



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

"EFECTO DE UN NÚCLEO DE INTEGRIDAD INTESTINAL EN POLLOS
DE ENGORDE EN LA AVÍCOLA "MEGAVES" UBICADA EN EL SECTOR
DE ASCÁZUBI, PROVINCIA DE PICHINCHA - ECUADOR"

AUTORA

Susana Andrea Betancourt Rodríguez

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

EFFECTO DE UN NÚCLEO DE INTEGRIDAD INTESTINAL EN POLLOS DE
ENGORDE EN LA AVÍCOLA “MEGAVES” UBICADA EN EL SECTOR DE
ASCÁZUBI, PROVINCIA DE PICHINCHA – ECUADOR

Trabajo de titulación en conformidad con los requisitos establecidos para optar
por el título de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos.

Profesor Guía

Msc. Diego Cecil Proaño Egas

Autora

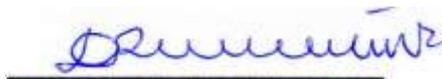
Susana Andrea Betancourt Rodríguez

Año

2017

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.



Diego Cecil Proaño Egas
Máster en Ciencias Agropecuarias
CI: 1705055646

DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

Pablo Santiago Moncayo Moncayo

Máster en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial

CI: 1712367505

DECLARACIÓN AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Yo, Susana Andrea Betancourt Rodríguez declaro que este trabajo es original, de mi autoría. A lo largo de su ejecución se han citado las fuentes correspondientes y se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

Susana Betancourt.

Susana Andrea Betancourt Rodríguez
CI: 1714149588

AGRADECIMIENTO

Antes que a nadie, quiero agradecer a Dios por haberme dado tantas oportunidades a lo largo de mi vida; a mis padres y familia por haberme apoyado a lo largo de todos mis proyectos e ideales. A Sebastián Pinto por su ayuda, cariño y paciencia.

Agradezco a quienes me permitieron el desarrollo de este trabajo de titulación, especialmente a Diego Coronel de la empresa Aditmaq, Carmen María Zabala y a Juan Francisco Galarza.

Agradezco a Pablo Moncayo y a Diego Proaño por haberme instruído y aconsejado, no solo durante este proyecto sino a lo largo de toda mi carrera universitaria.

DEDICATORIA

A mis padres, Luis y Ruth, que sin su guía y ayuda, no hubiera logrado superar mis obstáculos y concluir las metas de mi vida.

A mis hermanos, María José y David, por haber sido mis compañeros de vida.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en la parroquia de Ascázubi en un galpón experimental perteneciente a la avícola MEGAVES CIA. LTDA. El objetivo fue evaluar el efecto de un Núcleo de Integridad Intestinal en parámetros productivos de pollos de engorde frente a una dieta Comercial y una dieta Tradicional. Los pollos alimentados con una dieta a base del Núcleo de Integridad Intestinal tuvieron mejores parámetros productivos, entre ellos mayor ganancia de peso, menor conversión alimenticia y de esta manera un factor de eficiencia productiva más alto. La dieta con el Núcleo de Integridad Intestinal tuvo una ganancia de peso a los 42 días de 2079,69 gramos mientras que las dietas Comercial y Tradicional tuvieron ganancias de 2033,12 y 1730,33 gramos respectivamente. En relación a la conversión alimenticia, el valor más eficiente lo logró la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal con 1,60; la dieta Comercial tuvo 5 puntos adicionales y la dieta Tradicional 35. El mejor rendimiento de canal fue el de la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal, siendo superior en un 3,22% a la dieta Tradicional y de 0,58% a la dieta Comercial. El costo de producción de cada kilogramo de pollo producido fue inferior para la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal con un valor de \$0,78. La dieta Comercial tuvo un costo por kg de \$1,00/kg y la dieta Tradicional de \$0,87/kg. El mayor beneficio se alcanzó al utilizar la dieta con el Núcleo de Integridad Intestinal con una ganancia por pollo de \$2,55, ; a este le siguió la dieta Comercial con una ganancia de \$2,04 por pollo y el menor valor correspondió a la dieta Comercial que tuvo una ganancia por pollo de \$1,97. La dieta con el Núcleo de Integridad Intestinal tuvo la relación beneficio/costo más elevada, ganando 1,54 dólares por cada dólar invertido y recuperado. Para la dieta Comercial este valor corresponde a 0,99 dólares y para la Tradicional de 1,29 dólares. Se pudo concluir que la dieta con un Núcleo de Integridad Intestinal complementado con las Buenas Prácticas Avícolas, resulta en una oportunidad tecnológica para obtener mayores rendimientos en la crianza de pollos de engorde.

ABSTRACT

The present study was carried out in the parish of Ascázubi in an experimental shed belonging to the poultry MEGAVES CIA. LTDA. The objective was to evaluate the effect of an Intestinal Integrity Nucleus on productive parameters of broiler chickens against a Commercial diet and a Traditional diet

Chickens fed a diet based on the Intestinal Integrity Nucleus had better productive parameters, including greater weight gain, lower feed conversion and thus a higher productive efficiency factor. The diet with the Intestinal Integrity Nucleus had a weight gain at 42 days of 2079,69 grams while the Commercial and Traditional diets had gains of 2033,12 and 1730,33 grams respectively. In relation to the food conversion, the most efficient value was achieved by the diet with Intestinal Integrity Nucleus with 1,60; the Commercial diet had 5 additional points and the Traditional diet 35. The best performance of the channel was that of the diet with Intestinal Integrity Nucleus, being higher in 3,22% to the Traditional diet and 0,58% to the Commercial diet. The production cost of each kilogram of chicken produced was lower for the diet with Intestinal Integrity Nucleus with a value of \$ 0,78. The Commercial diet had a cost per kg of \$ 1,00/kg and the Traditional diet of \$ 0,87/kg. The greatest benefit was achieved by using the diet with the Intestinal Integrity Nucleus with a gain per chicken of \$ 2,55; this was followed by the Commercial diet with a gain of \$ 2,04 per chicken and the lowest value corresponded to the Traditional diet that had a gain per chicken of \$ 1,97. The diet with the Intestinal Integrity Nucleus had the highest benefit / cost ratio, earning \$ 1,54 per dollar invested and recovered. For the Commercial diet this value corresponds to \$ 0,99 and for the Traditional \$ 1,29.

It was possible to conclude that the diet with an Intestinal Integrity Nucleus complemented with the Good Poultry Practices, results in a technological opportunity to obtain greater yields in the raising of broilers.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcance	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
2. CAPÍTULO II: Marco teórico.....	5
2.1 Avicultura	5
2.1.1 Evolución de la avicultura.....	5
2.1.2 Mejoramiento genético del pollo de engorde.....	8
2.1.2.1 Casa genética Aviagen	8
2.1.2.2 Línea genética Ross:308	9
2.1.3 La Avicultura a nivel mundial.....	9
2.1.3.1 Producción	9
2.1.3.2 Consumo de carne de pollo	12
2.1.4 La Avicultura en América	13
2.1.4.1 Producción	13
2.1.4.2 Consumo de carne de pollo	14
2.1.5 La Avicultura en el Ecuador	15
2.1.5.1 Reseña histórica	15
2.1.5.2 Población avícola total nacional y por provincias.....	16
2.1.5.3 Situación actual y futura de la avicultura en el país	18
2.1.5.4 Regiones potenciales para la producción avícola.....	23
2.1.5.5 Consumo de carne de pollo	25
2.1.5.6 Precio de la carne de pollo	26
2.1.5.7 Factores que limitan el crecimiento y calidad del pollo de engorde.....	27

2.2 Particularidades digestivas del pollo de engorde	28
2.2.1 Cavidad bucal	28
2.2.2 Faringe y esófago	29
2.2.3 Bucho	29
2.2.4 Estómago glandular	29
2.2.5 Estómago muscular	30
2.2.6 Intestino delgado y grueso	30
2.2.7 Cloaca	30
2.3 Fisiología del pollo de engorde	31
2.3.1 Digestión de nutrientes y metabolismo.....	32
2.3.1.1 Digestión de carbohidratos	32
2.3.1.2 Digestión de proteínas y compuestos nitrogenados	33
2.3.1.3 Digestión de lípidos.....	33
2.4 Integridad intestinal	33
2.4.1 Primeros 10 días de vida.....	35
2.4.2 Requerimientos nutricionales del pollo de engorde.....	36
2.4.2.1 Aporte de nutrientes.....	36
2.4.2.2 Presentación del alimento.....	38
2.4.2.3 Programas de alimentación	38
2.4.2.4 Restricción alimenticia	39
2.4.2.5 Suministro de agua	40
2.5 Buenas Prácticas Avícolas	41
2.5.1 Manejo del Pollo durante la crianza	42
2.5.2 Planeación	42
2.5.3 Recepción del pollo	43
2.5.4 Humedad.....	44
2.5.5 Temperatura	44
2.5.6 Ventilación	45
2.5.7 Iluminación	45
2.5.8 Densidad de población	46
2.5.9 Salud y bioseguridad.....	47

2.5.10	Prevención de contagio de enfermedades	48
2.5.11	Sistema de comederos y bebederos	49
2.6	Núcleo de Integridad Intestinal “ÓPTIMO BROILER”	52
2.6.1	Empresa ADITMAQ.....	52
2.6.2	Desarrollo de un Núcleo de Integridad Intestinal	53
2.6.3	Materias primas utilizadas en el Núcleo de Integridad Intestinal.....	54
2.6.3.1	Proteínas funcionales	54
2.6.3.2	Antifúngicos e inhibidores de micotoxinas	54
2.6.3.3	Enzimas	55
2.6.3.4	Probióticos y prebióticos	55
2.6.3.5	Phytobióticos	55
2.6.3.6	Ácidos orgánicos como reguladores del pH intestinal	56
2.6.3.7	Fibra insoluble	56
3.	CAPÍTULO III: Materiales y métodos.....	57
3.1	Ubicación y factores climáticos.....	57
3.2	Materiales y Equipos	59
3.2.1	Fase de campo	59
3.2.1.1	Implementación del galpón experimental	59
3.2.1.2	Experimentación	59
3.2.2	Fase de laboratorio	60
3.3	Metodología.....	60
3.3.1	Tratamientos	60
3.3.2	Unidad experimental	62
3.3.3	Análisis estadístico.....	63
3.3.4	Variables	65
3.3.4.1	Variables en campo.	65
3.3.4.2	Variables de rendimiento	67
3.4	Manejo del experimento	67
3.4.1	Adecuación del galpón	67
3.4.2	Preparación de las dietas.....	70
3.4.3	Manejo del ensayo	71

3.4.3.1 Fase de campo.....	71
3.4.3.2 Fase de laboratorio.....	74
4. CAPÍTULO IV: Resultados y discusión	76
4.1 Resultados	76
4.1.1 Parámetros productivos	76
4.1.2 Parámetros de rendimiento en la canal.....	81
4.1.3 Evaluación de la Integridad Intestinal en las carcasas de los pollos	82
4.2 Discusión de resultados	84
4.2.1 Ganancia de Peso.....	84
4.2.2 Conversión alimenticia ajustada.....	87
4.2.3 Rendimiento en la canal.....	88
4.3 Análisis económico	89
5. Conclusiones y recomendaciones	93
5.1 Conclusiones.....	93
5.2 Recomendaciones.....	94
REFERENCIAS	95
ANEXOS	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cambios de ganancia muscular en pollos de engorde de 56 días gracias a la manipulación genética.....	7
Figura 2. Producción mundial de pollo de engorde expresada en millones de toneladas.....	11
Figura 3. Participación de los países de mayor producción de pollo de engorde,año 2016.	11
Figura 4. Distribución de la producción mundial de pollo de engorde por continentes, año 2016.	12
Figura 5. Consumo mundial de carne de pollo per cápita	13
Figura 6. Producción de carne de pollo eviscerado en el año 2016.....	14
Figura 7. Consumo per cápita de carne de pollo en América.....	15
Figura 8. Número de aves criadas en planteles avícolas por región.....	18
Figura 9. Mercado en el Ecuador de maíz Duro Amarillo.....	21
Figura 10. Mercado en el Ecuador de Soya.....	22
Figura 11. Participación de materias primas en la avicultura	23
Figura 12. Localización de granjas por provincia en el Ecuador	24
Figura 13. Consumo pér capita de carne de pollo en el Ecuador.....	25
Figura 14. Evolución del precio del pollo en pie del año 2015, (\$/kg)	26
Figura 15. Evolución del precio del pollo en pie del año 2016, (\$/kg)	27
Figura 16. Anatomía del tracto Intestinal del pollo de engorde.....	28
Figura 17. Mapa satelital del Ensayo Experimental. Ascázubi-Ecuador.....	58
Figura 18. Fotografía de la estructura de cada unidad experimental	63
Figura 19. Esquema y medidas del galpón experimental. Ascázubi-Ecuador.	68
Figura 20. Distribución del galpón experimental.....	69
Figura 21. Distribución del galpón experimental.....	69
Figura 22. Distribución de corrales en el galpón experimental.	72
Figura 23. Promedio de ganancia de peso de las dietas evaluadas junto al estándar de la línea genética ROSS 308.	78
Figura 24. Promedio de ganancia de peso y desviación estándar.	80

Figura 25. Dimensiones de Velloidades y Microvellosidades expresado en micrómetros (um).	83
Figura 26. Correlación entre dietas y recta de regresión.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de aves criadas en planteles avícolas por categorías y especies	16
Tabla 2. Número de aves criadas en planteles avícolas por provincia	17
Tabla 3. Valores recomendados para dietas de engorde.....	37
Tabla 4. Niveles máximos aceptables para tener agua de excelente calidad.....	40
Tabla 5. Temperatura del galpón del pollo de engorde	44
Tabla 6. Recomendaciones de horas de fotoperíodo para lograr un óptimo rendimiento en vivo.	46
Tabla 7. Recomendaciones para densidades poblacionales.....	46
Tabla 8. Plan de limpieza y desinfección	48
Tabla 9. Control de contagio de enfermedades.....	48
Tabla 10. Recomendaciones para densidades de comederos automáticos.....	50
Tabla 11. Consumo promedio de agua de pollos de Engorde (Expresado en: Litros/1000 aves/día)	51
Tabla 12. Recomendaciones para densidades de bebederos.....	52
Tabla 13. Características agroecológicas del ensayo realizado.....	57
Tabla 14. Delimitación de la parroquia rural de Áscázubi.	58
Tabla 15. Descripción de las dietas utilizadas.....	61
Tabla 16. Descripción del diseño experimental (DBCA) factorial, factores y niveles.	61
Tabla 17. Descripción de los tratamientos analizados en el DBCA factorial.....	62
Tabla 18. Descripción de los tratamientos analizados en el DBCA.....	62
Tabla 19. Modelo ADEVA para diseño completamente al azar en arreglo factorial.....	64
Tabla 20. Modelo ADEVA para diseño completamente al azar	64
Tabla 21. Composición base del alimento balanceado para dietas de engorde	70

Tabla 22. Descripción de las fases utilizadas a lo largo del ensayo.....	70
Tabla 23. Fechas de inicio de cada fase de alimentación	71
Tabla 24. Programa de vacunación avícola Megaves, región Sierra.	74
Tabla 25. Análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial evaluado en 3 dietas.....	76
Tabla 26. Análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar	77
Tabla 27. Promedio, desviación estándar y prueba de Tukey ($p < 0,05$) de los parámetros productivos evaluados en tres dietas de pollos de engorde en un ensayo experimental.	79
Tabla 28. Promedio, desviación estándar y prueba de Tukey ($p < 0,05$) de los parámetros productivos evaluados en tres dietas de pollos de engorde	80
Tabla 29. Análisis de varianza para parámetros de rendimiento de canal evaluados en un ensayo experimental en pollos de engorde evaluando 3 dietas	81
Tabla 30. Promedio, desviación estándar y prueba de Tukey ($p < 0,05$) de los parámetros de rendimiento evaluados en tres dietas de pollos de engorde	81
Tabla 31. Costo por kilogramo de alimento balanceado de cada tratamiento.....	90
Tabla 32. Costo por kilogramo de pollo en pie producido.	90
Tabla 33. Relación Beneficio/Costo	91
Tabla 34. Composición garantizada del alimento Tradicional	113
Tabla 35. Composición garantizada del alimento Comercial.....	113
Tabla 36. Composición garantizada del alimento Núcleo de Integridad Intestinal	113
Tabla 37. Promedio, desviación estándar y prueba de Tukey ($p < 0,05$) de los parámetros productivos evaluados en tres dietas de pollos de engorde en un ensayo experimental en la avícola Megaves.	122
Tabla 38. Resultados de la evaluación de Integridad Intestinal.....	123

Tabla 39. Detalle de los rubros destinados al ensayo experimental, Tratamiento Núcleo de Integridad Intestinal	130
Tabla 40. Detalle de los rubros destinados al ensayo experimental, Tratamiento Comercial	131
Tabla 41. Detalle de los rubros destinados al ensayo experimental, Tratamiento Tradicional	26

1. CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

A lo largo de las dos últimas décadas, la avicultura es el sector pecuario que más expansión y avances tecnológicos ha tenido a nivel mundial. La producción avícola es la industria que más futuro tiene a pesar de la desaceleración económica que se ha dado en los últimos años (López, 2015). La población mundial crece, se estima que ésta llegue a nueve mil seiscientos millones (9 600`000.000) de personas en el 2050, donde se requerirá una fuente sostenible de alimentos seguros y de alta calidad (Kaufmann, 2015).

En la actualidad, este tipo de industria tiene como objetivo suministrar proteína de origen animal, a bajo precio (Cervantes, 2015). La industria avícola se caracteriza por ser altamente competitiva y rápida, el mismo autor señala que el trabajo cotidiano debe ser “rápido y bien hecho, no lento y perfecto, porque la velocidad marca la diferencia integral”, es así, que el mercado de carne de pollo requiere alimentos con un menor ciclo productivo pero con los mismos rendimientos exigidos por el consumidor.

La tendencia mundial en la producción y consumo de pollo ha tenido un crecimiento lineal, donde en la última década se ha cuadruplicado el mercado de carne de aves de corral. Este comportamiento se refleja principalmente en América del Sur, donde el consumo per cápita de carne de pollo ha crecido en un 30% en los últimos cinco años (FAO, 2014).

La industria avícola ecuatoriana se consolidó a partir del 2015 con la autosuficiencia en maíz, buenas prácticas avícolas y economía estable (Ruíz, 2015). La evolución de la industria avícola frente al sector pecuario, resulta exitosa siempre y cuando se cumplan los retos y desafíos que involucran la producción, comercialización y bioseguridad (López, 2015). Con la aplicación de un programa de Buenas Prácticas Avícolas (BPA), tomando en cuenta aspectos como nutrición, genética, manejo, salubridad y medio ambiente, la producción es más eficiente y rentable.

La actividad avícola ha estado siempre en constante búsqueda de nuevas tecnologías con el propósito de lograr mejores índices de productividad bajo un enfoque sostenible y sustentable. Es así, como en los últimos años aparece el concepto de Integridad Intestinal, como un aspecto funcional óptimo dentro de la fisiología digestiva de las aves en su ciclo productivo (Domínguez, 2015).

En relación al párrafo anterior, los avances en la tecnología de producción avícola desarrollados en la última década permiten alcanzar mayor eficiencia en el uso de recursos y conciencia ambiental (Kauffman, 2015). El mismo autor señala que un aumento en la productividad está ligado con el uso de alimentos concentrados, líneas genéticas más productivas, mejoras en la salud animal y desarrollos post-faena; esto unido a este nuevo concepto de nutrición permite lograr un desarrollo integral y explotación máxima del ave de engorde.

1.2. Alcance

Este proyecto tiene como fin evaluar un Núcleo de Integridad Intestinal, comparado con otras dietas sobre los índices de ganancia de peso, conversión alimenticia y factor de eficiencia productiva en la carne de pollo, bajo un enfoque sostenible y sustentable, en la localidad de Ascázubi.

Por otro lado, se pretende generar para el sector avícola nacional otra alternativa tecnológica, que contribuya de forma sostenible la producción y el consumo de carne de pollo con calidad.

1.3. Justificación

La genética actual ofrece una amplia gama de genotipos adecuados para la explotación de los pollos de engorde, esta manipulación tiene como fin seleccionar características para obtener mejoras en la producción de carne (Aviagen, 2009).

Para explotar al máximo la codificación genética, es necesario brindarle al pollo todas las condiciones necesarias para su desarrollo, entre ellas están el manejo, la densidad de población, ventilación, iluminación, salud, temperatura, agua, vacunas, bienestar animal y especialmente el suministro de los requerimientos de nutrientes (Cobb, 2014). Es así que el futuro de la avicultura está en la nutrición, influenciado por raciones de excelente calidad y alta disponibilidad de nutrientes (Navarro, 2012).

La industria pecuaria está caracterizada por transformar proteína de origen vegetal en carne para consumo, es así que las materias primas utilizadas para la elaboración de balanceados se convierten en un componente crítico para la producción (Navarro, 2012). Actualmente en el Ecuador hay un sinnúmero de desafíos de la alimentación que deben ser tomados como factores limitantes (Barrionuevo, 2015).

La productividad eficiente en la avicultura considera varios aspectos esenciales, entre los cuáles podemos indicar que se debe contar con aves sanas (Navarro, 2012), que sean capaces de realizar procesos de digestión eficientes y eficaces del alimento, reflejado en la salud del tracto intestinal, el sistema inmune y físico del broiler.

Según varias investigaciones en otros países, el uso de un Núcleo de Integridad Intestinal resulta en el desarrollo de una fisiología digestiva del pollo más eficiente durante su ciclo productivo, reflejando cambios anatómicos importantes como: incremento en el área superficial de las microvellosidades del intestino, mayor diámetro de duodeno y mayor tamaño de molleja, que mejoran su desarrollo y productividad.

Con estos antecedentes, este proyecto es un paso previo en la búsqueda de nuevas tecnologías aplicadas en la nutrición avícola, que apunten a un sistema de producción más sostenible y sustentable.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Implementar el uso de un Núcleo de Integridad Intestinal en pollos de engorde como respuesta a un mejoramiento de la nutrición y alimentación, en la avícola Megaves, Ascázubi – Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Evaluar el uso de un Núcleo de Integridad Intestinal comparado a una dieta Tradicional y Comercial en la ganancia de peso y conversión alimenticia.
- Realizar un análisis económico entre las dietas estudiadas aplicando el método del Presupuesto Parcial de Perrin.

