carne de pollo a nivel nacional y mundial**

Para el año 2020 la carne de aves representará el 36% de la producción cárnica a nivel mundial. La producción y el consumo de carne a nivel global continúan con un crecimiento ascendente. En efecto, al 2020 los tipos de carne que más se consumirán son la carne porcina, seguida de la avícola y después la carne de res/búfalo. En el informe de OECD/FAO (octubre 2018) se prevé que los países desarrollados producirán unos 10 millones de toneladas adicionales y los países en desarrollo producirán aproximadamente más de 20 millones de toneladas. Así, el consumo adicional de carne durante este período consistirá principalmente en carne de aves, pero principalmente de pollo que representará el 87.1% de la carne de aves. Según las perspectivas de crecimiento económico del mundo, el Fondo Monetario Mundial (FMI) prevé que se mantendrán estables en los próximos años (3.1%-3.4%) contribuyendo a continuar aumentando el consumo, y que se reafirma más con “el rápido crecimiento demográfico y la urbanización dentro de las regiones en desarrollo, que seguirán siendo el núcleo conductor del crecimiento del consumo total de la carne de pollo”. (OECD/FAO 2018).

### **2.1.1 La industria avícola en México**

Durante 2019 la industria avícola continuó siendo la actividad pecuaria más dinámica del país, actualmente representa 63.3% de la producción pecuaria en México, donde 6 de cada 10 kg. son alimentos avícolas como pollo, huevo y pavo. En 2019 la avicultura mexicana aportó el 0.89% en el PIB total, el 28.01% en el PIB agropecuario y el 36.6% en el PIB pecuario. De 2008 al 2019 el consumo de insumos agrícolas ha crecido 18.2%, con una Tasa de Crecimiento Media Anual de 1.7%. Para el cierre de 2020, se proyecta que la avicultura generará 1 millón 291 mil empleos, mientras que en 2019 la avicultura generó 1 millón 377 mil empleos, siendo 1 millón 64 mil indirectos y 213 mil directos. En 2019 la parvada avícola nacional, creció con respecto a 2018 en 2.1% cerrando en 534 millones de aves. La parvada nacional está conformada por 161.1 millones de gallinas ponedoras, 315 millones de pollos al ciclo y 671 mil pavos al ciclo. (CEDRSSA 2019.)

### **2.1.2 La importancia de la industria avícola en México**

La avicultura es la rama de la ganadería que trata de la cría, explotación y reproducción de las aves domésticas con fines económicos, científicos o recreativos. Así pues, en su más amplio sentido la avicultura trata igualmente de cualquier especie de ave que se explote en las granjas para el provecho o utilidad del hombre. Desde sus inicios a mediados del siglo XX, uno de los objetivos más importantes que tiene la avicultura en México, es proveer a la población alimentos ricos en proteína de calidad. Es conocida la importancia de la Industria Avícola en el consumo nacional, particularmente para los sectores sociales más pobres de la población, lo cual exige realizar un

análisis de la estructura productiva y territorial de la actividad avícola, además de una retrospectiva de su expansión en el corto y mediano plazo con una visión alineada al propósito de reducción de la pobreza y desigualdad regional, así como avanzar hacia la autosuficiencia alimentaria. El reto conlleva a mantener una línea de crecimiento en la oferta interna de los alimentos derivados de la Industria Avícola, así como la interacción que significa la visión de autosuficiencia alimentaria con la producción interna de sus insumos, y el comportamiento de los precios al consumidor de estos productos. La Industria Avícola, presenta la mayor tasa de crecimiento dentro de las actividades agrícolas, pecuarias y pesqueras y constituye un sector fundamental de la producción de alimentos y un importante elemento dentro de la dieta de una gran parte la población del país. (CEDRSSA 2019.)

La Encuesta Nacional de Ingreso Gasto de los Hogares 2016 difundida por el INEGI, confirma que la mayor proporción del Gasto de Alimentos Cárnicos de población de menores ingresos, se destina a la compra de Carne de Ave al canalizar 7.4% de su gasto total en alimentos. (INEGI 2016)

Según estimaciones del Departamento de Agricultura de EUA, de continuar esta tendencia, para 2025 se requerirán más de un millón de toneladas para abastecer el consumo interno, lo que implicaría importar cerca de un 25.0%, de este volumen superior al registrado en 2018 que hse ubica en un 12.1% del consumo nacional.

Actualmente 6 de cada 10 mexicanos, incluyen en su dieta alimentos avícolas como pollo, huevo y pavo; este sector es considerado dentro de la estrategia de seguridad alimentaria ya que contribuye en un 55.0 % a la aportación de proteína; la carne de pollo tiene una participación del 38.4% y del huevo con 17.0%, seguidos por la leche de vaca (19.0%), carne de res (15.8%) y carne de cerdo (8.0%). (CEDRSSA, 2019)

### **2.1.3 Sistemas de producción de pollo en México**

En México existen básicamente tres sistemas de producción, los cuales están diferenciados con base al esquema tecnológico que utilizan, siendo estos el tecnificado, semi-tecnificado y el de traspatio o rural, y los cuales presentan diferentes grados de integración vertical y horizontal, además de atender diferentes sectores del mercado. El sistema tecnificado se enfoca al abasto de grandes zonas urbanas, y los sistemas semi-tecnificado y el de traspatio o rural, canalizan su producción a mercados micro regionales y al autoabastecimiento, respectivamente. En el 2019 se produjeron 3 millones 554 mil 041 toneladas de carne de pollo, con un crecimiento de 2.4% respecto a 2018. (UNAM,2015).

### **2.1.4 Principales estados productores de pollo**

Durante el 2019, las entidades del país con la mayor producción de carne de pollo fueron: Veracruz, Aguascalientes, Querétaro, La Laguna (Coahuila y Durango), Jalisco, Puebla, Chiapas,

Guanajuato, Yucatán, Sinaloa, Estado de México, Nuevo León, San Luis Potosí, Morelos, Hidalgo y Nayarit. (UNA, 2020).

La comercialización de pollo en México se lleva cabo de la siguiente manera: vivo 37%, rosticero 37%, mercado público 9%, supermercado 3%, piezas 11% y productos de valor agregado 3%. En el plano internacional, nuestro país es actualmente el sexto lugar en producción de pollo, detrás de países como: Estados Unidos (19.3 millones de toneladas, Brasil (13.3 millones de toneladas), China (11.7 millones de toneladas), India (4.8 millones de toneladas) y Rusia (4.7 millones de toneladas). (UNA, 2020).

### **2.1.5 Producción de pollos en el estado de Oaxaca**

La avicultura familiar o de traspatio en la Costa de Oaxaca, es una importante fuente de recursos genéticos animales, debido a que las aves criadas bajo este sistema de producción están sometidas a una fuerte presión de selección provocada por factores como temperatura y humedad ambiental, disponibilidad de alimento y presencia de enfermedades o parásitos, que en zonas costeras son pocos favorables para los animales domésticos. (Henson 1992). Estos factores confieren a las aves domésticas criadas cerca de la costa, mayor rusticidad y capacidad de adaptarse a la crianza al aire libre con pocos a ningún cuidado (Pérez et al, 2004).



### **2.1.6 Sistema de producción de pollos en la región del istmo de Tehuantepec**

Los sistemas de producción avícolas en el Istmo de Tehuantepec, los productores alojan sus animales en gallineros contruidos con malla, madera y lamina, la alimentación de las aves está compuesta por alimento comercial-sorgo, los equipos para el suministro de agua y alimento están conformados por cubetas, bandejas y comederos comerciales y que el 52 % de los productores realizan la desinfección de sus corrales con cloro cada semana, el porcentaje de vacunación en las unidades de producción son contra gripa aviar y viruela aviar (30%), contra gripa (22%); el 35% de las unidades de producción no vacunan(Marín, 2015).

### **2.2 Características del pollo de engorda**

El pollo de engorde es un animal sociable y pacífico, tiene pico corto, barbillas y cresta poco desarrolladas. Tiende a postrarse con mucha facilidad al ser un animal sedentario, debido al acelerado incremento de peso. Los machos poseen una velocidad de crecimiento superior al de las hembras. (Barreto, 2016).

Toda línea de pollo dedicada a la producción de carne tiene que reunir ciertas características que permitan obtener altos rendimientos en la producción. (Arias et al 2010).

### **Entre estas características están:**

- Elevada supervivencia.
- Crecimiento rápido y uniforme.
- Excelente conversión de alimentos.
- Buen desarrollo corporal.
- Buen rendimiento en canal.
- Línea apta para engorde.
- Sanos.
- Tendencia anticarnívora.
- Facilidad para adquirirlos y el precio

#### **2.2.1 Principales razas productoras de carne**

##### **a) Cobb**

Esta raza se caracteriza por su rápido crecimiento, buena conversión alimenticia, alta viabilidad, alta rusticidad en el manejo y de fácil adaptación a cambios climáticos. Presenta plumaje blanco. (Minag, 2000). Presenta características de producción de carne con la utilización de menos alimento, de tal manera que se puede engordar con dietas menos costosas logrando excelentes índices de conversión alimenticia con un mejor rendimiento y una mejor ganancia de peso (Cobb Broiler Management 2009). Entre las características genéticas del pollo Cobb, están: alto rendimiento, gran versatilidad, adaptación a cualquier mercado, alta velocidad en ganancia de peso y rendimiento de pechuga, exige ciertas condiciones ambientales para manifestar todo su potencial, por lo tanto, debemos tener un manejo óptimo para alcanzar estas condiciones ambientales en el campo (Terra 2004).

## **b) Ross**

Es una raza precoz, de buena conversión alimenticia, pero son pollos con menor velocidad de crecimiento que la Cobb Vantress. También se caracteriza por tener una alta rusticidad y adaptabilidad a diferentes climas. (Minag, 2000).

Las aves pertenecientes a la Línea ROSS 308, son pollos de engorda semi pesado, se caracterizan por tener rusticidad con baja conversión alimenticia que permite tener un crecimiento rápido, rendimiento de pechuga y obtener buen rendimiento en carne y bajos costos productivos, generando satisfacción al cumplir las exigencias de los clientes. La línea Ross es una de las variedades más utilizadas en todo el mundo por los avicultores, la habilidad del ave para crecer rápidamente con un bajo consumo de alimento, se convierte en una solución a la hora de producir aves con crecimiento uniforme y alta productividad de carne. (ROSS, 2012).

El Ross 308 es un pollo de engorda robusto, de rápido crecimiento, conversión alimenticia eficiente y con buen rendimiento de carne. Está diseñado para satisfacer las demandas de los clientes que requieren un rendimiento consistente y la versatilidad para poder cumplir con el amplio rango de requerimientos del producto final.

