



**Pontificia Universidad Católica del Ecuador**

**Sede Ibarra**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**

**INFORME FINAL DEL PROYECTO**

**TEMA:**

“Suplementación a base de forraje verde hidropónico de Cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la dieta de pollos de engorde (Cobb 500)”

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Sostenible y Aprovechamiento de los Recursos Naturales

**SUBLINEA:** Seguridad y Soberanía Alimentaria

**AUTOR:** Estefanía Geovanna Mejía Intriago

**ASESOR:** MSc. Maritza de los Ángeles Mier Quiroz

Ibarra, 27 de febrero de 2024

Ibarra, 27 de febrero de 2024

MSc. Maritza de los Ángeles Mier Quiroz

ASESOR

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigente en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

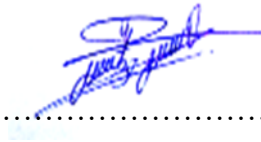
(f).....

MSc. Maritza de los Ángeles Mier Quiroz

C.C.: 1002878286

## PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):



(f).....

MSc. Maritza de los Ángeles Mier Quiroz (Asesor)

C.C.: 1002878286



(f).....

PhD. Edmundo René Recalde Posso (Jurado)

C.C.: 1001774494



(f).....

MSc. Luis Humberto Haro Bedón (Jurado)

C.C.: 1002739389

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo ESTEFANÍA GEOVANNA MEJÍA INTRIAGO, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derecho de disponer de sus derechos o autorizar de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 27 de febrero del 2024



f): .....

ESTEFANÍA GEOVANNA MEJÍA INTRIAGO

C.C.: 2101057293

## AUTORÍA

Yo, ESTEFANÍA GEOVANNA MEJÍA INTRIAGO, portador de la cédula de ciudadanía N°, 2101057293 declaro que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.



f): .....

ESTEFANÍA GEOVANNA MEJÍA INTRIAGO

C.C.: 2101057293


## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, ESTEFANÍA GEOVANNA MEJÍA INTRIAGO, con C.C.: 2101057293, autor del trabajo de grado intitulado: “SUPLEMENTACIÓN A BASE DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE (Cobb 500) previo a la obtención del título profesional de Ingeniería Agropecuaria, en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 27 de febrero del 2024

f):  .....

ESTEFANÍA GEOVANNA MEJÍA INTRIAGO

C.C.: 2101057293

**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,  
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación de Proyecto de Titulación: “SUPLEMENTACIÓN A BASE DE FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE CEBADA (*Hordeum vulgare* L.) EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE (Cobb 500)”, lo propuesto en el Código de Ética de la investigación y el aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha de 13 de febrero de 2023

Para constancia firma:

f):  .....

Estefanía Geovanna Mejia Intriago  
C.C: 2101057293  
Carrera: Ingeniería Agropecuaria

Ibarra, 27 de febrero del 2024

## **DEDICATORIA**

El cansancio es temporal pero la satisfacción es para siempre de lograr nuestros sueños  
Este trabajo va dedicado a mis padres Edison y Riusi, a mis abuelos Vicente y Gladys por ese apoyo incondicional que me brindaron día tras día en este largo camino de mi etapa estudiantil, por inculcarme con valores para poder ser mejor mujer y sobre todo por ser mi fuente de inspiración, motivación para alcanzar mis anhelos porque sin ellos no sería posible culminar con éxito mi carrera universitaria.

A mis hermanos Jarely, Deriam y Eddy por ese apoyo y cariño sincero que me han demostrado, sé muy bien que como hermanos nos apoyaremos siempre y ese lazo de hermandad jamás será debilitado.

A mis tíos José y Ney por darme esa voz de aliento de seguir adelante y jamás rendirme.

Dedico este trabajo a la persona que me roba ilusiones Ronald. Gracias por ese amor y apoyo incondicional, por tus abrazos reconfortantes, por esas palabras de aliento y consejos sabios. espero seguir compartiendo contigo muchos más momentos de alegría y crecimiento.

**Estefanía Geovanna**

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a Dios por darme la oportunidad de haber llegado hasta culminar mi carrera, por darme esa fortaleza que siempre necesite para jamás rendirme y seguir adelante.

A mis padres por darme la vida, con una niñez llena de mucha felicidad y amor, por ser mi fuerza para seguir adelante, por ese apoyo y amor incondicional que me han brindado, gracias por estar conmigo en todo momento.

A mis abuelos quienes me han enseñado a luchar día a día por lo sueños que deseo y que con mucho esfuerzo y dedicación logare que se cumplan todos esos objetivos que me proponga, gracias a mis hermanos y tíos quienes jamás dejaron que me dé por vencida, por cada enseñanza y palabras de aliento.

Un eterno agradecimiento a mis tíos Ketty y Fabian por su paciencia, pero sobre todo agradecerles por ese cariño y afecto que me han demostrado para darme confianza y no darme por vencida.

Un agradecimiento eterno a la señora María Ortega y al señor Ramiro Quelal por brindarme su amistad sincera, por su apoyo, por cada palabra de aliento y creer en mí.

Agradecer a mi asesora MSc. Maritza Mier por ese apoyo incondicional, paciencia, por sus consejos, palabras de aliento y por confiar en la investigación de mi trabajo.

Gracias a todas esas personitas que se han hecho parte de mi vida, que con solo una palabra de aliento mi sonrisa sea más brillante y mi vida mejor.

**Estefanía Geovanna**

## ÍNDICE

|  |      |
|--|------|
| PORTADA.....   |      |
| CERTIFICA: .....   | i    |
| PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....   | ii   |
| ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS .....   | iii  |
| AUTORÍA.....   | iv   |
| DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN.....  | v    |
| DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN, DESARROLLO Y<br>EVALUACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN ..... | vi   |
| DEDICATORIA.....   | vii  |
| AGRADECIMIENTO.....  | viii |
| ÍNDICE .....   | ix   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....  | xii  |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | xiv  |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....  | xv   |
| RESUMEN.....   | 16   |
| ABSTRACT.....  | 17   |
| CAPÍTULO I.....  | 18   |
| INTRODUCCIÓN.....  | 18   |
| CAPÍTULO II.....   | 20   |
| OBJETIVOS.....   | 20   |
| 2.1. Objetivo general .....  | 20   |
| 2.2. Objetivos específicos.....  | 20   |
| 2.3. Hipótesis.....  | 20   |
| CAPÍTULO III .....   | 21   |
| ESTADO DEL ARTE.....   | 21   |
| 3.1. La Avicultura.....  | 21   |
| 3.1.1. El Sector Avícola en el Ecuador.....  | 21   |
| 3.1.2. El Sector Avícola en Imbabura.....  | 22   |
| 3.2. Producción en pollos broiler de la línea Cobb 500.....  | 23   |
| 3.2.1. Ciclo productivo de la línea Cobb 500 .....   | 23   |

|  |    |
|--|----|
| 3.2.2. Índice de grasa en pollos de engorde.....   | 24 |
| 3.3. Fisiología Digestiva del pollo broiler de la línea Cobb 500 .....                               | 25 |
| 3.3.1. Morfofisiología del intestinal del pollo broiler de la línea Cobb 500.....                    | 26 |
| 3.3.2. Vellosidades intestinales del pollo broiler de la línea Cobb 500.....                         | 27 |
| 3.4. Costos de producción en pollos broiler de la línea Cobb 500 con Forraje verde hidropónico ..... | 30 |
| 3.4.1. Sistemas de Costos de producción en el sector avícola .....                                   | 31 |
| 3.4.2. Sistemas de Costos de producción en forraje verde hidropónico .....                           | 31 |
| 3.5. Forraje verde hidropónico .....   | 32 |
| 3.5. 1. Desinfección de la semilla de Forraje Verde Hidropónico.....                                 | 34 |
| 3.5. 2. El Forraje Verde Hidropónico de Cebada .....   | 35 |
| 3.5. 3. Alimentación en Aves con Forraje Verde Hidropónico .....                                     | 35 |
| CAPÍTULO IV .....  | 38 |
| MATERIALES Y MÉTODOS.....  | 38 |
| 4.1. Materiales .....  | 38 |
| 4.1.1. Físicos.....  | 38 |
| 4.1.2. Químicos.....   | 38 |
| 4.1.3. Biológicos.....   | 38 |
| 4.1.3. Alimento.....   | 38 |
| 4.2. Métodos.....  | 39 |
| 4.2.1. Diseño Experimental .....   | 39 |
| 4.2.2. Características del Experimento .....   | 39 |
| 4.3. Manejo del experimento .....  | 40 |
| 4.3.1. Obtención del forraje verde hidropónico de cebada .....                                       | 40 |
| 4.3.2. Manejo de forraje verde hidropónico en la suplementación a la dieta de pollos (Cobb 500)..... | 40 |
| 4.3.3. Manejo del lote de las aves.....  | 41 |
| 4.3.4. Ganancia de Peso.....   | 41 |
| 4.3.5. Consumo de alimento con balanceado comercial y forraje verde hidropónico de cebada .....      | 41 |
| 4.3.6. Índice de Grasa (%).....  | 42 |
| 4.3.7. Morfometría de desarrollo de vellosidades.....  | 42 |
| 4.3.8. Índices de conversión Alimenticia.....  | 42 |
| 4.3.9. Costos de Producción .....  | 42 |
| 4.3.10. Variables.....   | 43 |

|   |    |
|---|----|
| 4.4. Área de estudio .....  | 43 |
| 4.4.1. Ubicación del Área de estudio.....                                     | 44 |
| 4.4.2. Ubicación ecológica .....  | 44 |
| CAPÍTULO V .....  | 45 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....  | 45 |
| 5.1. Conversión alimenticia.....  | 47 |
| 5.2. Ganancia de peso.....  | 49 |
| 5.3. Índice de grasa.....   | 51 |
| 5.4. Incremento y desarrollo de vellosidades intestinales.....                | 53 |
| 5.4.1. Incremento y desarrollo de las vellosidades intestinal - Largo.....    | 53 |
| 5.4.2. Incremento y desarrollo de la vellosidad intestinal - ancho.....       | 54 |
| 5.4.3. Incremento y desarrollo de la vellosidad intestinal – profundidad..... | 56 |
| 5.5. Costos de Producción .....   | 59 |
| CAPÍTULO VI.....  | 64 |
| CONCLUSIONES.....   | 64 |
| CAPÍTULO VII.....   | 65 |
| RECOMENDACIONES .....   | 65 |
| CAPÍTULO VIII .....   | 66 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 66 |
| ANEXOS.....   | 72 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <i>Tabla 1 Tratamientos</i> .....   | 39 |
| <i>Tabla 2 Diseño Experimental</i> .....  | 39 |
| <i>Tabla 3 Modelo análisis de varianza ANOVA</i> .....  | 40 |
| <i>Tabla 4 Coordenadas y climatología del área de estudio</i> .....   | 44 |
| <i>Tabla 5 Prueba de normalidad test de Shapiro – Wilk y de Homogeneidad de datos Prueba de Levene</i> .....  | 46 |
| <i>Tabla 6 Análisis de varianza de la variable dependiente de conversión alimenticia en pollos de engorde evaluados</i> .....   | 47 |
| <i>Tabla 7 Análisis de varianza la variable dependiente ganancia de peso de pollos de engorde evaluados a los 45 días de edad</i> .....   | 49 |
| <i>Tabla 8 Análisis de varianza la variable dependiente índice de grasa de pollos de engorde evaluados a los 45 días de edad</i> .....  | 51 |
| <i>Tabla 9 Análisis de varianza la variable dependiente incremento y desarrollo de vellosidades intestinal parámetro largo de los pollos de engorde evaluados a los 45 días</i> ..... | 53 |
| <i>Tabla 10 Análisis de varianza la variable dependiente incremento y desarrollo de vellosidades parámetro ancho en pollos de engorde evaluados a los 45 días</i> .....               | 55 |
| <i>Tabla 11 Análisis de varianza la variable dependiente incremento y desarrollo de vellosidades intestinal parámetro profundidad pollos de engorde evaluados a los 45 días</i> ..... | 57 |
| <i>Tabla 12 Hoja de costos de producción por tratamiento</i> .....  | 59 |
| <i>Tabla 13 Costos de venta al mercado</i> .....  | 60 |
| <i>Tabla 14 Estado de resultados de la actividad productiva tratamiento T0 (testigo)</i> .....  | 60 |
| <i>Tabla 15 Estado de resultados de la actividad productiva tratamiento T1 (pienso compuesto +25% forraje verde hidropónico de cebada)</i> .....                                      | 61 |
| <i>Tabla 16 Estado de resultados de la actividad productiva tratamiento T2 (pienso compuesto +15% forraje verde hidropónico de cebada)</i> .....                                      | 61 |

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Tabla 17 Estado de resultados de la actividad productiva tratamiento T3 (pienso compuesto +10% forraje verde hidropónico de cebada) .....</i>                   | <i>62</i> |
| <i>Tabla 18 Costos de pollos de engorde de 15 días y alimentación en todas sus etapas hasta el día 45 .....</i>  | <i>78</i> |
| <i>Tabla 19 Costos de pollos de engorde de 15 días en el T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) en todas sus etapas hasta el día.....</i> | <i>78</i> |
| <i>Tabla 20 Costos de pollos de engorde de 15 días en el T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada) en todas sus etapas hasta el día.....</i> | <i>79</i> |
| <i>Tabla 21 Costos de pollos de engorde de 15 días en el T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada) en todas sus etapas hasta el día.....</i> | <i>79</i> |
| <i>Tabla 22 Costos de equipos avícolas .....</i>   | <i>80</i> |
| <i>Tabla 23 Años de vida útil de propiedad, planta y equipo existente .....</i>  | <i>80</i> |
| <i>Tabla 24 Costos de medicina para pollo de engorde.....</i>  | <i>81</i> |
| <i>Tabla 25 Costos de mano de obra.....</i>  | <i>81</i> |
| <i>Tabla 26 Costos indirectos .....</i>  | <i>82</i> |
| <i>Tabla 27 Cálculos de depreciación.....</i>  | <i>83</i> |
| <i>Tabla 28 Hoja de costos T0 (testigo) .....</i>  | <i>84</i> |
| <i>Tabla 29 Hoja de costos T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) .....</i>   | <i>85</i> |
| <i>Tabla 30 Hoja de costos T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada) .....</i>   | <i>86</i> |
| <i>Tabla 31 Hoja de costos T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada) .....</i>   | <i>87</i> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| <i>Figura 1 Sitio de estudio PUCESI-Granja ECAA ARCGIS 10.8 .....</i>   | <i>44</i> |
| <i>Figura 2 Promedios para la variable de conversión alimenticia.....</i>   | <i>48</i> |
| <i>Figura 3 Análisis de rangos múltiples de tratamientos con prueba de Tukey para la variable de ganancia de peso en pollos de engorde a los 45 días de edad.....</i>   | <i>49</i> |
| <i>Figura 4 Análisis de rangos múltiples de tratamientos con prueba de Tukey para la variable de índice de grasa en pollos de engorde a los 45 días de edad.....</i>  | <i>52</i> |
| <i>Figura 5 Análisis de rangos múltiples de tratamientos con prueba de Tukey para la variable de incremento y desarrollo de vellosidades intestinal de parámetro largo en pollos de engorde a los 45 días de edad.....</i>          | <i>54</i> |
| <i>Figura 6 Promedios de incremento y desarrollo de vellosidades para metro ancho en pollos de engorde a los 45 días de edad.....</i>   | <i>56</i> |
| <i>Figura 7 Análisis de rangos múltiples de tratamientos con prueba de Tukey para la variable de incremento y desarrollo de vellosidades intestinales en el parámetro profundidad, pollos de engorde a los 45 días de edad.....</i> | <i>58</i> |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |           |
|--|-----------|
| <i>Anexo 1 Fotografías del Proceso del Forraje Verde Hidropónico de Cebada.....</i>  | <i>72</i> |
| <i>Anexo 2 Fotografía de la preparación del galpón.....</i>                          | <i>73</i> |
| <i>Anexo 3 Fotografías del manejo de las aves .....</i>                              | <i>74</i> |
| <i>Anexo 4 Fotografías de la disección de los pollos para ser evaluados .....</i>    | <i>76</i> |
| <i>Anexo 5 Análisis de laboratorio, Libreta de Campo y Programas a utilizar.....</i> | <i>77</i> |
| <i>Anexo 6 Tablas de Costos de Producción .....</i>                                  | <i>78</i> |

## RESUMEN

El frecuente uso de pienso compuesto en la producción de pollos de engorde provoca altos costos, y un elevado índice de grasa, que han comprometido a los parámetros productivos del ave, es importante buscar suplementos o aditivos que contribuyan a mejorar la producción animal, tal es el caso del forraje verde hidropónico (FVH), un alimento fresco y apto para el consumo de las aves, potenciando la absorción de nutrientes a nivel de tracto gastrointestinal. La presente investigación consistió en la suplementación a base de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en diferentes niveles al 10, 15 y 25% en la dieta pollos de engorde (Cobb 500), como acondicionador al tracto gastrointestinal. Se utilizaron 96 pollos de 15 días de edad durante la etapa de crecimiento y engorde, distribuidos en 24 unidades experimentales, bajo un diseño completamente al azar. Los resultados muestran un efecto benéfico significativo entre los tratamientos, a nivel de ganancia de peso T1 (pienso compuesto + FVH de cebada) con un valor de 3,1kg, índice de grasa T1(pienso compuesto+25% FVH de cebada) con un valor de 5,81% y vellosidades intestinales para longitud de 2010,54 um, y profundidad de 275,3 um, frente al T0 (pienso compuesto 100%) ganancia de peso 2,5 kg, índice de grasa de 8,4% y para vellosidades intestinales longitud de 1049,95 um, profundidad 106,04 um. A nivel de conversión alimenticia no se encontró diferencias significativas, todos los tratamientos mostraron 1,7. Para costos de producción arrojan una utilidad del 45,5% T1(pienso compuesto+25% FVH de cebada) con un costo beneficio \$0,8 por cada dólar invertido, frente al T0 (pienso compuesto 100%) con una utilidad de 3,56% y un costo beneficio de \$0,04. Se determina que la suplementación con FVH de cebada, es una alternativa rentable en la producción de pollos de engorde, mejorando la salud gastrointestinal.