2. CAPÍTULO II: Marco teórico

2.1. Avicultura

2.1.1. Evolución de la avicultura

La avicultura se define como la explotación pecuaria encargada de criar aves, con el fin de beneficiarse de sus productos, se remonta a la era Neolítica donde los egipcios fueron los primeros avicultores. Durante la Edad Media, los huevos y carne de aves, especialmente la de gallina, eran el alimento más fino y apreciado. Con el crecimiento poblacional dado a partir de esa época, el consumo de carne se expandió notablemente, es así que las aves de corral tomaron gran importancia en la alimentación (González, 2013). Durante los últimos 200 años se dio una explotación racional y tecnificada de la avicultura.

La gran evolución genética de la avicultura se dio en los últimos 100 años. El pollo de engorde conocido como Broiler, es un híbrido de crecimiento rápido alimentado a base de pienso, que abarca la mayoría del mercado de carne. Junto a una buena nutrición y manejo adecuado, desde 1950 se ha logrado mejorar notablemente los índices de conversión alimenticia y eficacia en la ganancia de peso gracias a la selección genética que han permitido un cambio en el perfil de las razas (Ruíz, 2013). Bajo dichos adelantos, en 25 años se ha logrado mejorar la conversión alimenticia en 8 puntos; en 1989 se lograba sacar pollos de 35 días con una conversión de 2,3, con 1,40 kg de peso vivo y con un consumo total 3,22 kg de alimento balanceado total. Actualmente se logra sacar en promedio pollos de 2,44 kg, con un consumo total de 3,66 kg de alimento y una conversión de 1,5 (Siegel, 2013).

Varios estudios realizados concuerdan con lo citado anteriormente, éstos atribuyen los cambios dados en crecimiento, eficiencia y rendimiento de los pollos de engorde a la selección genética utilizando técnicas tradicionales, ésta representa el 90% del índice de mejora en rendimiento, apenas el 10% de este cambio se atribuye a cambios ambientales (Zuidhof et al., 2014).

Desde 1957 se ha logrado incrementar el rango de crecimiento en un 400% y reducir la conversión alimenticia en un 50%. Esta manipulación se enfoca en satisfacer parámetros económicos relacionados directamente con las preferencias de los consumidores, actualmente el 46% de ellos prefiere pollo procesado mientras que en 1962 este porcentaje era de apenas un 2%. Desde 1990 el número de aves grandes criadas para deshuesar, donde se exige un mayor porcentaje de pechuga, se ha expandido rápidamente (Donohue, 2012).

El objetivo primordial de la avicultura es obtener aves más jóvenes y pesadas (Revidatti et al., 2006). Por ello, el mayor desafío que enfrenta en la próxima década es equilibrar el bienestar animal y ambiental con una mayor demanda de carne de pollo (FAO, 2016), sumado a esto las exigencias del mercado han obligado a las casas genéticas de pollos de engorde a desarrollar animales con mejores índices de productividad (Zuidhof et al., 2014). Lastimosamente este proceso de selección genética sólo fue orientado para mejorar la productividad, rendimiento y desempeño del pollo de engorde, con el fin de obtener mayor porcentaje de eviscerado, sin embargo el desarrollo de órganos y tejidos, tanto digestivos como relacionados a la respuesta inmunológica resultaron perjudicados (Cheema et al., 2003). Este cambio también ha dado como resultado una mayor susceptibilidad a enfermedades (Tavernari et al., 2008).

En la Figura 1. se puede apreciar de manera visual los cambios que se han dado en la última década, la figura es de un estudio realizado en la Universidad de Alberta donde se ven pollos de la misma edad (56 días) tratados bajo el mismo manejo y alimentación, uno corresponde a la genética de 1957, otra de 1978 y una del 2005 conocida como Ross 308. Es posible determinar que en 48 años el rendimiento del pollo de engorde incrementó en un 364%, de 0,905 kg a 4,202 kg.

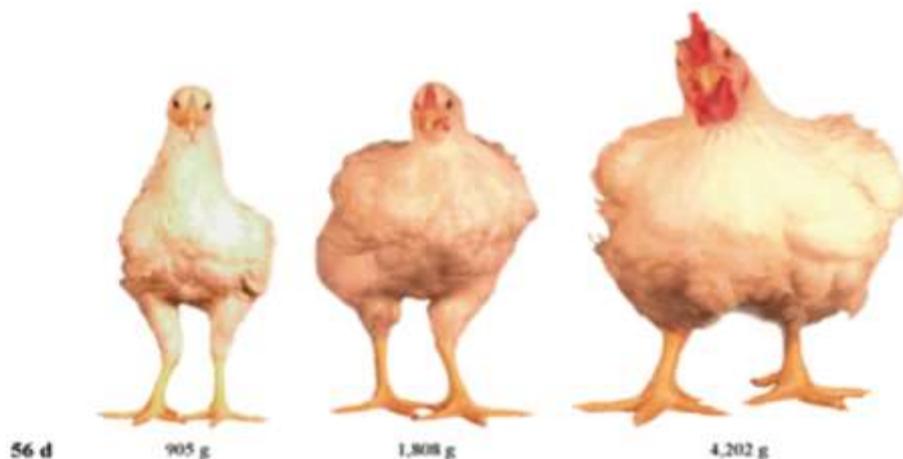


Figura 1. Cambios de ganancia muscular en pollos de engorde de 56 días gracias a la manipulación genética.

Tomado de Zuidhof et al. (2014).

a) Ensayo realizado en la Universidad de Alberta, de izquierda a derecha estirpes seleccionadas de 1957, 1978 y 2005.

En la última década no solo se han dado mejoras en el rendimiento del pollo de engorde, la viabilidad de esta industria ha llegado a un mínimo del 96% mientras que 10 años atrás se llegaba a un máximo de 95,1%. De igual manera se ha reducido el decomiso de aves enfermas de un 1,2% a apenas un 0,2% (Donohue, 2012).

La efectividad de las líneas genéticas híbridas de rápido crecimiento desarrolladas es factible únicamente si éstas se complementan con varios objetivos técnicos (densidad de producción, peso de faena, ciclos productivos) y especificaciones de manejo. De esta manera, para explotar los parámetros logrados genéticamente se debe proporcionar las condiciones adecuadas para el desarrollo óptimo del pollo de engorde, es así que en los últimos años las mejoras en la avicultura se han dado, en conjunto a la genética, gracias a los avances tecnológicos que incluyen galpones más equipados, desarrollo de vacunas, estandarización de parámetros de manejo y especialmente programas especiales de alimentación. La nutrición debe evolucionar de manera paralela para cubrir las necesidades del Broiler actual.

En resumen, los avances tecnológicos que se dieron en la última década en la industria avícola, incluyendo la inversión genética, tecnología de vivienda, automatización de plantas, productos innovadores y especialmente la formulación y nutrición de alimentos, permitieron incrementos en el rendimiento del Broiler. Los principales resultados que se han logrado en la última década son mejores tasas de crecimiento, índices de conversión alimenticia más eficiente, rendimientos de eviscerado óptimos, entre otros (Donohue, 2012).

2.1.2. Mejoramiento genético del pollo de engorde

El mejoramiento genético busca desarrollar estirpes o líneas con mejor adaptación para la producción de carne y huevo a través de derivados de las primeras estirpes de aves comerciales, líneas cosanguíneas o líneas principales de una estirpe (Ruíz, 2013). La genética actual de pollos de engorde busca efectivizar el desempeño de los Broiler mediante menores índices de conversión alimenticia y mayor ganancia de peso. Los genotipos desarrollados recientemente tienen la habilidad de prosperar con dietas de menor costo y baja densidad de nutrientes. Los avances tecnológicos en pollos de carne permiten tener mayor competitividad mediante menores costos de producción por kilogramo de peso vivo producido (Cobb Vantress, 2016). Entre las líneas mejoradas, las más reconocidas a nivel mundial son los pollos Ross, Cobb Vantress, Hubbard, entre otros.

2.1.2.1. Casa genética Aviagen

Mediante un conjunto de científicos, experiencia, equipos, instalaciones y un sustento adecuado para la investigación y desarrollo, las compañías de perfeccionamiento genético tienen como único objetivo proveer aves para la producción avícola comercial con mejores características de productividad.

Las casas comerciales no solo proporcionan programas de mejoramiento genético junto a un desempeño más alto, sino que otorgan información acerca de bienestar animal, estado físico y salud, parámetros de producción y rendimiento (Ruíz, 2013). Aviagen es una de los líderes mundiales del mercado

de genética avícola. Esta empresa utiliza aves de pedigrí a nivel mundial para sus técnicas de selección genética. Aviagen busca anticiparse a las necesidades del mercado e integrar nuevas tendencias para el desarrollo de nuevos productos de manera sostenible y sustentable, es así que ha desarrollado un portafolio diversificado de productos (Aviagen, 2016).

En la gama de pollos de engorde, Aviagen cuenta con tres marcas independientes, estas son: Ross, Arbor Acres e Indian River. La cartera de productos de Aviagen garantiza resultados económicos, bienestar y rendimiento (Aviagen, 2016).

2.1.2.2. Línea genética Ross:308

Ross de la casa genética de Aviagen, es una de las marcas de reproductoras con mayor prestigio a nivel mundial. Ross ofrece solucionar al cliente todos los retos productivos a partir de genética de primera clase, rendimiento de producto y apoyo a nivel mundial (Aviagen, 2016).

La estirpe Ross 308 es reconocida mundialmente como un pollo de carne de alto rendimiento, con una excelente tasa de crecimiento y eficiencia alimenticia (Aviagen, 2016).

Aviagen proporciona junto a su producto una serie de datos que se derivan de ensayos de investigación interna para guiar al consumidor sobre las características que debería esperar de las aves de engorde, para ello ofrece su Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross (Aviagen, 2016).

2.1.3. La avicultura a nivel mundial

2.1.3.1. Producción

Es evidente que en las últimas décadas la producción agropecuaria ha evolucionado hacia explotaciones sostenibles, rentables y comprometidas a cumplir las exigencias del consumidor, manteniendo la salud y seguridad alimentaria (Errecart, 2013). Según la FAO, para el 2016 la producción mundial

de carne crecerá un 0,3% comparado a los índices registrados en el año 2015, alcanzando 321 millones de toneladas. En un informe de la OECD, por sus siglas en inglés, (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), se indica que a partir de 1996 hubo un incremento aproximadamente del 20%, de esta cifra el crecimiento de los países desarrollados tuvo un alza del 35%, mientras que los países en desarrollo del 65%. Se estima que la producción de proteína animal crezca un 16% para el 2025. De estas cifras el 51% representa la carne de ave con un estimado de 116 millones de toneladas (FAO,2016), de las cuales el 85% es carne de pollo (ALA, 2016).

La carne de pollo tiene una producción actual aproximada de 99 millones de toneladas debido a que es la proteína animal más económica y aceptada a nivel mundial. En los últimos años se dio una caída de la producción de carne de cerdo (OCDE-FAO, 2014), por lo que se estima que el mercado que más se expanda a nivel mundial sea el de carne de pollo, se espera que éste tenga un crecimiento del 3% en los siguientes 10 años. Este cambio acelerado se justifica por el bajo costo de producción en relación a otras fuentes cárnicas. En la avicultura se reflejan grandes avances tecnológicos incluyendo genética, sanidad y mayor densidad de población, además de precios favorables de formulación y baja competencia (El Sitio Avícola, 2016).

La USDA, por sus siglas en inglés, (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos) pronostica un crecimiento continuo de alrededor del 2% anual de esta industria en la próxima década tal y como se ha dado a partir del año 2000. Se prevé que la producción de carne de pollo se acerque a 134 millones de toneladas en el 2024, de esta forma representaría más de la mitad de la producción cárnica mundial. En la siguiente figura se muestra la producción mundial de carne de pollo de engorde a partir del año 2005 (FAO, 2016).

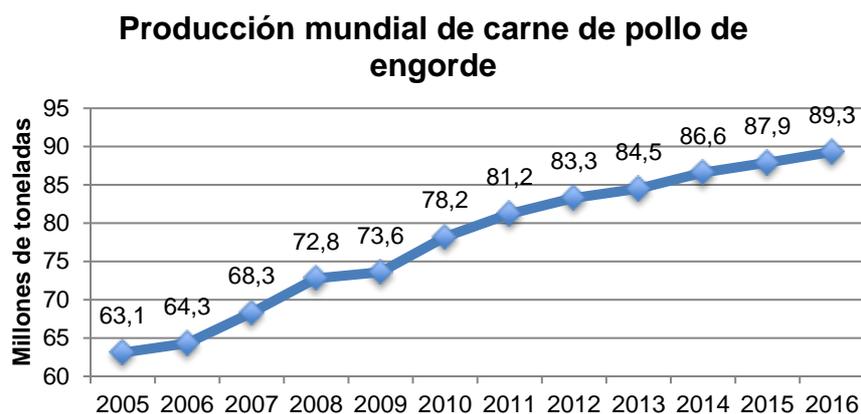


Figura 2. Producción mundial de pollo expresada en millones de toneladas. Tomado de (FAO,2016); (USDA,2016).

El 50% de la producción total de pollo a nivel mundial se concentra en 5 productores, Estados Unidos de América, Brasil, China, India y Rusia. En la figura a continuación se muestran la participación de distintos países productores de carne en las cifras mundiales (FAO, 2016).

Producción de carne de pollo de engorde (miles de toneladas)

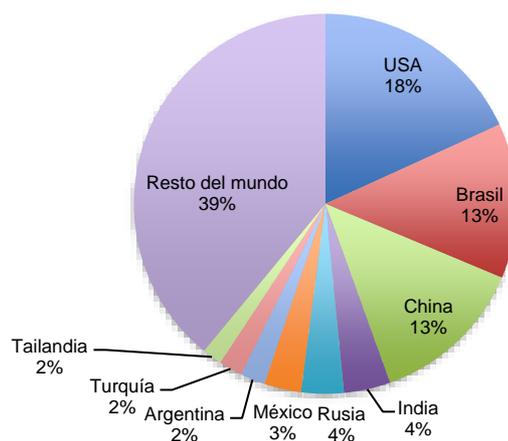


Figura 3. Participación de los países de mayor producción de pollo de engorde, año 2016. Tomado de (FAO,2016); (USDA, 2016).

En la figura 4. se puede apreciar la distribución de pollo de engorde por continente para el año 2016. Este pronóstico fue realizado por la USDA (SAGARPA, 2015), donde la mayor producción se concentra en América, abarca alrededor del 44%.

Producción de carne de pollo de engorde (millones de toneladas)

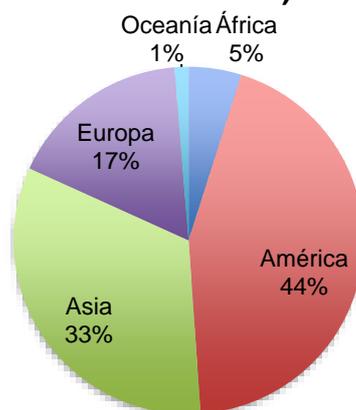


Figura 4. Distribución de la producción mundial de pollo de engorde por continentes, año 2016.
Tomado de (FAO,2016); (USDA, 2016).

2.1.3.2. Consumo de carne de pollo

Desde el año 2000 no solo se ha dado un incremento en la producción mundial de proteínas cárnicas sino que ha existido un gran desarrollo con el consumo de las mismas. Este aumento en el consumo se ha dado en conjunto con el crecimiento de la población mundial, se estima que para el año 2020 esta cifra llegue a 7.717 millones de individuos, actualmente se encuentra en aproximadamente 7.370 millones. Desde el 2013, donde apenas se consumían 45 kg per cápita por año, se ha dado un incremento del 2,4% anual: actualmente esta cifra llega a 47,7 kg (OCDE-FAO, 2013).

La FAO tiene previsiones positivas para la industria avícola donde el consumo de pollo de engorde tiene un buen crecimiento a pesar de la desaceleración

económica que se ha dado en la última década (Martínez, 2016). El consumo de pollo per cápita en el 2011 fue de 14,4 kg, se estima que para el 2016 éste sea de aproximadamente 15,9 kg. En la Figura 5. se observa la evolución del consumo de pollo de engorde a nivel mundial desde el año 2000, refleja un crecimiento del 23,6% para el 2016 (FAO, 2016). Este crecimiento lineal viene de la mano del precio de venta de este producto, en Estados Unidos, el valor de un kg de pollo en pie es de apenas \$1,62/ kg, este valor es similar al de Brasil, \$1,60/kg.

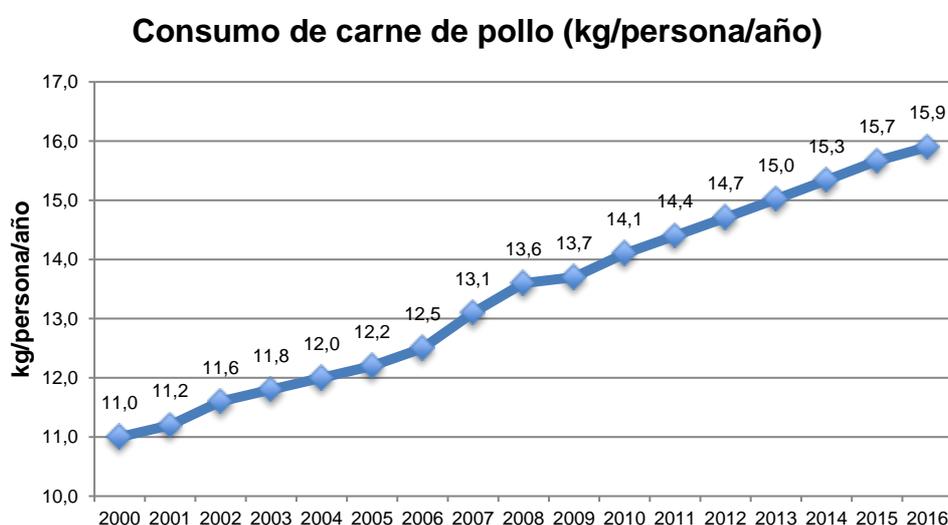


Figura 5. Consumo mundial de carne de pollo per cápita Tomado de (FAO,2016).

2.1.4. La Avicultura en América

2.1.4.1. Producción

América es el continente que más carne de pollo produce, representa el 44,3% de la producción mundial, con un crecimiento del 3,4% anual. A pesar de que ha tenido la tasa de crecimiento mundial más baja en la última década sigue siendo la región productora más grande del mundo (FAO, 2016), es la región líder en la exportación de carne de pollo abarcando el 61% de este mercado (El Sitio Avícola, 2016).

La producción del 84% de carne de pollo se concentra en Estados Unidos, Brasil, México y Argentina. En la siguiente figura se reflejan los principales productores de carne en América durante el año 2016 (FAO,2016).

Producción de carne de pollo eviscerado (miles de toneladas)

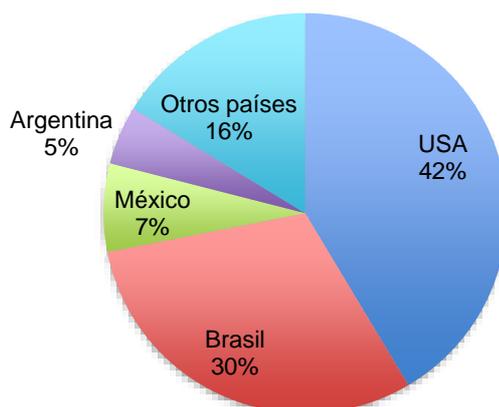


Figura 6. Producción de carne de pollo eviscerado en el año 2016. Tomado de (FAO,2016).

2.1.4.2. Consumo de carne de pollo

América es la región del mundo de mayor consumo de carne de pollo, los factores que determinan este comportamiento se deben a un alto crecimiento demográfico y de urbanización en las grandes ciudades que se ha dado en la última década, su población representa el 15% de la población mundial con aproximadamente 1.070 millones de habitantes. El consumo per cápita de carne de pollo en América, de 43,3 kg es 267,36 veces más alto que el promedio mundial. Cabe recalcar que este promedio tiene una desviación estándar bastante alta debido a que los países desarrollados tienen mejores ingresos, por ende mayor facilidad de adquirir proteína de origen animal a diferencia de los países en desarrollo (Giacomozzi, 2015). Estados Unidos consume 51,4 kg/persona/año, mientras que en países como Haití y Paraguay tienen un consumo per cápita inferior a 10 kg (FAO, 2016). Esta brecha dentro del

consumo se da por el precio de venta. Como se había dicho anteriormente, el costo por kilogramo en países como Estados Unidos, Brasil y México oscila entre \$1,62, \$1,60 y \$1,34 respectivamente y en países menos desarrollados este precio puede llegar a \$2,50/kg.

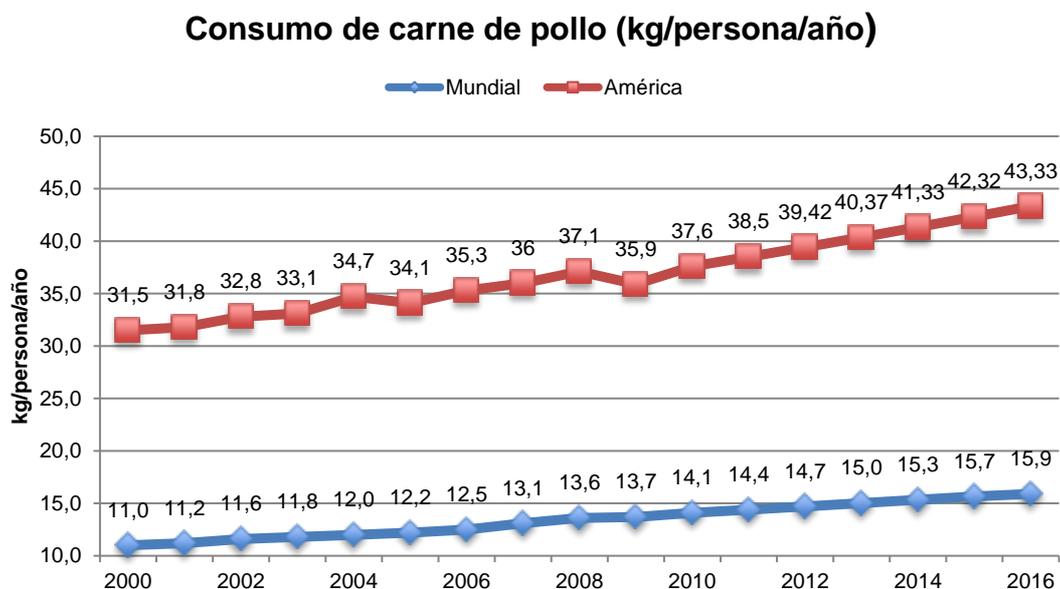


Figura 7. Consumo per cápita de carne de pollo en América. Tomado de (FAO,2016).