Ross produce toda una gama de genotipos adecuados para los diferentes sectores del mercado del pollo de engorda. “Ross es una de las variedades más populares a lo largo del mundo, un ave criada para producir una buena cantidad de carne a bajo costo, ha alcanzado el éxito gracias al énfasis en: ganancia de peso, conversión eficiente de alimento, resistencia a las enfermedades, rendimiento

en carne de pechugas y producción de huevo” al evaluar las curvas de crecimiento corporal en la estirpe Ross, se presenta un crecimiento lento hasta el día 13, a partir de esta edad el crecimiento es mayor, el cual se incrementa en forma significativa hasta los 40 días. El porcentaje de mayor mortalidad se presenta a partir de la cuarta semana de edad, siendo más elevado en animales alimentados a voluntad donde el pico de mortalidad es casi siempre sobre la quinta semana. (Ross 308, 2001).

### **2.2.2 Alimentación del pollo de engorda**

Para Mack (1993), las raciones para pollos de engorda son mezclas completas que en proporciones balanceadas incluyen nutrientes necesarios a fin de obtener óptima producción y rentabilidad.

Los alimentos energéticos contienen carbohidratos y lípidos o grasas y proporcionan calor y energía a las aves. Las fuentes de energía son el maíz, sorgo, cebada, centeno, avena, melaza, grasas animales, grasas vegetales, y subproductos de molinería. Se recomienda usar raciones con granos combinados y no con uno solo, las grasas animales y vegetales con alto contenido energético se usan en las raciones de pollos para engorda. (Mack 1993).

North (1986), manifiesta que una buena nutrición avícola involucra inicialmente, una formulación correcta del alimento para un tipo y edad particular del pollo. Cuando alimentar, cuanto alimento y cuando hacer los cambios en los procedimientos de alimentación, son también aspectos importantes.

Para Búxade (1985), los objetivos que se plantean a la hora de pensar en una formulación son fundamentalmente, los siguientes: Cubrir adecuadamente las necesidades nutritivas de las aves, criar a mínimos costos.

La alimentación es el acto voluntario o la disposición por el cual los pollos de engorda ingieren alimentos para satisfacer el apetito y para conseguir una buena producción de carne. Los pollos parrilleros deben alimentarse con una buena formulación de ración balanceada que tengan los nutrientes que necesiten (Sánchez, 2005).

Cuca, M. (1982), citado por Marín, M. y col. (1998) manifiestan que los pollos de engorda deben recibir alimentación balanceada desde el inicio hasta la finalización. Esta dieta debe contener todos los nutrimentos en la cantidad, calidad y proporciones adecuadas.

Arbor Acres (2009) dice que el alimento es un componente muy importante del costo total de producción del pollo de engorda. Con el objeto de respaldar un rendimiento óptimo, es necesario formular las raciones para proporcionar a estos animales el balance correcto de energía, proteína y aminoácidos, minerales, vitaminas y ácidos grasos esenciales.

Manual Ross – 308 (2002), expone que las raciones alimenticias balanceadas deben estar en relación con la línea genética de los pollos de engorda ya que los requerimientos nutricionales de

los pollos van cambiando de acuerdo a la edad y Fase de inicio, crecimiento y finalizador en la que se encuentren como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Etapas de alimentación de los pollos de engorda.

<b>Tipos de Alimentos balanceados</b>	<b>Días de Alimentación</b>
Inicio	1-14 días
Crecimiento	15 - 35 días
Acabado o finalización	36 - a los 42 días

Gracias a las investigaciones se sabe más en los últimos años sobre la alimentación avícola que en otras especies. Se han identificado más de 40 elementos químicos esenciales para la alimentación del pollo de engorda, pero sin embargo los principales minerales que requieren son calcio, fosforo, sodio, cloro, potasio, manganeso, zinc, hierro, cobre, yodo, selenio y molibdeno. Las vitaminas más necesarias son las hidrosolubles (B1, B2, B6, B12) y las liposolubles (A, D, E y K) (Lesur, 2008).

Dietas para pollos de engorda, es similar a la de las pollitas que contienen niveles más altos de proteína y energía. También adicionando las vitaminas necesarias en el alimento para satisfacer las necesidades de un mejor crecimiento, por el estrés que se presenta en las explotaciones de pollos de engorda y un 3 a 5% de grasa esto para tener una buena relación de energía/proteína apropiada para el buen desarrollo. Los dos tipos de alimentos para pollos de engorda son: iniciador, que se ofrece hasta la quinta semana de edad con un 20 a 23% de proteína y un finalizador diseñado de la quinta semana de edad hasta cumplir con los 42 días, se les asigna un 18 a 20% de proteína (Ávila, 2004).

En el Figura 1. Se muestra en porcentajes una estimación de los nutrientes que se requiere para un buen desarrollo en los pollos de engorda (Lesur, 2003).

### Estimacion nutricional requerida en los pollos de engorda

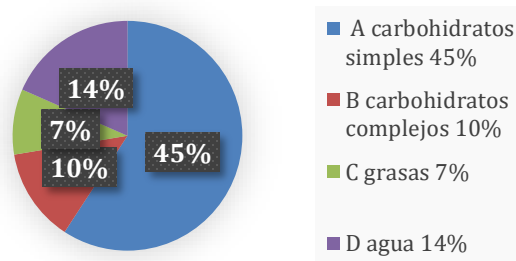


Figura 1. Estimaciones nutricionales requerida en los pollos de engorda.

Los carbohidratos constituyen la mayor proporción en la alimentación avícola, siendo fuente de energía más importante en la nutrición del pollo y otros compuestos constituyentes del cuerpo. Al igual que los lípidos deben estar contenidos en la ración, porque si se encuentran insuficientes ácidos grasos esenciales en el periodo de crecimiento, la resistencia a las enfermedades disminuirá, disturbio en el desarrollo testicular y en la presentación de caracteres sexuales secundarios en los machos, masa hepática aumentada e incremento del contenido graso en el hígado y consumo aumentado de agua (Jeroch, et al., 1983).

Los carbohidratos son la principal fuente de energía utilizada por el organismo animal. Cuando la cantidad de hidratos de carbono consumido es mayor a los requerimientos del animal esto se almacena en forma de glucógeno y cuando es en exceso puede convertirse en grasa y depositarse

en el organismo como fuente de energía. Los lípidos se encuentran en todas las células vivientes y constituyen el tejido adiposo del animal. (Titus, 1960).

En el periodo de alimentación de los pollos de engorda se les debe proporcionar dietas y esquemas de alimentación que garanticen el adecuado consumo de nutrientes, de acuerdo a las etapas de alimentación asegurando que se realicen las siguientes dietas en el periodo iniciado. Pre-iniciación puede proporcionarse de los primeros 7 a 10 días de vida, iniciación se utiliza por un periodo de 11 a 17 días de edad, crecimiento de 15 a 21 días, finalización de 5 a 17 días y el retiro del alimento se realiza entre 5 a 10 días, dependiendo de la edad del pollo para el mercado (UNA, 2009).

La alimentación del pollo de engorda se divide en tres etapas la de crianza (iniciación), crecimiento y finalización. La primera consta de 21 días, que consiste en proporcionar a los pollos a una fuente de calor con las condiciones de la cama en buen estado, suficiente agua limpia y un alimento de iniciación con niveles de 20 a 22% de proteína y 3.0 a 3.2 Mcal de EM/kg. Después de la tercera semana se les asigna alimento para crecimiento con 20% de proteína y 3.0 Mcal de EM/kg hasta cumplir con los 42 días de edad, después se cambia a un alimento de finalización, con 18% de proteína y 3.0 Mcal de EM/kg. La duración de la última etapa dura una a dos semanas (Shimada, 2005).

Según Jaroch (1978) la proteína bruta y aminoácidos en el alimento para la crianza de pollos en la etapa de engorda se requiere que obtenga un nivel de 20%, en las primeras 2 a 4 semanas. Bundy (1983) los pollos en la etapa de iniciación necesitan raciones de 20% de proteínas hasta las 8



semanas de edad, 1% de calcio, 0.6% de fosforo, 0.5% de sal, 0.2% de potasio, y las siguientes cantidades de vitaminas y trazas minerales por kg de alimento. Las mismas porciones de vitaminas A, B, acido pantoténico, calcio, fosforo y sal. Los pollitos de iniciación necesitan en las raciones 1.8 miligramos de riboflavina, 0.43 miligramos de yodo y 0.35 miligramos por cada 100 gr de potasio.

### **2.3 Necesidades nutritivas de pollos de engorda**

Las raciones para las aves varían de acuerdo con la especie, la edad y el objetivo de la explotación. Los pollos de engorda crecen muy rápido y sus necesidades nutritivas son elevadas en su primera fase de desarrollo. Es importante que los pollos inicien bien su crecimiento lo que exige una ración rica en energía desde el primer día hasta las 6 u 8 semanas de edad. (North, 1993). La dieta del pollo debe contener proporciones adecuadas; se procura que consuman la mayor cantidad de alimento posible, para crecer rápido y esto resultará en una mejor conversión alimenticia. Entre los nutrientes esenciales se mencionan: proteínas, carbohidratos, energía, minerales, vitaminas y agua.

#### **2.3.1 Proteínas**

El término proteína comprende a un grupo de compuestos orgánicos que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Estos componentes también suelen tener azufre, fósforo y hierro, pero la presencia de nitrógeno es la más destacada. (Cuca M. 1982). Las proteínas son

constituyentes esenciales de los músculos, sangre, plumas, y estas a la vez pueden descomponerse en aminoácidos. No es el requerimiento total del pollo lo que es importante, sino las necesidades diarias de los aminoácidos individuales. (North, 1993). Los niveles de proteínas varían de acuerdo al periodo o fase de crecimiento. A continuación, en el cuadro 2. Se presentan las necesidades de proteína en las raciones del pollo de engorda por semana:

Cuadro 2. Requerimientos de proteínas en la ración del pollo de engorda.

Semana	Proteína de la ración (%).
1	24
2	24
3	23
4	22
5	21
6	20
7	19

Según North 1993; De los 22 aminoácidos, 5 se consideran críticos desde el punto de vista del análisis del alimento, pero los otros se encuentran en proporción normal en las combinaciones de nutrientes que componen la mayor parte de las raciones avícolas o por síntesis interna. Los 5 son: Metionina, Cistina, Lisina, Triptófano y Arginina.

Jull (1962) menciona que todas las proteínas están constituidas por aminoácidos, diez de los cuales, por lo menos se consideran como esenciales, porque no pueden ser sintetizados en el organismo del ave y tienen que ser suministrados con la ración. Estos son: arginina, histidina, leucina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. La glicina y el ácido glutámico, deben proporcionarse también con la ración para lograr un crecimiento. En lo que se refiere a las necesidades de los distintos aminoácidos por las aves en crecimiento solo requieren

atención especial, en las raciones prácticas, la arginina, la cistina, la glicina, la lisina, la metionina y el triptófano.