**Palabras clave:** Forraje verde hidropónico (FVH), parámetros productivos, vellosidad intestinal, costos de producción.

## ABSTRACT

The frequent use of compound feed in the production of broiler chickens causes high costs and a high fat index, which have compromised the productive parameters of the bird. It is important to look for supplements or additives that contribute to improving animal production, such as the case of hydroponic green forage (FVH), a fresh food suitable for consumption by birds, enhancing the absorption of nutrients at the gastrointestinal tract level. The present investigation consisted of supplementation based on hydroponic green forage of barley (*Hordeum vulgare* L.) at different levels at 10, 15 and 25% in the diet of broiler chickens (Cobb 500), as a conditioner to the gastrointestinal tract. 96 15-day-old chickens were used during the growth and fattening stage, distributed in 24 experimental units, under a completely randomized design. The results show a significant beneficial effect between the treatments, at the level of weight gain T1 (compound feed + FVH of barley) with a value of 3.1kg, fat index T1 (compound feed + 25% FVH of barley) with a value of 5.81% and intestinal villi for length of 2010.54  $\mu\text{m}$ , and depth of 275.3  $\mu\text{m}$ , compared to T0 (100% compound feed) weight gain 2.5 kg, fat index of 8.4% and for intestinal villi, length 1049.95  $\mu\text{m}$ , depth 106.04  $\mu\text{m}$ . At the feed conversion level, no significant differences were found, all treatments showed 1.7. For production costs, they show a profit of 45.5% T1 (compound feed + 25% FVH of barley) with a cost benefit of \$0.8 for each dollar invested, compared to T0 (100% compound feed) with a profit of 3.56% and a cost benefit of \$0.04. It is determined that supplementation with barley FVH is a profitable alternative in the production of broiler chickens, improving gastrointestinal health.

**Keywords:** Hydroponic green forage (FVH), production parameters, intestinal villus, production costs.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como finalidad alimentar pollo de engorde mediante la utilización de alternativas que contribuyan al desarrollo de las vellosidades gastrointestinales, por ende a la reducción de costos de producción e incrementar los ingresos económicos, debido a que la crianza de aves ha sido una actividad que el hombre ha venido desarrollando y evolucionando desde hace mucho tiempo, debido a la gran necesidad de asegurar su alimentación obteniendo como nutriente principal la proteína (Romero , 2021)

Muñoz (2018) afirma que en el Ecuador existe un elevado crecimiento de población, una baja producción de alimentos que no satisface la demanda existente, generando alternativas de producción a corto plazo y al menor costo, el método tradicional de producción es alimentar las aves solamente con concentrados balanceados, esto generan un alto costo de producción por sus altos precios, pocas veces los productores pueden ver beneficios económicos (ganancias), ocasionando que desistan de continuar invirtiendo en el sector.

Victores (2021), afirma que la producción con alimento convencional para aves genera una rentabilidad ineficiente, los alimentos no convencionales como el forraje verde hidropónico (FVH) permite una alimentación digestible un 1kg de semilla se produce un promedio 7 kg de FVH), se vuelve una materia prima rentable en la producción avícola. Es así que productores avícolas buscan mejorar sus parámetros productivos, económicos y nutricionales, en su mayoría viendo el comportamiento de la alimentación de los pollos, rendimiento, productividad y respuesta fisiológica. Al producir pollos con fines de engorde lo que se aspira lograr es que los índices zootécnicos sean representativos en el menor tiempo posible, objetivo en el cual el FVH permite lograr una mejor calidad de los pollos, incidiendo en factores como la sanidad y ganancia de peso. Además, la alimentación a base de FVH en pollos de engorde otorga una excelente calidad de la carne en cuanto a firmeza y sabor (Quimi , 2021).

La salud intestinal de las aves, es un tema complejo de operar, cuando se quiere optimizar los desempeños comerciales avícolas en la actualidad, la presencia de un desequilibrio en el tracto gastrointestinal afecta a la digestión y absorción de nutrientes, pudiendo poner en riesgo el desempeño productivo y el bienestar del ave. Para tener equilibrio entre: microbiota, alimento y las características de las vellosidades intestinales, se emplean diversos aditivos y suplementos que mejoran la microflora intestinal. Se debe recalcar que la salud o integridad intestinal permite que los pollos de engorde alcancen el máximo rendimiento con el mínimo costo, evitando así pérdidas económicas para los productores (Cummings, 2018).

Para Bhoyar (2023) afirma que para buen funcionamiento intestinal es un importante alternativas en la producción avícola actual, debido a que el alimento representa del 65 al 70% del costo de producción; una mayor eficiencia nutricional y un mejor desempeño productivo, obliga a mantener una buena salud intestinal del pollo broiler; por ende, las técnicas nutricionales, tienen importancia significativa sobre el rendimiento productivo y económico de las parvadas.

Debido a lo antes planteado se tomó la iniciativa de realizar la investigación en pollos en fase de engorde con forraje verde hidropónico de cebada con un 25-15-10%, con el objetivo de evaluar conversión alimenticia, ganancia de peso, índice de grasa, desarrollo de vellosidades en el tracto gastrointestinal y costos de producción, evaluando el nivel de aceptación y el beneficio económico que pueda generar en la producción avícola. La información generada por este estudio contribuirá con conocimientos que permitan juzgar nuevas alternativas en la producción de pollos de engorde Cobb 500, lo cual está ligado y enmarcado en el sexto Objetivo del Plan Regional de Desarrollo, de la Zona 1, el que manifiesta: “Desarrollar las capacidades productivas y del entorno para lograr la soberanía alimentaria y el Buen Vivir Rural” (Peñaloza, 2022).

## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS

#### 2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de 3 niveles de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en la dieta de pollos de engorde (Cobb 500), como acondicionador del tracto gastrointestinal.

#### 2.2. Objetivos específicos

- Analizar parámetros productivos e índices de grasa en pollos de engorde (Cobb 500) suplementados con 3 niveles de forraje verde hidropónico de cebada.
- Determinar el efecto de la adición de forraje verde hidropónico de cebada en las vellosidades intestinales en pollos (Cobb 500) mediante cortes histológicos.
- Evaluar los costos producción de pollos (Cobb 500) suplementados a base de forraje verde hidropónico de cebada.

#### 2.3. Hipótesis

- **Ha:** La adición del forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de pollos de engorde (Cobb 500) favorece el desarrollo de vellosidades a nivel de intestino delgado.
- **Ho:** La adición del forraje verde hidropónico de cebada en la alimentación de pollos de engorde (Cobb 500) no favorece el desarrollo de vellosidades a nivel de intestino delgado.

## **CAPÍTULO III**

### **ESTADO DEL ARTE**

#### **3.1. La Avicultura**

Para Morán (2022), la actividad avícola sigue siendo una de las principales potencias promotoras más eficaces para el incremento económico a nivel mundial. Existe un desarrollo continuo en estos últimos años, siendo uno de las primordiales actividades en el crecimiento del PIB (Producto Interno Bruto), en la mayoría de los casos las mujeres son las dedicadas a esta actividad en el sector pecuario, convirtiéndose en una verdadera industria.

La avicultura se ha impulsado con avances desarrollados en las dos últimas décadas lo que ha permitido que la producción se eleve en un 30% a comparación de la carne de cerdo, principalmente por su genética, manejo, sanidad y nutrición, empezando desde el valor nutricional que las aves requieren (Chávez, López, & Parra, 2016).

En producción mundial de carne de ave en el año 2022 ha alcanzado un total de 103,5 Millones de Toneladas (Mt), a diferencia de la carne de cerdo que mantiene una producción de 114,8 Millones de Toneladas. Por ello es evidente que la carne de ave es vital en la dieta de cualquier familia, es así, que “de acuerdo la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la producción de carne de aves está ocupando el segundo lugar a nivel mundial, luego de la carne de cerdo” (Palma-Avellán & Sabando-Mendoza, 2023, pág. 780).

##### **3.1.1. El Sector Avícola en el Ecuador**

La avicultura en nuestro país se ha impulsado desde hace 50 años, ya que la carne de pollo era un producto de consumo selectivo. Empezando sus inicios desde 1957 como industria ecuatoriana en una planta de incubación artificial “Avícola Helvética”, generando una buena

producción y ocupando el séptimo puesto en consumo de pollo, según la Asociación Latinoamericana de Avicultores (ALA) (Villamizar, 2023).

La producción avícola ecuatoriana tiene un futuro prometedor a medida que los productores de pollos de engorde despliegan alianzas y métodos de innovación tecnológicos a lo largo de la cadena avícola, accediéndoles competir en mejores condiciones contra sus países contrincantes que tienen un consumo per cápita de la siguiente manera: Perú (47,3 kg), Argentina (47 kg), Brasil (45,5 kg), y Colombia (36,8 kg) (Pozo, 2022).

Espín (2022), afirma que la Corporación Nacional de avicultores del Ecuador (CONAVE) en el 2021 mantiene un consumo de carne de pollo aun promedio del 5% anual, toda la carne que produce es consumida por sus habitantes. En el año 2020 se produjeron 494 mil toneladas de carne de pollo a partir de la cría de 263 millones de pollos de engorde, lo que quiere decir que en promedio un ecuatoriano consume 28 kg de pollo al año.

### **3.1.2. El Sector Avícola en Imbabura**

A nivel Nacional la producción del sector avícola se “distribuye en las siguientes provincias como lo es Pichincha con 38%, Guayas 32%, El Oro 16%, Imbabura 9%, Manabí 8% y en las demás provincias con el 21%” (Muyulema , Muyulema , Pucha , & Ocaña , 2020, pág. 45).

La explotación de pollos de engorde, ha logrado avances importantes en la provincia de Imbabura, a medida que han pasado los años estos han mejorado sus procesos para resaltar en la organización de la cadena productiva con la ventaja de tecnologías eficientes en manejo y selección de las mejores líneas genéticas, con lo cual se ha contribuido a mejorar la productividad (Rosales, 2017).

Imbabura es una de las provincias que ocupa el cuarto lugar con aproximadamente 16,8 millones de pollos y gallinas en producción, esto le atribuye el 9% del total con 76 planteles

avícolas, recalando que todos los procesos productivos de crianza de aves cuentan con infraestructura técnica necesaria para satisfacer la demanda interna (Rosales, 2017).

### **3.2. Producción en pollos broiler de la línea Cobb 500**

Según Aimacaña (2021), describe a esta raza que proviene del vocablo en inglés Broiler que significa pollo parrillero como una de las aves con buena asimilación de nutrientes teniendo un índice de conversión de 1,9 lo que significa que sus características de consumo de alimento son eficientes, esta raza de pollos tiene características de buena conversión alimenticia, alta fertilidad, conformación de la canal alta, con patas y piel amarillas que son visibles al consumidor y sobre todo que su línea genética es la de ganancias de peso, lo cual hace que sus productores tenga una eficiente producción y productividad en su crianza.

Para un lote de aves es necesariamente importante su conversión alimenticia para poder establecer económicamente la crianza de las aves. Aunque se debe tener en cuenta que uno de los factores que pueden afectar al manejo es la temperatura, ventilación del galpón, alimento y la calidad de agua al consumir. Por ello los avicultores dedicados a esta producción y alcanzar mejores conversiones alimenticias para el crecimiento y desarrollo del ave de engorde tratan de corregir estos factores (Morán , 2022).

Es una de las alimentaciones tradicionales para una producción eficaz es recomendable adicionar dietas que aporten buenos nutrientes y sobre todo que este balanceada a base de maíz, balanceado inicial, crecimiento, engorde o alimentos alternos, El consumo de alimento para la producción avícola son a base de granos como maíz, sorgo, trigo, desperdicios de cocina, lombrices o lo que esté al alcance mejorando el crecimiento del ave, por la cual se requiere tener una dieta balanceada (Piedra, 2022).

#### **3.2.1. Ciclo productivo de la línea Cobb 500**

La fase más importante para el desarrollo de crecimiento del pollito es de 11 a 22 días, puesto que, es más susceptible a sufrir stress metabólico, debido a la restricción de: alimento, disminución de horas luz y cambio en la formulación de la dieta. La etapa de finalización, es

aquella en donde los pollos pasan de un peso aproximado de 800 g a los 22 días, a un peso final que varía desde los 2500 hasta 3100 g en 42 días aproximadamente. Esta etapa es la de mayor crecimiento, ya que se produce un incremento de dos tercios del peso final (Uzcátegui-Varela, Collazo-Contreras, & Guillén-Molina, 2019).

El índice de conversión de un lote de pollos de engorde, es económicamente muy importante para los productores. Algunos de los factores catalogados como importantes que influyen en el consumo y que interfieren en el índice de conversión alimenticia son: la temperatura de los galpones superiores a los 28° C, escasa ventilación, una regular calidad del alimento y del agua suministrados, animales de desecho o de segunda y las enfermedades (Sáenz, 2018).

### **3.2.2. Índice de grasa en pollos de engorde**

Para Ponce (2019) la grasa abdominal es buen indicador del contenido total de grasa corporal del broiler y representa alrededor del 3.5% del peso vivo y el 15% de la grasa total. El engrasamiento del pollo produce efectos económicos y sociales indeseables, ya que deteriora la conversión alimenticia y disminuye el rendimiento de canal, debido a la eliminación de la grasa abdominal en el momento del beneficio.

En aves la deposición de grasa abdominal primeramente está dada por la energía suministrada a nivel dietario, se sabe que las cantidades depositadas se relacionan directamente con las concentraciones de glucosa, triacilglicerol, colesterol total, Lipoproteína de baja densidad (LDL), y Lipoproteína de alta densidad (HDL). Por lo que, adicionalmente la mayor secreción hepática de lipoproteína de muy baja densidad (VLDL) se presenta en líneas de aves de engorde, por lo que se relaciona con un mayor depósito de grasa abdominal (Ibarra, 2023).

Es importante destacar que la deposición y el perfil lipídico de la grasa abdominal del pollo se ve afectada por la composición en ácidos grasos de la dieta sobre la deposición de grasa abdominal, depende del tipo y nivel de grasa en la dieta. El catabolismo de la grasa corporal durante el período de ayuno afecta bien al desarrollo de los adipocitos del tejido graso o bien a la lipogénesis de las grasas. Es necesario mejorar nuestro conocimiento sobre los mecanismos

mediante los cuales el pollo broiler regula la deposición de grasa en relación al grado de saturación de las mismas consumidas en la dieta (Ibarra, 2023).

### **3.3. Fisiología Digestiva del pollo broiler de la línea Cobb 500**

El proceso digestivo comprende una serie de procesos físicos y químicos que se dan en el aparato digestivo, permitiendo la degradación de los alimentos en moléculas más pequeñas con la finalidad de que puedan ser absorbidas por las células del organismo (Chiriboga, 2019).

Para el desarrollo de las funciones digestivas, las aves pretenden ingerir en su dieta nutricional una fija cantidad de alimentos verdes que cuentan con la presencia de celulosa, conserva la oscilación del movimiento intestinal además de ser una fuente natural de vitaminas. En la digestión se realiza la transformación de los alimentos que son ingeridos en sustancias más sencillas para ser impregnados por el organismo del animal, la digestibilidad es la facilidad que tiene el alimento para ser procesado por el animal por medio de enzimas que pueden mejorar la digestibilidad y mejorar para que las aves alcancen el placer de saciedad y esta a su vez lleguen al intestino delgado (Chiriboga, 2019).

A través del pico el ave agarra el alimento del suelo para luego mezclarlo con la enzima amilasa y la saliva. Cabe recalcar que “en aves las glándulas salivales se desarrollan en dependencia de los hábitos alimenticios a los cuales se les acostumbra, por tanto; entre más alimentos secos se les proporcione, las glándulas se van a desarrollar mucho mejor” (Estrada, 2019, pág. 15).

Una vez que el alimento es mezclado en el pico, pasa por la faringe hacia el esófago, en donde se presentan movimientos involuntarios (perístalsis), los mismos que permiten que el alimento llegue al buche, que es la región media en donde el alimento es almacenado y remojado. Una vez que realiza este proceso el alimento pasa al proventrículo que es un órgano pequeño cuya función es la secreción de un fluido gástrico, el cual es mezclado con ácido clorhídrico y pepsina; posteriormente el alimento pasa a la molleja cuya función es una acción

mecánica de mezclado y triturado, cabe recalcar que los fluidos secretados por acción del proventrículo son mezclados con el bolo durante el triturado (Estrada, 2019).

Luego el alimento pasa a la región intestinal, específicamente al intestino delgado que viene siendo “el primer órgano de absorción y digestión, donde enzimas especializadas están presentes en varios segmentos de este órgano para desdoblar los carbohidratos, lípidos y proteínas, para luego ser absorbidas” (Zambrano, 2019, pág. 28).

El intestino grueso es un órgano que “tiene poca acción digestiva siendo relativamente corto. Su Función principal es almacenar residuos de la digestión, donde se recupera el agua remanente que estos contienen para ser aprovechada de nuevo por las aves” (León, 2019, pág. 32).

Los ciegos se encuentran entre la unión del intestino grueso y delgado, por el cual facilitan la digestión de la celulosa, luego los desechos sólidos y líquidos pasan a una estructura llamada cloaca, excretándose a la misma vez las heces fecales y la orina (León, 2019).