2.1.5. La Avicultura en el Ecuador

2.1.5.1. Reseña histórica

La producción avícola en el Ecuador se inicia desde el año 1940, donde se importaron desde España las primeras reproductoras. Esta estrategia se intensificó en el año 1960 cuando el país contó con el apoyo del MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca) y del SIPA (Servicio Interamericano de Producción Agropecuaria); estas instituciones incentivaron el desarrollo de granjas familiares de reproductoras para reducir la importación de pollitos BB (Aillón, 2012).

El mismo autor señala que, en el año 1970 se da un desarrollo evidente en el sector avícola, donde aparecen varias explotaciones tecnificadas que

permitieron la producción de pollo comercial y no solo del pollo criollo. Durante esta década se desmitificó que los derivados de aves producían cáncer y fue así que la avicultura entró en auge. A partir de 1980 iniciaron los procesos de tecnificación e industrialización de la avicultura.

A pesar de que todavía existe avicultura de traspatio (10,61%), es decir con poca tecnología, es importante indicar que el nivel de tecnología en esta actividad, ha tenido mucho crecimiento en el país, donde se destacan varias provincias como: Pichincha, Tungurahua, Manabí y Guayas (INEC, 2016).

2.1.5.2. Poblacion avícola total nacional y por provincias

En la tabla siguiente se detalla los datos obtenidos por el INEC en el 2015, con la población de aves y su distribución nacional. Dichos datos corresponden únicamente a planteles avícolas tecnificados, descartando la producción en campo (traspatio-tradicional), que representa apenas el 13% del total nacional (INEC, 2016). De la totalidad de aves producidas en el país, los pollos de engorde representan el 70%

Tabla 1.

Número de aves criadas en planteles avícolas por categorías y especies

Número de aves criadas en planteles avícolas tecnificados por especies	
Aves criadas en planteles avícolas	Total (expresado en miles)
Gallinas ponedoras	9.999
Gallinas reproductoras	2.275
Pollitos BB, Pollitas, Pollos, Pollas	30.395
Avestruces	0,300
Pavos	239
Codornices	246

Adaptado de (INEC, 2016).

En la Tabla 2. se observa la producción por provincia. También se puede ver que Santo Domingo es la región que mayor aves criadas tiene, abarcando un 36% de la producción total.

Tabla 2.

Número de aves criadas en planteles avícolas por provincia

Número de aves criadas por provincia	
REGIÓN SIERRA	TOTAL (miles)
AZUAY	150,03
BOLÍVAR	171,43
CAÑAR	411,32
CARCHI	562,33
COTOPAXI	342,91
CHIMBORAZO	1.320,68
IMBABURA	1.459,72
LOJA	337,96
PICHINCHA	3,591,49
TUNGURAHUA	3.693,50
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	6.725,39
REGIÓN COSTA	TOTAL (miles)
EL ORO	1.298,61
ESMERALDAS	11,14
GUAYAS	6.651,13
LOS RÍOS	271,65
MANABÍ	1.154,54
SANTA ELENA	182,00
REGIÓN ORIENTAL	TOTAL (miles)
MORONA SANTIAGO	15,80
NAPO	49,20
ORELLANA	18,68
PASTAZA	1.974,83
SUCUMBÍOS	5,94
ZAMORA CHINCHIPE	3,20
ZONAS NO DELIMITADAS	0,500

Adaptado de (INEC, 2016).

En la Figura 8. se muestra la distribución de pollos de engorde por regiones, en donde la Sierra abarca el 62%.

Número de Aves criadas en Planteles Avícolas por Región

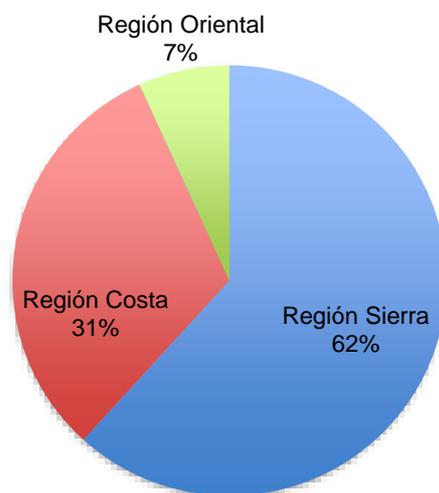


Figura 8. Número de aves criadas en planteles avícolas por región
Adaptado de (INEC, 2016).

2.1.5.3. Situación actual y futura de la avicultura en el país

En el Ecuador se produce alrededor de doscientos veinte y cuatro millones (224'000.000) de pollos al año, este dato refleja un crecimiento de un 400% desde el año 1990, es así que se replica la tendencia mundial del crecimiento de esta industria dentro del país (Zambrano, 2015).

Según datos del 2015, la avicultura tiene un fuerte impacto dentro de la fuente de empleos del país, representa un 4,6% de la Población Económicamente Activa (PEA). La avicultura resulta un eje fundamental de la economía nacional, donde no solo representa el 27% del Producto Interno Bruto Agrícola (PIB), sino que forma parte de la cadena agroalimentaria para la producción de balanceados de esta industria (Zambrano, 2015).

Este sector pecuario es parte de la cadena productiva de 104.000 productores maiceros, 4.200 agricultores soyeros y 333 fábricas de alimentos balanceados (Orellana, 2015). Estos indicadores económicos son muy importantes para considerar esta actividad como un pilar esencial del sector agropecuario (Sinagap, 2016); en este sentido varios autores señalan que se ha integrado a varios productores, con diversas estrategias, a fin de que formen parte de este sector. La avicultura es considerada como un motor de superación para muchos productores que son integrados a ella (Orellana, 2015).

La producción avícola del país es autosuficiente, tiene la capacidad de abastecer la totalidad de la demanda de carne de pollo del Ecuador (CONAVE, 2013). Según el censo avícola realizado en el año 2006, en el país existen 1.567 granjas de pequeños, medianos y grandes productores sin tomar en cuenta la avicultura de traspatio; el 78% de ellas se especializa en la producción de pollo de engorde o Broiler (INEC, 2016). A lo largo del 2016, el sector pecuario del país se ha enfrentado a varios retos y desafíos derivados de la crisis económica del país por lo que los avicultores deben mantener los mismos indicadores de crecimiento de producción, considerando una posible reducción del consumo de carne de pollo (Ramírez, 2016). La alimentación avícola se ve influenciada por el alto costo de las materias primas, por lo que el manejo y formulación de la ración son de suma importancia para que esta explotación sea productiva.

Uno de los retos que desafía a la avicultura ecuatoriana, país con diferentes altitudes y una gran variación climática, es la baja productividad de materias primas, lo que genera altos costos de producción. La industria agropecuaria debe ser eficiente y eficaz, mantener su productividad, todo bajo un enfoque sostenible y sustentable (Ruíz, 2015). Este hecho resulta en un factor limitante para la industria avícola debido a que el país es susceptible a fenómenos naturales que generan escasez de granos y diversas materias primas (Ramírez, 2016).

Según varios autores, (Navarro, 2012 y Ruíz, 2015), la avicultura ecuatoriana se ve afectada por una alta variabilidad de calidad de materias primas por lo que su contenido nutricional fluctúa de mes a mes. El Dr. Steve Collett, catedrático de la Universidad de Georgia comenta que la calidad del alimento se define por la

forma en que se cultivaron y procesaron la materias primas y por el método de elaboración del alimento (Rigolin, 2015).

El Ecuador es el único país de Latinoamérica capaz de ser autosuficiente en maíz aunque este cultivo se ve afectado por factores climáticos y plagas que afectan su calidad. Lastimosamente, la mayor parte de este producto agrícola proviene de pequeños agricultores por lo que el costo de producción local es 18% superior al precio internacional, además se ve afectado por la especulación generada por los distribuidores del mismo. Los avicultores ecuatorianos no cuentan con incentivos gubernamentales ni para la producción de maíz ni de carne de pollo (Ruíz, 2015).

El Ecuador produce anualmente alrededor de 2,6 millones de toneladas de alimento balanceado de los cuales el 70% es destinado para la avicultura, el 11% para cerdos y el resto para especies menores (Ruíz, 2015). Es así que existe una alta competencia en la producción de balanceados entre las diversas especies pecuarias donde el maíz y la soya representan al menos el 70% de la formulación. La cadena de valor del maíz representa una actividad esencial para la industria del pollo de engorde pues este producto agrícola es vital en la producción de balanceados (AFABA, 2015).

En el año 2014 hubo una superficie sembrada de maíz de 326.777 hectáreas con una producción de 1`600.588 toneladas, el consumo aparente del mismo año fue de 1`300.000 t. Como se observa en la siguiente figura, la tendencia de consumo de maíz se ha incrementado. De esta cifra el 40% es destinado para la avicultura. Los datos del año 2015 son estimaciones realizadas por AFABA, todavía no se han publicado datos oficiales.

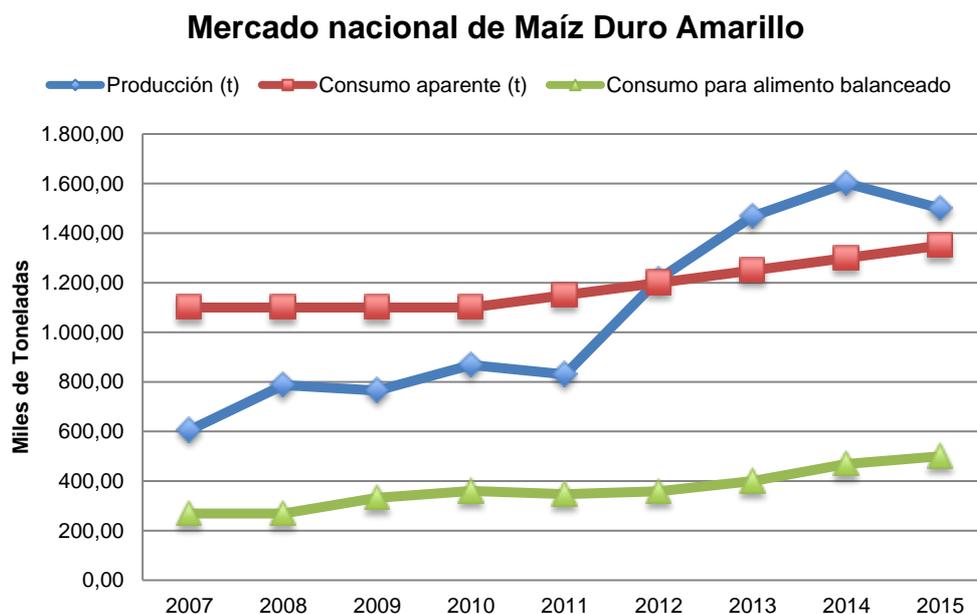


Figura 9. Mercado en el Ecuador de maíz Duro Amarillo
Adaptado de (AFABA, 2015).

Otro elemento que afecta directamente a estos rubros agropecuarios es la baja productividad, es decir, la falta de capacidad para producir al máximo con los recursos disponibles (Barrionuevo, 2015). Durante el año 2016 se registró que la cosecha de maíz cayó en un 29% debido a un ataque complejo de plagas, se esperaba que la producción de verano tuviera un total de 910 mil toneladas, a penas se obtuvieron 650 (El productor, 2016)

El Ecuador produce apenas el 8% del consumo actual de soya pues es un cultivo sensible a las horas luz (Ruíz, 2015). Actualmente se importa el 80% de los requerimientos de esta materia prima (Orellana, 2015).

AFABA registró una superficie sembrada de soya de apenas 17.000 hectáreas, 59% inferior al año 2013, tuvo un rendimiento de 1,76 t/ha, es decir apenas se produjeron 30.000 toneladas. Esta cifra no cubre la demanda local, 276.936 toneladas para el mismo año tal como se ve en la siguiente figura.

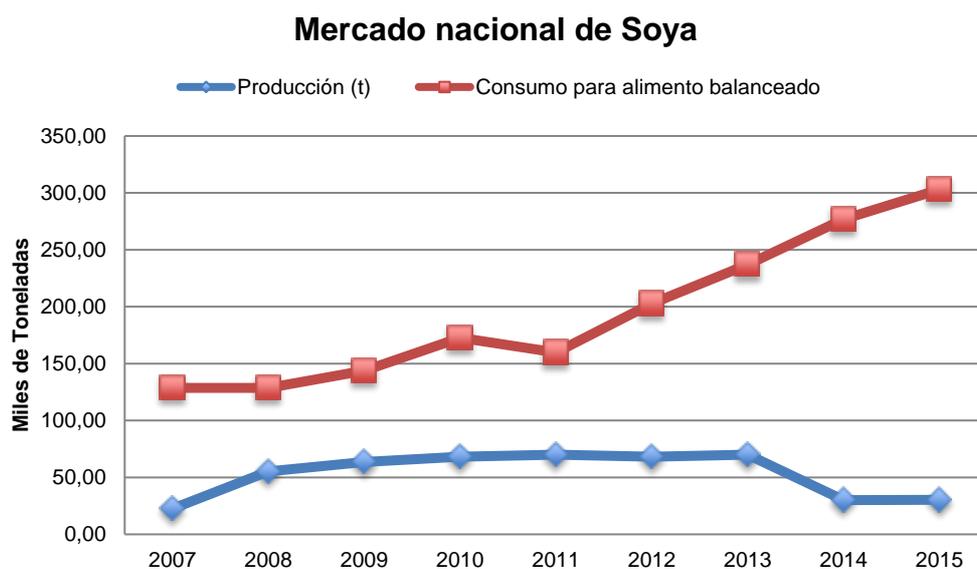


Figura 10. Mercado en el Ecuador de Soya
Adaptado de (AFABA, 2015).

En la Figura 11. se aprecia la participación de estas materias primas en la elaboración de balanceados, donde el maíz abarca el 60% de esta industria, tal como se dijo anteriormente (AFABA, 2015).

Actualmente la avicultura se ve afectada por la devaluación del Peso Colombiano y del Sol Peruano, hecho que ha contribuido al contrabando de pollo de engorde. A esto se le suma la crisis económica registrada desde el año 2015 y varios desastres naturales que han afectado al país. Es así que la competitividad y productividad del sector avícola se vuelven en retos importantes dentro de este gremio (Ramírez, 2016).

Participación de Materias Primas en la Avicultura

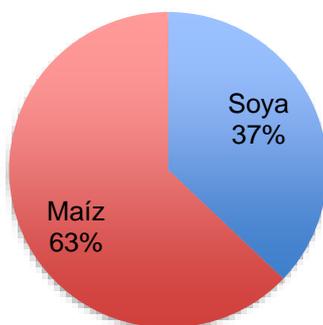


Figura 11. Participación de materias primas en la avicultura
Adaptado de (AFABA, 2015).

2.1.5.4. Regiones potenciales para la producción avícola

Según el censo avícola ecuatoriano realizado en el 2006, esta industria se encuentra distribuída a lo largo del país, localizada principalmente en las regiones Sierra y Costa, y en menor proporción en la Amazonía (Sinagap, 2016); la producción es permanente a lo largo del año (Orellana, 2015).

La producción de pollos de engorde en el Ecuador ha crecido en los últimos años, especialmente por la mejora económica registrada en el país. Según el director ejecutivo de la Corporación Nacional del Avicultores del Ecuador (CONAVE), el Ing. José Orellana, el consumo de productos avícolas se ve ligado de forma directamente proporcional a la situación económica de un país. Esta industria se cuadruplicó en 24 años, desde 1990 donde apenas se producían 45 millones de aves hasta el 2014 donde se produjeron 224 millones de pollos (Ruíz, 2015).

En la Figura 12. se puede observar la distribución de granjas productoras de pollo de engorde por provincias. El país cuenta con 1223 granjas.

Regiones potenciales para la Avicultura

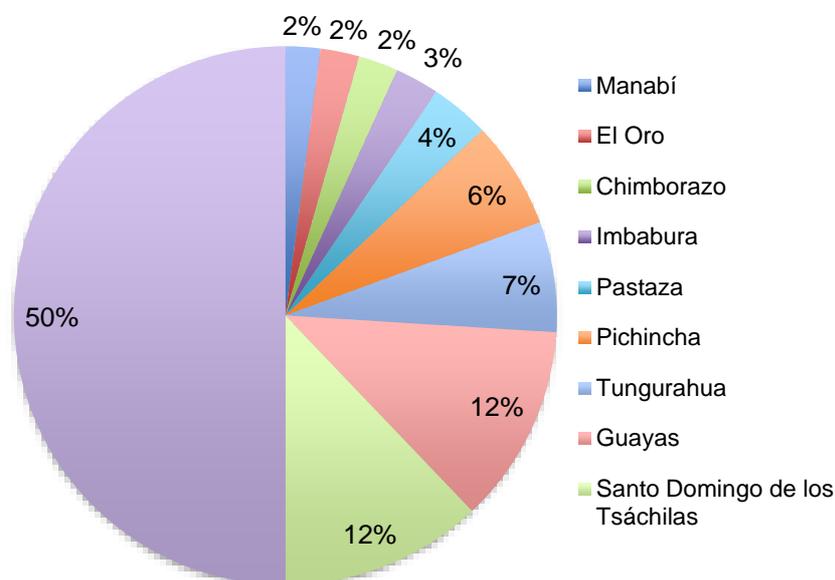


Figura 12. Localización de granjas por provincia en el Ecuador

Adaptado de (Censo Avícola 2006); (CONAVE/MAGAP,2015) ; (INEC, 2015).

CONAVE señala que la producción de carne de pollo se incrementó de 70 mil toneladas en 1990 a 421 mil toneladas en el 2014, esto hace que, el Ecuador sea considerado como el décimo primer país productor de carne de pollo, seguido por República Dominicana que produjo 269,5 mil toneladas en el mismo año (FAO, 2016).

En el Ecuador, la producción de carne de pollo está liderada por cuatro empresas que son: Pronaca, Incubadora Anhalzer, Avitala y Pofasa (Sinagap, 2016). Pronaca, la empresa que mayor participación tiene dentro de este mercado, abarca el 45% con una producción de 465.019,00 toneladas de carne del pollo al año, dicha empresa cuenta con avícolas propias e integradas.

2.1.5.5. Consumo de carne de pollo

El consumo de carne de pollo dentro del país se ha incrementado significativamente, desde 7 kg per cápita en 1990 a 35 kg en el año 2013. El consumidor ecuatoriano prefiere pollo entero, piezas, paquetes de una o dos libras de piernas, pechugas y menudencias (Ruíz, 2015). Los ecuatorianos se encuentran en el séptimo lugar de consumo de carne de pollo junto a Perú (Sinagap, 2016). En la Figura 13. se expone la evolución del consumo que se ha dado desde el año 1998, en estos 15 años se ha dado un incremento del 81%. A partir de la dolarización, la economía del país se ha estabilizado lo que ha permitido el incremento del consumo de proteína animal tal como se aprecia en la siguiente figura.

Las principales provincias que consumen pollo son los centros urbanos donde resaltan Quito y Guayaquil. Según CONAVE, en el año 2011 los productos avícolas abarcaban un 3,2% de la canasta familiar básica.

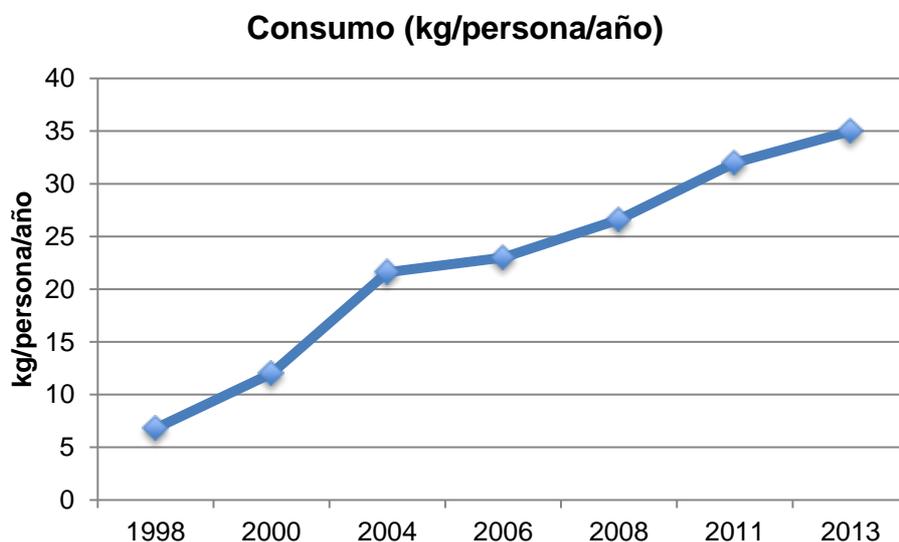


Figura 13. Consumo per cápita de carne de pollo en el Ecuador.

Adaptado de (Censo Avícola, 2006); (CONAVE/MAGAP, 2015); (INEC, 2015).

2.1.5.6. Precio de la carne de pollo

Es importante indicar que el precio de la carne de pollo tiene relación directa con los costos de producción, en especial lo relacionado a la alimentación del pollo, que sin duda resulta más costoso en el Ecuador que en otros países vecinos como Colombia y Perú, donde los costos por el rubro alimentación son más bajos sobre todo con el maíz que es la base energética de la alimentación del pollo, esto le resta posibilidades de competitividad a nuestro país frente al resto, siendo esto un reto para el Ecuador en el futuro. (Ramírez, 2016)

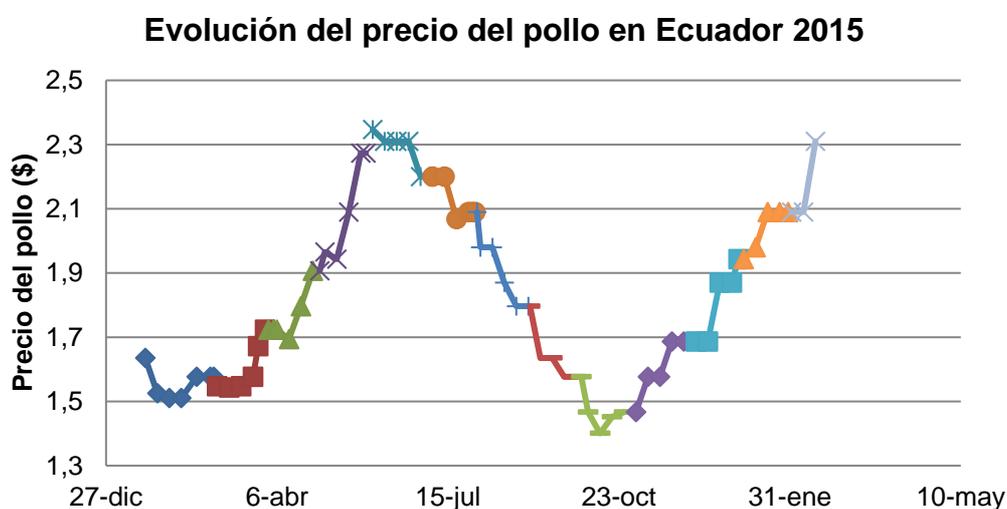


Figura 14. Evolución del precio del pollo en pie del año 2015, (\$/kg)
Recopilado por (Aditmaq Cia. Ltda.,2015)

Por los factores expuestos anteriormente, especialmente por la limitación de materias primas del alimento balanceado como el maíz, el costo de producción por kilogramo de pollo en pie dentro del territorio ecuatoriano oscila entre \$1,65 y \$1,71, siendo superior al precio de venta de países vecinos (Aditmaq, 2016). Avitalisa sostiene que actualmente el precio se sitúa en \$2,20 / kg. En las siguientes figuras se aprecia claramente como varían los precios entre los años 2015 y 2016.