### **2.3.2 Aminoácidos**

El suplemento de Arbor acres (2009) ha demostrado que niveles elevados de aminoácidos digestibles mejoran la rentabilidad al aumentar el desempeño de los pollos, particularmente su rendimiento en canal.

Para Trumbo (2002) cuando las proteínas se digieren o se descomponen, los aminoácidos se acaban. Los seres vivos requieren de muchos aminoácidos para:

- Descomponer los alimentos.
- Crecer.
- Reparar tejidos corporales.
- Llevar a cabo muchas otras funciones corporales.

#### **Clasificación de los aminoácidos. según Trumbo 2002**

- Aminoácidos esenciales.
- Aminoácidos no esenciales.
- Aminoácidos condicionales.

### Aminoácidos esenciales:

- Los aminoácidos esenciales no los puede producir el cuerpo. En consecuencia, deben provenir de los alimentos.
- Los nueve aminoácidos esenciales son: histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina.

### Aminoácidos no esenciales:

- "No esencial" significa que el cuerpo produce aminoácidos, aun cuando no lo obtengamos de los alimentos que consumimos.
- Estos aminoácidos son: alanina, asparagina, ácido aspártico y ácido glutámico.

### Aminoácidos condicionales:

- Los aminoácidos condicionales por lo regular no son esenciales, excepto en momentos de enfermedad y estrés.
- Ellos abarcan: arginina, cisteína, glutamina, tirosina, glicina, ornitina, prolina y serina. A continuación, en el cuadro 3 se muestra una lista de aminoácidos necesarios para los pollos de engorda.

Cuadro 3. Aminoácidos necesarios para los pollos de engorda.

ESENCIALES (No pueden ser sintetizados)	SEMI-ESENCIALES (pueden ser sintetizados)	NO ESENCIALES (pueden ser sintetizados)
Metionina Lisina Triptófano Histidina Leucina Isoleucina Treonina Arginina Valina Fenilalanina	Tirosina Cistina hidroxilisina	Alanina Acido aspártico Asparagina Acido glutámico Glutamina Hidroxiprolina Glicina Cerina Prolina

### 2.3.3 Carbohidratos

Los carbohidratos contenidos en la dieta tienen como función principal proporcionar energía al pollo parrillero. En lo que se refiere a producción de carne son un factor básico para el logro de la eficiencia en la producción de carne. Los carbohidratos y lípidos son necesarios en el organismo, como fuente primaria de energía. Esta energía es utilizada en funciones vitales como: conservar la temperatura corporal y las funciones esenciales como el movimiento; utilizar las 25 reacciones químicas en la síntesis del tejido corporal, eliminar los desechos orgánicos, sintetizar compuestos como hormonas, enzimas, proteínas sanguíneas y anticuerpos, entre otros (López, Fehervari, Arce y Ávila, 1997).

La energía de la dieta se encuentra en tres clases de nutrientes: carbohidratos, proteínas y grasas. Los carbohidratos y grasas funcionan principalmente como fuentes de energía. Las proteínas tienen otras funciones importantes, pero también pueden utilizarse como fuentes de energía cuando están a disposición. Las grasas son fuentes de energía especiales, porque proporcionan más de doble de la energía utilizable por cada gramo, que los carbohidratos o proteínas, sin embargo, no forman la mayor parte de la energía en la dieta, así como no toda la energía de la dieta es útil. La cantidad total de energía de la dieta se le llama energía bruta (EB) (Gush, 2010).

Aranibar (2005), explica que cuando los pollos parrilleros reciben dietas bajas en EM, pueden compensar la energía faltante aumentando el consumo de alimento, lo cual desbalancea la relación de los demás nutrientes, ya que también modifica la cantidad ingerida de los nutrimentos.

### 2.3.4 Energía

Las fuentes principales de energía en el alimento del pollo de engorda son los carbohidratos y las grasas. Cuando se da la proteína en exceso, mucha se puede convertir en fuente de energía. (Ports Mouth, 1964, citado por Campos, M. 1994).

Dentro de ciertos límites, la energía de un alimento afecta la cantidad consumida. Los pollos tienen la capacidad de regular su consumo de alimento, así que comen menos de un alimento de alto contenido de energía y más de un alimento de baja energía. Esto se puede resumir de la siguiente forma:

- La disminución de la energía en el alimento reduce el peso a las 6 semanas.
- La disminución de la energía en el alimento aumenta el consumo total de alimento.
- El total de alimento consumido disminuye alrededor del mismo porcentaje que el aumento del contenido calórico de la ración.
- La disminución de energía del alimento resulta en la conversión de alimento más pobre.
- Cuando la energía en un alimento disminuye o aumenta de 1450 Kcal de EM por libra, el total de EM consumida durante el período de crecimiento de 6 semanas se incrementa (North 1990, 1993).

Campos, M.; 1994; Citado por Marín, M. y col. (1998) dice que para efectuar sus funciones vitales las aves necesitan energía, la cual es proporcionada por los carbohidratos y las grasas. Estos nutrimentos proporcionan a las aves energía necesaria para que desarrollen sus funciones tales como: movimiento del cuerpo, conservación de la temperatura corporal y producción de grasa, carne y huevo. Una dieta baja en energía hace que se retarde el crecimiento y que la eficiencia alimenticia sea baja.

### **2.3.5 Minerales**

Estos forman parte de los requerimientos del ave, o se necesitan en cantidades pequeñas. Tienen interacción con otros nutrientes y el exceso puede ser tóxico. Se puede suministrar en forma orgánica e inorgánica, entre los más importantes tenemos: Calcio, Fósforo, Potasio, Yodo, Cloro, Selenio, Zinc, Sal, Sodio; Manganeseo, Magnesio, Hierro y otros (La Sultana S.A. de C.V. 2001, Manual de Manejo Arbor Acres 2001, North 1993).

La FAO (2003) expresa que los minerales son necesarios para la formación del sistema óseo, para la salud en general, como componentes de la actividad metabólica general y para el mantenimiento del equilibrio entre los ácidos y las bases del organismo.

### **2.3.6 Grasa**

El valor energético bruto de la grasa es casi 2.25 veces el de mayor parte de los carbohidratos (almidón); por lo tanto, en general, se agrega grasa en las raciones de los pollos de engorda con el fin de aumentar la EM de la ración a los valores necesarios. Cuando se incluyen grasas en las raciones de pollos de engorda también se mejora la utilización de toda la energía consumida, así que el valor de agregar la grasa es doble. (North 1993). Hasta 8% de grasa se puede agregar a los alimentos de engorde, se añade más a las dietas utilizadas después de las 4 semanas de edad y no antes de esta edad. El porcentaje usual de grasa que se agrega es de 5 a 6 (North 1993).

## 2.4 Vitaminas

Las vitaminas son compuestos químicos orgánicos que por lo general no son sintetizados por las células del cuerpo, pero son necesarios en la reproducción, crecimiento normal, conservación de la salud y la incurabilidad. Se usan en pequeñas cantidades y cuando son deficientes en la dieta, resultan manifestaciones características. Entre estas se pueden mencionar: Vitamina “A”, Vitamina “D3”, Vitamina “E”, Vitamina “K”, Tiamina, Riboflavina, Niacina y otros. Al igual que los aminoácidos esenciales: Arginina, Glicina, Cerina, Lisina; etc. (North 1993, Manual de Manejo Arbor Acres 2001, Manual de Manejo Hubbard 1994).

Escobar O. (2005), citado por Salazar, C. (2011) establecen que las vitaminas son sustancias orgánicas necesarias para el mantenimiento de todas las funciones corporales (crecimiento, desarrollo, mantenimiento y reproducción), generalmente el organismo animal no las sintetiza en cantidades suficientes para cubrir las necesidades fisiológicas, siendo necesario su aporte en la ración.

Muchas de las vitaminas están asociadas a las enzimas y se clasifican en dos grupos: Liposoluble e Hidrosoluble. North, M.; (1986), citado por Marín, M. y col. (1998).



### **2.4.1 Clasificación de las vitaminas**

Las vitaminas se pueden clasificar según su solubilidad: si lo son en agua hidrosolubles o si lo son en lípidos liposolubles.

### **2.4.2 Vitaminas liposolubles**

Las vitaminas liposolubles, A, D, E y K, se consumen junto con alimentos que contienen grasa. Vitamina A (Retinol), Vitamina D (Calciferol), Vitamina E (Tocoferol), Vitamina K (Antihemorrágica).

Se almacenan en el hígado y en los tejidos grasos, debido a que se pueden almacenar en la grasa del cuerpo no es necesario tomarlas todos los días por lo que es posible, tras un consumo suficiente, subsistir una época sin su aporte.

### **2.4.3 Vitaminas hidrosolubles**

Como lo describe Martínez (1997), citado por Salazar, T. (2011) se denominan vitaminas hidrosolubles debido a que se eliminan por la orina y son relativamente no tóxicas.

En este grupo de vitaminas, se incluyen las vitaminas B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B3 (niacina o ácido nicotínico), B5 (ácido pantoténico), B6 (piridoxina), B8 (biotina), B9 (ácido fólico), B12 (cianocobalamina) y vitamina C (ácido ascórbico).

## 2.5 Agua

Dentro del cuerpo el agua constituye el medio básico para el transporte de nutrientes, eliminación de productos de desechos y para el mantenimiento de la temperatura corporal donde el agua constituye un 70% del peso del cuerpo (Hernández, J.F. 1995). Las aves consumen de 2 o 7 veces más agua en peso que lo que consumen de alimento, la variación depende de la edad del ave y la T° del ambiente (North, 1993).

Pérez, A. (2010), citado por Rivera, R. (2012) menciona que el agua es probablemente uno de los elementos más importante para la dieta de las aves porque una deficiencia en el suministro afectará adversamente el desarrollo del ave más rápidamente que la falta de cualquier otro nutriente. Esta es la razón por la cual es muy importante mantener un adecuado suministro de agua, limpia fresca todo el tiempo. El agua tiene una gran importancia en la digestión y metabolismo del ave. Forma parte del 55 a 75% del cuerpo de esta y cerca del 65% del huevo.

### **Un suministro constante de agua es importante para:**

- La digestión de los alimentos.
- La absorción de los nutrientes.
- La excreción de las sustancias de desecho del organismo.
- La regulación de la temperatura corporal.