### **3.3.1. Morfofisiología del intestinal del pollo broiler de la línea Cobb 500**

El intestino es un órgano complejo que forma parte del tracto gastrointestinal, por donde pasan obligadamente los nutrimentos que sirven de base para el metabolismo, el crecimiento y el mantenimiento de las aves. La fermentación gástrica en el intestino delgado da lugar a una gran cantidad de ácido láctico, mientras que la fermentación en el ciego y en el colon produce: ácido acético, propiónico y butírico. El intestino delgado que va desde la molleja hasta el origen de los ciegos, es largo y casi uniforme por todas partes, este se divide en tres partes: duodeno, yeyuno e íleon (Ángel-Isaza, Mesa-Salgado, & Narváez-Solarte, 2019).

Una excelente asimilación de nutrientes depende del desarrollo y mantenimiento de un medio favorable del lumen intestinal de las aves. Por el cual, el punto de partida de cualquier

plan de salud intestinal debe ser la colonización temprana del intestino con bacterias beneficiosas capaces de crear estas condiciones (León, 2019).

Las bacterias que se encuentran en el tracto gastrointestinal obtienen la mayor parte de su energía para crecer y reproducirse de los componentes de la dieta que consumen. Además, la comunidad bacteriana en un momento dado refleja la capacidad de cada grupo de bacterias para competir con otros grupos y albergar sistemas de defensa bajo ciertas condiciones físicas y químicas del ambiente. La capacidad del sistema digestivo para digerir y absorber nutrientes depende en parte de la distribución de especies y del número total de microorganismos que viven en él. Es así, que cualquier desequilibrio en la composición del microbiota intestinal puede afectar a la capacidad del ave para digerir y absorber nutrientes, provocando déficits de rendimiento (León, 2019).

El desarrollo de tracto gastrointestinal de las aves varía de acuerdo al tipo de dieta que puedan consumir. Efectivamente se ha observado que el rápido desarrollo del tracto gastrointestinal ocurre aproximadamente en 24 horas, después de que las aves han recibido el alimento. Si existe un retraso en el acceso de alimentos y agua durante las 24 o 48 horas, ocurre un mayor índice de mortalidad, el peso disminuye y sobre todo una menor resistencia a enfermedades (León, 2019).

### **3.3.2. Vellosidades intestinales del pollo broiler de la línea Cobb 500**

Las vellosidades intestinales se encuentran en la parte principal del intestino delgado específicamente en las tres divisiones duodeno, yeyuno e íleon. Es aquí donde “empieza la asimilación de nutrientes y maduración, diferenciación y función continua, esto es debido a la respuesta de la dieta que se ha empleado” (Escobar , 2018, pág. 29).

La longitud de las vellosidades y su superficie aumentan rápidamente, pero en diferentes fragmentos del intestino, alcanzando unos 6-8 días en el duodeno y 10 días en el yeyuno y el

íleon. A lo largo del intestino, las vellosidades varían en altura y forma; en el duodeno, las vellosidades son más largas y parecidas a dedos, en cambio en el yeyuno y el íleon tienen forma transversal (Barrera & Barrera, 2018).

Ayala (2020), citado por Castillo y Pacheco (2016) nos dice que las vellosidades son estructuras digitiformes de la mucosa. La mucosa participa directamente en la absorción de nutrientes, que incluye pliegues, vellosidades, microvellosidades y criptas intestinales que se desarrollan en el lumen del intestino como dedos flexibles; vasos linfáticos, capilares, fibras de haces musculares lisas, tejido nervioso y otras células que ocupan el núcleo de cada una de las vellosidades. Tienen la función de aumentar la superficie de absorción de nutrientes, cuanto mayor sea la cantidad de vellosidades, mejor será la absorción.

Cada vellosidad está revestida por células epiteliales llamadas enterocitos que difieren en su ubicación; los encargados de la absorción de líquidos y nutrientes se ubican en los extremos, los que secretan electrolitos y líquidos hacia los costados incluidas las criptas, y los que reparan y reemplazan las células dañadas o perdidas en las criptas de Lieberkun (Ayala, 2020).

Las criptas intestinales se forman como resultado de la invaginación de la mucosa tubular y las microvellosidades se encuentran en los bordes apicales de los enterocitos. Las criptas de Lieberkun son estructuras parecidas a glándulas, en la base presentan una división celular, estas células indiferenciadas pueden reemplazar a las secretadas durante la maduración (Ayala, 2020).

Ayala (2020), citado por Boaro (2009), nos dice que la mucosa está cubierta por un epitelio cilíndrico, que forma una capa celular continua sobre las vellosidades y criptas la formación de 5 tipos celulares: enterocitos, células caliciformes, células de Paneth, células enteroendocrinas y células madre pluripotenciales.

Ayala (2020), citado por Díaz (2006), nos dice que los enterocitos que son las principales células intestinales que recubren la superficie luminal desde la base hasta la punta de las vellosidades, estas están recubiertas por una estructura filamentosa llamada glucocáliz que tiene una función protectora. Así mismo la función de los enterocitos es la de absorber nutrientes.

Ayala (2020) en el que cito a Rebollar (2002), afirma que las células caliciformes están presentes en el epitelio de las vellosidades como en las criptas; una de sus funciones principales es producir mucina, que une con el glucocáliz para formar una capa viscoelástica en la pared intestinal para limitar la difusión de los compuestos de alto peso molecular. La mucina traslada los nutrientes a la superficie de absorción y protegen a las enzimas involucradas con la degradación del lumen de la mucosa por enzimas pancreáticas.

Ayala (2020), citado por Gutiérrez (2014), plantea que las células de Paneth se localizan en el fondo de las criptas, aisladas o formando pequeños grupos, que contienen abundantes gránulos secretadoras de acidófilos que contienen lisozima y péptidos, con efectos antibacterianos que participan en la protección de la mucosa intestinal.

Las células enteroendocrinas se sitúan principalmente en las criptas estas a su vez producen hormonas peptídicas tales como gastrina, colecistoquinina, secretina, polipéptido inhibidor gástrico y monoaminas biogénicas, que son sustancias que intervienen en la regulación de la digestión y absorción de nutrientes (Ayala, 2020).

Las células madre pluripotenciales forman el tercio inferior de las criptas, estas migran hacia las puntas de las vellosidades, contribuyendo a que estas microvellosidades se alarguen, se hagan más numerosas y regulares para que desarrollen la dotación enzimática necesaria para la digestión y absorción (Ayala, 2020).

### **3.4. Costos de producción en pollos broiler de la línea Cobb 500 con Forraje verde hidropónico**

En relación con la modernización de la producción agrícola, ha surgido tecnologías para el uso eficiente de los recursos, como la hidroponía y especialmente el forraje verde hidropónico, centrándose en alternativas de alimentación para pollos broiler. Una de las materias primas más utilizadas para la alimentación de los pollos es el alimento balanceado, el cual por su estado y propiedades tiene un enorme valor económico, muchas familias rurales no tienen acceso continuo a esta materia prima, debido a que no existe un flujo financiero para este propósito, existiendo ineficiencia socio-económica en los sitios rurales (Rios & Polanco , 2023).

El alto costo de los alimentos balanceados plantea una serie de desafíos a los productores de la cría de aves, ya sean estos medianos, pequeños o que se utilicen para autoconsumo. La razón principal es que los piensos balanceados representan más del 75% de los costos de producción de las principales especies de animales en producción, mencionando a las aves, cerdos y el ganado utilizado para la producción de carne y huevos (Rios & Polanco , 2023).

La idea es ir tras la búsqueda de opciones para la suplementación nutricional de los animales, es de mejorar la eficiencia reduciendo los costos de producción, entre los pequeños productores, porque cuando adquieren alimento balanceados lo hacen en pequeñas cantidades lo que repercute en costos en el producto, así como también en el transporte representando un enorme desafío para la eficiencia y sostenibilidad de los procesos del producto (Rios & Polanco , 2023).

Por ende, en una investigación se evaluó el efecto en la sostenibilidad familiar rural del municipio de Manzanares, Caldas al suplementar los pollos de engorde con forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*), que ayudarán a disminuir los costos de producción de pollos, disminuyendo los costos en la compra de balanceados y contribuyendo a una importante participación en los costos que ayudara a mejorar la liquidez y la rentabilidad de los pequeños

productores avícolas al brindarles estrategias para desarrollar y operar de manera más eficiente en la labores pecuarias. Además, el objetivo fue determinar la eficiencia de la producción del forraje verde hidropónico como suplemento dietético para pollos de engorde y determinar los beneficios económicos en la producción de pollos, utilizando alimento verde hidropónico como suplemento dietético (Rios & Polanco , 2023).

Para lograr una producción eficiente de bienes y servicios en costos de producción se debe tomar en cuenta pagos por factores de producción, trabajo, pago a trabajadores y capital. Para determinar costos de producción en pollos de engorde se “determina que el 69,44% concierne en alimentación. De acuerdo a los Índices de Costos de producción en Pollos (ICP-Pollo), crecieron en un 3, 44% los costos en nutrición, engrandeciendo esta disposición por debajo de la ganancia de los pollitos de 1 día en un -0,83%” (Structuralia, 2020, pág. 26).

#### **3.4.1. Sistemas de Costos de producción en el sector avícola**

Morán (2022) en el que citó a Arellano (2009), mencionan que los costos es la unión de técnicas que se utilizan para establecer los costos que se asociación de cualquier bien o servicio. Al realizar la suma de todos los costos de una actividad productiva es recomendable que se detallen cada uno de sus mecanismos a utilizar.

Morán (2022) en el que citó a Tamasaukas (2010), nos dicen que, para poder establecer los costos de producción en el sector avícola, se maneja una técnica de establecimiento de costos directos, de las cuales son mano de obra, insumos y sus costos indirectos. Por la cual la eficiencia económica está en constante progreso de acuerdo con el régimen de precios y costos, para así lograr resultados favorables con la menor cantidad del capital disponible.

#### **3.4.2. Sistemas de Costos de producción en forraje verde hidropónico**

Dependiendo del tamaño de la producción de forraje verde hidropónico, dependerá también el costo asociado de insumos, infraestructura y mano de obra disponible para su manejo. No obstante, el costo de producción por concepto de superficie es 10 veces menor, que el de una

superficie para la producción de cualquier forraje en espacios abiertos. Esta ventaja es debida a que el FVH puede ser instalado en forma vertical, lo que optimiza el espacio útil (Abarca , Aguirre, & Silva, 2023).

Para el caso de una producción limpia, donde no se aplican fertilizantes foliares y solo se considera el costo de la semilla, cloro (para desinfección), agua para riego y electricidad para el funcionamiento de la bomba hidráulica. Los costos productivos serán bajos y estarán dados solo por el costo de la semilla, El agua utilizada, por su parte, es colectada de las lluvias, considerándose como un recurso gratuito. Y, por último, el costo eléctrico resulta mínimo. Esto asumiendo que el funcionamiento de la bomba de riego, se realiza 4 minutos por día (un minuto por cada riego) (Abarca , Aguirre, & Silva, 2023).

### **3.5. Forraje verde hidropónico**

Romero (2021) en el que citó a Alvarado (2017), afirma que el forraje verde hidropónico puede ser cultivado en zonas donde se tiene agua que tiene un alto contenido de sales o donde falta suelo agrícola debido a limitaciones. El cultivo hidropónico se basa en que la planta adquiere nutrientes para su crecimiento a través del agua.

Definimos al forraje verde hidropónico (FVH) como brotes muy ricos, posee un alto contenido proteico entre el 18 y 23% además de minerales y vitaminas. Su altura varia de 15 a 20cm, que son producidos por la germinación sin suelo de granos de cereales que pueden ser maíz, cebada, avena etc. Por ello la hidroponía requiere de un control adecuado de agua y solución de nutrientes para que puedan germinar con éxito. hay que tomar en cuenta varios aspectos que van desde la adecuación de las instalaciones tomando en cuenta un óptimo manejo en la producción (Bedolla-Torres, 2022).

Quimi (2021), manifiesta que la fecha óptima para la cosecha de forraje verde hidropónico es de 12 días después de la siembra, la calidad nutricional del forraje se mantiene, se toma en cuenta que también permite obtener alimento disponible a periodos cortos de tiempo, generando mayores producciones.

En todo el mundo el FVH es una de las alternativas más favorable en cualquier industria pecuaria para la producción animal, ofrece ventajas como la de poder ser cultivado en espacios pequeños y generar producciones continuas en el resto del año, es fundamental tomar en cuenta un mantenimiento adecuado de nutrientes disponibles para la planta, para ello debe existir suficientes cantidades de nutrientes siempre y cuando el cultivo los requiera. Por ello existen diferentes etapas de crecimiento en necesario el agua y nutrientes por la semilla que es el medio de absorción donde almacenan y transporta nutrientes a toda la planta (Palacios, Avila , Ortega , & Luna, 2015).

El Forraje Verde Hidropónico aporta entre el 12,8 a 13,8% de proteína cruda, del 30-34% de Materia seca y del 43-52% de FDN, cabe recalcar que este alimento debe ser complementario para que la dieta sea más equilibrada (Hernández , Masís, Suazo, & Borge, 2021).

Uno de los enfoques de gran importancia para producir forraje verde hidropónico de cebada es que esta especie aporta con un elevado desarrollo vegetativo, en materia verde alta productividad por unidad de superficie, costos menos elevados que son beneficiosos en términos económicos (Juárez-López et al., 2013).

En la producción de FVH se optimiza el recurso agua, haciendo que las pérdidas generadas por evapotranspiración, escurrimiento superficial e infiltración sean reducidas al mínimo, con relación a la producción convencional de especies forrajeras, cuya eficiencia varía entre 270 a 635 litros de agua para la producción de un kg de materia seca (Quimi , 2021).

En algunos casos para producir 1 kg de forraje verde hidropónico, es necesario suministrar de 2 a 3 litros de agua en donde la materia seca debe corresponder entre un 12 a 18%, en dependencia de la especie, el consumo total de agua alcanza valores de 15 a 20 lt/kg de materia seca que se pueden obtener en un lapso de 14 días (Quimi , 2021).

El forraje verde hidropónico es una de las tecnologías aptas para la implementación y uso a nivel de pequeños productores pecuarios. Es una estrategia de producción de biomasa vegetal que baja los costos fijos de la alimentación animal, también es una excelente fuente proteica y vitamínica, lo cual enmarca su excelente valor nutritivo. Independientemente de los problemas climáticos se puede encontrar disponible fácilmente, es altamente digestible y provee de una muy buena y alta calidad alimenticia (Quimi , 2021).

### **3.5. 1. Desinfección de la semilla de Forraje Verde Hidropónico**

Una vez que se han seleccionado semillas que sabemos tienen frescura, se deben lavar las semillas con una solución de hipoclorito de sodio al 1% o en ciertos casos se utiliza cal viva para la desinfección. Se hace por no menos de 30 segundos ni más de tres minutos. Esto asegura que no haya patógenos en los cultivos (hongos o bacterias). Se deben luego lavar las semillas con agua limpia para eliminar los restos de cloro o cal (Carhuapoma, Curi , Chávez , & Contreras, 2020).

Luego, se deben colocar las semillas en bolsas de tela que no sea impermeable y se deben colocar en remojo durante 12 horas, luego se deben dejar airear por 2 horas. Esto asegura que las semillas tengan suficiente oxígeno y humedad. Al terminar las 2 horas de estar al aire se deben colocar nuevamente en la bolsa y remojar 12 horas más para luego airearlas dos horas más (Carhuapoma, Curi , Chávez , & Contreras, 2020).

En este proceso se manejan con bandejas planas de material inerte y por un lapso de tiempo no mayor a los 12 o 15 días, realizándose riegos con agua hasta que los brotes alcancen un largo de 18 a 22 cm aproximadamente (Abarca , Aguirre, & Silva, 2023).

Por lo tanto, si se opta por un crecimiento sin fertilizantes químicos, el forraje se transforma en un producto limpio, siendo así una alternativa productiva viable que merece ser considerada, tanto por los pequeños y medianos productores dedicados a la crianza animal (Abarca , Aguirre, & Silva, 2023).

### **3.5. 2. El Forraje Verde Hidropónico de Cebada**

Los valores de proteína bruta del FVH de cebada en materia fresca obtenidos son de 13,02 % a los 4 días germinados, 14,07% a los 8 días germinados, 15,56% a los 12 días germinados y 16,98% a los 16 día germinados. Al final de su producción tiene un total de proteína de un 15% (Carhuapoma, Curi , Chávez , & Contreras, 2020).

El forraje verde hidropónico de cebada contiene muy buenos rendimientos y su uso del agua más eficiente, por lo que se presentaría como una buena alternativa entre las numerosas especies para elegir. En su composición nutricional esta especie forrajera establece un porcentaje de “materia seca (MS) 3,80%, proteína cruda (PC) 25%

, cenizas (CE) 9,60%, fibra detergente neutro (FDN) 35,70% y fibra detergente ácida (FDA) 19,20” (Cisneros-Saguilán, Cruz-Bautista, & Hernández-Hernández, 2023, pág. 8).

### **3.5. 3. Alimentación en Aves con Forraje Verde Hidropónico**

La utilización de Forraje Verde Hidropónico en pollos de engorde con una sustitución a la dieta normal con balanceado comercial, es con el fin de disminuir sus costos obteniendo resultados satisfactorios. El Forraje Verde Hidropónico es recomendable que se lo añada puede entre la primera y la tercera semana obteniendo mejores resultados, ya que los pollos necesitan adaptarse al tipo de alimento suplementado. La sustitución del alimento balanceado en la dieta del pollo de engorda con un 40% de FVH es factible, favorable y puede representar una disminución en el costo de producción del mismo (Hernández , Masís, Suazo, & Borge, 2021).

El maíz es la planta más representativa en la obtención de forraje no solo por su alto valor nutricional, sino también porque se adapta muy bien en los diferentes sistema de producción hidropónica y se obtiene grandes rendimientos gracias a sus elevados y constantes volúmenes de forraje verde, sacando diferencia en cuanto a los costos ya que la producción convencional puede llevar una inversión del 50% de lo que cuesta en una producción hidropónica; el germinado hidropónico del maíz se comprende que son hechos más sencillos y

factibles para que un productor pueda hacer uso de este alimento para la nutrición de bovinos, equinos, cerdos, gallinas, conejos (Quimi , 2021).