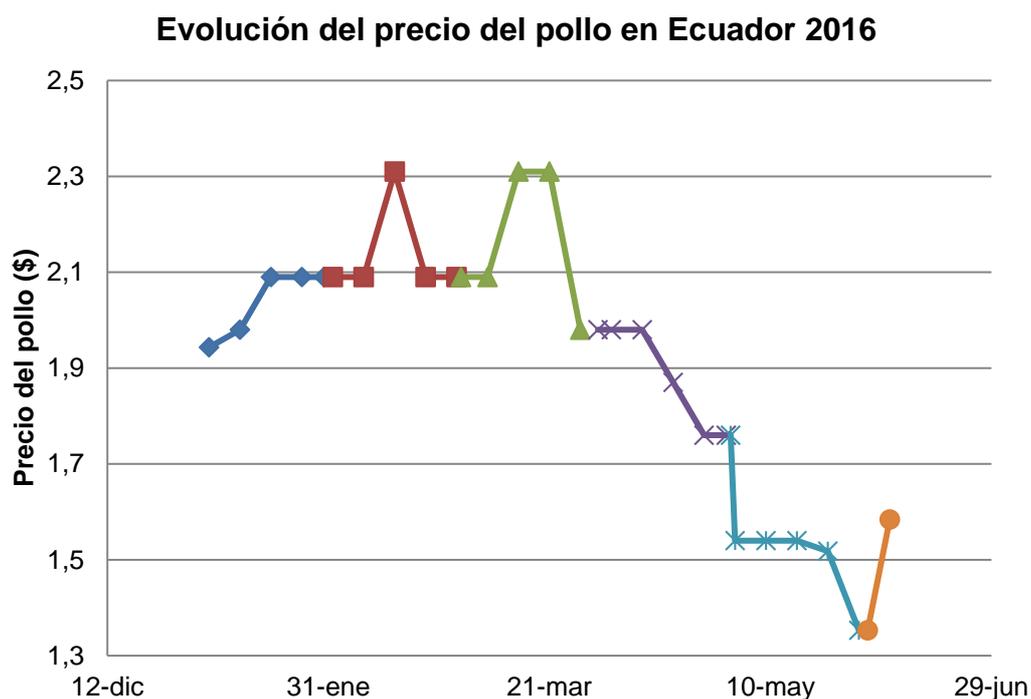


Figura 15. Evolución del precio del pollo en pie del año 2016, (\$/kg)

Recopilado por (Aditmaq Cia. Ltda.,2016)

2.1.5.7. Factores que limitan el crecimiento y calidad del pollo de engorde

A pesar de que la línea genética ofrece rendimientos teóricos basados en la experiencia, no se pueden garantizar los objetivos descritos en el manual pues existen varios factores que afectan de manera directa el desempeño general del Broiler. Dichos factores son:

- Calidad del pollito.
- Salud.
- Bienestar del ave.
- Nutrición
- Temperatura
- Iluminación
- Ventilación.

- Suministro de agua
- Suministro de alimento.
- Estado de vacunación.
- Densidad poblacional.

(Aviagen, 2016)

2.2. Particularidades digestivas del pollo de engorde

El sistema gastrointestinal del pollo de engorde incluye todo el tracto digestivo, desde el pico, la cavidad oral, hasta la cloaca. Su función principal, aparte de ingerir alimentos, es desdoblarlos para que todos los nutrientes puedan ser absorbidos (Cervantes, 2011).

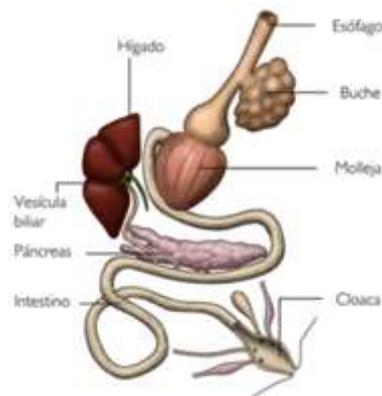


Figura 16. Anatomía del tracto Intestinal del pollo de engorde.
Tomado de (UNAD, 2016).

2.2.1. Cavidad bucal

La cavidad bucal está delimitada por el pico y formado por la lengua, paladar duro y glándulas salivales. El pico está compuesto por células óseas y cobertura córnea, resultando en la principal estructura prensil. No existe una división física

entre la faringe y la boca. En sus paredes se encuentran glándulas salivales, llegando a secretar diariamente un promedio de 12 mL con un pH de 6,75 (Almirón, 2014), su objetivo es lubricar el alimento mas no digerirlo. La lengua de los pollos de engorde es estrecha y puntiguda, siguiendo la conformación del pico, su movilidad es limitada, su función principal es la prensión y deglución de alimentos (UNAD, 2016); las aves poseen una fila transversal de papilas filiformes que hacen de corpúsculos gustativos.

2.2.2. Faringe y esófago

Estos órganos se encuentran inmediatamente después de la cavidad bucal, su función principal es movilizar los alimentos hacia la molleja. Poseen glándulas salivales a nivel de submucosa (Almirón, 2014).

2.2.3. Bucho

El bucho se encuentra antes de la entrada del tórax, esta parte del sistema gastrointestinal es una porción dilatada de paredes delgadas y elásticas. Esta porción no posee glándulas mucosas, tampoco se absorbe ningún tipo de nutriente. Este órgano de pH 5, tiene como función almacenar el alimento para que éste se remoje, humecte y macere por un tiempo aproximado de dos horas, además de controlar la cantidad que pasa al estómago glandular (Almirón, 2014).

2.2.4. Estómago glandular

El estómago glandular o proventrículo es un órgano fusiforme y poco dilatado que comunica el bucho con la molleja. Este estómago posee glándulas que segregan ácido clorhídrico y pepsina (Almirón, 2014), el paso del alimento es rápido por lo que éste únicamente se humedece para posteriormente llegar a la molleja.

2.2.5. Estómago muscular

El estómago muscular también conocido como molleja es la porción del tracto digestivo que se encuentra tras el proventrículo, su pH es de 4,6, su forma es redondeada con paredes musculares con una capa córnea y túnica muscular, las cuales le otorgan al estómago muscular una actividad netamente motora. La molleja no produce jugos digestivos pero utiliza los secretados por el estómago glandular. Su función es aplastar y pulverizar el alimento, resultando en un sustituto a los dientes de los mamíferos (Almirón, 2014).

2.2.6. Intestino delgado y grueso

El intestino se extiende desde la molleja hasta los ciegos, en esta porción se absorben grasas y carbohidratos. Se subdivide en Duodeno, Yeyuno e Íleon. Dentro del Duodeno se encuentra el páncreas que resulta ser el órgano salivar, en esta parte del intestino interactúa el jugo gástrico con el alimento formando una reacción ácida. Posteriormente se encuentra el Yeyuno e Íleon, su pH es de 7,04 a 7,59 respectivamente (Almirón, 2014).

El intestino grueso se divide en tres partes, dos ciegos y el recto. Los ciegos, uno con pH de 7,08 y otro 7,12, son la parte terminal del intestino donde se da la digestión de la celulosa por una fermentación dada por la flora intestinal. En el recto se da la absorción de agua y de proteínas (Almirón, 2014).

2.2.7. Cloaca

La cloaca es el órgano final del tracto digestivo, por el lado izquierdo se eliminan heces y orina conjuntamente y el lado derecho comprende parte del aparato reproductivo (Almirón, 2014).

2.3. Fisiología del pollo de engorde

Dentro del tracto digestivo se lleva a cabo la digestión, este proceso incluye una serie de cambios físicos y químicos que sufren los alimentos, formados por moléculas de alto peso y complejidad, para poder ser absorbidos, éstos se transforman en sustancias simples. Todas las especies animales, incluidas las aves, han evolucionado con el paso de los años, es así que su sistema digestivo se ha adaptado de manera eficiente para aprovechar al máximo los nutrientes (Almirón, 2014).

El tracto digestivo, además de ser el encargado de la degradación y absorción de nutrientes necesarios para el mantenimiento, crecimiento y producción de los pollos de engorde, resulta en un ecosistema donde interactúa el lumen intestinal, microorganismos intestinales, células epiteliales; todos estos factores intervienen en la protección física y desarrollo completo del sistema inmune, control parcial del sistema nervioso y hormonal (Tavernari et al., 2008).

El intestino está formado por vellosidades, dobleces o proyecciones hacia el lumen intestinal que de forma microscópica asemejan a dedos que permiten ampliar notoriamente la superficie intestinal. Cada vellosidad posee apéndices similares conocidos como microvellosidades que incrementan la superficie de absorción del intestino. La longitud de dichas estructuras decrece a medida que avanza el intestino. Cada una está recubierta por un epitelio celular formado por enterocitos con funciones específicas dependiendo la zona en la que se encuentren. Las células ubicadas en la cúspide de las vellosidades y microvellosidades se encargan de absorber líquidos y nutrientes mientras que las laterales absorben electrolitos (Cervantes, 2011). Mientras más elongadas sean estas estructuras mejor es la absorción del intestino, la distribución del moco y protección del mismo.

El tracto gastrointestinal es la barrera de contacto entre el interior del ave y su exterior, es por ello que el animal destina cerca del 75% de su inmunidad a este sistema. En el intestino se encuentra la mayor parte de células linfoides con el fin de brindar inmunidad. La mucosa intestinal está formada por anticuerpos IgA.

Esta barrera inmunológica tiene como objetivo impedir la adherencia de patógenos a la pared intestinal y eliminar bacterias mediante una acción citotóxica (Tavernari et al., 2008). Estas células forman una superficie semipermeable que únicamente permite el paso de líquidos y nutrientes (Cervantes, 2011)..

2.3.1. Digestión de nutrientes y metabolismo

Los ingredientes utilizados en la ración deben estar biodisponibles antes de ser utilizados por el ave, es así que se vuelve indispensable considerar la digestibilidad y biodisponibilidad de los nutrientes.

El alimento ingerido se mezcla con saliva en la cavidad bucal, ésta tiene como función lubricar y deslizar el alimento hacia el buche. El bolo alimenticio pasa por el proventriculo donde se empapa de enzimas gástricas, HCl y pepsina, necesarias para la digestión de proteínas. Este bolo pasa hacia la molleja donde es molido. Cuando todos los nutrientes están digeridos en compuestos de bajo peso molecular atraviesan fácilmente la mucosa intestinal para luego ser transportadas por la sangre o linfa hacia la células que requieran dichos nutrientes (Almirón, 2014).

A diferencia de los mamíferos, las aves realizan tres movimientos peristálticos inversos, los cuales permiten una digestión adecuada.

2.3.1.1. Digestión de carbohidratos

Los carbohidratos que componen las dietas de las aves están constituidos en su mayoría de almidón y celulosa. Estos compuestos se hidratan con saliva a lo largo de su estadía por el buche donde se inicia una hidrólisis parcial del almidón. Después, el alimento se mezcla con los jugos gástricos del proventrículo y se muele a nivel de molleja.

La mayor parte de la digestión química de los carbohidratos se da en el intestino delgado donde actúan las amilopsinas y amilasas, las cuales reducen estas moléculas a compuestos simples que son fácilmente absorbidas. La celulosa se degrada a nivel de ciegos por fermentación microbiana hasta llegar a ácidos grasos volátiles (Almirón, 2014).

2.3.1.2. Digestión de proteínas y compuestos nitrogenados

En general para que una proteína sea absorbida debe ser hidrolizada en aminoácidos. Estos compuestos llegan al estómago glandular o proventrículo donde se envuelven en jugos gástricos que reducen el pH del medio con el fin de activar la enzima pepsina. El alimento pasa al intestino delgado donde se suma la tripsina y la quimotripsina, de secreción pancreática, a la pepsina. Estas enzimas digieren todos los compuestos protéicos hasta llegar a dipéptidos. Un 30% de ellos se adhieren al epitelio intestinal; el resto es atacado por dipeptidasas dando como producto aminoácidos libres (Almirón, 2014).

2.3.1.3. Digestión de lípidos

Las grasas ingeridas forman emulsiones al entrar en contacto con los jugos gástricos del proventrículo. Esta emulsión empieza a romperse con la interacción de la bilis a lo largo del duodeno. Durante este periodo se da una activación de la esteapsina (lipasa pancreática) que digiere los triglicéridos, dando como resultado ácidos grasos libres y glicerol (Almirón, 2014).

2.4. Integridad Intestinal

En los últimos 20 años los avances tecnológicos en la avicultura han sido evidentes, donde el progreso de líneas genéticas, manejo, automatización y nutrición tienen un papel importante. Es así que nace el concepto de Integridad Intestinal.

El objetivo principal de la Integridad Intestinal es reducir al máximo los efectos

de la activación del sistema inmune, además de proveer al pollo de mecanismos de defensa adicionales que permitan el desempeño máximo de los pollos de engorde. La Integridad Intestinal resulta en el desarrollo completo y macroscópico del tracto intestinal asegurando su acción ininterrumpida. Esta integridad debe promoverse desde el nacimiento hasta el cierre del ciclo productivo (Cervantes, 2011).

Todos los animales de producción están expuestos a situaciones altamente estresantes, entre ellas se encuentran los desafíos infecciosos dentro del tracto digestivo que se dan cuando no hay un desarrollo íntegro del mismo; muchas de ellas pueden resultar en enfermedades clínicas o subclínicas. Existen varios factores que inciden en la aparición de síntomas, entre ellas la patogenicidad del invasor y la eficiencia inmunológica del animal, sin embargo muchas veces se da una invasión de cualquier microorganismo de manera asintomática. En cualquiera de los dos casos se da una activación del sistema inmune, este proceso requiere de energía metabólica por lo que se da una disminución de la ganancia de peso, por ende, reducción de los índices productivos (Tavernari et al., 2008).

El mismo autor señala que a pesar de que el sistema inmune está genéticamente definido, los nutrientes de la dieta del pollo de engorde no solo deben satisfacer los requerimientos de mantenimiento y desempeño, también deben cubrir la demanda de elementos específicos que permitan la expresión y eficiencia del mecanismo de defensa. Al darse una respuesta inmune, el metabolismo basal aumenta por lo que la síntesis de proteína se reduce, dando como resultado una disminución en el crecimiento por lo que frente a inflamaciones en el tracto intestinal se debe ajustar la ración de aminoácidos.

La Integridad Intestinal busca estimular un desarrollo completo de todo el sistema gastrointestinal del pollo de engorde, incluyendo órganos, tejidos y glándulas a partir de su eclosión para lograr una óptima absorción de nutrientes. A partir de eso se logra una máxima velocidad de crecimiento acompañada de una excelente conversión alimenticia. Cuando todo el tracto intestinal tiene un desarrollo adecuado, las barreras naturales de protección, incluyendo moco

intestinal y enterocitos previenen de manera eficiente la entrada de agentes patógenos (Cervantes, 2011). La importancia de la Integridad Intestinal se resume en:

- Máxima absorción del alimento, reduciendo al máximo el desperdicio.
- Paso restringido de patógenos.
- Explotación máxima del potencial genético en cuanto a desempeño.
- Pigmentación adecuada.
- Excretas secas.

La primera causa de pérdida de Integridad Intestinal es la enteritis causada principalmente por el alimento y manejo. Ésta se da cuando hay mala calidad de materias primas, problemas de mezclado y formulación. Para conservarla se debe utilizar aditivos que permitan el mantenimiento de la Integridad Intestinal (Cervantes, 2011).

Según el Dr. Peter Ferket la salud intestinal es un eje fundamental de la producción avícola, un intestino sano es capaz de absorber una óptima cantidad de nutrientes y por ende se aprovecha la dieta al máximo. Ésta se logra cuando existe un medio ecológico, un adecuado balance de nutrientes y estabilidad microbiana simbiótica (Rigolin, 2014).

La pérdida de una adecuada Integridad Intestinal desencadena una serie de problemas, por ejemplo, si por enteritis se producen excretas húmedas, se deteriora el estado de la cama aumentando la cantidad de amoníaco en la misma. Estos factores dan paso a posibles problemas respiratorios, pododermatitis, entre otras patologías (Rigolin, 2014).

2.4.1. Primeros 10 días de vida

Desde su eclosión, el sistema digestivo del pollito empieza a madurar. Durante los primeros 10 días de vida, los pollitos son poco eficientes para digerir proteínas y grasas debido a que deben adaptarse a la nutrición externa. Esta transición se completa aproximadamente al día 11 donde la actividad enzimática

se estabiliza. Durante este periodo se da el desarrollo estructural y funcional de todos los órganos, factor que afectará al pollo de engorde a lo largo de todo su ciclo productivo. Durante los primeros 10 días de vida, las microvellosidades se desarrollan en un 50%.

Cuando un pollito de buena calidad recibe una buena nutrición y un buen manejo durante la crianza en sus primeros 7 días de vida, la tasa de mortalidad debe ser menor del 0,7% y el peso vivo se debe obtener de manera uniforme.

Según el Dr. Diego Rodríguez Saldaña, nutricionista de Alimentos Balgran Cia. LTDA en la primera semana se debe cuadruplicar el peso inicial del pollito, teniendo como mínimo un incremento del 380% (Rodríguez, 2010). Bernet afirma esta premisa donde el objetivo principal en la primera semana es que el pollito cuadruple su peso inicial (Chávez, 2010).

2.4.2. Requerimientos nutricionales del pollo de engorde

2.4.2.1. Aporte de nutrientes

Todos los seres vivos requieren energía para un adecuado funcionamiento del cuerpo y proteínas que conforman todos los tejidos (Jafarnejad, 2011). El aporte energético para los pollos de engorde resulta en el factor clave de esta industria, se requiere energía para desarrollo de tejidos, mantenimiento y crecimiento. Esta porción del alimento resulta en el rubro más costoso ya que representa en el 60% de la formulación. La principal fuente de energía en el alimento son los carbohidratos tales como el maíz, trigo, soya y lípidos como las grasas o aceite. La energía disponible para el pollo se expresa en MJ/kg o Kcal/kg de Energía Metabolizable (Aviagen. 2016, p. 27).

Por otro lado, las proteínas, compuestos complejos que se digieren en aminoácidos, permiten ensamblar los tejidos tales como los músculos, nervios, piel y plumas. Esta porción representa el nutriente más costoso de la formulación por lo que el ROSS 308 posee una gran capacidad de respuesta a los niveles de aminoácidos digestivos para convertirlos de manera eficiente y así obtener un

crecimiento, eficiencia alimenticia y rentabilidad óptimos. Varios ensayos demuestran que con un balance adecuado de aminoácidos digestibles se logra un mejor desempeño del ave (Aviagen. 2016).

En cuanto a aditivos, el suministro de minerales tanto macro como trazas permite un alto rendimiento, depende directamente de la calidad de materias primas (Aviagen. 2016). Es de esta manera que para lograr una nutrición eficiente se debe formular de manera balanceada tomando en cuenta todas las materias primas utilizadas, evitando déficit o superávit. A continuación se muestran los valores energéticos recomendados para una dieta de pollo de engorde (Jafarnejad, 2011).

Tabla 3.

Valores recomendados para dietas de engorde.

VALORES RECOMENDADOS PARA DIETAS DE ENGORDE			
	EM Aves (Mcal/kg)	Proteína (Min.)	Grasa (Min.)
Pre-Inicial	3,02	22 – 25	< 5%
Inicial	3,15	21 – 23	< 6%
Engorde	3,20	19 – 23	< 7%

Adaptado de (Aviagen, 2015).

a) EM= Energía metabolizable expresada como Energía Metabolizable Aparente corregida a cero retención de nitrógeno (AMEn).

La tecnología de la espectrofotometría del infrarrojo cercano (NIRS) brinda la capacidad de determinar correctamente el valor real de los ingredientes en la ración. Varios científicos de la Universidad de Fieldale aseguran que hay una diferencia significativa entre los valores reales de un alimento balanceado y los valores teóricos de la misma formulación. El uso de NIRS reduce las pérdidas generadas por desbalances nutricionales pues permite reaccionar a tiempo y de esta manera seguir de manera correcta los programas de alimentación (Rigolin, 2014).

2.4.2.2. Presentación del alimento

El óptimo consumo de alimento es uno de los principales componentes que permiten un desarrollo adecuado del pollo de engorde. El consumo de alimento depende de diversos factores externos como la temperatura, calidad de la ración y principalmente la apariencia física del mismo. La forma física del alimento, ya sea harina, granulado o pellet resulta en un factor crucial dentro del consumo de alimento (Mingbin Lv, 2015).

La harina es una mezcla homogénea de la ración completa que evita que el pollo separe los ingredientes y de esta forma consuma una porción balanceada en cada bocado. Lastimosamente este tipo de presentación es poco palatable y no permite una digestión total. Para reducir este desafío existe una modificación donde se somete a la harina a medios mecánicos y térmicos formando pellets. Este producto permite un mayor consumo y digestibilidad de las materias primas. Muchos productores prefieren someter al pellet a un sistema de tambor para reducir el tamaño de partícula y obtener un granulado o crumble que facilita su consumo (Jafarnejad, 2011).

Se sugiere dar granulados de buena calidad en raciones iniciales para obtener mejor crecimiento y eficiencia. A partir del día 11 se sugiere alimentar al pollo con pellets de 3 mm o harina gruesa. Se debe recalcar que si se elige un sistema de alimentación en harina éste debe tener partículas gruesas uniformes con un bajo porcentaje de polvos (Aviagen. 2016).