## **2.6 Requerimiento nutricional.**

Las dietas para pollos parrilleros están formuladas para proveer de la energía y de los nutrientes esenciales para mantener un adecuado nivel de salud y de producción. Los componentes nutricionales básicos requeridos por los pollos parrilleros son agua, amino ácidos, energía, vitaminas y minerales. Estos componentes deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular (Cobb – Vantress Inc, 2008). En el Anexo 1 se muestran los requerimientos nutricionales Recomendados Para la Línea Cobb – 500

## **2.7 Asimilación de los materiales alimenticios en los pollos**

Para Jull, M. (1962) el metabolismo de los principios nutritivos comprende los diferentes procesos que sufren desde que penetran en la corriente sanguínea, después de haber sido preparados para la digestión hasta que los productos de desecho son eliminados finalmente del organismo. Una vez entrados en la corriente sanguínea los principios nutritivos, por ejemplo, los aminoácidos y la glucosa, son llevados a las diferentes partes del cuerpo para la formación de tejidos, la elaboración de las secreciones y la producción de energía. (Jull 1962).

Por otra parte, Heuser (1963) manifiesta que la absorción de los materiales alimenticios tiene lugar principalmente en el intestino delgado. También en el intestino grueso y en los ciegos se realiza alguna absorción. Para que los alimentos puedan ser absorbidos tienen que encontrarse en forma líquida. Los principios nutritivos de los alimentos son absorbidos por el epitelio intestinal mediante

un proceso similar al osmosis. Los azúcares del tipo de la glucosa, los aminoácidos y la materia mineral penetran directamente en el torrente sanguíneo. (Heuser 1963)

## **2.8 Consumo de alimento**

según Búxade (1985), el consumo de alimento por ave dependerá de factores tales como:

### **Las características propias del alimento (proteína, energía)**

- La forma de presentación (harina, gránulos, migajas)
- Las condiciones ambientales
- El estado de las casetas e instalaciones (comederos, bebederos, distribución de los mismos)
- El nivel de ingestión de agua
- El estado sanitario de las aves.

Para North (1986), es necesario procurar que las aves consuman la mayor cantidad posible de alimento, pues cuanto más consumen, crecen más rápidamente y esto resulta en una mejor conversión alimenticia. (North 1986).

## 2.9 Caracterización de la moringa

*Moringa oleífera* es la especie más conocida del género *Moringa*. Es un árbol originario del sur del Himalaya, al nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminado en una gran parte del planeta y en América Central fue introducida en los años 1920 como planta ornamental y para cercas vivas (Foidl, Mayorga, & Vásquez, 1999).

Esta especie arbórea tiene rápido crecimiento alcanzando una altura de 7 a 12 m hasta la corona, su tronco posee un diámetro de 20 a 30 cm, debido a su crecimiento exponencial (3 m en su primer año) su sistema radicular pivotante se extiende de tal forma que se arraiga al suelo profundamente, lo que le sirve en épocas de sequía; sus hojas son compuestas imparipinnadas alternas. Las flores emanan fragancia, sus pétalos son de color blanco y blanco cremoso, con estambres amarillos que nacen en racimos los cuales miden entre 30 a 70 cm. El fruto es una cápsula colgante color castaño triangular, con 30 cm de largo y 1.8 cm de diámetro. La semilla es de color castaño oscuro con tres alas blancas delgadas. El árbol florece y produce semilla durante todo el año por tal motivo, es una excelente alternativa para ser incluida en la dieta de animales de producción (Reyes, 2004).

En cuanto a su reproducción, esta especie puede propagarse mediante dos formas: sexual y asexual por propagación vegetativa. La más utilizada para plantaciones es la sexual, especialmente cuando el objetivo es la producción de forraje. La siembra de las semillas se realiza manualmente a una profundidad de 2 cm y germinan a los 10 días, también se pueden reproducir por estacas y en tal caso los frutos aparecen a los seis meses después de plantados y se pueden cosechar los rebrotes

entre 35 y 45 días. La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento de forraje fresco (Pérez, Sánchez, Armengol, & Reyes, 2010).

Su componente vegetal es de mayor aprovechamiento para la nutrición animal, sus hojas son ricas en minerales principalmente calcio y hierro, sin embargo, se han encontrado reportes que señalan presencia de fitatos (sustancias que inhiben la absorción de nutrientes y disminuyen el valor nutritivo de la dieta) en su composición nutricional, el cual disminuye la disponibilidad de minerales para los monos gástricos entre el 1 y el 5%. Las hojas son ricas en vitaminas del complejo B mostrando concentraciones muy altas excepto en la riboflavina (B2) que es relativamente baja (Reyes, 2004).

Cuadro 4. Concentración de minerales y vitaminas en las hojas de Moringa.

<b>variedad de vitaminas y minerales</b>	
<b>Constituyente químico</b>	<b>Hojas</b>
Calcio (%)	2,40
Fosforo (%)	0,60
Magnesio (%)	0,30
Sodio (mg/100g)	0,05
Potasio (mg/100g)	0,30
Cobre (ppm)	11,70
Hierro (ppm)	225,0
Zinc (ppm)	17,50
Manganeso (ppm)	50,20
Vitamina A (µg)	29,0
Vitamina B1 (µg/g)	247,0
Vitamina B2 (µg/g)	94,0
Vitamina B6 (µg/g)	300
Niacina (µg/g)	162,0
β-Caroteno (µg/100g)	6780
Vitamina C (mg)	362

Como se puede apreciar en el cuadro 4, Reyes (2004) encontró variedad de vitaminas y minerales, se destaca el contenido de Calcio (2,40 %) y Vitamina A (29 µg), características que sobresalientes respecto a otras plantas de uso similar.

Esta planta tiene importancia como forrajera debido a sus características nutricionales y a su alto rendimiento en producción de biomasa fresca. Las hojas de la Moringa oleífera se distinguen por su elevado contenido de macronutrientes como proteína y energía; y micronutrientes como se observa en el cuadro 5. Sin embargo, cabe mencionar que también posee fenoles, factores anti nutricionales como taninos, saponinas, fitatos y oxalatos (Ramírez, Jiménez, Juárez, Rendón, Ángeles, & Sánchez, 2018).

De acuerdo con análisis realizados por Foidl, Mayorga, & Vásquez (1999), se encontró que los niveles de algunos factores anti-nutricionales como taninos y saponinas son mínimos, no se encontraron inhibidores de tripsina ni de lectina. Por tal motivo, es posible pensar en la hoja de moringa como promotor de crecimiento, ya que al no encontrarse estos metabolitos secundarios probablemente se podrían tener una mayor digestión debido a la ausencia de estos inhibidores de proteasas.

Del mismo modo Reyes (2004), encontró mínimas concentraciones de taninos (1,4%) en las hojas de M. oleífera y ausencia de taninos concentrados, estos fenoles a esta concentración no producen ningún efecto adverso. Además, reportó niveles insignificantes de saponinas (5%) sin presentar

efectos negativos en la digestión. Tampoco encontró glucósidos cianogénicos, ni actividad de inhibidores de tripsina, amilasa y lecitinas.

Cuadro 5. Análisis bromatológico (%) de hojas y tallos de *Moringa oleífera*.

	<b>Materia (%)</b>	<b>Seca</b>	<b>Proteína (%)</b>	<b>Cruda</b>	<b>Digestibilidad (%)</b>	<b>FDA<sup>1</sup></b>	<b>FDN<sup>2</sup></b>	<b>PC- FDA<sup>3</sup></b>	<b>PC- FDN<sup>4</sup></b>
<b>Hojas</b>	21		23		23	79	30	4	7
<b>Tallos</b>	15		9		9	57	64	2	3

FDA<sup>1</sup>: fibra detergente ácida; FDN<sup>2</sup>: pared celular; PC-FDA<sup>3</sup>: proteína ligada al contenido de fibra detergente ácida en relación con la proteína cruda total; PC-FDN<sup>4</sup>: proteína ligada al contenido de pared celular en relación con la proteína cruda total.

En el Cuadro 5, se presenta el análisis bromatológico realizado en hojas y tallos jóvenes de *M. oleífera*. El contenido de proteína cruda (PC) sobrepasó el 20% en las hojas, lo que indicaría que podría incrementar el desarrollo muscular. La FAO (2005), afirma que “el contenido de proteína en hojas es cerca del 27% (tanto como el huevo y el doble de la leche) y posee cantidades significativas de calcio (4 veces más que la leche), hierro, fósforo y potasio (tres veces más que los plátanos), así como vitamina A (cuatro veces más que la zanahoria) y Vit. C (siete veces más que las naranjas).

## 2.10 *Moringa oleífera* en la alimentación de aves

Tanto a escala industrial como en la producción artesanal, los altos precios de las materias primas tradicionales, como la soya, es frecuentemente utilizada como fuente de proteína en las dietas de aves, han llevado a la necesidad de investigar nuevas fuentes de proteína, que representen opciones



innovadoras y económicamente viables para la elaboración del alimento para pollos de engorde (Nouman, et al., 214; Sebola, et al., 2015; Gadzirayi, et al., 2018).

Las investigaciones están orientadas para encontrar fuentes alternas a la harina de soya que es en la actualidad la principal fuente de proteína de origen vegetal que se utiliza para la alimentación de pollo para carne. En este sentido, la *M. oleífera* ha sido reconocida por sus múltiples propiedades como: antiinflamatoria, analgésica, anti anémica, antihipertensiva, protectora del hígado, antiasmática, antioxidante, y nutricionalmente es considerada como una fuente rica en proteína para la nutrición en humanos y animales. Los nutrientes presentes en las hojas aportan beneficios como eliminar toxinas, fortalecer el sistema inmunológico, suplemento proteico, entre otros. Es una planta que rinde elevadas cantidades de un forraje de más de 25 % de proteína bruta y un bajo contenido de sustancias anti nutricionales (Olson y Fahy, 2011; Windepagnagde et al., 2011) por lo que se ha utilizado con éxito, en las dietas para aves y cerdos.

Según Gómez, N.I., Rébak, G., Fernández, R., Sindik, M., & Sanz, P. (2016). el contenido proteico de las hojas de la moringa es superior al 25%, además tiene alta concentración de vitaminas A, B y C, así como minerales (particularmente hierro) y aminoácidos azufrados como metionina y cistina, posicionando a este vegetal como una materia prima de gran importancia en las dietas de ganado bovino, aves, peces y cerdos (Castaño et al., 2018).

La *Moringa Oleífera* es un árbol de fácil crecimiento, en el forraje encontramos fuente muy alta en proteínas que lo hace ser principio potencial en la alimentación animal, y puede ser una

alternativa nutricional para los avicultores que ayude a disminuir los costos de producción sin afectar el comportamiento natural de las aves. Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E., & Puls, J. (2013)

Estudios realizados por (Gómez, N. I., Rébak, G., Fernández, R., Sindik, M., & Sanz, P. (2016), donde manejaron niveles de inclusión del 4 y el 8% de harina de Moringa en la dieta de las aves, notaron una diferencia significativa en el consumo del alimento en la dieta con la inclusión más alta, en cuanto a la ganancia de peso, valores de 1643 g, 1631, 07g y 1562,67g para T0 T1(4%) y T2(8%) respectivamente; y conversión alimenticia valores de 2,67, 2,67 y 2,69 respectivamente, concluyendo con esto que los resultados son semejantes en los grupos experimentales incluyendo el tratamiento control.