Quimi (2021) en el que citó a Álvarez (2018), menciona en su investigación detalla que de acuerdo a los análisis los resultados obtenidos en el peso de las aves fueron los siguientes, el grupo de aves que tuvieron inclusión del 10% con un peso medio de 1 529,69 g y el de inclusión de 12% siendo el rango más elevado de alimentación a los pollos con un peso de 1 554,28 g, lo que muestra que existen diferencias significativas en relación a los otros pesos registrados en la complementación de forraje de maíz hidropónico mostrando un coeficiente de variación de 1,31%.

Al suplir alimentos fibrosos a las dietas de pollos de engorde en el intestino delgado ocurren cambios morfométricos que no están a simple vista. Lo cual están reflejadas en el tamaño de las vellosidades, considerando que la fermentación de la fibra ocurre en el ciego (Hernández , Masís, Suazo, & Borge, 2021).

Es así también que desde el año de 1929 ha venido trascendiendo el Forraje verde hidropónico en las dietas de gallinas productoras de huevos y pollos de engorde, un investigador llamado Mangold en una de sus publicaciones dio a conocer lo recomendable que es dar de comer forraje verde hidropónico para mejorar parámetros productivos en gallinas productoras de huevos (Hernández , Masís, Suazo, & Borge, 2021).

Salas (2017) menciona que el FVH es una alternativa de sustitución parcial de alimentación en gallinas ponedoras. El uso de forraje en gallinas ponedoras comerciales de 20 a 40 semanas de edad en un porcentaje de sustitución del concentrado de hasta un 45%, no afecta los rendimientos zootécnicos. Sin embargo, los resultados indican que, no sólo el contenido nutricional, sino que la práctica de alimentación también hace una gran diferencia en los resultados zootécnicos de las aves. El uso de FVH en ponedoras comerciales de 20 a 40 semanas de edad en un porcentaje de sustitución del concentrado de hasta un 45%, no afecta las características de calidad del huevo.

Lo recomendable para alimentar pollos con FVH durante todo el ciclo productivo debe ser desde los 13-35 kilos, la suplementación a utilizar va desde (5, 10, 20, 30, 40 y 50%) con respecto al concentrado, con una ganancia diaria de peso de 40-70 g por pollo (Hernández , Masís, Suazo, & Borge, 2021).

Para Sáenz (2018) la suplementación de el forraje verde hidropónico de avena, utilizado al concentrado comercial en la alimentación de pollos de engorde, con concentraciones del 25-50-75% de FVH, la cual disminuyó la utilización del concentrado comercial dando como resultado un porcentaje óptimo para la incorporación de FVH en la dieta alimenticia de un 25%, obteniendo un peso adecuado y disminuyendo los costos en su alimentación.

También se evaluó la inclusión de forraje verde hidropónico a base de maíz (*Zea mays*) en pollos de engorde de la línea Cobb 500 siendo el tratamiento con la sustitución de un 30% el cual ha sido reportado con buenos resultados para la nutrición de las aves (Duarte & Borge, 2019).

Así mismo, Salinas (2020) muestra que al evaluar los impactos nutricionales del FVH de cebada en la producción de huevo de codorniz, aumentó la tasa de puesta de huevos, su fertilidad, además que no afecta sus índices de calidad.

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. Materiales**

##### **4.1.1. Físicos**

- Galpón
- Bebederos manuales de 4 litros
- Comederos
- Termómetro digital (HTC-1)
- Balanza digital gramera (CAMRY)
- Campana calentadora (KROMS)
- Bomba de fumigar
- Bandejas de germinación FVHC
- Viruta

##### **4.1.2. Químicos**

- Amonio cuaternario (Desinfección)
- Cal viva (Desinfección)
- Antibióticos

##### **4.1.3. Biológicos**

- 96 pollos broiler de 15 días de edad

##### **4.1.3. Alimento**

- Pienso compuesto
- Semilla de cebada
- Forraje verde hidropónico de cebada

## 4.2. Métodos

### 4.2.1. Diseño Experimental

En el presente ensayo se ejecutó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA), donde se evaluó en la dieta de pollos Broiler de la línea Cobb 500 de 15 días de edad, el balanceado comercial más la suplementación de 3 dosis de forraje verde hidropónico de cebada (FVH).

Los tratamientos se establecieron en base al 25%-15%-10% de FVH de Cebada, frente a un testigo, obteniendo 4 tratamientos con 3 repeticiones, donde, cada unidad experimental conformada por 8 pollos, dando un total de 96 pollos dentro del experimento.

### 4.2.2. Características del Experimento

Tabla 1

#### *Tratamientos*

| <b>Tratamientos</b> | <b>Descripción</b>  |
|---------------------|---|
| <b>T0 (Testigo)</b> | pienso compuesto por etapa de desarrollo.                   |
| <b>T1</b>           | pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada. |
| <b>T 2</b>          | pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada. |
| <b>T3</b>           | pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada. |

*Nota:* Descripción de tratamientos.

Tabla 2

#### *Diseño Experimental*

| <b>Tratamiento</b> | <b>Repeticiones</b> | <b>Tamaño de la Unidad Experimental</b> | <b>Total, de Animales</b> |
|--------------------|---------------------|---|---------------------------|
| T0                 | 3                   | 8                                       | 24                        |
| T1                 | 3                   | 8                                       | 24                        |
| T2                 | 3                   | 8                                       | 24                        |
| T3                 | 3                   | 8                                       | 24                        |
| <b>Total</b>       | <b>12</b>           |   | <b>96</b>                 |

*Nota:* Descripción de los tratamientos del Diseño Experimental.

Tabla 3

*Modelo Análisis de Varianza ANOVA*

| <b>Fuente de Variación</b> | <b>Grados de Libertad</b> |
|----------------------------|---------------------------|
| <b>Total</b>               | 11                        |
| <b>Tratamientos</b>        | 3                         |
| <b>Error experimental</b>  | 8                         |

*Nota:* Fuentes de Variación y Grados de Libertad.

### **4.3. Manejo del experimento**

Para la realización del ensayo se utilizaron 96 pollos Broiler de la línea Cobb 500 de 15 días de edad, por lo cual el alimento en raciones recomendadas por Vantress (2018), es un consumo mínimo de 900g de alimento al empezar el experimento, el mismo que será utilizado al final para obtener la conversión alimenticia. A partir de eso las aves fueron divididas al azar en las diferentes unidades experimentales al momento de la recepción y se manejaron durante 45 días aplicando los diferentes tratamientos.

#### **4.3.1. Obtención del forraje verde hidropónico de cebada**

Se realizó el lavado y desinfección de la semilla de cebada para posterior dejar la misma en hidratación por 24 horas, luego retirando el agua se procedió a colocar la semilla en las bandejas para su germinación en un ambiente totalmente oscuro, luego de 3 días germinada la semilla se continuó dando riego hasta el día 15 donde el forraje estuvo listo para la alimentación de las aves.

#### **4.3.2. Manejo de forraje verde hidropónico en la suplementación a la dieta de pollos (Cobb 500)**

La germinación del forraje verde hidropónico se lo realizó 15 días antes del acondicionamiento de la llegada de pollos en bandejas de plásticos de 48 cm de largo x 38 cm de ancho, esta producción se realizó bajo invernadora controlado el sistema de riego. El forraje

verde hidropónico de cebada se dio picado como suplemento al balanceado comercial con sus dosis respectivas (10,15 y 25 %).

#### **4.3.3. Manejo del lote de las aves**

Para Santana, (2018), el acondicionamiento de la crianza de los pollos de engorde, se seleccionó el espacio en donde estuvieron los pollos durante en el ensayo, lo cual se realizó una respectiva limpieza y desinfección del espacio del galpón tanto internamente como externa, además se instaló camas, cortinas, calentadoras, tapar los espacios que estén vacíos evitando la entrada de otros animales, al igual que la desinfección de comederos y bebederos. Se colocaron divisiones por cada repetición de tratamientos a evaluar, cada división con iluminación adecuada para el desarrollo de los pollos.

#### **4.3.4. Ganancia de Peso**

Para la obtención de ganancia de peso de pollos de engorde (Cobb 500) se lo realizó a partir de los 15 días de recepción, ya que es cuando se empezó la suplementación con forraje verde hidropónico de cebada, se realizó el peso semanalmente por cada tratamiento y repeticiones, lo cual al momento de la llegada de los animales se determinó el primer pesaje, para determinar la ganancia de los pollos semanalmente recurrimos a lo siguiente:  $GS = \text{Peso semana actual} - \text{Peso semana anterior}$ , y la ganancia de peso Final será  $GF = \text{Peso ultimo día experimental} - \text{Peso inicial del pollito}$  (Santana, 2018).

#### **4.3.5. Consumo de alimento con balanceado comercial y forraje verde hidropónico de cebada**

Para los pollos de engorde broiler de la línea Cobb 500 se registró el peso de la alimentación para su consumo, tanto el balanceado comercial como el forraje verde hidropónico de cebada por cada uno de los tratamientos y unidades experimentales en cada uno de sus comederos.

#### 4.3.6. Índice de Grasa (%)

A los 45 días se sacrificaron 1 pollo por cada tratamiento al azar, donde se procedió a sacar la grasa corporal total, la cual fue pesada en kg para después sacar la relación de porcentaje con el peso a la canal. Para Pita (2019) en el que cito a Jaramillo (2016) establece que para sacar el porcentaje de grasa abdominal se utilizó el peso de la grasa corporal del ave y el peso vivo del ave, Se calculó de la siguiente manera:

$$\% IG = \frac{\text{kg de peso grasa corporal}}{\text{kg peso vivo}} \times 100\%$$

#### 4.3.7. Morfometría de desarrollo de vellosidades

Se mandaron a realizar análisis del intestino delgado del ave por medio de cortes histológicos, se faeno 1 ave por cada tratamiento en el lapso de los 45 días.

#### 4.3.8. Índices de conversión Alimenticia

Para determinar los índices de conversión alimenticia tomamos el valor de alimento acumulado por ave del tiempo proporcionado eso lo dividimos por el peso promedio del ave de la semana que corresponda.

$$ICA = \frac{\text{Consumo alimento acumulado ave}}{\text{Peso promedio ave}}$$

$$ICA \text{ final} = \frac{\text{Consumo total alimento ave}}{\text{Peso final promedio ave}} \text{ (Santana, 2018).}$$

#### 4.3.9. Costos de Producción

Los costos de producción se determinaron con el fin de proporcionar el conocimiento real de la crianza de pollos (Cobb 500), para que el productor obtenga un buen manejo en la crianza de aves y poder lograr costos bajos en alimentación y exista una mayor rentabilidad.

#### **4.3.10. Variables**

##### **Variable/s Independiente/s**

Alimentación

- Pienso compuesto
- Pienso compuesto + FVH (forraje verde hidropónico de cebada al 10, 15 y 25%)

##### **Variable/s dependiente/s**

- Conversión alimenticia
- Ganancia de peso (kg)
- Índice de grasa (%)
- Incremento y Desarrollo de vellosidades (um)
- Costos de Producción

#### **4.4. Área de estudio**

El ensayo se llevó a cabo en la Granja Experimental ECAA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra, ubicada en la Provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, parroquia Sagrario, Barrio La Victoria.

#### 4.4.1. Ubicación del Área de estudio

Figura 1

Sitio de estudio PUCESI-granja ECAA ARCGIS 10.8



*Nota.* Ubicación del área de estudio, Campus Granja Experimental La Victoria, PUCESI, 2023.

Fuente: elaboración propia en ArcGIS 10.8

#### 4.4.2. Ubicación ecológica

Tabla 4

*Coordenadas y climatología del área de estudio*

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| Altitud:                   | 2225 msnm       |
| Latitud:                   | 00°21'50"Norte  |
| Longitud:                  | 78°15'40" Oeste |
| Temperatura media anual:   | 16,4 °C         |
| Precipitación media anual: | 504,1 mm        |
| Humedad Relativa:          | 65 – 70%        |

*Nota.* Información del área de estudio. Fuente INAMHI, (2023) .

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en la fase de campo para la variable dependiente de conversión alimenticia, ganancia de peso a los 45 días, índice de grasa, incremento y desarrollo de vellosidades largo, ancho y profundidad, en el engorde de pollos se sometieron al análisis estadístico del supuesto de normalidad según la prueba de Shapiro – Wilks, en donde se encuentra datos de P (Unilateral D) superiores que el valor de alfa ( $\alpha$ ) del 0,05, como se puede observar en la Tabla 5 cumpliendo con el requerimiento de normalidad de igual manera se realizó la prueba del test de Levene con los valores absolutos de los datos de las variables en estudio cumpliendo con la homogeneidad.

**Tabla 5***Prueba de normalidad test de Shapiro – Wilk y de Homogeneidad de datos Prueba de Levene*

| Variable  | N  | Medía | DE     | Prueba Shapiro Wilk |                  | Prueba de Levene |         |              |
|---|----|-------|--------|---------------------|------------------|------------------|---------|--------------|
|   |    |       |        | W calculado         | P (Unilateral D) | N                | p-valor | Homogeneidad |
| Conversión alimenticia                              | 12 | 0     | 0,10   | 0,87                | 0,1323           | Si               | 0,999   | Si           |
| Ganancia en peso a los 45 días                      | 12 | 0     | 0,19   | 0,93                | 0,5471           | Si               | 0,1926  | Si           |
| Índice de Grasa                                     | 12 | 0     | 0,0022 | 0,95                | 0,9737           | Si               | 0,0659  | Si           |
| Incremento y desarrollo de vellosidades-largo       | 12 | 0     | 0,19   | 0,93                | 0,5471           | Si               | 0,1926  | Si           |
| Incremento y desarrollo de vellosidades-ancho       | 12 | 0     | 29,35  | 0,88                | 0,93             | Si               | 0,039   | No           |
| Incremento y desarrollo de vellosidades-profundidad | 12 | 0     | 15,13  | 0,9                 | 0,2496           | Si               | 0,56    | Si           |

**Nota.** n= Número de muestras, DE= Desviación Estándar, W= Valor de Shapiro – Wilk, N= Normalidad, p(Unilateral D = Probabilidad con un alfa ( $\alpha$ ) al 0,05%. Calculado con el software Infostat estadístico versión 2020 e.

## 5.1. Conversión alimenticia

El análisis estadístico de varianza para la Tabla 6 en la variable conversión alimenticia determina un coeficiente de variación de 5,97% valor que indica el ajuste de los datos obtenidos en campo, estadísticamente se puede estimar que se ha llevado en forma eficiente el experimento al ser menor que el 20%, el valor promedio de las medias para esta variable es de 1,68 índice de CA en el tratamiento evaluado.

**Tabla 6**

*Análisis de varianza para conversión alimenticia en pollos de engorde*

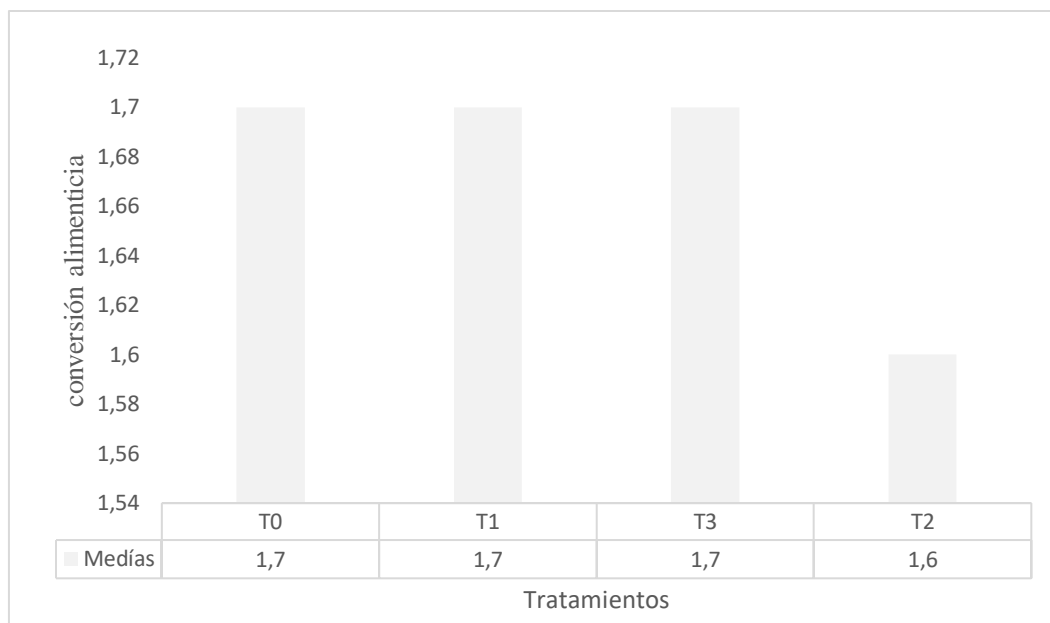
| <b>F.V.</b>        | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> | <b>Sig</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------|
| Total              | 0,10      | 11        |           |          |                |            |
| Tratamientos       | 0,02      | 3         | 0,01      | 0,75     | 0,5523         | ns         |
| Error experimental | 0,08      | 8         | 0,01      |          |                |            |
| CV=                | 5,97%     |           |           |          |                |            |
| Promedio =         | 1,7       | CA        |           |          |                |            |

*Nota.* FV = Fuentes de Variación, SC = Suma de Cuadrados, GL = Grados de Libertad, CM = Cuadrados medios F = prueba de F cociente de dos varianzas, p-valor con valor de alfa ( $\alpha$ ) de 0,05, p-valor, Sig = Valor de significancia (\* significativo y ns no significativo), CV = Coeficiente de Variación (%), P = Promedio de las Medias. Calculado con el software Infostat estadístico versión 2020 e.