2.4.2.3. Programas de alimentación

Se recomienda dividir el programa de alimentación en fases que aseguran que el aporte nutricional de la ración es el adecuado para el pollo en cada etapa fisiológica. En el Manual de Aplicabilidad de Buenas Prácticas Avícolas de Agrocalidad se debe balancear el alimento de acuerdo a cada etapa del desarrollo del pollo porque a medida que avanza la edad del ave, sus requerimientos proteínicos disminuyen y aumentan los energéticos. El Manual de Manejo ROSS 308 sugiere las siguientes dietas:

- Pre-inicial: Ración suministrada del día 0 al día 10 con el fin de impulsar un buen apetito y un máximo crecimiento temprano. Como la porción de esta fase es pequeña, se debe ver calidad mas no costo.
- Inicial: Se entrega este alimento del día 11 al 21, comprende una dieta con una densidad correcta de nutrientes, energía y aminoácidos.
- Engorde: Esta fase va del día 22 al día 42 (día de saque). Al ser el periodo con el mayor consumo de alimentos, la dieta debe presentar un menor costo de formulación para equilibrar los costos de producción.

En las especificaciones Nutricionales para el Pollo de Engorde Ross publicadas en el Manual de Manejo del 2015, se aclara que para la formulación y balance de las dietas se “debe tener conocimiento del contenido nutricional del alimento que suministra a las aves y realizar un análisis rutinario del alimento que se recibe para determinar si se están obteniendo los contenidos nutricionales esperados” (Aviagen. 2015). Para poder garantizar que los niveles nutricionales del alimento son los adecuados se realizan los análisis citados anteriormente.

2.4.2.4. Restricción alimenticia

El potencial genético del pollo de engorde puede ser explotado de forma óptima si se suministra el alimento Ad.libitum, sin embargo esta estrategia resulta en altos porcentajes de mortalidad dados por problemas metabólicos asociados al rápido crecimiento muscular del pollo de engorde. Es por esto que muchos nutricionistas y médicos veterinarios sugieren implementar programas de restricción que mejoren la viabilidad, para ello se debe reducir la velocidad de crecimiento para así permitir un desarrollo armónico, tanto de órganos como muscular (Revidatti et al.,2006).

2.4.2.5. Suministro de agua

El agua es un elemento vital para la vida, su consumo viene directamente relacionado con el de alimento por lo que tiene un efecto significativo sobre el rendimiento del pollo. Este nutriente debe ser administrado Ad. Libitum, debe ser agua fresca, limpia y de buena calidad. El agua de consumo debe contar con requisitos mínimos de calidad, entre ellos un adecuado balance de minerales y no estar contaminada con bacterias. Se debe evaluar su dureza, presencia de nitritos y sanidad periódicamente. En la tabla a continuación se presentan los niveles máximos aceptables de minerales y materia orgánica con posibles efectos negativos que se dan cuando se rebasan estos límites (Aviagen. 2016).

Tabla 4.

Niveles máximos aceptables para tener agua de excelente calidad.

Material	Concentración Aceptable (ppm)	Efectos dados fuera de los límites
Sólidos totales disueltos (STD)	0 -1000	Niveles elevados causan heces acuosas y bajas en rendimiento.
Coliformes fecales	0	Contaminación del agua
Cloro	250	
Sodio	50	
Sales de calcio (dureza)	70	
pH	6,5 – 8,5	El agua con pH inferior corroe el equipo
Nitratos	Trazas	
Sulfatos	200 – 250	Niveles mayores causan diarreas
Potasio	300	
Magnesio	50 – 125	
Hierro	0,30	
Plomo	0,05	

Zinc	5,00	
Manganeso	0,05	
Cobre	0,05	

Tomado de (Agrocalidad, 2013); (Aviagen, 2016).

Al ser un sustrato de fácil contaminación, toda el agua que ingrese a los galpones debe recibir un tratamiento de cloración que asegure un contenido de 3 a 5 partes por millón a nivel de bebedero.

2.5. Buenas Prácticas Avícolas

En el año 2002 se creó la Comisión Nacional de Avicultura (CNA), formado por diferentes gremios de avicultores ecuatorianos, luego en conjunto con Agrocalidad se formula la “Guía de Buenas Prácticas Avícolas”. Esta disposición debe ser aplicada a todos los procesos relacionados con la crianza de aves dentro del territorio ecuatoriano; pretende garantizar productos inocuos para el consumo humano, facilitar el desarrollo de estrategias para el manejo, control y sanidad de granjas, bienestar de las aves y seguridad (Agrocalidad, 2013)

La guía de Buenas Prácticas establecida por Agrocalidad permite adaptar la legislación nacional e internacional a las características particulares e independientes de cada explotación avícola. De esta forma es posible adaptar estas normas sin importar el tamaño ni la tecnología aplicada en la granja con el fin de garantizar una correcta sanidad, prevención y control .

Las Buenas Prácticas Avícolas se definen como un compendio de prácticas orientadas a la mejora de los métodos convencionales de producción y manejo en la granja, velando por la prevención y control de peligros para la inocuidad del producto, de manera sostenible y sustentable (Agrocalidad. 2013).

2.5.1. Manejo del Pollo durante la crianza

Un buen avicultor debe ser capacitado y conocer los riesgos para poder identificar y responder frente a cualquier tipo de amenaza que perjudique a la explotación. De ahí, nace la importancia de un manejo eficiente tomando en cuenta el bienestar, desempeño y la rentabilidad. El manejo avícola se define como la interacción positiva del humano con el broiler y su medio ambiente (Aviagen. 2016).

Para tener un control adecuado, el avicultor debe utilizar todos sus sentidos para poder monitorear la parvada. Al evaluar profundamente el lote, el avicultor es capaz de crear conciencia del medio ambiente, comportamiento de las aves y entendimiento. Es de alta prioridad inferir el comportamiento de las aves (Aviagen, 2016).

2.5.2. Planeación

Para planificar la recepción de las aves se debe conocer a detalle la fecha y hora esperada de entrega, así como el número estimado de pollitos con el fin de asegurar que el galpón tenga las adecuaciones necesarias para alojarlo conforme al bienestar animal.

Se debe realizar una revisión final del suministro de alimento y agua, en lo posible, instalar comederos y bebederos adicionales junto a la fuente de calor. Preparar las camas, distribuyendo el material uniformemente, se sugiere que ésta tenga una profundidad de 5 – 10 cm.

El alojamiento debe estar definido y procurar que la parvada no tenga diferencias significativas de edad o problemas sanitarios. En caso de que existan diferencias de edad se debe dividir en lotes. Nunca se deben unir pollitos bebé con pollos adultos.

Antes de la recepción del pollo se debe conocer a detalle la condición de la incubadora y del sistema de transporte para poder planificar el programa de

vacunación, manejo y alimentación. Veinticuatro horas antes de la recepción se debe precalentar y estabilizar la temperatura del galpón con el fin de conseguir las condiciones óptimas de espera, éstas incluyen una temperatura entre 22 y 28°C y una humedad relativa inferior al 50% (Aviagen. 2016).

2.5.3. Recepción del pollo

Durante la recepción se deben colocar los pollitos de manera rápida, delicada y uniforme sobre el área de crianza. Es necesario recalcar que mientras más tiempo estén los pollitos en las cajas después de nacidos, más probable es que éstos se deshidraten y mueran. Los pollitos requieren dos horas para adaptarse a su nuevo hogar (Aviagen, 2016).

Las condiciones ambientales del galpón deben ser las adecuadas para proporcionar un ambiente cómodo a las aves. Durante la primera semana la temperatura de la cama es tan importante como la temperatura del aire. De igual manera, niveles apropiados de humedad reducen la incidencia de deshidratación en pollitos. Durante los primero cinco días se espera:

- Temperatura del aire: 30°C
- Temperatura de la cama: 28-30°C
- Humedad relativa: 60 – 70%

Al momento de la recepción se debe determinar la calidad del pollito. Un pollito de buena calidad debe encontrarse seco y limpio, tiene que tener la capacidad de pararse firmemente, caminar bien, estar activo y alerta. Una señal clara de que el pollito se encuentra en buen estado es que el saco vitelino se encuentra completamente retraído, carecer de cordón umbilical y tener el ombligo seco y cicatrizado. Finalmente se recomienda medir la temperatura de la cloaca; la temperatura esperada es de 39,4 a 40,5 °C (Aviagen, 2016).

2.5.4. Humedad

La humedad relativa del galpón depende de la infraestructura del mismo, especialmente del sistema de calefacción y de bebederos. Para reducir el impacto, se sugiere que la humedad relativa sea del 60-70% durante toda la crianza. Fuera de este rango, la humedad puede causar problemas como cama húmeda o ambiente seco y polvoroso. (Aviagen. 2016, p. 19)

2.5.5. Temperatura

Durante los primeros 14 días se debe controlar minuciosamente la temperatura del galpón porque los pollitos no tienen la capacidad de regular su temperatura. Mantener la temperatura corporal óptima del pollito durante los cinco primeros días de crianza es fundamental para lograr el mejor inicio y el subsecuente desarrollo del pollo de engorde (Aviagen, 2016). En la siguiente tabla se especifican parámetros adecuados de temperatura:

Tabla 5.

Temperatura del galpón del pollo de engorde

Temperatura del galpón del pollo de Engorde	
Edad (Días)	Temperatura en todo el galpón °C
1	30
3	28
6	27
9	26
12	25
15	24
18	23
21	22
24	21
27- 42	20

Tomado de (Aviagen,2016).

A partir del día 27 la temperatura del galpón debe permanecer en un promedio de 20°C, dicha temperatura se debe ajustar dependiendo el comportamiento de las aves (Aviagen, 2016).

Una mala distribución del calor tiene un impacto negativo de las aves. Es necesario recordar que a medida que las aves crecen empiezan a generar calor corporal por lo que se debe controlar la calefacción (Aviagen, 2016).

2.5.6. Ventilación

Durante el engorde se debe buscar una correcta ventilación para mantener los niveles apropiados de temperatura y humedad relativa. De igual manera debe existir un suficiente intercambio de aire, evitando las corrientes, para reducir la acumulación de gases de monóxido de carbono, dióxido de carbono y amoníaco (Aviagen, 2016).

Una buena práctica es mantener una tasa mínima de ventilación que asegure aire fresco, la uniformidad del aire y la temperatura del mismo. Existen dos tipos de ventilación la natural y la forzada (Aviagen, 2016).

2.5.7. Iluminación

Debe existir un adecuado control en la iluminación ya que ésta puede producir un desbalance en la producción y salud del pollo de engorde, de igual manera se crea un patrón adecuado para el crecimiento (Aviagen, 2016). La iluminación debe ser suficiente para permitir las actividades de atención sanitaria, de limpieza y desinfección.

No se recomienda la iluminación continua, se requiere por lo menos 4 horas de oscuridad a partir de la primera semana. En la siguiente tabla se puede ver una guía de recomendaciones para un programa de iluminación adecuado:

Tabla 6.

Recomendaciones de horas de fotoperíodo para lograr un óptimo rendimiento en vivo.

EDAD	FOTOPERÍODO	
	Luz	Oscuridad
(Días)		
0 - 7	23 horas	1 hora
8 - saque	18 horas	6 horas

Tomado de (Aviagen, 2016).

2.5.8. Densidad de población

La densidad poblacional es un requisito del bienestar animal que impacta directamente sobre la comodidad de las aves, su uniformidad, desempeño y calidad. A mayor densidad se debe ajustar la ventilación y la disponibilidad de comederos y bebederos.

En el Ecuador, Agrocalidad sugiere que la densidad poblacional sea evaluada por un médico veterinario velando que las aves tengan el espacio suficiente con libertad de movimiento y que facilite el manejo. El área de piso debe ser asesorada dependiendo el peso vivo, edad objetiva, clima y sistematización del galpón. En la tabla a continuación se muestran las densidades máximas aconsejadas para pollos broiler:

Tabla 7.

Recomendaciones para densidades poblacionales.

TIPO DE GALPÓN	Densidad establecida por Agrocalidad	Densidad establecida por Aviagen
Ambiente controlado	36 kg/m ²	39 - 42 kg/m ²
Galpones convencionales	26 kg/m ²	33 kg/m ²

Tomado de (Aviagen, 2016).

2.5.9. Salud y bioseguridad

La razón principal por la que se tiene un plan de salud y bioseguridad es mantener las condiciones higiénicas dentro de la explotación avícola y reducir al máximo los problemas ocasionados por las enfermedades. De esta manera es posible maximizar el rendimiento de las aves respetando su bienestar y salvaguardar la seguridad alimentaria (Aviagen, 2016).

Es indispensable poseer un control que permita la prevención, detección y tratamiento de enfermedades. Con estos parámetros se garantizan los requerimientos mínimos de inocuidad de producción con el fin de ofrecer alimentos sanos (Agrocalidad, 2013). Un programa de bioseguridad minimiza la exposición de organismos patógenos. El personal debe estar correctamente capacitado para cumplir con las prácticas de bioseguridad establecidas (Aviagen, 2016).

El plantel debe guardar las distancias establecidas de los centros urbanos, de los basureros, carreteras y otros centros de producción y faenamiento de animales. Las instalaciones deben contar con agua potable o en su defecto con un mecanismo para potabilizar el agua. Se debe mantener un mínimo de tres kilómetros de distancia a otras explotaciones pecuarias (Agrocalidad, 2013).

El diseño de los galpones debe facilitar la limpieza, desinfección y control de plagas. La infraestructura del mismo debe permitir la ventilación y manejo adecuados (Aviagen, 2016). Parte del plan de bioseguridad de una granja pretende proporcionar a los pollitos un ambiente limpio, sanitizado y cómodo. La limpieza del sitio debe comprender la parte interior y exterior del galpón así como todos los elementos que lo conforman. En toda granja deben existir los programas sanitarios que se muestran a continuación, todos deben ser planificados de manera oportuna y efectiva.

Tabla 8.

Plan de limpieza y desinfección

Actividad	Alcance
Limpieza del sitio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza general 2. Lavado 3. Desinfección 4. Control de insectos 5. Remover el polvo 6. Aspersión previa 7. Fumigación con formalina 8. Tratamiento de los pisos 9. Limpieza de áreas externas
Equipos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Todos los equipos se deben sacar de la edificación para un correcto proceso de limpieza 2. Limpieza de comederos y bebederos. 3. Reparación
Manejo de desechos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Retirar la cama 2. Desechar la cama 3. Desecho de aves muertas

Tomado de (Aviagen, 2016).

2.5.10. Prevención de contagio de enfermedades

Los riesgos en un galpón son principalmente causados por enfermedades transmitidas por humanos y animales. Para reducir su incidencia se debe seguir rigurosamente el procedimiento de bioseguridad establecido por la avícola tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9.

Control de contagio de enfermedades.

Prevención de Enfermedades transmitidas por:	
Humanos	Animales
<ul style="list-style-type: none"> • Reducir al mínimo el número de visitantes y restringir el acceso sin autorización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tener parvadas de la misma edad (ciclo “todo dentro-todo fuera”). • Mantener un vacío sanitario.

<ul style="list-style-type: none"> • Mantener un registro en lo posible de todos los visitantes. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Tomar un baño y cambiarse toda la ropa antes de ingresar a la granja. • Lavar y desinfectar manos y botas previo al ingreso al galpón. • Desinfectar todos los implementos que deban ingresar al galpón. • Siempre visitar los animales mas jóvenes primero. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener el galpón ordenado como control de plagas. • Limpiar los derrames de alimento. • Almacenar el material de cama en sitios adecuados. • Mantener animales silvestres fuera del galpón.

Tomado de (Aviagen, 2016).

Las vacunas permiten preparar al ave para enfrentar desafíos a lo largo de su crianza. Un correcto plan de vacunación debe ser parte del programa de manejo. Éste debe recibir asesoría de un médico Veterinario tomando en cuenta los desafíos locales y regionales, vacunas disponibles, retos de la avícola, antecedentes de enfermedades y condiciones de manejo. En cada sitio es preferible tener aves de una sola edad para que el programa de vacunación y aseo sean más sencillos.

El plan vacunal se debe administrar bajo las disposiciones de cada plantel avícola pero Agrocalidad establece que todo plan de vacunación debe incluir las siguientes vacunas: Marek, Newcastle, Bronquitis Aviar, Gumboro, Viruela Aviar (Agrocalidad, 2013).

2.5.11. Sistema de comederos y bebederos

Se debe tener un programa de evolución del sistema de comederos y bebederos a lo largo de todo el ciclo productivo. Durante los primeros 14 días de vida la ración se debe colocar en bandejas para que sea accesible para el pollito, se debe considerar su edad. Cuando éste aumente su tamaño, se debe cambiar

gradualmente al sistema principal de comederos.

Se debe considerar la densidad para armar adecuadamente el sistema de comederos puesto que un espacio insuficiente genera alta competencia por tanto un índice de crecimiento inferior y una caída en la uniformidad de la parvada; se debe colocar la cantidad óptima de comederos en base a la totalidad de las aves. Se debe lograr una distribución uniforme del alimento para evitar una reducción en el rendimiento (Aviagen, 2016).

Todos los tipos de comederos se deben ajustar diariamente para que la base del plato esté nivelado con el dorso del ave, de esta manera se reduce el desperdicio y se facilita el acceso. Cuando el alimento se derrama se incrementa la posibilidad de contaminación y se altera el cálculo de conversión alimenticia (Agrocalidad, 2013). El número de aves por comedero depende del diseño y del peso vivo a la edad del saque, en la siguiente tabla se muestran sugerencias de densidad de los diversos comederos automáticos.

Tabla 10.

Recomendaciones para densidades de comederos automáticos.

Sistema de comederos	Densidad sugerida
Comederos de plato	De 45 a 80 aves por plato
Comederos de cadena o sinfín	40 aves por metro de riel
Comederos tubulares	70 aves por comedero

Tomado de (Aviagen, 2016).

a)La proporción más baja es para aves más grandes.

El sistema de bebederos debe asegurar que las aves tengan agua durante todo el día, para lograr este punto se debe medir la proporción y consumo de alimento y agua, tal como se especifica en la Tabla 11.

El consumo de agua varía de forma directa con el consumo del alimento

considerando que las aves ingieren un volumen superior de agua a medida que la temperatura ambiental sube, se incrementa en un 6,5% por cada grado centígrado sobre los 21°C. Otro factor fundamental es la temperatura del agua, cuando ésta es o fría o muy caliente se reduce su consumo (Aviagen, 2016).

En lo posible, se debe medir el consumo de agua, una reducción del mismo resulta en una advertencia de problemas de salud y de rendimiento. En la siguiente tabla se presenta el consumo promedio de agua esperado en un ambiente de 21°C.

Tabla 11.

Consumo promedio de agua (Expresado en: Litros/1000 aves/día)

Edad de las aves	Consumo promedio (L/1000 aves/día)
7	64,00
14	112,78
21	182,00
28	252,00
35	311,56
42	356,33
49	385,44
56	398,44

Tomado de (Aviagen, 2016).

Existen varios tipos de bebederos, su uso depende del número de aves, caudal, edad de saque, clima y diseño del galpón. Durante todo el ciclo se debe controlar la presión del agua para evitar derrames y de esta manera cama húmeda; si la presión es muy baja se reduce el consumo de agua y por ende el rendimiento. Los bebederos se deben encontrar en un nivel bajo durante la primera semana de vida, esta altura debe ir subiendo a medida que las aves crecen; si la línea de bebederos se encuentra muy alta se dificulta el consumo y si están muy bajas se humedece la cama. Se recomienda colocar bebederos suplementarios

durante las primeras 120 horas de vida, aproximadamente 1 por 150 aves. A continuación se exponen los tipos de bebederos.

Tabla 12.

Recomendaciones para densidades de bebederos.

Sistema de bebedero	Densidad sugerida	Proporción entre volumen de agua vs. alimento (ambiente a 21°C)
Bebederos de Niple	10 -12 aves por niple	1,65 : 1
Bebederos tipo campana	125 aves por bebedero	1,80 : 1

Tomado de (Aviagen, 2016).

Nota: La proporción más baja es para aves más grandes.

2.6. Núcleo de Integridad Intestinal “ÓPTIMO BROILER”

2.6.1. Empresa ADITMAQ

ADITMAQ es una empresa ecuatoriana líder en la industria de alimentos. Posee una red comercial con cinco oficinas en tres países, cuenta con profesionales y colaboradores con amplia experiencia. ADITMAQ representa en el Ecuador a más de veinticinco empresas con gran prestigio a nivel mundial.

Su línea de negocio incluye la venta de productos, aditivos y maquinaria tanto para la alimentación humana como animal; asegurando un seguimiento y asesoría personalizada. En ambas líneas ADITMAQ dispone de un departamento de Investigación y Desarrollo, además de laboratorios altamente equipados y tres plantas de mezclas para la fabricación de producto propio. De esta manera atiende de manera eficiente la demanda de sus clientes. (Aditmaq. 2016)

2.6.2. Desarrollo de un Núcleo de Integridad Intestinal

A partir del año 2015, ADITMAQ inició el desarrollo de núcleos de Integridad Intestinal con el apoyo del nutricionista Msc. Carlos Soto, reconocido a nivel mundial. La línea de núcleos de Integridad Intestinal para distintas especies incluyendo pollos de engorde, aves de postura, cerdos y bovinos recibe el nombre de “ÓPTIMO”. En octubre del 2015 sale al mercado un programa de alimentación con un Núcleo de Integridad Intestinal para pollos de engorde llamado “ÓPTIMO BROILER”.

Un Núcleo de Integridad Intestinal es una mezcla de varios aditivos que actúan sinérgicamente entre sí con el fin de proporcionar una mejor digestión y absorción del alimento, manteniendo la salud del pollo durante todo su ciclo productivo. Es así que se logra la optimización de la producción avícola.

Como lo define la empresa, un núcleo es un “Blend de Integridad Intestinal para pollos de engorde, con varias actividades metabólicas que garantizan la Integridad y Salud Intestinal del pollo, además reduce la incidencia de pollos con Ascitis en la Sierra y mejora la respuesta del pollo bajo condiciones de estrés por calor” (Aditmaq, 2016).

EL “ÓPTIMO BROILER”, diseñado para incluirse como materia prima del alimento balanceado, su ficha técnica se encuentra en el Anexo 1., éste incluye:

- Proteínas funcionales
- Inhibidor de micotoxinas
- Promotores de rendimiento combinados
- Enzimas con actividad de fitasa y xylanasa.
- Pro-bióticos
- Pre-bióticos
- Phytobióticos
- Antifúngicos
- Antioxidantes
- Aminoácidos con función metabólica

- Ácidos orgánicos como reguladores del pH intestinal.
- Fibra insoluble

2.6.3. Materias primas utilizadas en el Núcleo de Integridad Intestinal

Desde que inició el concepto de Integridad Intestinal se han desarrollado diversas materias primas que aseguran tener un efecto positivo dentro del tracto intestinal. Estos aditivos han sido utilizados individualmente en varios ensayos los cuales demuestran su beneficio dentro de la Integridad Intestinal. Para obtener mejores resultados se debe usar una combinación de agentes activos para asegurar la salud del pollo de engorde y reducir el nivel de inflamación de su tracto digestivo.