Gadzirayi C.T, et al., (2012) realizó un estudio donde se evaluaron cinco diferentes niveles de inclusión de moringa en la dieta de las aves, por un lapso de seis semanas donde se encontró rango de peso vivo rango de 1750.55-1306.71 g para dietas T1 y T5 respectivamente, demostrando que la ganancia de peso y el peso final disminuyeron a medida que aumentaba el nivel de inclusión de Moringa oleífera.

Al-Bahouh, M., Al-Nasser, A., Khalil, F., Ragheb, G., & Boareki, M. N. (2017) realizaron una investigación cuya dieta consistió en evaluar 3 niveles de inclusión de *Moringa oleífera* en pollos de engorde durante 35 días, los tratamientos fueron T0(control), T1 (10%), T2(20%) y T3 (40%), con los siguientes resultados: consumo de alimento promedio 2617.1g T0, 2559.4 g T1, 2645.9 g

T2, 2518.2g T3. Ganancia de peso 1524.26g T0, 1226.10 g T1, 1034.42 T2 y 669.63 T3. Conversión Alimenticia 1.72 T0, 2.10 T1, 2.60 T2 y 3.79 T3. Con estos resultados se determinó que la *M. oleífera* puede ser incluida en la dieta para pollos de engorde hasta en un 10 % sin que provoque efectos negativos en los parámetros de producción.

En investigación realizada por (Cambar, L. L., González, C. O., & Álvarez, E. L. (2012), demostraron que la ganancia de peso se comporta similar en todos los tratamientos, y en el estudio recalca que la harina de *Moringa Oleífera* no representa sustancias toxica que pueda alterar el funcionamiento fisiológico o digestivo del ave.

Mojica, K. Y. S., Villamizar, A. F. C., & Gelvez, M. Y. P. (2016), demostraron que los pollos alimentadas con harina de *Moringa*, incrementó el consumo del alimento en comparación con las aves que no recibieron la inclusión de la harina de *Moringa Oleífera*, estas últimas aves mostraron un comportamiento de desagrado hacia el alimento sin *Moringa*. Estos mismos autores afirman que las aves alimentadas con harina de *Moringa Oleífera* adquieren inmunidad hacia las enfermedades respiratorias (peste), que se le atribuye al alto componente nutricional y por ser un alimento natural, igualmente se recalca que en inclusiones elevadas de *Moringa Oleífera* repercute negativamente en el metabolismo de ave causando la muerte por infarto.

En las investigaciones se evidencia un alto consumo de alimento donde está presente la *Moringa Oleífera*, esta no influye sobre el peso corporal ni en el rendimiento, la harina de *Moringa oleífera*

contiene niveles altos de proteína, pero también es alto en fibra, provocando un alto consumo de alimento, (Sandoval, 2006).

Las aves consumen gran cantidad de material fibroso, ya que esta regula el buen funcionamiento intestinal y ayuda a la buena absorción de los nutrientes, pero cuando el alimento no aporta la cantidad suficiente de fibra, el ave se ve obligada en obtenerlo por sus propios medios, (ejemplo la cama) (G. GMateos, s.f. Cambra, González, & Alvarez, 2012).

La harina de Moringa Oleífera puede ser una alternativa para incluir en la alimentación de pollos de forma natural en cantidades moderadas, dado que puede sustituir la proteína del concentrado de fuentes convencionales cuyo valor económico es alto, beneficio que los avicultores deben aprovechar para ser más eficientes, aumentando la productividad de las granjas avícolas en el país a menos costos. (Higuera 2019).

## **2.11 Cultivo en México**

Originario de la India, el «árbol milagro» *Moringa oleífera* lleva ya varios siglos como parte de la horticultura tradicional del trópico seco mexicano, donde se cultiva principalmente para fines ornamentales. Con el reconocimiento reciente de sus propiedades nutritivas, farmacocinéticas e industriales, existe un creciente interés en fomentar su cultivo en México. Con base en una recopilación de registros de herbario y de observaciones en campo, se utilizan herramientas de modelado de distribución potencial (con el programa MaxEnt) para identificar las zonas del país

con el clima óptimo para el cultivo de la especie. Los resultados indican que *Moringa Oleífera* prospera preferentemente en zonas tropicales con temperaturas mínimas por encima de los 15 °C, con una precipitación menor a los 1,000 mm y altitudes de hasta 600 msnm. Esta combinación de características climáticas se encuentra principalmente en el trópico seco de la depresión del Balsas y en la costa del Pacífico. Un total de 13 estados presentan localidades óptimas para el cultivo de la moringa, destacando por su área Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Jalisco. Se ofrece una lista de 222 municipios con el clima adecuado para el cultivo de la moringa. Se discuten medidas para lograr su cultivo en climas subóptimos y la necesidad de evitar su cultivo en localidades cubiertas por bosque tropical intacto. (Olson, 2016).

## **CAPÍTULO III**

### **PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES**

#### **3.1 Localización del área de estudio**

El estudio se realizó en el municipio de el Espinal, Oaxaca, específicamente en el predio denominado "La Fortaleza", localizado en la región (03) Istmo, pertenece al distrito rentístico (29) Juchitán entre los 16°29'26 de latitud norte, y 95° 02' 40 de latitud oeste con clima predominante cálido sub húmedo con lluvias en verano (100%), a una altitud media de 20 m.s.n.m. con suelo arcillo - arenosa. En El Espinal, la temperatura media anual es de 26 – 28°C, y con rango de precipitación de 800 – 1000 mm.

### 3.2 Factores de estudio

Los factores de estudio consistieron de aves de engorda y Dietas alimenticias cuyos niveles se describen en el Cuadro 6:

Cuadro 6. Factores y niveles usados en la investigación.

Factores	Niveles
I.- Aves de engorda	A1.- Raza Cobb 500
II.- Dietas	DI.- Alimento comercial Puro(17% ) formulado con 5% inclusión de harina de HMO.
	DII.-Alimento comercial Puro (17%) formulado con 10% inclusión de HMO.
	DIII.-Alimento comercial Puro (17%)

### 3.3 Tratamientos

De la combinación de los factores de estudios y sus niveles surgen los tratamientos que se describen a continuación:

- Tratamiento 1: Raza Cobb 500 + Dieta formulado con Alimento comercial (17%) e inclusión del 5% de HMO.
- Tratamiento 2: Raza Cobb 500 + Dieta formulado con Alimento comercial (17%) e inclusión del 10% de HMO
- Tratamiento 3: 100% Alimento comercial (17%).

### 3.4 Características de los tratamientos

La información de los tratamientos se describe en el cuadro 7

Cuadro 7. Cuadro nutricional de alimento balanceado Alpesur.

Tipos de Alimento	Proteína porcentual Alpesur + Harina de Moringa Oleífera
Alimento Alpesur + 5% de HMO	17% + 1.25% = 18.25 %
Alimento Alpesur + 10% de HMO	17% + 2.50% = 19.50 %

### 3.5 Diseño experimental

La distribución de los tratamientos se realizó bajo un diseño de bloques completamente aleatorizados con 3 repeticiones (Figura 2).

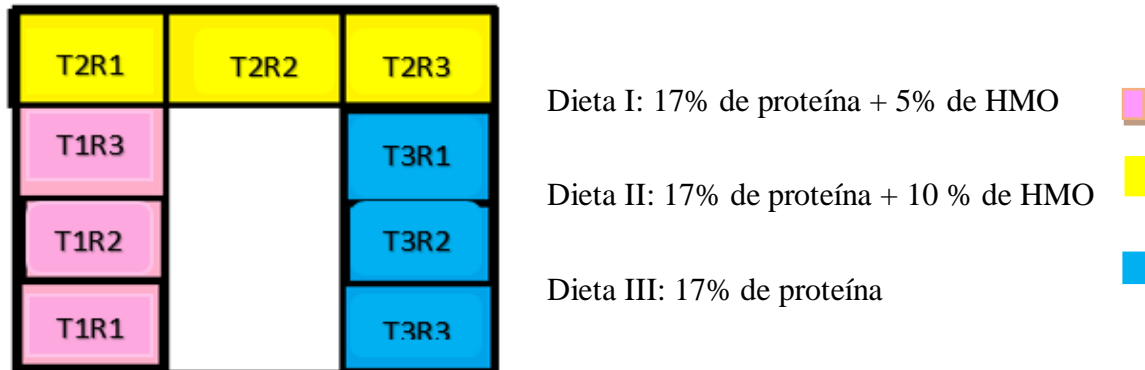


Figura 2. Distribución del diseño en campo.



## El modelo estadístico en bloques

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, r \quad j = 1, 2, \dots, T$$

Donde:

$\mu$  = Efecto medio global

$\alpha_i$  = Efecto incremental sobre la media causado por el nivel  $i$  del factor A

$\beta_j$  = Efecto incremental sobre la media causado por el nivel  $j$  del bloque B

$\epsilon_{ij}$  = Término de error aleatorio

$$\epsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$$

### 3.6 Material experimental

- a) *Moringa Oleífera*: En el estudio se utilizó solamente hojas de *Moringa Oleífera*, el insumo se elaboró en las instalaciones del sitio de estudio. Según los resultados arrojados por el estudio obtenidos en el laboratorio indican que el contenido nutrimental de las muestras es la siguiente (Cuadro 8):

Cuadro 8. Contenido nutrimental de la *Moringa oleífera*.

Muestra	% Humedad	%Proteína	%Ceniza	%Extracto Etéreo	% Grasa	% Fibra
Moringa Oleífera	9.88	28.33	90.50	20.49	5.8	15

b) Dietas:

Dieta I: 17% de proteína + 5% de HMO

Dieta II: 17 % de proteína + 10 % de HMO

Dieta III: 17 % de proteína

Para obtener el balance de las dietas I y II por cada 100g de alimento comercial (17% de proteína) se le agrego el correspondiente, dieta I: 5% y dieta II: 10% de HMO. Para obtener los resultados del balance nutricional se elaboró con la regla de tres simples y para la dieta III no fue necesaria la operación ya que solo se le suministro el alimento comercial (17% de proteína).

Dieta I: 23%.....100gr

X .....5%

X = 460gr

Dieta II: 23%.....100gr

X.....10 %

X = 230gr

El 23% corresponde a la cantidad de proteínas.

c) Aves: Se utilizaron en total 60 aves de engorda de la raza Ross provenientes de la ciudad de Tapachula, Chiapas, de la empresa Incubadora SOCONUSCO, En fase de inicio. Las aves iniciaron el experimento con una edad de 13 días aproximadamente y un peso promedio de 45.2 g.