Como se puede observar en la Figura 3, se presentan los valores de las medias respecto a la variable conversión alimenticia, donde no se encontró diferencias significativas para los tratamientos sin embargo el T0 (pienso compuesto 100%), con un valor de 1,7, T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor promedio de 1,7, el T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 1,6, T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 1,7.

**Figura 2**

*Promedios para la variable conversión alimenticia en pollos de engorde.*



**Nota.** T0 (Testigo) (pienso compuesto por etapa de desarrollo; T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada); T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada); T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada).

En la conversión alimenticia no se presentaron diferencias significativas, siendo a nivel numérico los valores más eficientes para T0, T1 y T3, con valores de 1,7 y el T2 con un valor de 1,6. Esto se corrobora en el experimento de Quimi (2021), suministrando a pollos de engorde el 5%, 10% y 15% de FVH de maíz, obteniendo una conversión alimenticia promedio de 1,7, frente al testigo el cual fue más eficiente presentando una conversión de 1,4. Para Vantress (2018), en su ensayo obtuvo una conversión de 1,64 a base de pienso compuesto, siendo esta similar a la de la investigación. Para Pasquier y Olivera (2020) quien realizó un ensayo con 3 de niveles de inclusión de forraje verde hidropónico de maíz (30, 40, y 50%), obtuvo un promedio de conversión para todos sus tratamientos de 1,43. Para concluir podemos mencionar que en la presente investigación se muestra un promedio en cuanto a conversión alimenticia tanto para el testigo como tratamientos de 1,7, siendo este valor similar por los autores mencionados, además determinar que el promedio de conversión, es más eficiente al promedio establecido por Aimacaña (2021), de 1,8 a 2.

## 5.2. Ganancia de peso

El análisis estadístico de varianza para la Tabla 7 en la variable ganancia de peso a los 45 días, determina que no existe diferencia significativa entre todos los tratamientos, presentando un coeficiente de variación de 8,90 %, valor que indica el ajuste de los datos obtenidos en campo, el valor promedio de las medias para esta variable es de 2,83 kilos.

**Tabla 7**

*Análisis de varianza la variable dependiente ganancia de peso de pollos de engorde evaluados a los 45 días de edad.*

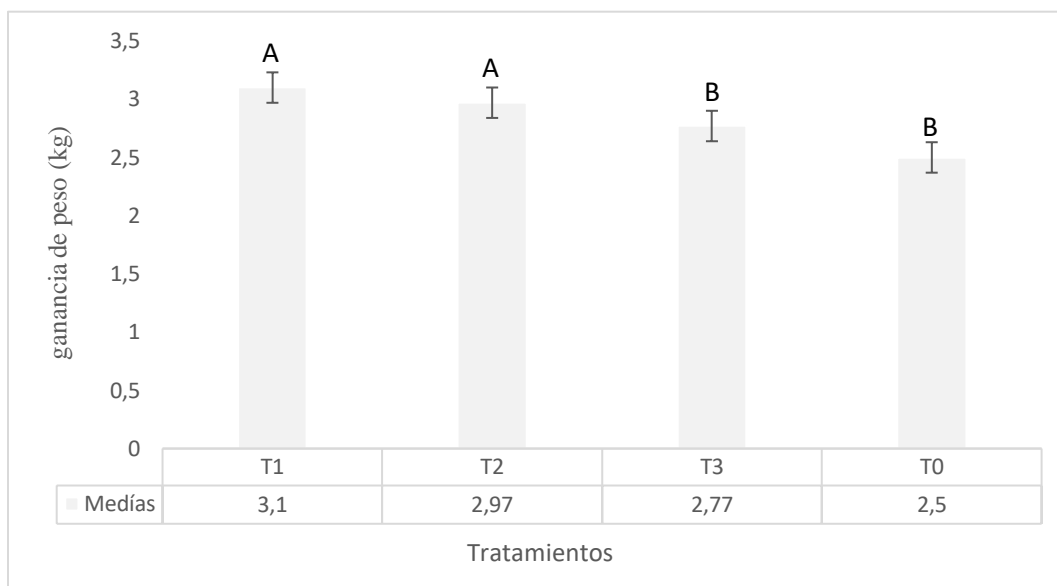
| <b>F.V.</b>        | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> | <b>Sig</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------|
| Total              | 1,13      | 11        |           |          |                |            |
| Tratamientos       | 0,61      | 3         | 0,2       | 3,21     | 0,014          | *          |
| Error experimental | 0,38      | 8         | 0,06      |          |                |            |
| CV=                | 8,90%     |           |           |          |                |            |
| Promedio =         | 2,8       | kilos     |           |          |                |            |

*Nota.* FV = Fuentes de Variación, SC = Suma de Cuadrados, GL = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios F = prueba de F cociente de dos varianzas, p-valor con valor de alfa ( $\alpha$ ) de 0,05, p- valor, Sig = valor de significancia (\* significativo y ns no significativo), CV = Coeficiente de Variación (%), P = Promedio de las Medias. Calculado con el software Infostat estadístico versión 2020 e.

Como puede observar en la Figura 4, se presentan valores de las medias respecto a la variable ganancia de peso, donde se encontró diferencias significativas para los tratamientos, el T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 3,1 kg, fue superior frente al T0 (pienso compuesto 100%) con un valor de 2,5 kg a los 45 días de edad.

**Figura 3**

*Análisis de rangos múltiples de tratamientos con prueba de Tukey para la variable de ganancia de peso en pollos de engorde a los 45 días de edad*



**Nota.** T0 (Testigo) (pienso compuesto por etapa de desarrollo; T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada); T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada); T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada).

A nivel de la variable ganancia de peso para pollos se engorde a los 45 días, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, destacando al tratamiento T1 (pienso compuesto + 25 % forraje verde hidropónico de cebada), alcanzo una mayor ganancia de peso de 3,1 kg frente al testigo, con una ganancia del 2,5 kg a los demás, estos resultados incluso son mejores que los reportados por Chiriboga (2019), quien en su investigación estableció una suplementación del 8% de FVH en la dieta de pollos de engorde, obteniendo una ganancia de peso de 2,99 kg; para Sáenz (2018), con la suplementación del el 25% de FVH de avena más el 75% pienso compuesto, obtuvo una ganancia de peso de 2,5 kg; Romero (2021), detalla que con la alimentación del 100% de concentrado + 7,5% de FVH de maíz de sorgo obtuvo una ganancia de peso de 1,87 kg (4,13 lb). Solano (2021) con la alimentación del 5% de FVH de maíz presento un promedio de 3,47 kg de peso vivo, siendo estos datos superiores al trabajo investigado. Para concluir podemos mencionar que en la investigación no existe diferencias significativas, sin embargo, se refleja numéricamente presentando un incremento de peso de 600g, por la cual se debe a la cantidad de fibra que se proporciona, su alta palatabilidad y digestibilidad, presentando

un buen nivel de proteínas, pero no suficiente para ser reemplazado por el concentrado comercial (Nutrinews, 2021)

### 5.3. Índice de grasa

El análisis estadístico de varianza para la Tabla 8 en la variable índice de grasa en pollos de engorde a los 45 días, determina un coeficiente de variación de 1,53 %, el valor promedio de las medias para esta variable es de 6,96 % del índice de grasa en los tratamientos evaluados.

**Tabla 8**

*Análisis de varianza para índice de grasa de pollos de engorde a los 45 días de edad.*

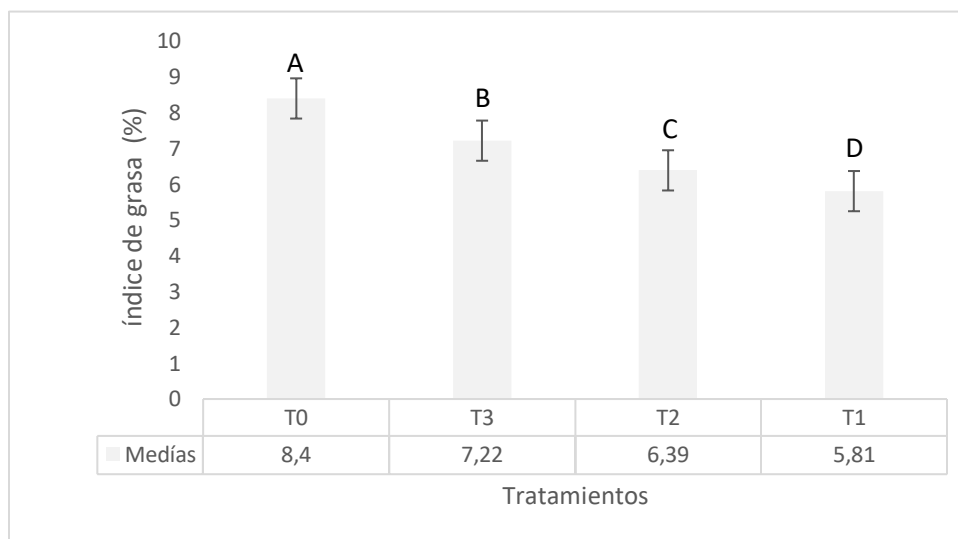
| <b>F.V.</b>        | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> | <b>Sig</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------|
| Total              | 0,0018    | 11        |           |          |                |            |
| Tratamientos       | 0,0017    | 3         | 0,00056   | 62,24    | 0,0001         | **         |
| Error experimental | 0,00052   | 8         | 0,000087  |          |                |            |
| CV=                | 1,53%     |           |           |          |                |            |
| Promedio =         | 6,9       | %         |           |          |                |            |

*Nota.* FV = Fuentes de Variación, SC = Suma de Cuadrados, GL = grados de libertad, CM = Cuadrados Medios F =prueba de F cociente de dos varianzas, p-valor con valor de alfa ( $\alpha$ ) de 0,05, p- valor, Sig = Valor de Significancia (\* significativo y ns no significativo), CV = Coeficiente de Variación (%), P = Promedio de las medias. Calculado con el software Infostat estadístico versión 2020 e.

Como se puede observar en la Figura 4, se presentan los valores de las medias respecto a la variable índice de grasa, donde se encontró cuatro rangos, siendo estos rangos A para los tratamientos T0 (pienso compuesto 100%) con un valor promedio de 8,4%, B para T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 7,22%, C se encuentra el T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 6,39% y en el rango D se encuentra el T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 5.81%.

#### Figura 4

Análisis de rangos múltiples de tratamientos con prueba Tukey para la variable índice de grasa en pollos de engorde a los 45 días de edad.



**Nota.** T0 (Testigo) (pienso compuesto por etapa de desarrollo; T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada); T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada); T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada).

Ponce (2019), en el que cito a Jaramillo (2014) afirma “la grasa abdominal es buen indicador del contenido total de grasa corporal del broiler y representa alrededor del 3,5% del peso vivo y el 15% de la grasa total” (pág. 32). En el presente estudio se sacrificaron a las aves a los 45 días, las cuales se evisceraron y se recolectó toda la grasa corporal para ser pesada (kg), para T1 (pienso compuesto + 25 % forraje verde hidropónico de Cebada) alcanzó un índice de grasa corporal del 5,81% en relación a lo mostrado por Pita (2019) quien en su investigación evaluó la grasa abdominal con balanceado comercial, mostrando resultados 1,42%. Así mismo para Paredes y Risso (2020) en su investigación de alimentación con el 0%-5%-10% a base de alfalfa mostraron resultados de grasa abdominal (T0: 2.30%, T1: 2.60% y T2: 2.89%), por ello al incluir fuentes de fibra en la dieta puede ayudar a reducir la absorción de grasas y promover una digestión más lenta, lo que puede reducir la acumulación de grasa en las aves.

## 5.4. Incremento y desarrollo de vellosidades intestinales

### 5.4.1. Incremento y desarrollo de las vellosidades intestinal - Largo

El análisis estadístico de varianza para la Tabla 9 en la variable incremento y desarrollo de vellosidades para el parámetro (largo), los 45 días determina un coeficiente de variación de 19,90 %, el valor promedio de las medias para esta variable es de 1332,93 um, en los tratamientos evaluados.

**Tabla 9**

*Análisis de varianza incremento y desarrollo de vellosidades intestinal parámetro (largo), evaluado a los 45 días.*

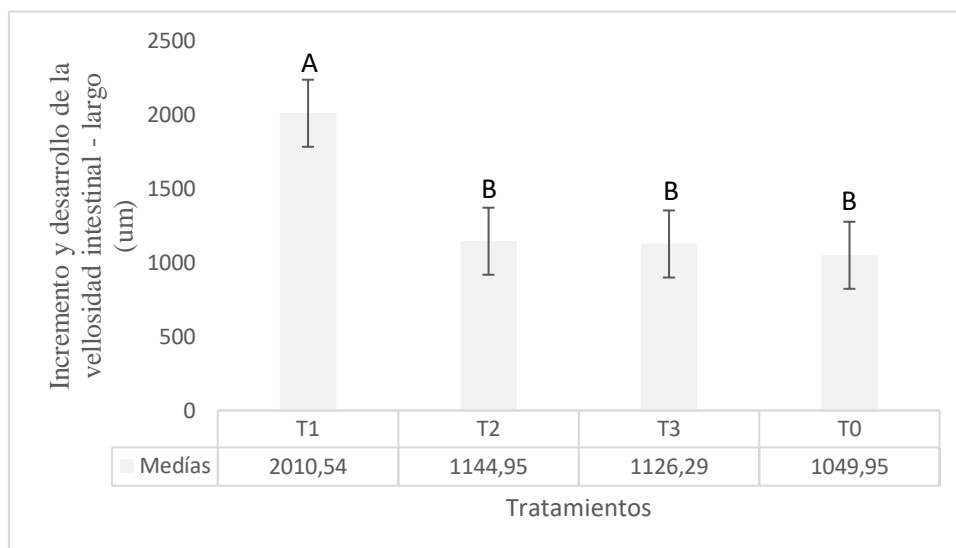
| <b>F.V.</b>        | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> | <b>Sig</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------|
| Total              | 2444733   | 11        |           |          |                |            |
| Tratamientos       | 1285174,8 | 3         | 817284,92 | 8,78     | 0,013          | *          |
| Error experimental | 0,38      | 8         | 70340,51  | 1,21     |                |            |
| CV=                | 19,90%    |           |           |          |                |            |
| Promedio =         | 1332,9    | um        |           |          |                |            |

*Nota.* FV = Fuentes de Variación, SC = Suma de Cuadrados, GL = Grados de Libertad, CM = Cuadrados Medios F =prueba de F cociente de dos varianzas, p-valor con valor de alfa ( $\alpha$ ) de 0,05, p- valor, Sig = Valor de Significancia (\* significativo y ns no significativo), CV = Coeficiente de Variación (%), P = Promedio de las Medías. um = micra. Calculado con el software Infostat estadístico versión 2020 e.

Como se puede observar en la Figura 5, se presentan los valores de las medias respecto a la variable incremento y desarrollo de vellosidades para el parámetro largo los 45 días, donde se encontró dos rangos, siendo estos rangos A para el T1 (pienso compuesto + 25% FVH de cebada) con un valor promedio de 2010,54 um, y en el rango B para los tratamientos T2 (pienso compuesto + 15% FVH de cebada) con un valor promedio de 1144,95 um, el T3 (pienso compuesto + 10% FVH de Cebada) con un valor de 1126,29 um y T0 (pienso compuesto 100%), con un valor de 1049,25 um.

## Figura 5

Análisis de rangos múltiples de tratamientos con prueba Tukey para la variable incremento y desarrollo de vellosidades en el parámetro largo a los 45 días de edad.



**Nota.** T0 (Testigo) (pienso compuesto por etapa de desarrollo); T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada); T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada); T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada).

### 5.4.2. Incremento y desarrollo de la vellosidad intestinal - ancho

El análisis estadístico de varianza en la Tabla 10, para la variable incremento y desarrollo de vellosidades-ancho a los 45 días, determina un coeficiente de variación de 18,51 %, el valor promedio de las medias para esta variable es de 214,62 um en los tratamientos evaluados.

**Tabla 10**

*Análisis de varianza para incremento y desarrollo de vellosidades parámetro ancho, evaluado a los 45 días.*

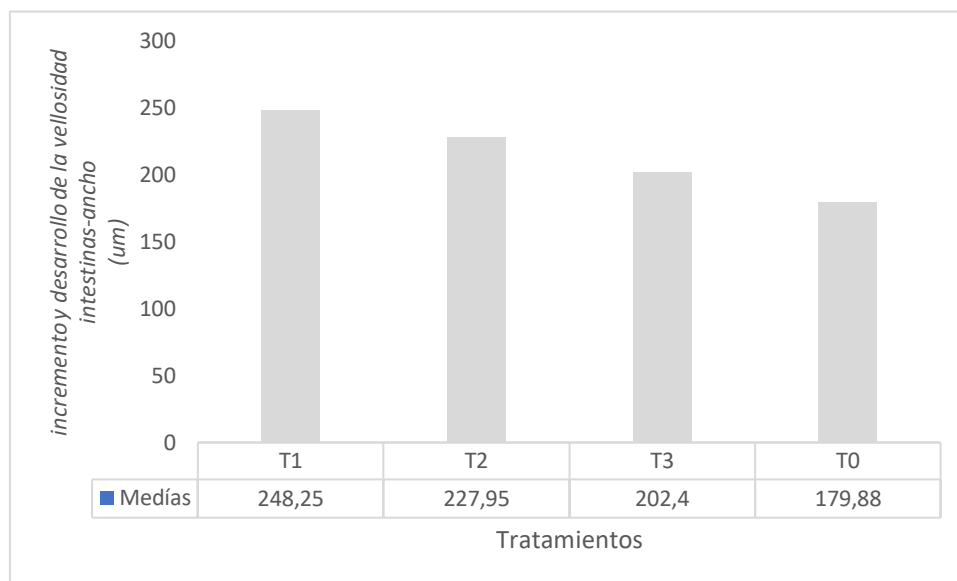
| <b>F.V.</b>        | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> | <b>Sig</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------|
| Total              | 19708,99  | 11        |           |          |                |            |
| Tratamientos       | 7994,05   | 3         | 2664,68   | 1,69     | 0,2678         | ns         |
| Error experimental | 9473,65   | 8         | 1578,94   | 0,71     |                |            |
| CV=                | 18,51%    |           |           |          |                |            |
| Promedio =         | 214,6     | um        |           |          |                |            |

*Nota.* FV = Fuentes de Variación, SC = Suma de Cuadrados, GL = Grados de Libertad, CM = Cuadrados medios F =prueba de F cociente de dos varianzas, p-valor con valor de alfa ( $\alpha$ ) de 0,05, p- valor, Sig = Valor de significancia (\* significativo y ns no significativo), CV = Coeficiente de Variación (%), P = Promedio de las Medías. um = micra. Calculado con el software Infostat estadístico versión 2020 e.