A continuación se describen los componentes principales de un núcleo intestinal, Óptimo Broiler.

2.6.3.1. Proteínas funcionales

Se encuentran en el plasma animal, ya sea bovino o porcino, es un componente de la sangre obtenida como subproducto de la faena de estos animales. El plasma es una fuente de proteínas de alta biodisponibilidad, posee un máximo de 80% de proteínas. Esta materia prima posee biofactores como inmunoglobulinas que promueven el desarrollo temprano del intestino y principalmente del sistema inmune (Mavromichalis, 2016). Otro tipo de proteínas funcionales provienen de hidrolizados especialmente de soya, este tipo de materias primas tienen alta digestibilidad y no se ven relacionadas a factores antinutricionales (Fernandes et al., 2014).

2.6.3.2. Antifúngicos e inhibidores de micotoxinas

Este tipo de aditivos se utiliza para controlar cualquier agente que pueda dañar la integridad intestinal (Fernandes et al., 2014). Fungicidas a base de ácido propiónico y sales de propionato amónico resultan muy efectivos. Varios autores

señalan que su uso mejora el crecimiento y mantiene la eficiencia de conversión. De igual manera reducen la presencia de colonias patógenas, por lo tanto se da una reducción significativa de la mortalidad.

2.6.3.3. Enzimas

Las enzimas son uno de los aditivos que mejoran la salud del intestino de los pollos de engorde pues permiten eliminar los factores antinutricionales del alimento como el fitato. En la actualidad existen en el mercado enzimas de última generación resistentes a temperatura de peletización que permiten mejorar la digestibilidad del alimento (Ruíz, 2016).

2.6.3.4. Probióticos y prebióticos

Este tipo de aditivos actúa sinérgicamente para regular el ecosistema del tracto digestivo, de esta forma hay un balance de la flora intestinal, mejor reacción del sistema inmune, integridad intestinal reforzada y finalmente mejor rendimiento del pollo (Fernandes et al., 2014).

Los probióticos son sustancias indigestibles que forman el sustrato de bacterias benéficas del tracto digestivo por lo que su uso incrementa su población y funcionamiento. Estas bacterias mejoran el intestino y la respuesta del sistema inmune (Hanning et al., 2012).

Varios estudios demuestran que el uso de prebióticos a base de xilooligosacáridos como el MOS (mananoligosacáridos), derivado de la pared celular de ciertas levaduras *Saccharomyces cerevisiae* formada de glucanos y mananos, da como resultado una mejora significativa en la conversión alimenticia y reducción de la mortalidad (Teixeira et al., 2006).

2.6.3.5. Phytobióticos

Los phytobióticos son suplementos activos compuestos por ácidos y extractos de una planta Sanguinolina. Los phytobióticos son alcaloides disponibles que

proviene de la Benzofenantridina y Protopina. Varios estudios demuestran que este tipo de nutrientes mejoran el apetito, bienestar y salud del animal pues trabajan en contra de la inflamación de la pared intestinal que resulta del ataque de patógenos, toxinas y diversos antígenos. Los phytobióticos aportan los elementos necesarios para que el animal enfrente el proceso de defensa por lo que mantiene intacta la Integridad Intestinal, permitiendo que el ave mantenga su consumo y optimice la absorción de nutrientes (Quereshi, 2016).

2.6.3.6. Ácidos orgánicos como reguladores del pH intestinal

Productos a base de ácido láctico, que reduce el pH del sistema gastrointestinal, tiene propiedades antibacterianas y metabólicas que mejoran el rendimiento del pollo de engorde (Fernandes et al., 2014).

2.6.3.7. Fibra insoluble

La fibra insoluble no debe fermentarse, ésta es a base de lignocelulosa; que se la extrae a partir de un árbol de pino. Esta fibra no se absorbe en el animal; solo hace el efecto de escoba y permite una mayor absorción y liberación de productos. Es de esta manera que se mejora el desempeño del pollo de engorde con un mayor desarrollo de molleja y microvellosidades (Pietsch, 2016).

3. CAPÍTULO III: Materiales y métodos

3.1. Ubicación y factores climáticos

El presente proyecto fue un estudio práctico realizado en un plantel avícola experimental perteneciente a la Avícola MEGAVES CIA. LTDA. ubicado en la parroquia rural de Ascázubi. Esta parroquia pertenece al cantón Cayambe, Provincia de Pichincha–Ecuador, región Sierra. Está ubicada estratégicamente en la carretera Panamericana Norte E35 que une el norte con el centro y sur del país (CEPESIU, 2016).

Las características agroecológicas de Ascázubi se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 13.

Características agroecológicas del ensayo realizado.

Características agroecológicas del cantón Ascázubi.	
Ubicación:	Cantón de Cayambe, Pichincha-Ecuador
Latitud:	0°04'47.0"S
Longitud:	78°17'30.9"E
Altitud:	2.700 m.s.n.m
Precipitación media mensual:	70,8 mm
Precipitación anual:	1000 mm
Clasificación climática:	Seco - temperado
Clasificación ecológica:	Bosque húmedo Montano - Bajo
Estación:	Verano
Temperatura media:	14 °C
Temperatura máxima:	15,3 °C
Humedad relativa:	80%

Adaptado de (Instituto Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos,2016); (Gad Ascázubi, 2015).

Nota: S=Sur, N= Norte, E= Este, O= Oeste. m.s.n.m= metros sobre el nivel del mar.

En la Tabla 14. se presentan los límites de la parroquia de Ascázubi los cuales se aprecian en la Figura 17.

Tabla 14.

Delimitación de la parroquia rural de Ascázubi.

Límites de la parroquia rural de Ascázubi	
Norte:	Parroquia Santa Rosa de Cusubamba – Cantón Cayambe.
Oeste:	Parroquia de Guayllabamba – Cantón Quito
Este:	Parroquia Cangahua – Cantón Cayambe
Sur:	Parroquia El Quinche – Cantón Quito.
Suroeste:	1. Distrito Metropolitano de Quito 2. Aeropuerto Internacional Mariscal Sucre

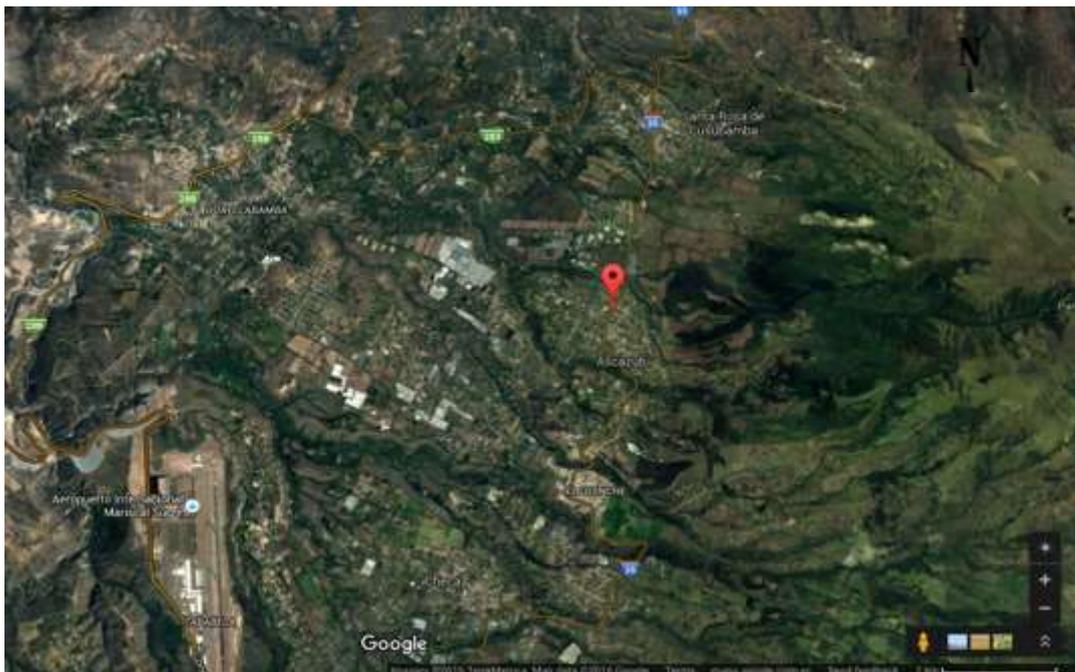


Figura 17. Mapa satelital del Ensayo Experimental. Ascázubi-Ecuador. Tomado de (Google, 2016).

3.2. Materiales y Equipos

3.2.1. Fase de Campo

3.2.1.1. Implementación del galpón experimental:

- Un galpón de tipo comercial (24 m x 12m)
- Tubos de PVC para armar la estructura del corral.
- Malla de plástico sintética como cerramiento.
- Cascarilla de arroz
- Comederos de plato tipo tolva
- Criadoras Ultra Ray Plus (1.700 BTU/hora, área de calentamiento 8m²)
- Bebederos tipo niple
- Bebederos de campana
- Data loggers Hobbo para control de temperatura
- Papel periódico
- Piola delgada

3.2.1.2. Experimentación:

- Pollitos de un día de nacidos de la Incubadora Genética Nacional, línea genética Ross 308.
- Alimento comercial de la marca ITALCOL, presentación en crumble.
- Alimento tradicional realizado por la avícola MEGAVES.
- Alimento con Núcleo de Integridad Intestinal realizado por la avícola MEGAVES.
- Agua potable
- Balanza
- Fundas plásticas
- Vacunas
- Vitaminas
- Libro de campo

3.2.2. Fase de Laboratorio

- Guantes desechables
- Planta faenadora de la avícola Megaves
- Agua
- Balanza
- Cinta métrica
- Fundas plásticas
- Matriz de integridad intestinal
- Envases plásticos
- Tijeras
- Solución de formol al 10%.

3.3. Metodología

El proyecto fue parte de la innovación en nutrición animal de la empresa ADITMAQ CIA. LTDA. la cual financió y apoyó el estudio.

La parte experimental duró 42 días, tiempo correspondiente al ciclo productivo de un pollo de engorde. Se inició el Miércoles, 11 de mayo del 2016 y concluyó el Jueves, 23 de junio del 2016, fecha en que se iniciaron los análisis de soporte en laboratorio con el fin de comprobar la efectividad del núcleo.

3.3.1. Tratamientos

Se evaluaron 3 tipos de dietas para pollos de engorde. Los tres tratamientos comprendieron dietas isocalóricas, isoprotéicas e isovitamínicas con base maíz - soya, de esta forma se redujo cualquier tipo de variación. Las dietas a evaluar se indican en la siguiente tabla.

Tabla 15.

Descripción de las dietas utilizadas.

Dietas utilizadas		
Dietas	Descripción	Presentación
Núcleo de Integridad Intestinal(NII)	Dieta con Núcleo de Integridad Intestinal formulada por el nutricionista de la avícola en base a una matriz bromatológica del núcleo de "ÓPTIMO BROILER".	Harina
COMERCIAL	Dieta comercial de la Marca ITALCOL	Crumble*
TRADICIONAL	Dieta tradicional utilizada actualmente por la avícola, formulada por el nutricionista de la misma.	Harina

a)* Micropellet quebrado

Para la investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial (DBCA) con 2 factores, uno de 3 niveles y otro de 7, con 4 repeticiones. A continuación se muestran los factores en estudio.

Tabla 16.

Descripción del diseño experimental (DBCA) factorial, factores y niveles.

Descripción del diseño DBCA factorial		
Factor	Descripción	Niveles
1	Dietas utilizadas (D)	Dieta con Núcleo de Integridad Intestinal – NII
		Dieta tradicional
		Dieta comercial
2	Edad (E)	Semana 1
		Semana 2
		Semana 3
		Semana 4
		Semana 5
		Semana 6

Los tratamientos analizados en el DBCA en arreglo factorial, se presentan en la Tabla 17.

Tabla 17.

Descripción de los tratamientos analizados en el DBCA factorial.

Tratamientos utilizados			
Tratamientos	Descripción (D x E)	Tratamientos	Descripción (D x E)
T1	NII x semana 1	T10	Comercial x semana 4
T2	NII x semana 2	T11	Comercial x semana 5
T3	NII x semana 3	T12	Comercial x semana 6
T4	NII x semana 4	T13	Tradicional x semana 1
T5	NII x semana 5	T14	Tradicional x semana 2
T6	NII x semana 6	T15	Tradicional x semana 3
T7	Comercial x semana 1	T16	Tradicional x semana 4
T8	Comercial x semana 2	T17	Tradicional x semana 5
T9	Comercial x semana 3	T18	Tradicional x semana 6

Nota: (D x E) = (Dietas utilizadas x Edad). NII= Núcleo de Integridad Intestinal

Adicionalmente se realizó un segundo diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con 3 tratamientos y 4 repeticiones con el fin de obtener mejores resultados de los tratamientos estudiados. En la siguiente tabla se muestran los tratamientos utilizados en este diseño experimental.

Tabla 18.

Descripción de los tratamientos analizados en el DBCA.

Tratamientos utilizados	
Tratamientos	Descripción
T1	Dieta NII
T2	Dieta COMERCIAL
T3	Dieta TRADICIONAL

Nota: NII= Núcleo de Integridad Intestinal

3.3.2. Unidad experimental

El proyecto fue implementado en un galpón experimental que contaba con doce corrales de cincuenta aves cada uno, este galpón tiene condiciones completamente controladas. Cada bloque o corral correspondía a una unidad experimental.

Cada corral está elaborado con estructura de tubos de PVC con malla plástica sintética como cerramiento, sus dimensiones son: 4 m², 2 metros de ancho por 2 metros de largo y 0,90 metros de alto, de esta forma cada jaula tiene una densidad de población de 27,5 kg/m². En la siguiente figura, se aprecia un esquema de cada unidad experimental.



Figura 18. Fotografía de la estructura de cada unidad experimental.

3.3.3. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico del Diseño de Bloques Completamente al azar en arreglo factorial se siguió un modelo de análisis de varianza ADEVA de 3 dietas x 6 edades x 4 repeticiones. En la tabla a continuación se muestra el análisis de varianza del DBCA en arreglo factorial.

Tabla 19.

Modelo ADEVA para diseño completamente al azar en arreglo factorial

Análisis de varianza	
Fuentes de Variación	Grados de libertad (gL)
Total	71
Dietas (D)	2
Edades (E)	5
D x E	10
Repetición	3
Error Experimental	51
CV (%)	
PROMEDIO	

En la Tabla 20. se presenta el ADEVA para el diseño de bloques completamente al azar para las 3 dietas estudiadas.

Tabla 20.

Modelo ADEVA para diseño completamente al azar

Análisis de varianza	
Fuentes de Variación	Grados de libertad (gL)
Total	11
Dietas (D)	2
Repetición	3
Error Experimental	6
CV (%)	
PROMEDIO	

Se realizó un análisis estadístico funcional en las variables que tenían diferencias estadísticas, para ello se utilizó la prueba de Tukey con un 5% de nivel de confianza.

3.3.4. Variables

3.3.4.1. Variables en campo

Se evaluaron las siguientes variables de estudio:

- **Ganancia semanal de peso (g):** Para calcular, se tomó el peso semanal a la totalidad de aves (50 pollos por repetición). El peso inicial corresponde al peso final de la semana anterior. En el caso de la primera semana se restó el peso de llegada de las aves (día 0). También se verificará el número de veces que el pollo multiplica su peso de semana a semana.

Ganancia semanal = Peso final de la semana - Peso inicial de la semana

(Ecuación 1).

Tomado de: Aviagen, 2015

- **Ganancia de peso total (g):** Corresponde a la ganancia de peso total descontando el peso de llegada.

Ganancia total = Peso final del ensayo - Peso de llegada

(Ecuación 2).

Tomado de: Aviagen, 2015

- **Mortalidad Semanal (%):** Expresa en porcentaje la cantidad de aves muertas, este número se registra diariamente y se suma la totalidad al final de cada semana.

% de Mortalidad Semanal = $\frac{\text{Número de aves vivas al final de la semana}}{\text{Número de total de aves al inicio de la semana}}$

(Ecuación 3).

Tomado de: Aviagen, 2015

- **Mortalidad Acumulada (%):** Expresa en porcentaje la cantidad de aves muertas de la totalidad del ensayo.

$$\% \text{ de Mortalidad Acumulada} = \frac{\text{Número de aves vivas al final del ensayo}}{\text{Número de total de aves al inicio del ensayo}}$$

(Ecuación 4).

Tomado de: Aviagen, 2015

- **Conversión alimenticia semanal (CA):** La conversión alimenticia establece la relación entre kilogramos de alimento consumido y la cantidad de kilogramos de peso ganados. Mientras este valor sea más bajo, más eficiente es la conversión de alimento en carne. (Aviagen, 2015).

$$\text{Conversión alimenticia semanal} = \frac{\text{Consumo de alimento semanal (g)}}{\text{Ganancia de peso semanal}}$$

(Ecuación 5).

Tomado de: Aviagen. 2015

- **Conversión alimenticia ajustada (CA):** La conversión alimenticia establece la relación entre kilogramos de alimento consumido y la cantidad de kilogramos de peso ganados con una corrección de mortalidad al finalizar el ensayo. Este dato resulta más preciso que la conversión alimenticia semanal.

$$\text{Conversión alimenticia ajustada} = \frac{\text{Consumo de alimento total (g)}}{\text{Ganancia de peso total}}$$

(Ecuación 6).

Tomado de: Aviagen. 2015

- **Factor de eficiencia productiva (PEF):** Muestra si los factores de producción fueron manejados correctamente. Su valor es mejor cuando es mayor a 250, mientras más alto sea mejor es el rendimiento zootécnico.

$$PEF = \frac{Viabilidad (\%) \times \text{Peso vivo al sacrificio (kg)} \times 100}{Edad (\text{días}) \times \text{Conversión alimenticia}}$$

(Ecuación 7).

$$\text{Nota: } \% \text{ de viabilidad} = \frac{\text{aves finales} \times 100}{\text{aves iniciales}}$$

Tomado de: Aviagen. 2015,

3.3.4.2. Variables de rendimiento

- **Eviscerado (%):** Carcasa eviscerada, es decir, el ave faenada sin cuello, grasa abdominal, ni órganos internos como porcentaje del peso vivo.

$$\% \text{ de eviscerado} = \frac{\text{Carcasa eviscerada}}{\text{Peso vivo}}$$

(Ecuación 8).

Tomado de: Aviagen. 2014

3.4. Manejo del experimento

3.4.1. Adecuación del galpón

El ensayo fue realizado en un galpón típico comercial bajo condiciones controladas. Es de estructura metálica con paredes de bloque, en las elevaciones laterales tiene ventanas de 22 m de largo, éstas inician a 1 m del suelo y su ancho es de 1,25 m. Todas las ventanas tienen cortinas laterales mecánicas. Las dimensiones del galpón son de 24 metros de largo por 12 metros de ancho, con un área total de 288 m².

El galpón tiene una altura lateral de 2,50 metros y la altura total del centro es de 3,75 metros. El techo es de panel de acero “galvalume” con recubrimiento de aluminio y zinc; su piso es de cemento liso. Esta estructura tiene una puerta

principal en la elevación oeste de 3.50 m de ancho y 2 m de largo, también tiene una puerta en la elevación norte para ingreso peatonal con su pediluvio respectivo. En la figura 19. se aprecian las dimensiones del galpón.



Figura 19. Esquema y medidas del galpón experimental. Ascázubi-Ecuador.
a) La imagen superior corresponde a la Vista frontal y las inferiores a la Vista lateral.

El área experimental fue de 168 m² (14m x 12m). Su perímetro está confinado con cortinas aislantes para mantener la temperatura. El área restante se utilizó como bodega para alimento terminado. Los pasillos entre jaulas son de 0,80 metros a lo largo y de 1,2 m a lo ancho. Se colocaron seis criadoras, con una capacidad máxima de 1.700 BTU/ hora con un área de calentamiento de 8 metros cuadrados. En la figura 20. se observa un esquema del galpón, donde se aprecia la división del mismo, la ubicación de los corrales y la distribución de las fuentes de calor.

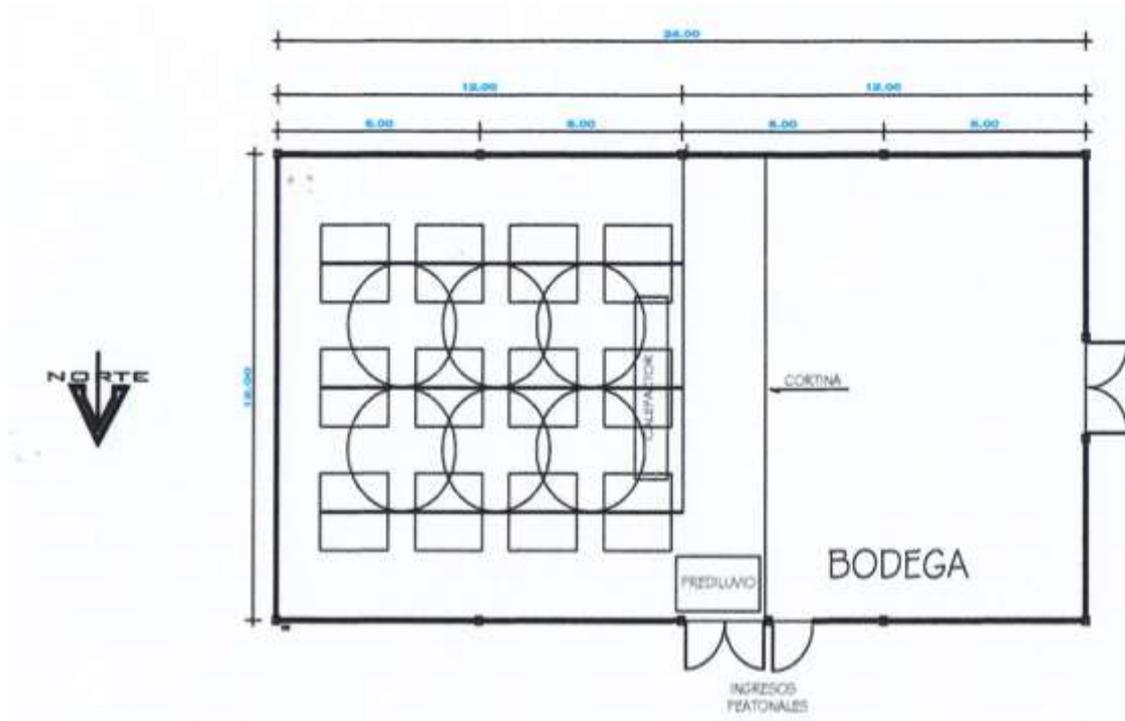


Figura 20. Distribución del galpón experimental.

a) Los círculos representan las criadoras.