### **3.7 Variables a evaluar**

El estudio se realizó durante los meses de agosto-noviembre de 2020. Y se dividió en 3 etapas principalmente:

- Etapa de Inicio
- Etapa de crecimiento
- Etapa de Engorda

#### **3.7.1 Determinación de los parámetros productivos**

##### **a) Consumo de alimento (CAD):**

El consumo de alimento fue determinado con el peso de alimento ofrecido y rechazado en las 24 horas, durante los periodos 0-7, 8-14, 15-21, 22-28, 29-35 y 36-42 días. Los alimentos fueron pesados en una balanza digital de marca DIAMOND Modelo 500 la cual tiene una capacidad de 500 g. y una sensibilidad de 0.1 g. los datos obtenidos fueron analizados para estimar un promedio, finalmente se determinó el consumo medio diario a través del software Excel 2016, mediante la siguiente fórmula:

**CAD: Alimento ofrecido – Alimento rechazado**

## **b) Ganancia de peso vivo**

### **Ganancia media semanal de peso (GPS):**

La ganancia media semanal de peso fue determinada con el peso inicial de las aves y posteriormente cada semana por tratamiento - repetición, durante los periodos 0-7, 8-14, 15-21 , 22-28, 29-35 y 36-42 días, las pollitos fueron pesados en una balanza digital de marca DIAMOND Modelo 1000 la cual tiene una capacidad de 5,000 g y una sensibilidad de 0.1 g. las aves fueron pesadas en forma individual y posteriormente se obtuvo el promedio correspondiente para cada repetición, se procedió al análisis para la determinación de la ganancia media semanal de peso, a través del software Excel 2016, utilizando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{GPS = PI - PS}$$

**GPS**= Ganancia de peso semanal

**PI** = Peso inicial

**PS**= Peso semanal

## **c) Conversión alimenticia (CA)**

La conversión alimenticia se determinó por la relación del consumo medio diario de alimento y la ganancia media diaria de peso por animal, a través del software Excel 2018 a través de la fórmula:

**CMD (g)**

**CA = -----**

**GMD (g)**

**CA** = Conversión alimenticia

**CMD** = Consumo medio diaria de alimento

**GMD** = Ganancia media diaria de peso vivo

### **3.7.2 Determinación de la calidad de canal**

A la séptima semana se procedió al sacrificio de las aves, a través del método de aturdimiento y degüello para un desangrado completo, sin afectaciones en la calidad de la canal. Una vez sacrificadas las aves, éstas fueron sumergidas en agua caliente para proceder a su desplume, eviscerado y obtención de las canales. Por cada tratamiento se tomaron 3 aves las cuales fueron evisceradas y diseccionado su tracto digestivo para ser medido y pesado de forma individual; las canales una vez retiradas las vísceras, cabeza, cuello y torsos fueron pesadas de forma individual.

Adicionalmente se realizaron medición de las condiciones ambientales durante el periodo (temperatura, humedad relativa).

### **3.7.3 Costo de producción**

Se realizó un balance asociado al costo de producción por tratamientos evaluados, con la finalidad de identificar los montos gastados

### 3.8 Descripción de las actividades

Para cumplir con los objetivos del proyecto se tuvo que desempeñar una serie de actividades con una duración de 48 días, iniciando el 30 de septiembre y finalizando el 16 de noviembre del año 2020.

- a) **Obtención de hojas de Moringa Oleífera:** Para la obtención de las hojas de Moringa se utilizaron los arboles del área, manejada sin fertilización, sin herbicida y con riego, ubicada en “La Fortaleza” y zonas cercanas. Antes de iniciar el experimento se realizó un corte de hojas, para garantizar la disponibilidad del material, manualmente se eliminaron tallos gruesos y peciolo. (Figura 3)



Figura 3. Obtención de las hojas de Moringa.

### **b) Secado de hojas**

Posteriormente esta se colocó sobre un cartón y extendido en una capa fina de hojas, el secado se realizó a temperatura ambiente, bajo la sombra durante 6 días y fue volteado manualmente tres veces al día con el fin de evitar humedad para el desarrollo de hongos a lo largo de todo el proceso de secado. (Figura 4)



Figura 4. Secado de hojas.

### **c) Elaboración de la harina de hoja de moringa.**

Para lograr esta actividad, se utilizaron dos molinos de mano con criba o tamiz, posteriormente se almacenaron en saco para evitar su deterioro. La HMO se obtuvo de la molienda a mano y cribándola para obtener la mayor cantidad posible de ella y lo más fina que pudiera ser. Después de elaborada la harina de Moringa se procedió a la racionar las dietas experimentales de acuerdo

a los requerimientos para pollos de engorda realizando una investigación sobre las necesidades nutritivas del pollo (Figura 5)



Figura 5. Elaboración de la harina de moringa.

#### **d) Elaboración del alimento concentrado.**

Para la obtención de cada una de las dietas, se adquirió un alimento comercial (17 % de proteína) y se elaboró el alimento concentrado con dos niveles de inclusión de HMO (5% y 10%), las dietas fueron racionadas para los dos primeros tratamientos con sus respectivos porcentajes de HMO, para el T1 se utilizó 5% de HMO y en el T2 10% de HMO por cada 100gr de alimento comercial 17% de proteína. El método de alimentación utilizado fue trifásico, adquiriendo un alimento iniciador (primera semana), crecimiento (dos semanas) y finalizador en las últimas semanas (Figura 6)



Figura 6. Elaboración de alimento concentrado.



**e) Limpieza y desinfección del área.**

Se lavó y desinfectó toda el área (paredes, pisos), utilizando cloro diluido en agua al 10%, detergente líquido y por ultimo creolina diluido en agua al 10%, se dejó escurrir 10 minutos y se aplicó una capa de agua de cal. (Figura 7)



Figura 7. Limpieza y desinfección del área.

**f) Construcción de corrales.**

Se realizó la construcción de los corrales días antes de la llegada de las aves, utilizando el material disponible en el lugar, lavados y desinfectados previamente. (Figura 8)



Figura 8. Construcción de corrales.

### g) Calor térmico de corrales

Para esta actividad se utilizaron focos incandescentes y extensiones, fue necesario colocar un foco en cada corral para transmitir calor a los pollitos. (Figura 9)

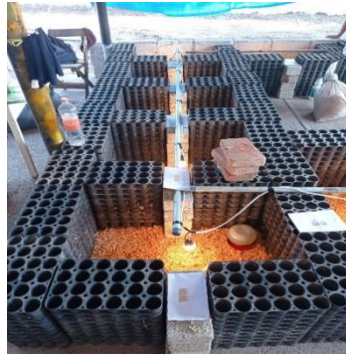


Figura 9. Calor térmico de corrales.

### h) Adquisición del alimento.

El alimento comercial fue adquirido en “La Veterinaria Luna” ubicada en el Municipio de el Espinal, se adquirió para la primera semana 5 kg de alimento, para las tres semanas siguientes se adquirieron 880 kg de alimento y para las 4 semanas restantes se adquirieron de 160 kg de alimento de engorda. (figura 10.)



Figura 10. Alimento comercial adquirido.

### **i) Recepción de pollos.**

Los pollitos se recibieron a las 3:00 PM, la temperatura con la que contaba la galera al recibimiento fue en promedio de 27.6°C. Antes de introducirlos y hacer la distribución, los pollos se pesaron de forma individual obteniendo un promedio general de 45.2 g, en un principio se les suministro agua con azúcar para la obtención de energía y evitar el estrés debido al traslado. (Figura 11)



Figura 11. Recepción de pollos.

### **j) Fase de adaptación**

Desempeñada la actividad anterior, las aves se introdujeron en 2 corrales 30 pollos por cada corral, durante tres días para su adaptación, cada corral contaba con dos bebederos con un comedero donde se les suministro 200 gramos de alimento balanceado a cada corral. (Figura 12).



Figura 12. Fase de adaptación.

### k) Distribución de las aves en los corrales.

Alcanzando la semana 2 de adaptación se realizó la distribución de los pollitos a sus corrales permanentes, los corrales disponían de una capa de viruta con un espesor de 5cm aproximadamente, los pollos se alojaron utilizando una densidad de 7 pollos por cada tratamiento y repetición y 21 entre todos los tratamientos. La temperatura con la que contaba la galera fue de 27.1°C. (Figura 13).



Figura 13. Distribución de las aves en los corrales.

Se les suministro a cada tratamiento 1L y se agregó el Clorasulf (0.5ml por cada 1lt de agua) y Vitafort (1g por cada 1L de agua) y 300g de alimento por cada tratamiento correspondiente 5% y 10% con la harina de moringa para el tratamiento 1 y el tratamiento 2, para el tratamiento 3 solo se le suministro 300g de alimento comercial. (Figura 14)



Figura14. Suministro de Clorasulf y Vitafort.

## l) Manejo y alimentación de los animales

En las primeras semanas de edad a los pollitos se les suministró calefacción con bombillas incandescentes durante 23 h con el fin de proporcionarles calor y brindarles confort ambiental, la temperatura que se mantuvo en la galera fue monitoreada por medio de un termómetro digital. Las aves tuvieron acceso al agua a libre disposición en un bebedero de 1L por cada corral el cual se le llenaban conforme a su consumo en el transcurso del día. El suministro del alimento fue aumentando conforme a su consumo diario y requerimiento del ave (Figura 15)



Figura 15. calefacción a los pollos.

## m) Manejo sanitario

El plan sanitario consistió de la conjugación de varias actividades entre las que se destacaron

1. El lavado diario de bebederos y comederos. (Figura 16)



Figura 16. Lavado de bebederos y comederos.

2. Limpieza de los corrales, retirando la cama a base de viruta, además de lavar y desinfectar con detergente en polvo, agua clorada diluido al 10% y creolina. (Figura17).



Figura 17. Limpieza de corrales.

3. Al agua que bebían las aves se le suministró el Clorasulf 0.5ml 1 L<sup>-1</sup> de agua y Vitafort1g 1 L<sup>-1</sup> de agua, en caso de diarrea el RU-VI-OTIC (0.6g 1 L<sup>-1</sup> de agua). (Figura 18).



Figura 18. Suministro de Clorasulf y RU-VIO-TIC.

- De forma preventiva se aplicó la vacuna contra la Viruela aviar una dosis de 10 $\mu$ l, aplicador con doble aguja por vía intra-alar, esto debido a una alerta de brote presentadas en comunidades cercanas. (Figura 19).



Figura 19. Aplicación de la Vacuna contra la Viruela aviar.

- La gripa se les controla con catarrol (I.M) en una dosis de 0.5 ml vía intramuscular por 5 días y TyloGEN VS (Tilosina en una dosis de 0.5 ml por litro de agua durante 3 días. (Figura 20)



Figura 20. Aplicación de Catarrol.

6. Se trató toda la parvada cuando se presentó problemas de coccidia con Zuri-cox (Toltrazuril)5% dosis 0.30 ml por ave vía oral, durante 3 días. (Figura 21).