Como puede observar en la Figura 6, se presentan valores de las medias respecto a la variable incremento y desarrollo de vellosidades en el parámetro ancho, donde no se encontró significancia para los tratamientos, los tratamientos arrojaron los siguientes resultados T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 248,25 um, , T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 227,95 um, T3(pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada) con un valor de 202,4 um y T0(pienso compuesto 100%) con un valor 179,88 um 45 días de edad.

**Figura 6**

*Promedios del incremento y desarrollo de vellosidades en el parámetro ancho, evaluado a los 45 días de edad.*



**Nota.** T0 (Testigo) (pienso compuesto por etapa de desarrollo); T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada); T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada); T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada).

### **5.4.3. Incremento y desarrollo de la vellosidad intestinal – profundidad**

El análisis estadístico de varianza en la Tabla 11, para la variable incremento y desarrollo de vellosidades intestinales parámetro profundidad a los 45 días de edad, determina un coeficiente de variación de 12,28 %, el valor promedio de las medias para esta variable es de 166,79 um en los tratamientos evaluados.

**Tabla 11**

*Análisis de varianza incremento y desarrollo de vellosidades intestinal parámetro profundidad evaluado a los 45 días.*

| <b>F.V.</b>        | <b>SC</b> | <b>GL</b> | <b>CM</b> | <b>F</b> | <b>p-valor</b> | <b>Sig</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------------|------------|
| Total              | 2519,08   | 11        |           |          |                |            |
| Tratamientos       | 50042,01  | 3         | 16680.67  | 39,73    | 0,0002         | **         |
| Error experimental | 2519,08   | 8         | 70340,51  |          |                |            |

CV= 12,28%

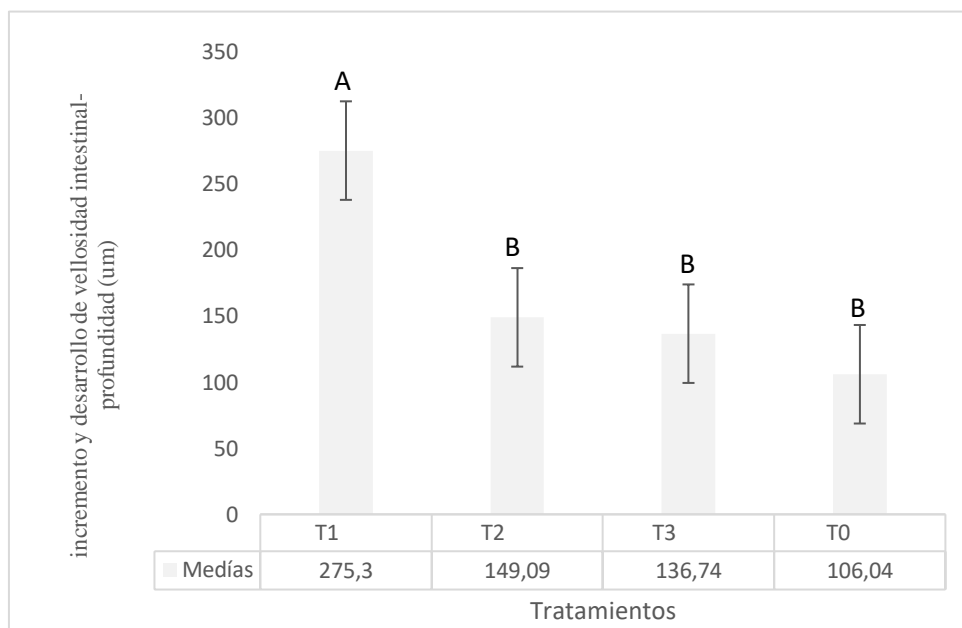
Promedio = 166,8 um

*Nota.* FV = Fuentes de Variación, SC = Suma de Cuadrados, GL = Grados de Libertad, CM = Cuadrados Medios, F = prueba de F cociente de dos varianzas, p-valor con valor de alfa ( $\alpha$ ) de 0,05, p- valor, Sig = Valor de Significancia (\* significativo y ns no significativo), CV = Coeficiente de Variación (%), P = Promedio de las medias. um = micra. Calculado con el software Infostat estadístico versión 2020 e.

Como se puede observar en la Figura 7, se presentan los valores de las medias respecto a la variable la variable incremento y desarrollo de vellosidades intestinales parámetro profundidad a los 45 días de edad, donde se encontró dos rangos, siendo estos rangos A para el T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada), con un valor promedio de 275,3 um, y en el rango B para los tratamientos T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada), con un valor promedio de 149,09 um, T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada), con un valor de 136,74 um y T0 (pienso compuesto 100%) con un valor de 106,04 um.

## Figura 7

*Análisis de rangos múltiples de tratamientos con prueba de Tukey para la variable incremento y desarrollo de vellosidades parámetro profundidad, evaluados a los 45 días de edad.*



**Nota.** T0 (Testigo) (pienso compuesto por etapa de desarrollo); T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada); T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada); T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada).

A los 45 días de edad se muestrearon un ave por cada tratamiento, donde se tomaron muestras del tracto gastrointestinal, específicamente del intestino delgado, mostrando diferencias significativas para la variable de vellosidad intestinal el T1 (pienso compuesto + 25% FVH de cebada), superó en un 40% en longitud con un valor de 2010,54 um, en cuanto a profundidad un valor de 275,3 um, sin embargo en ancho no mostraron diferencias significativas, pero sí un valor numérico mostrando al T1 (pienso compuesto + 25% FVH de cebada) un valor de 248,95 a diferencia del testigo. En una investigación realizada por Rodríguez, Eliecer, & Sabrina (2018), en pollos alimentados con la inclusión del 10% de FVH en su dieta, la altura de las vellosidades logró un promedio de 898 um en largo, de los tratamientos evaluados, frente al testigo, no existió una diferencia numérica frente al testigo, donde los probióticos si estimularon el desarrollo de las vellosidades. Para Solano (2021), en su

investigación aplicando diferentes niveles de FVH de maíz con el 5-10-15% a pollos de engorde, encontró en la morfometría de los órganos vacíos con respecto al intestino delgado (IDV) e intestino grueso (IGV) existe una diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos. Para Rodríguez (2018), establece que las variaciones morfométricas microscópicas en intestino delgado y grueso al sustituir morera (*Morus alba*) en la alimentación con el 5% obtuvo (0,18 micras) inferiores a los resultados de la presente investigación. Para Solano (2021), quien citó a Chávez and López (2016) nos dice que para algunos investigadores la inclusión de alimentos con cantidades de fibra adecuada favorece a la adaptación del tracto gastrointestinal (TGI), reduce trastornos digestivos, por lo que se estimula el desarrollo morfológico de las vellosidades intestinales incrementa la capacidad digestiva, debido a la mejor absorción de nutrientes.

### 5.5. Costos de Producción

En la Tabla 12 muestra los costos de producción por cada tratamiento, donde se efectúa la hoja de costos, misma que se detalla en Anexos, con el objetivo de determinar el monto total de los costos incurridos hasta los 45 días del fin de la actividad, obteniendo materia prima, mano de obra directa, costos indirectos y los costos de distribución, obteniendo lo siguiente:

**Tabla 12**

*Hoja de costos de producción por tratamientos*

| Hoja Costos                 |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>Costos de Producción</b> | <b>\$</b> |
| T0                          | 123,92    |
| T1                          | 129,89    |
| T2                          | 127,61    |
| T3                          | 126,59    |

*Nota.* Monto total de los costos incurridos hasta los 45 días del fin de la actividad.

En la Tabla 13 para costos de mercado, se toman en consideración el lote de cada tratamiento, ya que sus costos van de acuerdo con el tipo de alimentación que se dio al ave, que conlleva a tener una carne magra con menos índices de grasas, siendo aceptable en el mercado, donde se lleva a cabo la venta del producto final de la investigación previa, donde, se calcula el peso total de las 24 aves/tratamiento y es así que se detalla para cada valor.

**Tabla 13***Costos de venta al mercado*

| <b>Descripción</b> | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>V. Unitario</b> | <b>V. Total</b> |
|--------------------|---------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Tratamiento 0      | kg            | 58,41           | 2,20               | 128,50          |
| Tratamiento 3      | kg            | 61,5            | 2,53               | 155,60          |
| Tratamiento 2      | kg            | 65,55           | 2,75               | 180,25          |
| Tratamiento 1      | kg            | 72,23           | 3,30               | 238,35          |
| <b>Total</b>       |               |                 |                    | <b>702.70</b>   |

*Nota.* No existió pérdida de activos biológicos.

En la Tabla 14 se muestra el estado de resultados con el fin de terminar la actividad productiva y obtener la utilidad ganada por el Tratamiento T0 (Testigo).

**Tabla 14***Estado de resultados de la actividad productiva tratamiento T0 (testigo)*

|              | <b>Descripción</b>   | <b>Valor en dólares \$</b> | <b>%</b> |
|--------------|----------------------|----------------------------|----------|
|              | Ingresos             | 128,50                     | 100,00   |
| <b>Menos</b> | Costos de producción | 123,92                     | 96,44    |
| <b>Igual</b> | Utilidad             | 4,58                       | 3,56     |

*Nota.* La actividad económica arrojó un 3,56% de utilidad para el tratamiento (testigo).

- **Costo/beneficio**

Utilidad/costos de producción

$$4,58/123,92=0,04$$

Un costo beneficio de \$0,04 por cada dólar invertido

En la Tabla 15 se muestra el estado de resultados con el fin de terminar la actividad productiva y obtener la utilidad ganada por el Tratamiento T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada).

**Tabla 15**

*Estado de resultados de la actividad productiva tratamiento T1 (pienso compuesto +25% forraje verde hidropónico de cebada).*

|              | <b>Descripción</b>  | <b>Valor en dólares \$</b> | <b>%</b> |
|--------------|---------------------|----------------------------|----------|
|              | Ingresos            | 238,35                     | 100,00   |
| <b>Menos</b> | Costo de producción | 129,89                     | 54,50    |
| <b>Igual</b> | Utilidad            | 108,46                     | 45,50    |

*Nota.* La actividad económica arrojó un 45,50% de utilidad para el tratamiento T1 (pienso compuesto +25% forraje verde hidropónico de cebada).

- **Costo/beneficio**

Utilidad/costos de producción

$$108,46/129,89=0,8$$

Un costo beneficio de \$0,8 por cada dólar invertido

En la Tabla 16 se muestra el estado de resultados con el fin de terminar la actividad productiva y obtener la utilidad ganada por el Tratamiento T1 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada).

**Tabla 16**

*Estado de resultados de la actividad productiva tratamiento T2 (pienso compuesto +15% forraje verde hidropónico de cebada).*

|              | <b>Descripción</b>  | <b>Valor en dólares \$</b> | <b>%</b> |
|--------------|---------------------|----------------------------|----------|
|              | Ingresos            | 180,25                     | 100,00   |
| <b>Menos</b> | Costo de producción | 127,61                     | 70,80    |
| <b>Igual</b> | Utilidad            | 52,64                      | 29,20    |

*Nota.* La actividad económica arrojó un 29,20% de utilidad para el tratamiento T2 (pienso compuesto +15% forraje verde hidropónico de cebada).

- **Costo/beneficio**

Utilidad/costos de producción

$$52,64/127,61=0,4$$

Un costo beneficio de \$0,4 por cada dólar invertido

En la Tabla 17 se muestra el estado de resultados con el fin de terminar la actividad productiva y obtener la utilidad ganada por el Tratamiento T1 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada).

**Tabla 17**

*Estado de resultados de la actividad productiva tratamiento T3 (pienso compuesto +10% forraje verde hidropónico de cebada).*

|              | <b>Descripción</b>  | <b>Valor en dólares \$</b> | <b>%</b> |
|--------------|---------------------|----------------------------|----------|
|              | Ingresos            | 155,60                     | 100,00   |
| <b>Menos</b> | Costo de producción | 126,59                     | 81,36    |
| <b>Igual</b> | Utilidad            | 29,01                      | 18,64    |

*Nota.* La actividad económica arrojó un 18,64% de utilidad para el tratamiento T3 (pienso compuesto +10% forraje verde hidropónico de cebada).

- **Costo/beneficio**

Utilidad/costos de producción

$$29,01/126,59=0,23$$

Un costo beneficio de \$0,23 por cada dólar invertido

Para la variable costos de producción el T1 (pienso compuesto +25% forraje verde hidropónico de cebada) obtuvo una utilidad del 45,5% por el costo del producto final con un valor de \$ 3,3 el kilogramo, obteniendo un costo beneficio de \$0,8 por cada dólar invertido, el T2 (pienso compuesto +15% forraje verde hidropónico de cebada) obtuvo una utilidad del 29,20% con un valor de \$ 2,75 el kilogramo, costo beneficio de \$0,4 por cada dólar invertido ,el T3 (pienso compuesto +10% forraje verde hidropónico de cebada) obtuvo una utilidad del 18,64% por el costo del producto final con un valor de \$ 2,53 el kilogramo, con un costo beneficio de \$0,23 por cada dólar invertido, a comparación del testigo con una utilidad del 3,56% por el costo del producto final con un valor de \$2,20 el kilogramo, con un costo beneficio de \$0,04 por cada dólar invertido. Estos precios fueron dados por el tipo de alimentación del pollo de engorde en

cual resulto un menor índice de grasa corporal y una carne magra, suave y palatable para el consumidor, esto se dio por medio del cálculo del costo del mercado, donde se llevó a cabo la aplicación de la NIC 41. Finalmente indicamos que la aplicación de la normativa es factible para el sector Avícola (IFRS Foundation , 2019)

Por lo tanto, para Romero (2021), quien cita a López y Mejía (2011), en su ensayo de investigación sobre alimentación de pollos de engorde con forraje de maíz y sorgo, obtuvieron una utilidad de 36,4%, este valor es similar a las utilidades económicas del estudio realizado. Para Duarte y Borge (2019), en su ensayo de la inclusión de forraje verde hidropónico (FVH) a base de maíz en pollos de engorde, su eficiencia económica fue una utilidad del 39%.

Las tendencias y las exigencias del mercado han llegado para tener en cuenta la opinión de calidad higiénico sanitaria o seguridad del alimento, la calidad organoléptica o sensorial y la calidad nutricional, dictada por el valor nutritivo; la seguridad alimentaria y la palatabilidad son el disfrute en las cuales el consumidor pone más énfasis en el momento de definir la preferencia en la compra de carne (Díaz , 2023).

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES

- No se encontraron diferencias significativas para los tratamientos evaluados con respecto a conversión alimenticia la cual fue de 1,7 en promedio para pollos de engorde (Cobb 500), evaluados a los 45 días de edad, suplementación con forraje verde hidropónico de cebada.
- Para el parámetro productivo ganancia de peso si se establece diferencias significativas, donde el T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada), obtiene un peso promedio de 3,1 kg, frente al testigo T0 (pienso compuesto), con un peso promedio de 2,5 kg, esta diferencia de 0,6 kg nos muestra una eficiencia en la productividad.
- Para el índice de grasa se muestra diferencias significativas al mostrar al T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) como el mejor tratamiento, con un 5,81% en comparación con el testigo T0 (pienso compuesto 100%) con 8,4%, logrando una mejor calidad del producto final y apuntar a mercados diferenciados.
- En lo referente al desarrollo y crecimiento de las vellosidades intestinales, se puede afirmar que la inclusión de Forraje verde hidropónico de cebada, contribuyó a mejorar hasta en un 40% su longitud, pues el T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) muestra un valor de 2010,54 um y 275,3 um para profundidad, en comparación al testigo T0 (pienso compuesto 100%) con una longitud de 1049,25 um y profundidad de 106,04 um, ayudando a una mejor absorción de nutrientes.
- A nivel de costos de producción podemos mencionar que la ganancia de peso promedio que obtuvieron los pollos por cada tratamiento influyo en un beneficio económico, donde los tratamientos T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) una utilidad de 45,5%, logrando la mejor relación costo/beneficio de \$0,8 por cada dólar invertido, en comparación con el testigo T0 (pienso compuesto 100%) con una utilidad de 3,56% y un costo beneficio de \$0,04 por cada dólar invertido, sin embargo, esto depende de la fluctuación y saturación de mercado.