En la siguiente figura se aprecia una vista de la elevación este donde se observa la disposición de las jaulas y de los calefactores.



Figura 21. Distribución del galpón experimental.

3.4.2. Preparación de las dietas

Antes de elaborar el alimento se revisaron las fórmulas realizadas por el nutricionista de la avícola para verificar que se cumplan los requerimientos nutricionales establecidos. En conjunto, se comparó la matriz nutricional del alimento comercial para determinar que todas las dietas cuenten con el mismo aporte de energía, proteína y grasa. El alimento está basado en dietas tradicionales de la región Sierra con base maíz, soya. Las materias primas utilizadas para la formulación del alimento balanceado son:

Tabla 21.

Composición base del alimento balanceado para dietas de engorde

COMPOSICIÓN ALIMENTO TERMINADO	
	%
Maíz amarillo nacional	60 - 67
Pasta de soya al 48%	25 - 27
Harina de pescado	1 - 3
Aceite de palma	2 - 3

La formulación del alimento se realizó en base al Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross utilizando como referencia la Tabla 3. El programa de alimentación se dividió en cuatro fases dependiendo el período de crianza:

Tabla 22.

Descripción de las fases utilizadas a lo largo del ensayo

Fases establecida	
Fases	Duración
Pre-inicial	Ración suministrada del día 0 al día 10.
Inicial	Ración suministrada del día 11 al día 21.
Engorde	Ración suministrada del día 22 al día 42.

En el Anexo 2. se aprecia la composición garantizada de las dietas utilizadas.

En base a las fases establecidas se determinaron las fechas de cada ración que se muestran a continuación.

Tabla 23.

Fechas de inicio de cada fase de alimentación

Fase	Duración	Fecha de inicio
Pre-inicial	Día 1 - 10	Miércoles, 11 de mayo de 2016
Inicial	Día 11 - 21	Domingo, 22 de mayo de 2016
Engorde	Día 22 - 42	Jueves, 02 de junio de 2016

3.4.3. Manejo del ensayo

El proyecto fue realizado en dos fases, la primera es un estudio en campo para obtener datos productivos y de rendimiento que se detallan a continuación, mientras que la segunda es una evaluación en laboratorio del estado general del pollo. Es necesario resaltar que la segunda fase es únicamente como soporte de la primera.

3.4.3.1. Fase de campo

La implementación del ensayo se inició el día Viernes, 6 de mayo del 2016 con la adecuación del galpón experimental, donde se armaron los corrales; se preparó la cama con 7 cm de cascarilla de arroz. Posteriormente se dispusieron los bebederos de niple con 4 tetinas a través de cada corral. En cada unidad experimental se pusieron cuatro comederos de plato tipo tolva.

La ubicación de cada dieta fue determinada por sorteo. Se procedió a rotular cada jaula tras la aplicación del diseño experimental. En la figura 22. se aprecia la disposición final de los tratamientos por repetición.

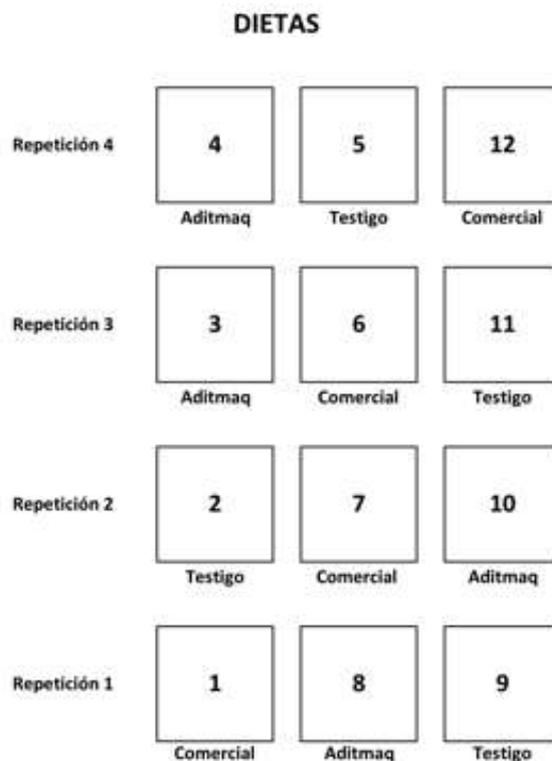


Figura 22. Distribución de corrales en el galpón experimental.

El día Lunes, 9 de Mayo se elaboró el alimento en la planta de balanceados de la avícola. Tras ello, se clasificó el alimento por tipo y fases, se rotuló y se almacenó en el área del galpón destinado para bodega. Para comprobar su contenido nutricional se sometió el alimento a NIRS, los resultados se encuentran en el Anexo 3.

Al día siguiente se encendieron las criadoras para precalentar el galpón y lograr una temperatura de 28°C tanto en ambiente como en las camas. Se puso papel periódico sobre un 25% de cada corral con 500 gramos de alimento para suplementar el sistema principal de comederos por 3 días. Adicionalmente se puso un bebedero de campana lleno con agua potable.

Se dispuso que el manejo debía ser igual para todos los corrales, incluyendo el tamaño de la ración de alimento, cantidad y calidad de agua. Se administró el alimento a libre acceso, Ad. libitum, sin ningún tipo de limitación. A lo largo de todo el ciclo productivo se aplicaron las Buenas Prácticas Avícolas.

Se utilizaron 600 pollitos de la línea del genotipo Ross 308 de la casa genética Aviagen. Dentro de cada corral se ubicaron 50 pollitos de un día de nacidos, en proporción 50% machos y 50% hembras. La densidad poblacional de cada corral al finalizar el ensayo fue de aproximadamente 45,6 kg/m². Los pollitos llegaron al galpón experimental el Miércoles, 11 de mayo a las seis de la mañana. Los pollitos provenían de la Incubadora Genética Nacional. Se controló que la temperatura esté a 30°C.

Al segundo día se llenó el comedero de plato. Se mantuvo el papel periódico por 2 días más. Conforme aumentó la edad, al día 11, se retiraron los bebederos de campana y se activó la línea de cuatro bebederos automáticos de Niple por corral. El cambio de dietas se rigió en las fases definidas en la Tabla 23.

Desde la llegada de los pollitos hasta el día 11 se mantuvieron las cortinas cerradas. A partir del día 12 las cortinas se abrieron durante intervalos de dos horas durante el día. La cantidad de intervalos fue definida dependiendo las condiciones internas y externas del galpón.

Para la ventilación, temperatura e iluminación se siguieron los parámetros sugeridos por el Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross. Se utilizó ventilación natural. El diseño del programa de iluminación se basó en horas de luz natural de la zona, con un fotoperíodo de doce horas diarias, de seis de la mañana (6 am) a dieciocho horas (6 pm). El control de temperatura se rigió por la edad, utilizando como fuente de calor durante la primera etapa las criadoras. La humedad relativa durante todo el ensayo osciló entre 60-70%.

La administración de las vacunas se realizó de forma uniforme y con la misma dosis a la totalidad de las aves. A continuación se muestra el plan de vacunación de la avícola MEGAVES CIA. LTDA. Región Sierra:

Tabla 24.

Programa de vacunación avícola Megaves, región Sierra.

Vacuna	Nombre comercial	Cepa	DOSIS	Edad	Aplicación
Newcastle y Marek	CEVAC VITABRON	Cepa apatógena PHY.LMV.42	0,03 mL/ave	Día 1	Aspersión
Bronquitis Infecciosa Aviar	BRONQUITIS MASS	Massachusetts H120	0,03 mL/ave	Día 1	Aspersión
Gumboro	HIPRAGUMB ORO	Todas las formas de la enfermedad infecciosa de la bursa	1 gota	Día 2	Oral
Newcastle	HIPRAVIAR CLON	CLON CL/79	1 gota	Día 8	Oculonasal
Newcastle	NEW-VACIN LA SOTA	La-Sota	2 gotas	Día 18	Oculonasal
Newcastle	NEW-VACIN LA SOTA	La-Sota	2 gotas	Día 30	Oculonasal

Nota: 1 gota= 0,03 mL

Se realizó un monitoreo diario de temperatura, disposición de agua y alimento. La toma de pesos se realizó cada 7 días, es decir, cuando los pollitos cumplían una semana más de vida. Ese mismo día se tomaban los datos de consumo y mortalidad.

Finalmente se realizó un análisis económico de beneficio/costo siguiendo el presupuesto parcial de Perrin.

3.4.3.2. Fase de laboratorio

Al finalizar la investigación, al día 42, se evaluaron dos aves por tratamiento. Éstas fueron etiquetadas antes de la faena con ganchos plásticos. Para ello, se seleccionaron dos pollos de pesos similares de cada repetición que iban a ser evaluados. El sacrificio se realizó en la planta de faenamiento de la avícola MEGAVES CIA. LTDA. ubicada en la parroquia de Ascázubi a 500 metros al este del galpón experimental.

La metodología de sacrificio es artesanal realizándola de forma manual. Los pollos se colocaron sobre conos invertidos con la cabeza a través de la punta, manualmente se desangró los pollos. Posteriormente se procedió a desplumarlos, retirar patas, vísceras y cabeza para luego pesar nuevamente la carcasa eviscerada. Durante esta fase se comparó:

- Peso de la canal
- Porcentaje de eviscerado
- Salud intestinal, para ello se siguió la matriz de Calificación Intestinal sugerida por Aviagen. Esta matriz se encuentra en el Anexo 4:
 - Existencia de úlceras en molleja e intestinos.
 - Presencia de moco, micotoxinas y bacterias,
 - Presencia de ascitis.
 - Conformación de órganos.
- Rendimientos:
 - Conformación muscular y ósea.
 - Proporción de pechuga.
 - Relación entre peso de vísceras y carcasa.

De igual manera se realizaron cortes histopatológicos para comparar el largo de microvellosidades intestinales del duodeno.

4. CAPÍTULO IV: Resultados y discusión

4.1. Resultados

4.1.1. Parámetros productivos

En el diseño de bloques completamente al azar factorial, la dieta que incluía como base el Núcleo de Integridad Intestinal (NII) de ADITMAQ, evaluado en la alimentación de pollos de engorde, difiere estadísticamente de la dieta Tradicional más no de la dieta Comercial, a pesar de que todas ellas fueron isocalóricas, isoprotéicas e isovitamínicas. En la Tabla 25. se observan dichas diferencias.

Tabla 25.

Análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial evaluado en 3 dietas.

Variables		Ganancia de peso (g)		Mortalidad (%)		Conversión alimenticia	
F de V	gL	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	71	1789619,43		42,25		8,39	
Dietas (D)	2	47976,83	23988,42*	0,07	0,04 ^{ns}	0,37	0,18**
Edades (E)	5	1520800,01	304160**	16,41	3,28**	7,51	1,5**
D x E	10	33412,70	3341,27 ^{ns}	0,49	0,05 ^{ns}	0,19	0,02**
Repetición	3	7133,52	2377,84	14,59	4,86	0,07	0,02
Error	51	180296,37	3535,22	10,69	0,21	0,25	0,005
CV (%)		18,32		20,89		5,66	

Nota: D = Dietas utilizadas. E = Edad a la toma de peso. D x E: Interacción entre las dietas utilizadas y la edad de toma de pesos. CV = Coeficiente de variación;

**Altamente significativo ($p < 0,01$); *Significativo ($p < 0,05$); ns no significativo

En cuanto a ganancia de peso (g/semana) y conversión alimenticia, se encontraron diferencias estadísticas significativas para las dietas y edades, con un coeficiente de variación de 18,32% y 5,66% respectivamente. La conversión alimenticia tuvo diferencias estadísticas en la interacción (DxE). Para la mortalidad también se obtuvieron diferencias significativas en el factor edades mas no en dietas ni en su interacción (DxE), con un coeficiente de variación del 20,89%.

Adicionalmente se realizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) para los parámetros ganancia de peso (g/total), mortalidad (%), conversión alimenticia ajustada y factor de eficiencia productiva, como se muestra en la Tabla 26.

Tabla 26.

Análisis de varianza del diseño de bloques completamente al azar evaluado en 3 dietas.

Variables		Ganancia de peso (g)		Mortalidad Acumulada (%)		Conversión alimenticia ajustada		Factor de eficiencia productiva	
F de V	gL	SC	CM	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	11	414554,8		5,73		0,45		27082,9	
Dietas (D)	2	287863,6	143931,8*	0,03	0,01 ^{ns}	0,29	0,14*	18341,2	9170,5*
Repetición	3	42799,7	14266,5	3,63	1,21	0,06	0,02	3608,9	1202,9
Error	6	83891,5	13981,9	2,07	0,34	0,1	0,02	5132,8	855,47
CV (%)		6,07		22,75		7,63		11,14	

Nota: D = Dietas utilizadas. La mortalidad está corregida a $\sqrt{\text{Mortalidad obtenida} + 1}$. CV = Coeficiente de variación; **Altamente significativo ($p < 0,01$); *Significativo ($p < 0,05$); ns: no significativo

Se puede observar que hay diferencias estadísticas significativas en la ganancia de peso (g), conversión alimenticia y factor de eficiencia productiva, con un coeficiente de variación de 6,07%, 7,63% y 11,14% respectivamente. No hubo diferencias estadísticas en mortalidad acumulada lo que demuestra que el manejo durante el experimento fue adecuado, ya que el factor que más afecta este parámetro, son las prácticas inadecuadas de manejo (Aviagen, 2009).

Al graficar los promedios de cada tratamiento durante todo el experimento, tal como se puede observar en la Figura 23., en la ganancia de peso hubo un crecimiento lineal desde el día 0 hasta el 42 en todos los tratamientos. Durante las dos primeras semanas no existieron diferencias estadísticas entre ellos, sin embargo, a partir de la tercera semana las tendencias de crecimiento fueron cambiando, encontrándose diferencias estadísticas significativas entre la dieta NII y la dieta Tradicional. No hubo diferencias estadísticas entre la dieta Núcleo de Integridad Intestinal y la Comercial, pero sí aritméticas.

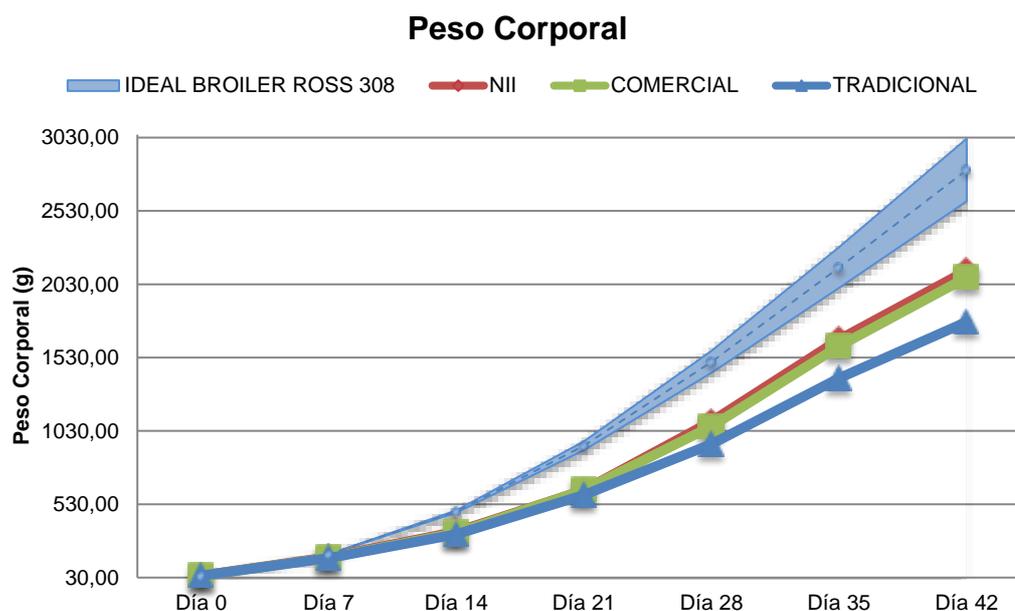


Figura 23. Promedio de ganancia de peso de las dietas evaluadas junto al estándar de la línea genética ROSS 308.

En la figura anterior también se puede ver que todos los tratamientos se encuentran por debajo de los valores ideales de ganancia de peso, expuestos en el Manual de Ross 308: Objetivos de Rendimiento publicado en el año 2014. Según señala este manual, esto podría deberse al manejo nutricional, consumo y ambiente (Aviagen, 2014), donde se destaca la deficiente calidad de materias primas y falta de disponibilidad de las mismas (Ramírez, 2015). No obstante, la avicultura ecuatoriana se basa en la ley de la demanda donde el peso ideal de mercado oscila entre 2000 a 2700 g, valores alcanzados en este experimento, a excepción de la dieta Tradicional que alcanzó un peso de 1773 g (Ramírez, 2015).

En la Tabla 27. se aprecia claramente que hay diferencias significativas ($p < 0,05$) en ganancia de peso promedio (g) y conversión alimenticia entre las dietas NII y la Tradicional, con una conversión alimenticia menor en 15% y una ganancia de peso 17% mayor. En tanto que la dieta Comercial y la que contiene el Núcleo de Integridad Intestinal son estadísticamente iguales; presentan diferencias aritméticas en la ganancia de peso y conversión alimenticia, lo que representa una mejor transformación del alimento en carne. A nivel de productividad, este

incremento de 2,3% en ganancia de peso y reducción del 2,5% en conversión representa una diferencia marcada a nivel de rendimiento. La dieta Comercial presentó un mejor desempeño que la tradicional, registrando una ganancia de peso mayor en un 17% y una conversión alimenticia 12% menor.

Tal como se mencionó anteriormente, los tratamientos no tuvieron diferencias estadísticas en mortalidad, este parámetro refleja un adecuado manejo lo que demuestra que éste fue similar entre repeticiones y tratamientos, lo que reduce la variabilidad del ensayo.

Tabla 27.

Promedio, desviación estándar y prueba de Tukey ($p < 0,05$) de los parámetros productivos evaluados en tres dietas de pollos de engorde en un ensayo experimental.

DIETA	Ganancia de peso (g)	Mortalidad (%)	Conversión alimenticia
NII	346,61 ± 9,08 a	2,15 ± 0,43 a	1,18 ± 0,03 a
Comercial	338,85 ± 15,76 a	2,23 ± 0,55 a	1,21 ± 0,04 a
Tradicional	288,39 ± 29,02 b	2,19 ± 0,81 a	1,35 ± 0,07 b

Nota: Medias con letras igual son estadísticamente iguales.

En la Tabla 28. se exponen los promedios, desviación estándar y la prueba de Tukey de los parámetros productivos tomando en cuenta únicamente el inicio y el fin del ensayo. En dicha tabla se replica el comportamiento de los resultados anteriores donde hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal y la dieta Tradicional, ambas presentadas en harina. A pesar de que las dos dietas cumplen la misma matriz nutricional y contienen un porcentaje de proteína similar, además de que para su elaboración se utilizaron las mismas materias primas y proceso de manufactura, los parámetros de desempeño en la dieta NII fueron mejores, con un peso a la edad de saque superior en un 20%, una conversión alimenticia inferior en 22%; este punto demuestra la importancia del mantenimiento de la Integridad Intestinal a lo largo de todo el ciclo productivo del pollo de engorde.

Entre la dieta NII y la Comercial no hubo diferencias significativas en ningún

parámetro productivo, pero sí numéricas, con una conversión menor en 3% y un peso de salida 2,2% superior. Las dietas Comercial y Tradicional tuvieron diferencias similares a las registradas entre la NII y Tradicional, con mejores parámetros en ganancia de peso y conversión alimenticia, 17% y 18% respectivamente.

Tabla 28.

Promedio, desviación estándar y prueba de Tukey ($p < 0,05$) de los parámetros productivos evaluados en tres dietas de pollos de engorde

DIETA	Ganancia de peso (g)	Conversión alimenticia ajustada	Factor de eficiencia productiva
NII	2079,69 ± 54,54 a	1,60 ± 0,03 a	297,50 ± 11,45 a
Comercial	2033,12 ± 94,53 a	1,65 ± 0,05 a	282,25 ± 16,68 a
Tradicional	1730,33 ± 174,13 b	1,95 ± 0,23 b	208,00 ± 50,05 b

Nota: Medias con letras igual son estadísticamente iguales.

En el gráfico a continuación se analizan los resultados del Núcleo de Integridad Intestinal en las dietas de engorde, es evidente que la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal tuvo la mayor ganancia de peso. La desviación estándar en la dieta NII es de apenas 54,54 g lo que demuestra que la uniformidad del lote fue mayor a la de otros dos tratamientos, la dieta Comercial y Tradicional, que tuvieron desviaciones de 94,53 y 174,13 respectivamente.

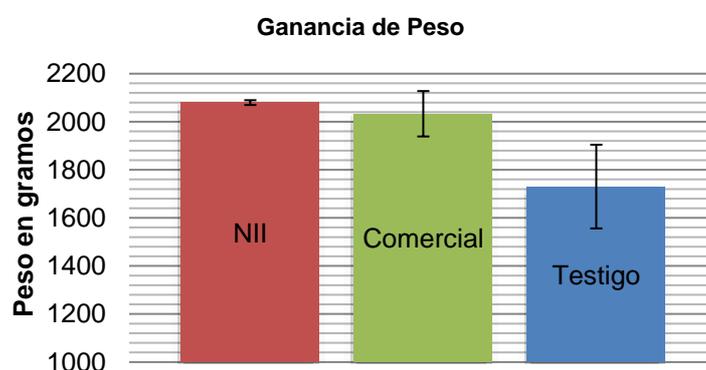


Figura 24. Promedio de ganancia de peso y desviación estándar.

4.1.2. Parámetros de rendimiento en la canal

En la Tabla 29. se observan los resultados estadísticos en parámetros rendimiento en la canal obtenidos al final del ensayo. Estos datos fueron tomados durante la faena del lote considerando el peso vivo, peso de la canal y el porcentaje de eviscerado. En cuanto al peso vivo, donde los animales fueron seleccionados por pesos similares, hubo un coeficiente de variación de apenas el 0,23%, asegurando que los animales evaluados tuvieron un mismo rango de peso. En el peso de la canal y porcentaje de eviscerado hubo diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 0,38% y 0,41% respectivamente.

Tabla 29.

Análisis de varianza para parámetros de rendimiento de canal evaluados en un ensayo experimental en pollos de engorde evaluado en 3 dietas.