Figura 21. Aplicación de Zuri-cox.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUCIONES

#### 4.1 Conversión alimenticia por tratamientos

En el cuadro 4.1 se puede observar que no existió diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) para ninguno de los tratamientos durante la semana 1-7, es decir presentaron promedios semejantes en cuanto a la conversión alimenticia, el tratamiento con adicción de 10% HM. Muestra la tendencia a destacarse en cuanto a esta a esta variable.

Cuadro 9. Conversión alimenticia por tratamientos.

TRATAMIENTOS	SEM.1	SEM.2	SEM.3	SEM.4	SEM.5	SEM.6	SEM.7
5% HM	0.27 a	0.24 a	0.21 a	0.19 a	0.18 a	0.15 a	0.19 a
10%HM	0.27 a	0.23 a	0.23 a	0.18 a	0.17 a	0.14 a	0.22 a
100% ALIMENTO (17% DE PROTEINA)	0.27 a	0.22 a	0.21 a	0.19 a	0.20 a	0.13 a	0.25 a

Valores con letras iguales no son significativamente diferente Tukey= 0.05

## 4.2 Ganancia de peso semanal

En el cuadro 10 se puede observar que en la variable ganancia de peso no se encontraron diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) durante la semana 1-3 en ninguno de los tratamientos evaluados. Se aprecia que el tratamiento con adición del 5% HM. Mostro en la semana 7-8 la tendencia a destacarse en cuanto a esta variable se refiere.

Cuadro 10. Ganancia de peso semanal.

TRATAMIENTOS	SEM.1	SEM.2	SEM.3	SEM.4	SEM.5	SEM.6	SEM.7	SEM.8
5% HMO	0.52 a	0.19 a	0.41 a	0.74 a	1.13 a	1.49 a	1.97 a	2.40 a
10%HMO	0.53 a	0.18 a	0.42 a	0.73 a	1.13 a	1.49 a	1.86 a	2.12 a
17%PROTEÍNA PURA	0.54 a	0.18 a	0.41 a	0.73 a	1.11 a	1.53 a	1.85 a	2.22 a

Valores con letras iguales no son significativamente diferente Tukey= 0.05

## 4.3 Consumo promedio de alimento

En el cuadro 11 se puede observar que se encontró diferencias significativas ( $\alpha= 0.05$ ) durante la semana 5-7 para los tratamientos a base de 10% HM y alimento comercial puro con promedios de 0.97, 1.123, 1.21kg y 0.96, 1.135, 1.29 kg, respectivamente, seguido por el tratamiento a base de 5% HM con 0.74, 0.97 y 1.07 kg.

Cuadro 11. Consumo promedio.

TRATAMIENTOS	SEM.1	SEM.2	SEM.3	SEM.4	SEM.5	SEM.6	SEM.7
T1 5% HMO	0.24 a	0.42 a	0.62 a	0.82 a	0.74 b	0.97 b	1.07 a
T2 10%HMO	0.23 a	0.45 a	0.69 a	0.86 a	0.97 a	1.123 a	1.21 a
17% PROTEÍNA PURA	0.23 a	0.42 a	0.65 a	0.85 a	0.96 a	1.135 a	1.29 a

Valores con letras iguales no son significativamente diferente Tukey= 0.05

#### 4.4 Calidad de la canal

En el anexo 4. Se puede apreciar que todas las variables asociadas a la calidad de la canal no se presentaron diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ), mostrando que los tratamientos ofrecieron promedios semejantes. Sin embargo, es importante resaltar que el tratamiento con la adición del 5% HM. Presenta la tendencia en destacarse ya que proyecta los promedios sobresalientes y para motivos de la investigación una información fundamental que queda como precedente para continuar con nuevos ensayos.

#### 4.5 Conversión alimenticia por semana

En la variable conversión alimenticia podemos observar que entre los tres tratamientos hubo cambios muy significativos entre ellos, en la semana del 05-11 observamos una baja conversión en los tres tratamientos debido al cambio climatológico que se presentó en la región. (Cuadro 12)

Cuadro 12. Conversión alimenticia por semana.

CONVERSIÓN ALIMENTICIA			
SEMANAS	5% HMO	10% HMO	100% ALIMENTO 17% PROTEINA
0-07	0.27	0.274	0.276
08-14	0.243	0.231	0.227
15-21	0.21	0.239	0.218
22-28	0.195	0.188	0.197
29-04	0.189	0.177	0.204
05-11	0.159	0.149	0.138
12-16	0.199	0.228	0.252

#### 4.6 Comportamiento de la ganancia promedio de peso

Para la variable ganancia de peso promedio semanal podemos observar que los tres tratamientos en las primeras semanas se comportaron de una misma manera obteniendo resultados iguales y en las últimas dos semanas se obtuvo un cambio muy pequeño en la ganancia de peso en el tratamiento 1 (5% HMO), no obtuvimos diferencias significativas. (Cuadro 13).

Cuadro 13. Ganancia de peso por semana.

<b>GANANCIA DE PESO PROMEDIO</b>			
<b>SEMANAS</b>	<b>5% HMO</b>	<b>10% HMO</b>	<b>100% ALIMENTO 17% DE PROTEINA</b>
0-07	0.052	0.053	0.054
08-14	0.191	0.186	0.186
15-21	0.418	0.424	0.412
22-28	0.746	0.731	0.732
29-04	1.136	1.137	1.113
05-11	1.495	1.498	1.547
12-17	1.978	1.862	1.855
18-20	2.401	2.122	2.225

#### 4.7 Comportamiento de consumo promedio de alimento

En la variable de consumo podemos observar que en las semanas del 1 al 4 los tres tratamientos se comportaron de una misma manera con pequeños aumentos en el consumo del tratamiento 2 (10% HMO) y en la semana 5 una baja muy notoria en el consumo del tratamiento 1 (5% HMO) debido a la mortalidad que se dio en esa semana, en el tratamiento 2 (10% HMO) y tratamiento 3 (100% alimento) también se pudieron observar diferencias significativas (Cuadro 14).

Cuadro 14. Consumo de alimento por semana.

CONSUMO ALIMENTO PROMEDIO			
SEMANA	5% HMO	10% HMO	100% ALIMENTO 17% PROTEINA
0-07	0.243	0.233	0.234
08-14	0.423	0.451	0.426
15-21	0.626	0.692	0.652
22-28	0.818	0.869	0.853
29-04	0.741	0.969	0.969
05-11	0.974	1.124	1.135
12-16	1.072	1.215	1.296

#### 4.8 Temperatura (°C) y humedad ambiental (%)

El cuadro 15 muestra el comportamiento de la temperatura y la húmedas promedio que se presentó durante toda la etapa experimental, manifestando que durante la semana 0-03 muestra un ligero despunte en la humedad a 42% y durante la semana 6 se reduce a 25%, en cuanto a la temperatura se manifestó constante, esto es importante debido que los pollos se estresan por estos factores.

Cuadro 15. Comportamiento de temperatura y humedad ambiental por semana.

<b>TEMPERATURA AMBIENTAL</b>		
<b>SEMANAS</b>	<b>TEM/AMB/TAR.</b>	<b>% HUMEDAD/MAÑ.</b>
0-03	30.88	77
01-07	31.74	33
08-14	33.77	42
15-21	33.04	35
22-28	33.1	33
29-04	29.24	33
05-11	31.1	34
12-17	30.65	32

#### 4.9 Resumen financiero

Cuadro 16. Consumo total de alimento por tratamiento.

Tratamiento	Repetición	Consumo total/repetición	Consumo total/tratamiento
<b>1</b>	1	34.524	
	2	30.031	
	3	32.342	96.897
<b>2</b>	1	37.812	
	2	36.243	
	3	36.006	110.061
<b>3</b>	1	37.503	
	2	37.84	
	3	34.664	110.007

De acuerdo al cuadro 16, se aprecia que el tratamiento 2 alimento comercial más 10% HM. Fue la mejor consumida con 110.061g, seguida por el tratamiento 3 alimento comercial puro con 110.007g y posteriormente el tratamiento 1 alimento comercial más 5% HM. con 96.897g.

Como consecuencia la mayor ganancia lo aporta el tratamiento 3 alimento comercial \$1403.89, posteriormente el tratamiento 2, alimento comercial más 10% HMO \$840.95 y por último el tratamiento 1 alimento comercial más 5%HMO con la ganancia de \$128.30. Anexo 5

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIÓN**

La inclusión de Harina de Hoja de Moringa en la dieta de pollos de engorda de la línea COBB con una inclusión del 10% y 5% no genera gastos adicionales al compararse con una dieta 100% de alimento comercial, sin embargo, se evidencia un mejor desempeño de los animales en cuanto a los parámetros productivos de ganancia de peso y conversión alimenticia. La Harina de Hoja de Moringa es una alternativa viable para mejorar parámetros productivos y obtener mejores beneficios económicos sin recurrir a prácticas inadecuadas ni técnicas excesivamente costosas, su inclusión se recomienda para pequeños productores.

Desde el punto de vista financiero la inclusión de harina de hoja de Moringa demostró ser una alternativa viable ya que genera más utilidades que un alimento comercial, y a su vez permite utilizar un recurso local de bajo costo.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Sería importante complementar los resultados aquí reportados sobre el estudio de la inclusión de harina de Moringa en la dieta de pollos de engorda. ya que se hizo evidente el mayor consumo de la dieta de concentrado +Harina de Moringa por parte de los pollos de engorda.



## CAPITULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS Y VIRTUALES

- BUCARDO CABEZAS ERICK RAFAEL. (2015). *Inclusión de harina de hoja de Marango (Moringa oleifera) en la alimentación de pollos de engorde y su efecto en el comportamiento productivo*. 2015, de UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA Sitio web: <https://repositorio.una.edu.ni/3243/>
- CANO, E. (2019). *FIBRA BASE DE LA ALIMENTACION A LIBRE PASTOREO*. 2019, DE AVICULTURA.MX Sitio web: <https://www.avicultura.mx/destacado/Fibra%3B-base-de-la-alimentacion-a-libre-pastoreo>
- CEDRRSA. (2019). *LA IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA AVICOLA EN MEXICO*. 2019, de CAMARA DE DIPUTADOS Sitio web: [http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47Industria\\_Avicola\\_M%C3%A9xico.pdf](http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47Industria_Avicola_M%C3%A9xico.pdf)
- FAO. (2013). *REVISION DEL DESARROLLO AGRICOLA*. 2013, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>
- FAO. (2013). *REVISION DEL DESARROLLO AGRICOLA*. 2013, de FAO Sitio web: <http://www.fao.org/3/a-i3531s.pdf>
- Francisco Alonso Pesado Ma. Del Pilar Castañeda Serrano Magdalena Escorcía Martínez Rubén Merino Guzmán. (2015). *ZOOTECNIA DE AVES*. 2015, de FMVZ- UNAM Sitio web: [https://fmvz.unam.mx/fmvz/p\\_estudios/apuntes\\_zoo/unidad\\_7\\_aves.pdf](https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_7_aves.pdf)

- Magaña Benítez, Wilberth (2012). *APROVECHAMIENTO POSCOSECHA DE LA MORINGA (Moringa oleífera)*. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, 13(2),171-174.[fecha de Consulta 25 de Enero de 2021]. ISSN: 1665-0204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=813/81325441010>
- Marín A. G (2015). *Caracterización fenotípica y productiva de gallinas de traspatio en tres comunidades del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca*. [Informe técnico] Instituto Tecnológico de Comitancillo. p.26
- Mark E. Olson, Leonardo O. Alvarado-Cárdenas, *¿Dónde cultivar el árbol milagro, Moringa oleífera, en México? Un análisis de su distribución potencial*, Revista Mexicana de Biodiversidad, Volumen 87, Issue 3,2016, Pages10891102,ISSN18703453,<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.07.007>(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187034531630077X>)
- Martín, C, Martín, G, García, A, Fernández, Teresa, Hernández, Ena, & Puls, Jürgen. (2013). *Potenciales aplicaciones de Moringa oleífera*. Una revisión crítica. Pastos y Forrajes, 36(2), 137-149. Recuperado en 25 de enero de 2021, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942013000200001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000200001&lng=es&tlng=es).
- MENDIOLA LEDEZMA, JOSE MANUEL<sup>2</sup> y RICHARD AGUIRRE ROJAS, RICHARD<sup>3</sup>. *Evaluación preliminar de la adición de moringa (Moringa oleífera) en la alimentación de pollos parrilleros<sup>1</sup>*. Univ. Cienc. Soc. [online]. 2015, n.14 [citado 2021-01-15], pp. 55-62 . Disponible en: <[http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S8888-88882015000100009&lng=es&nrm=iso](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S8888-88882015000100009&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 8888-8888.
- Ramírez-Acosta, Mariana, Jiménez-Plascencia, Cecilia, Juárez-Woo, Carlos, Rendón-Guizar, Jesús, Ángeles-Espino, Alejandro, & Sánchez-Chiprés, David. (2018). *Inclusión de la hoja Moringa oleífera sobre constantes inmunológicas en pollos de engorda*. Abanico veterinario, 8(3), 68-74. <https://doi.org/10.21929/abavet2018.83.4>
- Sánchez, K.Y.; Cuadros, A.F.; Peña, M.Y. (2016). *Impacto que genera la utilización de Moringa Oleífera en la producción de pollo*. Mundo Fesc, 12, 98 - 108.

Torres y Torres, Nimbe, & Tovar-Palacio, Armando R. (2009). *La historia del uso de la soya en México, su valor nutricional y su efecto en la salud*. Salud Pública de México, 51(3), 246-254. Recuperado en 25 de enero de 2021, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342009000300016&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342009000300016&lng=es&tlng=es).

UNION NACIONAL DE AVICULTORES. (2020). *SITUACION DE LA AVICULTURA MEXICANA*. 2020, de UNION NACIONAL DE AVICULTORES Sitio web: <https://una.org.mx/industria/>

VAZQUEZ MENDOZA EDUARDO. (2018). *FASES DE ALIMENTACION DE POLLOS DE ENGORDA*. 2018, de UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO Sitio web: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/45221/V%C3%A1zquez%20Mendoza%20Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## ANEXOS

Anexo 1. Requerimientos Nutricionales Recomendados Para la Línea Cobb – 500.

		INICIAL		CRECIMIENTO		FINAL	
		Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
Edad	días	0 – 10	0 – 10	11 – 28	11 – 28	29 - final	29 - final
Proteína Bruta	%	22 – 24	22 – 24	20 – 22	20 – 22	18 - 20	17 – 19
Energía Metabolizable	Kcal/kg	3010	3010	3175	3175	3225	3225
<b>AMINOACIDOS DIGESTIBLES</b>							
Ariginia	%	1.29	1.29	1.19	1.19	1.01	1.01
Isoleucina	%	0.79	0.79	0.72	0.72	0.62	0.59
Metionina	%	0.44	0.44	0.42	0.42	0.37	0.35
Metioninacistina	%	0.81	0.81	0.78	0.78	0.69	0.66
Treotina	%	0.73	0.73	0.68	0.68	0.59	0.56
Triptofano	%	0.21	0.21	0.18	0.18	0.16	0.15
<b>MINERALES</b>							
Calcio	%	1.0	1.0	0.90	0.90	0.85	0.85
Fosforodisponible	%	0.50	0.50	0.45	0.45	0.42	0.42
Sodio	%	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Potasio	%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Cloruro	%	0.16- 0.22	0.16- 0.22	0.16- 0.22	0.16- 0.22	0.16- 0.22	0.16- 0.22
<b>ESPECIFICACION MINIMA</b>							
Colina	%	1800	1800	1600	1600	1400	1400
Acidolinoleico	%	1.25	1.25	1.20	1.20	1.00	1.00

Anexo 2. Conversión alimenticia promedio semanal por tratamiento y semana.

<b>CONVERSION ALIMENTICIA PROMEDIO SEM.</b>							
<b>Tra/sem.</b>	<b>SEM.1</b>	<b>SEM.2</b>	<b>SEM.3</b>	<b>SEM.4</b>	<b>SEM.5</b>	<b>SEM.6</b>	<b>SEM.7</b>
<b>T1R1</b>	0.268	0.235	0.209	0.187	0.261	0.131	0.214
<b>T1R2</b>	0.276	0.261	0.185	0.177	0.196	0.143	0.181
<b>T1R3</b>	0.267	0.234	0.236	0.222	0.111	0.205	0.204
<b>Prom.</b>	0.270	0.243	0.21	0.195	0.189	0.1596	0.199
<b>T2R1</b>	0.245	0.226	0.216	0.175	0.130	0.151	0.327
<b>T2R2</b>	0.256	0.239	0.24	0.21	0.183	0.137	0.144
<b>T2R3</b>	0.322	0.229	0.262	0.181	0.217	0.160	0.213
<b>Prom.</b>	0.274	0.231	0.239	0.188	0.177	0.149	0.228
<b>T3R1</b>	0.251	0.230	0.223	0.207	0.183	0.143	0.175
<b>T3R2</b>	0.26	0.237	0.22	0.21	0.260	0.13	0.242
<b>T3R3</b>	0.317	0.214	0.213	0.175	0.168	0.140	0.341
<b>Prom.</b>	0.276	0.227	0.2186	0.197	0.203	0.138	0.252

Anexo 3. Consumo promedio semanal por tratamiento y semana.

<b>CONSUMO PROMEDIO SEMANAL</b>							
<b>Tra/sem.</b>	<b>SEM.1</b>	<b>SEM.2</b>	<b>SEM.3</b>	<b>SEM.4</b>	<b>SEM.5</b>	<b>SEM.6</b>	<b>SEM.7</b>
<b>T1R1</b>	0.246	0.463	0.695	0.909	0.831	0.976	1.129
<b>T1R2</b>	0.241	0.411	0.533	0.725	0.707	0.901	1.042
<b>T1R3</b>	0.241	0.396	0.652	0.820	0.684	1.045	1.044
<b>Promedio</b>	0.2426	0.4233	0.626	0.818	0.740	0.974	1.071
<b>T2R1</b>	0.247	0.484	0.736	0.902	0.963	1.115	1.286
<b>T2R2</b>	0.232	0.455	0.705	0.87	0.977	1.130	1.085
<b>T2R3</b>	0.221	0.415	0.636	0.836	0.968	1.126	1.274
<b>Promedio</b>	0.233	0.451	0.692	0.869	0.969	1.123	1.215
<b>T3R1</b>	0.233	0.416	0.668	0.909	0.979	1.130	1.383
<b>T3R2</b>	0.242	0.445	0.688	0.878	0.978	1.158	1.372
<b>T3R3</b>	0.226	0.416	0.599	0.771	0.951	1.117	1.134
<b>Promedio</b>	0.234	0.425	0.651	0.852	0.969	1.135	1.296

Anexo 4. Calidad de la canal.

TRATAMIENTOS	PESO VIVO	PESO MUERTO	PESO CANAL	PESO DE LAS VICERAS	PESO DE LAS ALAS	PESO DE LAS PATAS	PESO DE LA PECHUGA	PESO DE LA MENUDECENCIA	PESO DE LAS PIERNAS Y MUSLO
<b>15% HMO</b>	3.10 a	2.90 a	2.27 a	416.67 a	234.00 a	107.33 a	728.00a	128.67 a	660.67 a
<b>10% HMO</b>	2.60 a	2.43 a	1.87 a	271.33 a	208.67 a	98.67 a	574.00 a	99.00 a	544.00 a
<b>17% PROTEINA PURA</b>	2.93 a	2.54 a	1.91 a	294.67 a	208.00 a	111.33 a	648.00 a	106.00 a	606.67 a

Valores con letras iguales no son significativamente diferente Tukey= 0.05

Anexo 5. Análisis financiero.

Tratamiento	Consumo	Costos kg/ac	kg/hac	Costos de kg/ha. t.	Total de ta.	kg/tpc	Costo kg/p	Ingresos	Ganancias
<b>5% HMO</b>	95.79	\$10	4.78	\$20	153.5	29.74	\$70	2081.8	128.3
<b>10% HMO</b>	108.92	\$10	10.89	\$20	1307	30.685	\$70	2147.95	840.95
<b>17% Proteína</b>	108.93	\$10	0	\$20	1089.3	35.617	\$70	2493.19	1403.89

Anexo 6. Rendimiento de la canal.

<b>TRATAMIENTOS / REPETICIONES</b>	<b>PESO VIVO</b>	<b>PESO MUERTO</b>	<b>PESO CANAL</b>	<b>PESO DE LAS VICERAS</b>	<b>PESO DE LAS ALAS</b>	<b>PESO DE LAS PATAS</b>	<b>PESO DE LA PECHUGA</b>	<b>PESO DE LA MENUDENCIA</b>	<b>PESO DE PIERNAS Y MUSLO</b>
<b>T1-R1</b>	3268	3008	2312	458	244	124	730	126	676
<b>T1-R2</b>	3260	2972	2354	394	252	110	736	142	692
<b>T1-R3</b>	2770	2732	2164	398	206	88	718	118	614
<b>T2-R1</b>	2926	2724	2102	216	224	110	702	106	616
<b>T2-R2</b>	2200	2045	1550	262	194	74	442	99	436
<b>T2-R3</b>	2738	2548	1972	336	208	112	578	92	580
<b>T3-R1</b>	2570	2304	1798	264	168	102	564	92	520
<b>T3-R2</b>	2966	2304	1566	226	222	114	616	102	614
<b>T3-R3</b>	3266	3014	2388	394	234	118	764	124	686