## CAPÍTULO VII

### RECOMENDACIONES

- Se recomienda la suplementación del 25% de FVH de cebada en la alimentación de pollos de engorde *Cobb 500*, debido a que aporta en la calidad de su carne, al reducir en promedio un 3% el contenido de grasa corporal respecto al testigo, aspecto importante al momento de competir a nivel de mercado, puesto que el consumidor actual busca una carne magra con menos grasa, garantizando su aceptación.
- Proporcionar el 25% FVH de cebada en las etapas de crecimiento y engorde en la producción de pollos *Cobb 500*, garantiza un mayor rango de porcentajes de utilidades de 45,5% y un costo beneficio de \$0,8 por cada dólar invertido, obteniendo un retorno positivo al final de la producción, costos de producción reales, lo cual permitirá tener una mayor participación en el mercado y por ende incrementará su rentabilidad.
- Se recomienda realizar nuevas investigaciones donde se evalué la suplementación de FVH de cereales como: avena, trigo, maíz, en pollos de engorde *Cobb 500*, a fin de determinar efectos del tipo de forraje en parámetros productivos, índice de grasa, y desarrollo y crecimientos de vellosidades intestinales.

## CAPÍTULO VIII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarca, P., Aguirre, C., & Silva, L. (2023). *Producción de forraje verde hidropónico*. Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/68837/Capitulo%2010.pdf?sequence=13&isAllowed=y>
- Aimacaña, D. (2021). *Utilización de 2 Niveles de inclusión de Salvado de Trigo (*Triticum spp*) en situación del Maíz en Dieta para pollos de Engorde*. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7899/1/PC-002066.pdf>
- Ángel-Isaza, J., Mesa-Salgado, N., & Narváez-Solarte, W. (2019). Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola. *Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14 (2)(2), 45-58.  
doi:<http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.14.2.4>
- Ayala, M. (2020). *Evaluación de parámetros zootécnicos y sistema digestivo utilizando programas de alimentación modulada en pollos de engorde*. Obtenido de [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/DGB\\_UMICH/1919/1/IIAF-M-2020-0400.pdf](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/jspui/bitstream/DGB_UMICH/1919/1/IIAF-M-2020-0400.pdf)
- Barrera, A., & Barrera, K. (2018). *Influencia de tiempos de instalación de pollitos bb sobre título de anticuerpos maternos y morfometría de las vellosidades intestinales. (Tesis de pregrado)*. Obtenido de [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29331/3/Trabajo de Titulación.pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/29331/3/Trabajo%20de%20Titulaci3n.pdf)
- Bedolla-Torres, M. (2022). Efecto del forraje verde hidropónico suplementación con un probiótico sobre el comportamiento productivo y la calidad nutricional de pollo de engorda. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25-45. Obtenido de <file:///C:/Users/pc/Downloads/3905-17783-2-PB.pdf>
- Bhoyar, A. (2023). *El Manejo de la salud intestinal: un desafío clave en la producción de pollos de engorda libre de antibióticos (ABF)*. Obtenido de <https://ew-nutrition.com/es/managing-gut-health-key-challenge-abf-broiler-production/>
- Carhuapoma, W., Curi, G., Chávez, E., & Contreras, J. (2020). Producción de forraje verde hidropónico de cebada (*Hordeum vulgare*) usando efluente de piscigranja de truchas. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 8(2), 18-28. Obtenido de [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/forraje\\_hidroponico/30-cebada.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/forraje_hidroponico/30-cebada.pdf)
- Chávez, L., López, A., & Parra, J. (2016). Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. *Redalyc*, vol. 65(núm. 249), pp 51-58.  
doi:<https://www.redalyc.org/pdf/495/49544737008.pdf>

- Chiriboga, A. (2019). *Estudio del Estimulo Luminico sobre los parametros productivos de la linea broiler en la granja Experimental la pradera. (Tesis Pregrado)*. Obtenido de <https://todocarne.es/wp-content/uploads/ALEXIS-RODRIGO-CHIRIBOGA-CISNEROS-ECUADOR-1.pdf>
- Cisneros-Saguilán, P., Cruz-Bautista, P., & Hernández-Hernández, M. (2023). Forraje verde hidropónico como alternativa forrajera en la alimentacion animal. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 26(79), 1-16. doi:<http://doi.org/10.56369/tsaes.4679>
- Cummings, T. (2018). *Salud intestinal: Un gran desafío para la producción avícola*. Obtenido de <https://www.avicultura.mx/destacado/Salud-intestinal:-Un-gran-desaf%C3%ADo-para-la-producci%C3%B3n-av%C3%ADcola>
- Díaz , L. (2023). *Implementación de forraje verde hidropónico de maíz (Zea mays L.) en pollos de engorde de la línea Ross 308*. Obtenido de <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/bitstream/handle/20.500.12558/4966/formato-repositorio%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Duarte, C., & Borge, M. (2019). *Evaluación de la inclusión de forraje verde hidropónico a base de maíz (Zea mays) en pollos de engorde en el Centro de prácticas San Isidro Labrador de la Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4062/1/tnl02d812i.pdf>
- Escobar , P. (2018). *Efecto de polen, lactosa y su combinación sobre la digestibilidad e integridad de la mucosa en pollos broiler*. Obtenido de (Tesis Grado): <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27599/1/Tesis%20132%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-CD%20570.pdf>
- Espín, D. (2022). *La avicultura alimenta al Ecuador*. Obtenido de aviNews: <https://avinews.com/diana-espín-la-avicultura-alimenta-a-ecuador/#:~:text=En%20cifras%2C%20el%20valor%20bruto,empleos%20directos%20y%20miles%20indirectos.>
- Estrada, M. (2019). *Anatomía y Fisiología Aviar* . Obtenido de [https://www.academia.edu/33327975/ANATOMIA\\_Y\\_FISIOLOGIA\\_AVIAR\\_documento](https://www.academia.edu/33327975/ANATOMIA_Y_FISIOLOGIA_AVIAR_documento)
- Hernández , L., Masís, R., Suazo, G., & Borge, M. (2021). *Usos del Forraje Verde Hidropónico a base de maíz en pollos de engorde*. Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4176/1/NL02H557.pdf>
- Ibarra, F. (2023). *Evaluación de un sustrato gluconeogénico sobre los índices productivos y perfil lipídico en pollos de engorde*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/38344/1/Tesis%20218%20Medicina%20Veterinaria%20y%20Zootecnia%20-%20Ibarra%20Silva%20Flor%20Daniela.pdf>
- IFRS Foundation . (2019). *Normas Internacionales de Contabilidad (Agricultura)*. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cr/Documents/audit/documentos/niif-2019/NIC%2041%20-%20Agricultura.pdf>

- INAMHI. (2023). *Coordenadas y climatología* . Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/>
- Jaramillo, F. (2019). *Factores que intervienen en el engrasamiento de la canal del pollo de engorde* . Obtenido de <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/Engrasamiento%20canal%20del%20pollo%20Sollanotas%20%20V2.pdf>
- León, J. (2019). *Respuesta fisiológica a nivel digestivo de los pollos de engorde alimentados con torta de Sacha inchi (Plukenetia volubilis L.)*. Obtenido de (Tesis Grado): <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1998/1/UNESUM-ECU-ING.AGROPE-2019-11.pdf>
- Morán , K. (2022). *Evaluación de los parámetros productivos en pollos de engorde a la inclusión de harina de palmiste (Elaeis guineensis)*. Obtenido de Universidad Estatal del Sur de Manabí : <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3682/1/TESIS%20ULTIMA%20KARLA%20MORAN%20FINAL.pdf>
- Muñoz, D. (2018). *Estudio de la cadena de valor de alimentos balanceados en el Ecuador*. Obtenido de Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador Área de Gestión: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5999/1/T2492-MAE-Mu%C3%B1oz-Estudio.pdf>
- Muyulema , C., Muyulema , J., Pucha , M., & Ocaña , S. (2020). Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador: caso de estudio. *Visionario Digital* , 4(1), 43-66. doi:<https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v4i1.1089>
- Nutrinews. (2021). Efectos de la utilización de fibra en la dieta para pollos de engorde. *revista de nutrición anima*. Obtenido de <https://nutrinews.com/efectos-de-la-utilizacion-de-fibra-en-la-dieta-para-pollos-de-engorde/>
- Palacios, A., Avila , N., Ortega , R., & Luna, R. (2015). La irrigación con levaduras incrementa el contenido nutricional del forraje verde hidropónico de maíz. *Science direc, Volume 47(3)*, 236-244. doi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754115000516>
- Palma-Avellán, A., & Sabando-Mendoza, E. (2023). Producción y consumo avícola en Manabí. Una comparación interna entre demanda y consumo. *Digital Publisher CEIT*, 8(3), 777-793. doi:<https://doi.org/10.33386/593dp.2023.3.1822>
- Paredes, M., & Risso, A. (2020). Efectos de la inclusión dietaria de harina de alfalfa sobre rendimiento productivo, carcasa y peso de órganos digestivos y linfoides del pollo de engorde tipo orgánico. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 31(2). doi:<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17846>
- Pasquier, A., & Davila, M. (2020). *'Evaluación del forraje verde hidropónico como sustitución parcial de concentrado en pollos de engorde del centro de prácticas San Isidro Labrador de la UNA - Camoapa, agosto - septiembre 2019'*. (T. d. Grado, Ed.) Obtenido de <https://repositorio.una.edu.ni/4204/1/tnl02p284.pdf>

- Peñaloza, S. (2022). *Alianzas público-privadas como alternativa para la reactivación económica del Cantón San Fernando, post pandemia*. Obtenido de <https://www.fipcaec.com/index.php/fipcaec/article/view/511/898>
- Piedra, J. (2022). *Evaluación del Comportamiento Productivo de pollos camaperos en diferentes sistemas de manejo en el sector Buena Fe en la Provincia del Guayas*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/7589/UPSE-TIA-2022-0037.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pita, M. (2019). *Evaluación de los parámetros productivos de pollos Cobb 500 alimentados con dos balanceados comerciales*. Obtenido de <https://repositorio.espam.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/42000/967/TMV135.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ponce, L. (2019). *Evaluación en diferentes niveles de fitasa en la alimentación de pollos de engorde de la línea Cobb 500*. Obtenido de [Tesis Grado]: <http://repositorio.utm.edu.ec:3000/server/api/core/bitstreams/52df5905-f346-4930-95df-2fbf6786ff3a/content>
- Pozo, V. (2022). *Comportamiento Productivo de pollos broiler con la utilización de diferentes niveles de jengibre (Zingiber officinale Roscoe) como probiótico natural. (Tesis de Pregrado)*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7565/1/UPSE-TIA-2022-0021.pdf>
- Quimi, F. (2021). *Comportamiento productivo de pollos de engorde con la inclusión de diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz en la alimentación*. Obtenido de (Tesis Grado): <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6358/1/UPSE-TIA-2021-0075.pdf>
- Rios, L., & Polanco, M. (2023). *Efecto de la suplementación alimenticia con forraje verde hidropónico de maíz (Zea Mays L) en la sostenibilidad de la producción de pollos de engorde en predios rurales del municipio de Manzanares – Caldas*. Obtenido de [https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/6369/Rios\\_Aristizabal\\_Luis\\_Daniel.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/6369/Rios_Aristizabal_Luis_Daniel.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Rodríguez, C. (2018). Respuesta morfométrica intestinal de pollos alimentados con diferentes niveles de Morera (*Morus alba*). 3(4), 2027-6747.
- Rodríguez, F., Eliecer, J., & Sabrina, A. (2018). Cambios morfológicos en vellosidades intestinales, en pollos de engorde alimentados a partir de los 21 días con una dieta que incluyó el 10% de microorganismos eficientes. *Revista Citcesa*, 1(1), 2027- 6745. doi:<http://mvz.unipaz.edu.co/citcesa/web>
- Romero, E. (2021). *Alimentación de pollo de engorde (Gallus gallus domésticus L.) en fase final con concentrado comercial y forraje de maíz (Zea mays L.) y sorgo [Sorghum bicolor (L) Moench], Santa Clara, San Vicente, 2018*. Obtenido de (Tesis Grado): <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/27515/1/Alimentacion%20de%20pollo.pdf>

- Romero, E. (2021). *Alimentación de pollo de engorde (Gallus gallus domésticus L.) en fase final con concentrado comercial y forraje de maíz (Zea mays L.) y sorgo [Sorghum bicolor (L) Moench], Santa Clara, San Vicente, 2018*. Obtenido de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/27515/1/Alimentacion%20de%20pollo.pdf>
- Rosales, S. (2017). *Estudio de Mercado Avícola enfocado a la Comercialización del Pollo en Pie*. Obtenido de <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-AVCOLA-VERSION-PUBLICA.pdf>
- Sáenz, A. (2018). *Producción Sostenible de Pollos de engorde utilizando forraje verde hidropónico de avena (avena sativa L.) en el Municipio de Sachica Boyacá*. Obtenido de Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, Tunja : <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21616/1055670072.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Salas , C. (2017). *Alimentación Alternativa de gallinas ponedoras: Utilización de forraje verde hidropónico*. Obtenido de Centro de Investigación en Nutrición Animal y Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica : <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/73164/Forraje%20hidrop%C3%B3nico%20en%20gallinas%20ponedoras.%20C.Salas.pdf?sequence=1>
- Salinas, J. (2020). *Aplicación de un sistema mixto de alimentación con forraje hidropónico en levante y arranque de postura en codornices hembras (Coturnix coturnix)*. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9139/TE-UTB-FACIAG-MVZ-000023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Santana, F. (2018). *Determinación del aumento de peso en pollos de engorde (gallus gallus) mediante la incorporación de diferentes fuentes proteicas a su alimentación* . Obtenido de [file:///C:/Users/pc/Downloads/pjsalazar,+Maquetador,+10.Determinaci%C3%B3n%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/pjsalazar,+Maquetador,+10.Determinaci%C3%B3n%20(1).pdf)
- Solano , F. (2021). *Efecto de la calidad de la canal y morfométrico del tracto gastrointestinal de pollos de engorde con la alimentación de diferentes niveles de forraje verde hidropónico de maíz*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6356/1/UPSE-TIA-2021-0076.pdf>
- Structuralia. (2020). *La importancia de determinar los elementos del costo de producción*. Obtenido de <https://blog.structuralia.com/elementos-del-costo-de-produccion>
- Uzcátegui-Varela, J., Collazo-Contreras, K., & Guillén-Molina, E. (2019). Evaluación del comportamiento productivo de pollos Cobb 500 sometidos a restricción alimenticia como estrategia sostenible de control nutricional. *Medicina Veterinaria*, 1(39), 85-97. doi:<https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss39.9>
- Vantress. (2018). *Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb 500*. Obtenido de <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/c8850fbe02/6998d7c0-12d1-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf>

Victores, J. (2021). *Comportamiento morfométrico del TGI de pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de maíz en hidroponía*. . Obtenido de <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3379/1/Tesis%20Victores%20Ponce%20Jhon.pdf>

Villamizar, J. (2023). *Historia de la Avicultura en el Ecuador*. Obtenido de <https://www.maizsoya.com/lector.php?id=20201114&tabla=articulos>

Zambrano, N. (2019). *Morfometría en órganos accesorios del TGI en pollos de engorde alimentados con torta de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*)*. Obtenido de (Tesis Grado): <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2931/1/TESIS%20FINAL%2030-03-2021.pdf>

## ANEXOS

### Anexo 1 Fotografías del Proceso del Forraje Verde Hidropónico de Cebada



Fig.1: Preparación de la semilla



Fig.2: Pesaje de la bandeja de semilla



Fig.3: Proceso de Germinación



Fig.4: Forraje verde hidropónico de cebada

## Anexo 2 Fotografía de la preparación del galpón



Fig.5: Elaboración de las UE



Fig.6: Colocación de la cama de viruta



Fig.7: Desinfección del Galpón



Fig.8: Colocación de los carteles de tratamientos y repeticiones para el recibimiento de los pollos



Fig.9: Colocación de bebederos y comederos

### Anexo 3 Fotografías del manejo de las aves



Fig.10: Recepción de las aves



Fig.11: Pesajes de las aves



Fig.12: Proceso del corte del FVHC



Fig.13: FVHC picado



Fig.14: pesaje del pienso compuesto con el FVHC



Fig.15: Colocación del termómetro en el galpón



Fig.16: Limpieza de bebederos y cambio de agua diaria



Fig.17: Cambio de viruta



Fig.18: pesaje cada semana a los pollos

#### Anexo 4 Fotografías de la disección de los pollos para ser evaluados



Fig.19: sacada de la grasa del pollo



Fig.20: pesaje de la cantidad de grasa de cada tratamiento de pollos



Fig.21: Disección del ave para mandar a evaluar



Fig.22: intestino delgado del pollo broiler

## Anexo 5 Análisis de laboratorio, Libreta de Campo y Programas a utilizar



Fig.23: Análisis de laboratorio de las vellosidades del intestino delgado

| TU-148-EM   | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 |
|-------------|------------|------------|------------|
| Largo       | 1400.32 um | 796.22 um  | 953.31 um  |
| Ancho       | 197.16 um  | 215.07 um  | 127.42 um  |
| Profundidad | 107.14 um  | 87.19 um   | 123.89 um  |

| T1-148-EM   | Medición 1 | Medición 2 | Medición 3 |
|-------------|------------|------------|------------|
| Largo       | 1870.61 um | 2148.53 um | 2012 um    |
| Ancho       | 327.55 um  | 183.71 um  | 233.48 um  |
| Profundidad | 258.32 um  | 227.22 um  | 291.15 um  |

Fig.24: Análisis de laboratorio de las vellosidades del intestino delgado

Fig.25: Datos recolectados

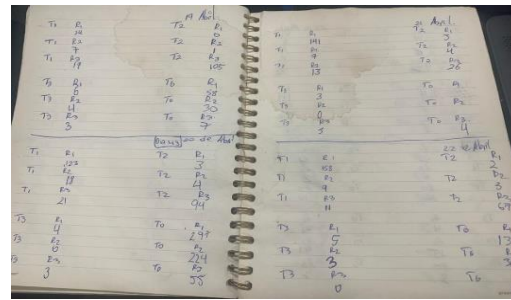


Fig.26: Libreta de campo con los datos del ensayo experimental

Fig.27: Programa Infostat estadístico versión 2020 e.

Fig.28: Programa Infostat estadístico versión 2020 e.

## Anexo 6 Costos de Producción

Tablas de resultados obtenidos en la fase de campo para la variable costos de producción tiene como actividad la crianza de aves de engorde para la comercialización, para lo cual se adquirieron 96 pollos por un valor de 0,95 c/u, las cuales son obtenidas de 15 días de nacidas, donde se presentan los costos de alimentación por cada tratamiento con los siguientes valores.

**Tabla 18**

*Costos de pollos de engorde de 15 días y alimentación en todas sus etapas hasta el día 45*

| <b>Materia Prima Directa</b>                        | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Costo Unitario \$</b> | <b>Costo Total \$</b> |
|---|---------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| <b>Pollos de 15 días de edad (broiler Cobb 500)</b> | unidades      | 24              | 0,95                     | 22,8                  |
| <b>Balanceado crecimiento</b>                       | kg            | 31,25           | 0,8                      | 25                    |
| <b>Balanceado engorde/finalizador</b>               | kg            | 50              | 0,76                     | 38                    |
| <b>Total, Materia Prima Directa</b>                 |               |                 |                          | <b>85,8</b>           |

*Nota.* En cada etapa varía la cantidad de kg de pienso compuesto, debido al proceso de transformación del activo biológico.

**Tabla 19**

*Costos de pollos de engorde de 15 días en el T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada) en todas sus etapas hasta el día 45*

| <b>Materia Prima Directa</b>                        | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Costo Unitario \$</b> | <b>Costo Total \$</b> |
|---|---------------|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| <b>Pollos de 15 días de edad (broiler Cobb 500)</b> | unidades      | 24              | 0,95                     | 22,8                  |
| <b>Balanceado crecimiento</b>                       | kg            | 31,25           | 0,8                      | 25                    |
| <b>Balanceado engorde/finalizador</b>               | kg            | 50              | 0,76                     | 38                    |
| <b>Semilla Cebada</b>                               | kg            | 1,75            | 0,36                     | 0,63                  |
| <b>FVH de Cebada</b>                                | kg            | 21,36           | 0,25                     | 5,34                  |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| <b>Total, Materia Prima</b> | 91,77 |
| <b>Directa</b>              |       |

*Nota.* En cada etapa varía la cantidad de kg de pienso compuesto, debido al proceso de transformación del activo biológico.

**Tabla 20**

*Costos de pollos de engorde de 15 días en el T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada) en todas sus etapas hasta el día 45*

| <b>Materia Prima Directa</b>                        | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Costo Unitario<br/>\$</b> | <b>Costo Total<br/>\$</b> |
|---|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| <b>Pollos de 15 días de edad (broiler Cobb 500)</b> | unidades      | 24              | 0,95                         | 22,8                      |
| <b>Balanceado crecimiento</b>                       | kg            | 31,25           | 0,8                          | 25                        |
| <b>Balanceado engorde/finalizador</b>               | kg            | 50              | 0,76                         | 38                        |
| <b>Semilla Cebada</b>                               | kg            | 1,75            | 0,36                         | 0,63                      |
| <b>FVH de Cebada</b>                                | kg            | 12,24           | 0,25                         | 3,06                      |
| <b>Total, Materia Prima Directa</b>                 |               |                 |                              | 89,49                     |

*Nota.* En cada etapa varía la cantidad de kg de pienso compuesto, debido al proceso de transformación del activo biológico.

**Tabla 21**

*Costos de pollos de engorde de 15 días en el T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada) en todas sus etapas hasta el día 45*

| <b>Materia Prima Directa</b>                        | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Costo Unitario<br/>\$</b> | <b>Costo Total<br/>\$</b> |
|---|---------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
| <b>Pollos de 15 días de edad (broiler Cobb 500)</b> | unidades      | 24              | 0,95                         | 22,8                      |
| <b>Balanceado crecimiento</b>                       | kg            | 31,25           | 0,8                          | 25                        |
| <b>Balanceado engorde/finalizador</b>               | 25 kg         | 50              | 0,76                         | 38                        |
| <b>Semilla Cebada</b>                               | kg            | 1,75            | 0,36                         | 0,63                      |

|                             |    |      |      |       |
|-----------------------------|----|------|------|-------|
| <b>FVH de Cebada</b>        | kg | 8,16 | 0,25 | 2,04  |
| <b>Total, Materia Prima</b> |    |      |      | 88,47 |
| <b>Directa</b>              |    |      |      |       |

*Nota.* En cada etapa varía la cantidad de kg de pienso compuesto, debido al proceso de transformación del activo biológico.

Mediante un análisis se detallan los costos del activo biológico por cada tratamiento con las etapas de transformación correspondiente para comenzar a producir los pollos de engorde para la respectiva comercialización.

**Tabla 22**

*Costos de equipos avícolas*

| <b>Descripción</b>        | <b>Cantidad</b> | <b>V. Unitario</b> | <b>V. Total</b> |
|---------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| <b>Criadora</b>           | 1               | 19,5               | 19,5            |
| <b>Bebedores Manuales</b> | 3               | 2,9                | 8,7             |
| <b>Bandejas FVHC</b>      | 7               | 2,5                | 17,5            |
| <b>Comederos</b>          | 3               | 5                  | 15              |
| <b>Balanza</b>            | 1               | 16                 | 16              |
| <b>Bomba de Fumigar</b>   | 1               | 60                 | 60              |
| <b>Termómetro Digital</b> | 1               | 12                 | 12              |
| <b>TOTAL</b>              |                 |                    | 131,2           |

*Nota.* Los costos de equipos avícolas son para el lote de 96 pollos de engorde de la línea Cobb 500.

En la Tabla 23 se detalla la vida útil de cada equipo avícola de los diferentes activos que posee la entidad.

**Tabla 23**

*Años de vida útil de propiedad, planta y equipo existente*

| <b>Descripción</b>          | <b>Vida útil</b> |
|-----------------------------|------------------|
| <b>Edificio</b>             |                  |
| Galpón                      | 20               |
| <b>Equipo de Avicultura</b> |                  |
| Bandejas                    | 10               |

|                    |    |
|--------------------|----|
| Criadora           | 10 |
| Bebederos Manuales | 10 |
| Comederos          | 10 |
| Balanza            | 10 |
| Termómetro Digital | 10 |
| Bomba de Fumigar   | 5  |

*Nota.* El ensayo utilizó el método de línea recta para llevar a cabo la depreciación.

En la Tabla 24 con respecto al cuidado de la salud de los activos biológicos se detallan los costos de medicinas y vacunas utilizadas.

**Tabla 24**

*Costos de medicina para pollos de engorde*

| <b>Medicina</b>    |                         |                 |                    |                 |
|--------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| <b>Descripción</b> | <b>Unidad de medida</b> | <b>Cantidad</b> | <b>V. Unitario</b> | <b>V. Total</b> |
| Antibiótico        | g                       | 1               | 6,8                | 6,8             |

*Nota.* En el ensayo se utilizaron pollos de 15 días de edad por lo que no hubo vacunas.

En la Tabla 25 para el cuidado del lote de pollos de engorde de la línea Cobb 500 se incurrieron con los siguientes rubros para el salario del trabajador por cada tratamiento.

**Tabla 25**

*Costos de mano de obra*

| <b>Mano de Obra</b>                                  | <b>Unidad de medida</b> | <b>Cantidad</b> | <b>V. Unitario</b> | <b>V. Total</b> |
|--|-------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| <b>Mano de Obra directa crecimiento (15-30 días)</b> | Jornal/hora             | 15              | 1,5                | 22,5            |
| <b>Mano de Obra directa desarrollo (30-45 días)</b>  | jornal/hora             | 15              | 1,5                | 22,5            |

|                                    |             |    |     |     |
|------------------------------------|-------------|----|-----|-----|
| <b>Mano de obra faenamiento</b>    | minutos     | 20 | 0,5 | 48  |
| <b>Mano de Obra FVHC</b>           | jornal/hora | 10 | 1,5 | 15  |
| <b>Total, Mano de Obra Directa</b> |             |    |     | 108 |

*Nota.* Se tomó en consideración los rubros del diario de un jornal y se pagó por horas para la sumatoria de los costos por mano de obra.

En la Tabla 26 se incurrieron otros costos indirectos que se detallan a continuación

**Tabla 26**

*Costos indirectos*

| <b>Concepto</b>          | <b>unidades</b> | <b>cantidad</b> | <b>V. Unitario</b> | <b>V. Total</b> |
|--------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|-----------------|
| Material de Aseo         | ml              | 500             | 0,01               | 5               |
| viruta                   | bultos          | 1               | 2                  | 2               |
| Gas Industrial           | cilindro        | 1               | 3                  | 3               |
| <b>Servicios Básicos</b> |                 |                 |                    |                 |
| Energía eléctrica        | mes             | 1               | 8                  | 8               |
| Agua Potable             | mes             | 1               | 4                  | 4               |
| <b>Total</b>             |                 |                 |                    | 22              |

*Nota.* Los valores mostrados están considerados para el lote de los 96 pollos de engorde en 45 días que es su etapa de finalización.

Los cálculos efectuados para la aplicación de las Normas Internacionales de Contabilidad (NIC 41) Agricultura de acuerdo con la fórmula del cálculo de Depreciación anual es la siguiente:

$$D.A. = \frac{V_o - V_r}{n}$$

Donde:

V<sub>o</sub> = Valor original

V<sub>r</sub> = Valor residual

n = Número de años de vida útil

**Tabla 27***Cálculos de depreciación*

| <b>Activo</b>      | <b>Costo Histórico</b> | <b>Valor Residual</b> | <b>Vida útil</b> | <b>Depre. Anual</b> | <b>Depre. Primer mes</b> |
|--------------------|------------------------|-----------------------|------------------|---------------------|--------------------------|
| Galpón             | 3.000,00               | 150                   | 20               | 142,5               | 11,88                    |
| Criadora           | 19,5                   | 1,95                  | 10               | 1,755               | 0,15                     |
| Bandejas           | 17,5                   | 1,75                  | 10               | 1,575               | 0,13                     |
| Bebedores Manuales | 8,7                    | 0,87                  | 10               | 0,783               | 0,07                     |
| Comederos          | 15                     | 1,5                   | 10               | 1,35                | 0,11                     |
| Balanza            | 16                     | 1,6                   | 10               | 1,44                | 0,12                     |
| Termómetro Digital | 12                     | 1,2                   | 10               | 1,08                | 0,09                     |
| Bomba de Fumigar   | 60                     | 12                    | 5                | 9,6                 | 0,80                     |

*Nota.* La depreciación anual es dividida para 12 y se multiplica por el mes en que fueron utilizados los activos fijos.

Hoja de Costos por cada tratamiento

**Tabla 28**

*Hoja de costos T0 (testigo)*

| <b>Hoja Costos</b>                            |               |
|---|---------------|
| <b>Materia Prima directa</b>                  |               |
| Pollos de 15 días de edad (broiler Cobb 500)  | 22,80         |
| Balanceado crecimiento                        | 25,00         |
| Balanceado engorde/finalizador                | 38,00         |
| <b>Total, Materia Prima Directa</b>           | <b>85,80</b>  |
| <b>Mano de Obra directa</b>                   |               |
| Mano de Obra directa crecimiento (15-30 días) | 3,21          |
| Mano de Obra directa desarrollo (30-45 días)  | 3,21          |
| Mano de obra faenamiento                      | 12,00         |
| <b>Total, Mano de Obra Directa</b>            | <b>18,42</b>  |
| <b>Costos Indirectos</b>                      |               |
| Antibióticos                                  | 1,70          |
| Materiales de Aseo                            | 1,25          |
| Viruta  | 2,00          |
| Gas Industrial                                | 1,00          |
| Servicios Básicos                             | 3,00          |
| Depreciación del galpón                       | 2,81          |
| Depreciación de la criadora                   | 0,04          |
| depreciación comederos                        | 0,03          |
| Depreciación bebederos manuales               | 0,02          |
| Depreciación balanza                          | 0,12          |
| Depreciación bomba de fumigar                 | 0,24          |
| <b>Total, de Costos Indirectos</b>            | <b>12,20</b>  |
| <b>Costos de distribución</b>                 |               |
| Costo por Transporte                          | <b>7,50</b>   |
| <b>Total, Costos de Producción</b>            | <b>123,92</b> |

*Nota.* Monto total de los costos incurridos hasta los 45 días del fin de la actividad por cada tratamiento.

**Tabla 29***Hoja de costos T1 (pienso compuesto + 25% forraje verde hidropónico de cebada)*

| <b>Hoja Costos</b>                            |               |
|---|---------------|
| <b>Materia Prima directa</b>                  |               |
| Pollos de 15 días de edad (broiler Cobb 500)  | 22,80         |
| Balanceado crecimiento                        | 25,00         |
| Balanceado engorde/finalizador                | 38,00         |
| Semilla Cebada                                | 0,63          |
| FVH de Cebada                                 | 5,34          |
| <b>Total, Materia Prima Directa</b>           | <b>91,77</b>  |
| <b>Mano de Obra directa</b>                   |               |
| Mano de Obra directa crecimiento (15-30 días) | 3,21          |
| Mano de Obra directa desarrollo (30-45 días)  | 3,21          |
| Mano de obra faenamiento                      | 12,00         |
| <b>Total, Mano de Obra Directa</b>            | <b>18,42</b>  |
| <b>Costos Indirectos</b>                      |               |
| Antibióticos                                  | 1,70          |
| Materiales de Aseo                            | 1,25          |
| Viruta  | 2,00          |
| Gas Industrial                                | 1,00          |
| Servicios Básicos                             | 3,00          |
| Depreciación del galpón                       | 2,81          |
| Depreciación de la criadora                   | 0,04          |
| depreciación comederos                        | 0,03          |
| Depreciación bebederos manuales               | 0,02          |
| Depreciación balanza                          | 0,12          |
| Depreciación bomba de fumigar                 | 0,24          |
| <b>Total, de Costos Indirectos</b>            | <b>12,20</b>  |
| <b>Costos de distribución</b>                 |               |
| Costo por Transporte                          | 7,50          |
| <b>Total, Costos de Producción</b>            | <b>129,89</b> |

*Nota.* Monto total de los costos incurridos hasta los 45 días del fin de la actividad por cada tratamiento.

**Tabla 30***Hoja de costos T2 (pienso compuesto + 15% forraje verde hidropónico de cebada)*

| <b>Hoja Costos</b>                            |               |
|---|---------------|
| <b>Materia Prima directa</b>                  |               |
| Pollos de 15 días de edad (broiler Cobb 500)  | 22,80         |
| Balanceado crecimiento                        | 25,00         |
| Balanceado engorde/finalizador                | 38,00         |
| Semilla Cebada                                | 0,63          |
| FVH de Cebada                                 | 3,06          |
| <b>Total, Materia Prima Directa</b>           | <b>89,49</b>  |
| <b>Mano de Obra directa</b>                   |               |
| Mano de Obra directa crecimiento (15-30 días) | 3,21          |
| Mano de Obra directa desarrollo (30-45 días)  | 3,21          |
| Mano de obra faenamiento                      | 12,00         |
| <b>Total, Mano de Obra Directa</b>            | <b>18,42</b>  |
| <b>Costos Indirectos</b>                      |               |
| Antibióticos                                  | 1,70          |
| Materiales de Aseo                            | 1,25          |
| Viruta  | 2,00          |
| Gas Industrial                                | 1,00          |
| Servicios Básicos                             | 3,00          |
| Depreciación del galpón                       | 2,81          |
| Depreciación de la criadora                   | 0,04          |
| depreciación comederos                        | 0,03          |
| Depreciación bebederos manuales               | 0,02          |
| Depreciación balanza                          | 0,12          |
| Depreciación bomba de fumigar                 | 0,24          |
| <b>Total, de Costos Indirectos</b>            | <b>12,20</b>  |
| <b>Costos de distribución</b>                 |               |
| Costo por Transporte                          | 7,50          |
| <b>Total, Costos de Producción</b>            | <b>127,61</b> |

*Nota.* Monto total de los costos incurridos hasta los 45 días del fin de la actividad por cada tratamiento.

**Tabla 31***Hoja de costos T3 (pienso compuesto + 10% forraje verde hidropónico de cebada)*

| <b>Hoja Costos</b>                            |               |
|---|---------------|
| <b>Materia Prima directa</b>                  |               |
| Pollos de 15 días de edad (broiler Cobb 500)  | 22,80         |
| Balanceado crecimiento                        | 25,00         |
| Balanceado engorde/finalizador                | 38,00         |
| Semilla Cebada                                | 0,63          |
| FVH de Cebada                                 | 2,04          |
| <b>Total, Materia Prima Directa</b>           | <b>88,47</b>  |
| <b>Mano de Obra directa</b>                   |               |
| Mano de Obra directa crecimiento (15-30 días) | 3,21          |
| Mano de Obra directa desarrollo (30-45 días)  | 3,21          |
| Mano de obra faenamiento                      | 12,00         |
| <b>Total, Mano de Obra Directa</b>            | <b>18,42</b>  |
| <b>Costos Indirectos</b>                      |               |
| Antibióticos                                  | 1,70          |
| Materiales de Aseo                            | 1,25          |
| Viruta  | 2,00          |
| Gas Industrial                                | 1,00          |
| Servicios Básicos                             | 3,00          |
| Depreciación del galpón                       | 2,81          |
| Depreciación de la criadora                   | 0,04          |
| depreciación comederos                        | 0,03          |
| Depreciación bebederos manuales               | 0,02          |
| Depreciación balanza                          | 0,12          |
| Depreciación bomba de fumigar                 | 0,24          |
| <b>Total, de Costos Indirectos</b>            | <b>12,20</b>  |
| <b>Costos de distribución</b>                 |               |
| Costo por Transporte                          | 7,50          |
| <b>Total, Costos de Producción</b>            | <b>126,59</b> |

*Nota.* Monto total de los costos incurridos hasta los 45 días del fin de la actividad por cada tratamiento.