Variables		Peso vivo (g)		Peso canal (g)		Porcentaje de eviscerado (%)	
F de V	gL	SC	CM	SC	CM	SC	CM
Total	11	478,3		8896,73		18,71	
Dietas (D)	2	230,4	115,19 ^{ns}	8551,04	4275,52 ^{**}	17,3	8,65
Repetición	3	109,1	36,36	82,4	27,47	0,7	0,23 ^{**}
Error	6	138,8	23,23	263,29	43,88	0,71	0,12
CV (%)		0,23		0,38		0,41	

Nota: D = Dietas utilizadas. CV = Coeficiente de variación; ^{**}Altamente significativo (p<0,01); ^{*}Significativo (p<0,05); ns no significativo

En la Tabla 30. se detallan los promedios, desviación estándar y prueba de Tukey (p<0,05) de los parámetros productivos obtenidos durante la faena, donde se obtuvieron diferencias significativas entre la Dieta con Núcleo de Integridad Intestinal y la dieta Tradicional, con un peso mayor en un 3,3% (58,13 g), sin embargo, no se vieron diferencias estadísticas entre la dieta NII y la Comercial, apenas hubo una diferencia de 3,13 g (0,17%). Entre las dietas Comercial y Tradicional existe una diferencia de 55 g, lo que representa un 3,12%

Tabla 30.

Promedio, desviación estándar y prueba de Tukey ($p < 0,05$) de los parámetros de rendimiento evaluados en tres dietas de pollos de engorde

DIETA	Peso vivo (g)	Peso canal (g)	Porcentaje de eviscerado (%)
NII	2056,00 \pm 0,91 a	1763,63 \pm 7,11 b	85,78 \pm 0,33 a
COMERCIAL	2064,38 \pm 7,04 a	1760,50 \pm 1,47 b	85,28 \pm 0,33 a
TRADICIONAL	2054,38 \pm 5,68 a	1705,50 \pm 7,91 a	83,02 \pm 0,50 b

Nota: Medias con letras igual son estadísticamente iguales.

En la tabla anterior se ve que hay diferencias estadísticas en rendimiento de la canal o porcentaje de eviscerado, donde la dieta que mayor índice presentó fue la de Integridad Intestinal (NII). Esta dieta frente a la Comercial tuvo un rendimiento superior en un 0,58% mientras que contra la Tradicional del 3,22%. Entre las dos últimas dietas hubo una diferencia del 2,65%.

4.1.3. Evaluación de la Integridad Intestinal en las carcasas de los pollos

Los datos obtenidos en la evaluación de Integridad Intestinal se encuentran en el Anexo 6, donde es evidente que la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal obtuvo el mejor puntaje, con una calificación de 0 en daño presente en la Integridad Intestinal, mientras la dieta Comercial tuvo 2 y la Tradicional 7. En el Anexo 7. se encuentran fotos representativas que justifican la calificación otorgada.

Los resultados del análisis histopatológico realizado se encuentran en el Anexo 8. Tal como se observa en dicho anexo, las vellosidades y microvellosidades de los intestinos de la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal son más definidas, numerosas y largas en comparación a las otras dietas. A pesar de que las vellosidades intestinales del alimento Comercial fueron un 2% más largas que las del alimento con Núcleo de Integridad Intestinal, la dieta NII tenía microvellosidades con criptas un 60% más profundas y 34% más anchas. Por otro lado, la dieta NII frente a la dieta Tradicional obtuvo vellosidades un 6% más

elongadas, con criptas definidas con un mayor ancho y grosor, 44% y 35% respectivamente. La dieta Comercial vs. la Tradicional tuvo mejor calidad de vellosidades y microvellosidades, más largas en un 8%, con criptas 10% más profundas y 1% más anchas. Estos resultados se ven en la Figura 25.

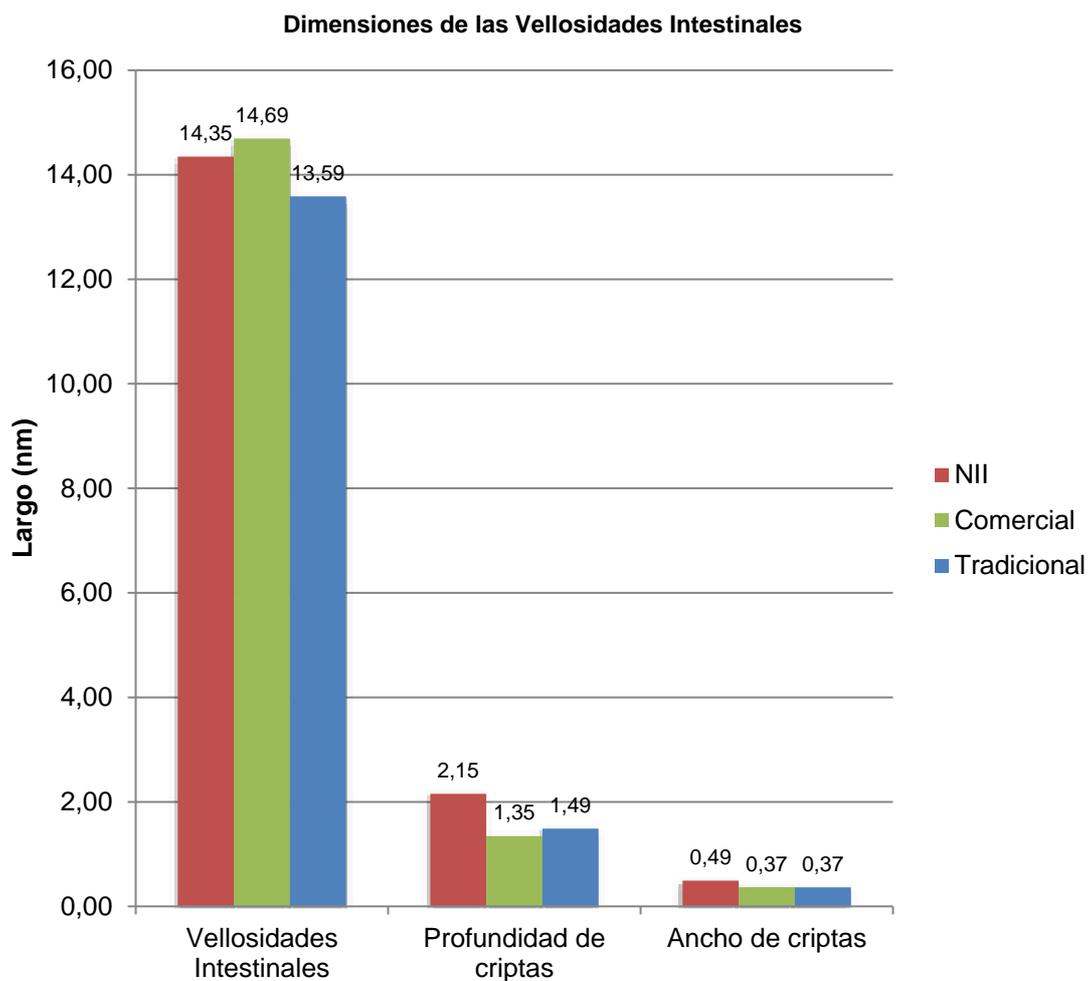


Figura 25. Dimensiones de Vellosidades y Microvellosidades expresado en micrómetros (μm).

4.2. Discusión de Resultados

4.2.1. Ganancia de Peso

Algunos autores resaltan la importancia de cuadruplicar el peso durante la primera semana de vida (Rodríguez, 2010; Chávez, 2010), las dietas con Núcleo de Integridad Intestinal, Comercial y Tradicional tuvieron una ganancia de 126,43, 121,96 y 119,72 gramos respectivamente como se presenta en la Figura 23., sin diferencias estadísticas. Este valor demuestra que las 3 dietas cuadruplicaron el peso inicial (45 g en promedio).

Se encontraron diferencias estadísticas significativas con la dieta que incluye el Núcleo de Integridad Intestinal (NII) respecto a la Tradicional, la dieta NII registra mejores ganancias de peso a pesar de que ambas contaban con el mismo contenido nutricional, materias primas y proceso de mezclado. La dieta NII y la Comercial fueron similares estadísticamente, pero tuvieron una diferencia aritmética de 46,57 gramos tal como se ve en la Tabla 28.

Según varios autores la inclusión de aditivos que mejoren y mantengan la integridad intestinal, en este caso la dieta con un Núcleo de Integridad Intestinal, permite una absorción más eficiente de nutrientes e inhibe el ataque de patógenos a lo largo del tracto digestivo en el pollo de engorde lo que permite reducir la actividad del sistema inmune, es así que esto afecta directamente al rendimiento del pollo, repercute en una mejor conversión alimenticia reflejada en una mejor ganancia de peso (Fernandes, 2014; Cervantes, 2011; Aguavil, 2012; Domínguez, 2015). De esta forma se aprovecha el alimento de forma más eficiente.

Además, se puede mencionar lo que afirman otros autores, la Integridad Intestinal mejora el desempeño del ave al permitir un mejor aprovechamiento del alimento. Hoyos (2008) certifica que el uso de probióticos y prebióticos en la dieta incrementaron 120,40 g en la ganancia de peso, dado por una población bacteriana más eficiente. Este dato concuerda con Hanning (2012) que obtuvo una ganancia de peso mayor (227 g) con el uso de este aditivo.

En cuanto al párrafo anterior, se obtuvieron 349,36 g más en la ganancia de peso corporal en cuanto a la dieta NII y la Tradicional (Tabla 28.) lo que no solo concuerda con Hoyos y Hanning, además demuestra el efecto sinérgico de un núcleo de integridad intestinal con una ganancia 66% mayor a la obtenida utilizando únicamente probióticos y prebióticos. Un núcleo de Integridad Intestinal optimiza el rendimiento del pollo de engorde permitiendo una absorción más eficiente de los nutrientes (Aguavil, 2012).

Johnson (2014) demostró que el uso de enzimas en la nutrición animal permite una ganancia de peso superior, 13,2 gramos más a los 21 días de vida, sin incrementar el consumo de alimento, dado por un aumento en la digestibilidad de las materias primas, tal como se vio con el uso de un Núcleo de Integridad Intestinal que contenía enzimas entre sus aditivos.

Un estudio realizado por Fernandes (2014) demostró el efecto sinérgico que tienen algunos aditivos que mejoran la integridad intestinal, entre ellos probióticos, prebióticos y ácidos orgánicos, materias primas presentes en el núcleo, en donde su uso permite una ganancia mayor de peso.

Según Mingbin (2015), Amerah (2007) y Aderibigbe (2013) la forma del alimento tiene un impacto altamente significativo en la ganancia de peso, donde un crumble tiene una ganancia superior de por lo menos 120 g en el peso final. La naturaleza del alimento pelletizado (crumble) permite una gelatinización de los componentes de la ración acelerando su metabolismo (Jafarnejad, 2011). Además, al tener un mayor tamaño de partícula, el crumble posee un mayor tiempo de exposición en el tracto digestivo por lo que incrementa la peristalsis del mismo, esto permite una mejora en la digestión de nutrientes (Aderibigbe, 2013). En el ensayo se demuestra la eficiencia del Núcleo de Integridad Intestinal porque no hubo diferencias estadísticas entre el tratamiento NII y el Comercial (presentado en crumble), pero sí aritméticas donde la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal tuvo una mayor ganancia de peso mayor al Comercial (Tabla.28).

En la Figura 25. se encuentra un gráfico de regresión lineal donde se observa que existe una correlación entre tratamientos. Todas las dietas tuvieron la misma ganancia de peso hasta la tercera semana, donde todas se encontraban en la línea de regresión. A partir de la semana 4 se dieron diferencias visuales, donde el Núcleo de Integridad Intestinal presenta una tendencia mayor en la ganancia de peso respecto a las otras dietas.

En la tercera semana se aprecia que empiezan a existir diferencias numéricas en la ganancia de peso corporal, pero éstas no son significativas. Es a partir de la cuarta semana cuando se distingue una brecha entre tratamientos, el NII tiene la mayor ganancia de peso, a éste le sigue la dieta Comercial. Ambas se encuentran sobre la línea de regresión mientras que la dieta Tradicional se encuentra por debajo. Esta misma tendencia se repite durante la quinta y sexta semana a pesar de que las diferencias en peso de los tratamientos NII y Comercial se van reduciendo. Cabe resaltar que durante todo el ensayo la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal tuvo la ganancia de peso corporal más elevada.

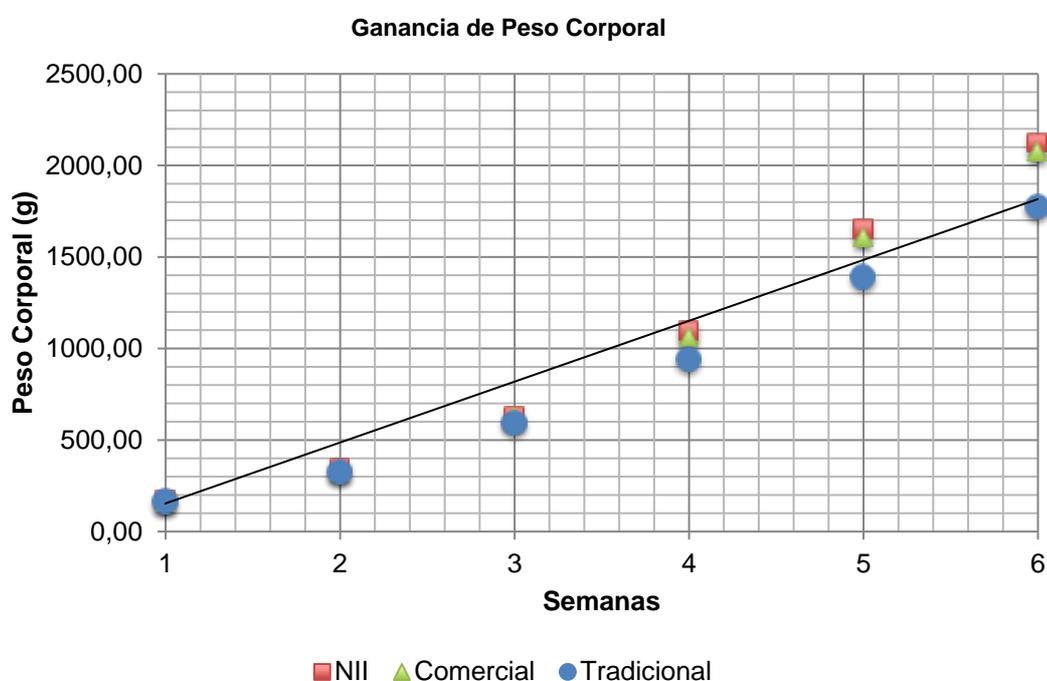


Figura 26. Correlación entre dietas y recta de regresión.

4.2.2. Conversión Alimenticia Ajustada

Los mismos resultados obtenidos en el índice de ganancia de peso final se vieron reflejados en la conversión alimenticia, lo que significa que la eficiencia de transformación del alimento en carne fue superior de forma significativa en la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal en comparación a la dieta Tradicional. Varios autores, incluyendo Bermúdez (2005) citado por Chiriboga (2015), Johnson (2014), presentaron valores aproximados de 1,81 a los 42 días; las dietas NII y Comercial tuvieron un valor de 1,60 y 1,65 respectivamente lo que demuestra que en ambos tratamientos hubo una absorción óptima de los nutrientes, por otro lado, la dieta Tradicional tuvo una conversión de 1,95, mayor a la registrada en otros ensayos.

Según Hoyos (2008), el uso de probióticos, así como de otros aditivos que mejoren la integridad intestinal, permite una reducción de la conversión alimenticia ajustada en 11 puntos. Este dato se refleja en este ensayo donde la dieta Tradicional tuvo una conversión alimenticia mayor en 35 puntos, donde se ve cómo actúan en conjunto todos estos aditivos permitiendo reducir este valor.

Otro ensayo realizado por Araujo en el año 2005 donde se utilizó un producto en base a enzimas y probióticos (*Lactobacillus sp.* y *Bacillus sp.*) tuvo una mejora en la conversión alimenticia de 33 puntos, tal como los datos obtenidos a lo largo de este ensayo.

Varios autores señalan que, con el uso de enzimas, probióticos, prebióticos y otros aditivos se alcanza una mejora digestiva en el pollo de engorde (Rigolin, 2014; Milian, 2005, Fernandes, 2014). En un trabajo reciente de Aguavil (2015), se confirmaron los resultados alcanzados por estos autores y además señala que la salud intestinal del pollo de engorde, es un factor clave para explotar la genética del animal al máximo, obteniendo el peso y conversión alimenticia ideal.

Según los valores de eficiencia productiva rentable recomendados, se debe situar en 300 puntos (Aviagen, 2015 y Hoerr, 2009). La dieta con Núcleo de Integridad Intestinal fue la que más se aproximó al parámetro de eficiencia productiva con un total de 297,50 puntos, mientras que la dieta Comercial tuvo

un valor de 282,25 puntos, sin diferencias estadísticas; pero si con la dieta Tradicional que alcanzó 208,00 puntos.

4.2.3. Rendimiento a la canal

Según Fernandes (2014), la pérdida de la Integridad Intestinal ejerce un impacto negativo en el rendimiento a la canal obteniendo menos kilogramos de carne (eviscerado) por kilogramo de peso vivo. Dentro de la industria, la carne de pollo como producto terminado es el parámetro económico más importante, por lo que la conservación de la integridad intestinal durante el ciclo productivo da como resultado mayores rendimientos de carne tal como lo señala Hoerr (2009).

Los valores alcanzados en el rendimiento a la canal fueron de 85,78%, 85,28% y 83,02% para las dietas NII, Comercial y Tradicional respectivamente. Los porcentajes de eviscerado obtenidos se ajustan a las recomendaciones del Manual de Rendimiento de la línea genética ROSS 308. En este manual se establece que el rendimiento de carcasa de un pollo de 2,2 kg es de 72,08% y el de un pollo de 1,8 kg es de 71,35%. Todos los pollos evaluados presentaron rendimientos superiores al 80%, esto se pudo haber dado por distintas metodologías de faena. Según Aviagen este valor varía entre plantas de proceso, equipos utilizados y porciones en las que se deshuesa. Los parámetros obtenidos en el Manual de ROSS 308 concuerdan con los resultados obtenidos en un ensayo realizado por Hanning (2012) donde un pollo de 2,8 kg tuvo un rendimiento de carcasa de 73,3%.

Dos estudios realizados por Jaramillo (2011) y Gómez (s.f.) demostraron que el uso de aditivos que promueven la integridad intestinal permiten un mayor rendimiento de carcasa, con valores superiores en un 1,51% y 7,8%.

Fernandes (2014) afirma que todavía hay pocos estudios que estudien aditivos con un efecto en la Integridad Intestinal a nivel morfológico, pero al tener vellosidades más organizadas y uniformes se tiene una mayor absorción de nutrientes y protección contra patógenos. Según Cervantes (2011) el mantener la estructura y funcionamiento de las vellosidades y microvellosidades de forma óptima permite una mayor productividad del pollo de engorde.

El uso de un Núcleo de Integridad Intestinal en pollos de engorde permitió tener un mejor desarrollo morfométrico del tracto digestivo, con microvellosidades más uniformes, largas y bien definidas, es así que el uso de este aditivo permite un rápido y mejor aprovechamiento del alimento, consolidación de mecanismos de defensa y por ende mejor desempeño (Ros, 2016). Las vellosidades de la dieta NII fueron más largas en un 6% comparado a la Tradicional mientras que entre la dieta NII y Comercial hubo una diferencia de apenas el 2%, teniendo mayor longitud la Comercial. Estos datos concuerdan con un estudio realizado por Naga (2014) donde se evaluó la Integridad Intestinal utilizando probióticos, el largo de las vellosidades fue mayor en un 4,97% utilizando este aditivo. Este resultado es coherente con otro ensayo realizado por Ros (2016) donde con el uso de ácidos orgánicos las vellosidades fueron más elongadas en un 37,76%.

4.3. Análisis Económico

Se realizó el análisis económico tomando como referencia un análisis de presupuesto parcial de experimentos de Perrin et. al. (1998) Este estudio consiste en organizar lo datos experimentales, costos y beneficios de varios tratamientos.

Dentro de este modelo se consideró el rendimiento neto de cada tratamiento, en este caso la cantidad de kilogramos de peso vivo obtenidos a los 42 días de crianza. Para obtener este valor se consideró el número total de pollos por dieta al día de saque y el peso promedio.

En el Anexo 9. se encuentran los rubros considerados a lo largo del ensayo considerando los valores vigentes durante la fecha del ensayo, tomando en cuenta un precio de \$1,98 por kilogramo de pollo en pie (\$0,90/lb).

Como todos los rubros, exceptuando el balanceado, son iguales para cada uno de los tratamientos, únicamente se consideró el costo de alimentación que resultó en la única variable entre tratamientos.

En la tabla a continuación se muestran los costos de cada kg de alimento balanceado por tratamiento, donde es evidente que el alimento Comercial tiene el valor más alto pues este alimento demanda equipos más complejos, más energía y capital, le sigue la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal. Como todos los tratamientos tuvieron el mismo consumo, en base a éste se realizó un costo de alimentación total por alimento.

Tabla 31.

Costo por kilogramo de alimento balanceado de cada tratamiento.

	Costo de kg de Alimento Balanceado por Tratamientos (\$)		
	NII	COMERCIAL	TRADICIONAL
Alimento Pre-inicial	0,63	0,64	0,49
Alimento Inicial	0,49	0,62	0,47
Alimento Engorde	0,48	0,61	0,45
Costo Alimentación Total	310,96	389,16	288,77

La dieta Comercial es 25% más costosa que la que dieta NII que incluye un Núcleo de Integridad Intestinal. La dieta Tradicional es 8% más barata que la NII. La dieta Comercial fue 35% más cara que la Tradicional.

En primer lugar, se analizó el costo de alimentación por kilogramo de carne en pie producido en base al costo de alimentación por tratamiento, la cantidad de animales vivos y su peso promedio, tal como se muestra en la Tabla. 32

Tabla 32.

Costo por kilogramo de pollo en pie producido.

	NII	COMERCIAL	TRADICIONAL
Costo Alimentación Total (\$)	310,96	389,16	288,77
Animales vivos al día 42	188	188	188
Peso promedio (kg)	2,12	2,08	1,77
TOTAL (kg)	399,14	390,43	333,47
Costo del alimento / kg de carne (\$)	0,78	1,00	0,87

El costo de producción por kilogramo de carne producida es menor para la dieta con Núcleo de Integridad Intestinal, siendo 22% inferior a la dieta Comercial y 13% a la dieta Tradicional.

Es así que a pesar de que el alimento con Núcleo es mucho más costoso que el Tradicional, el costo de producción por kilogramo es inferior, demostrando los beneficios del uso de un Núcleo de Integridad Intestinal en el engorde de pollos.

En base a la tabla anterior, se realizó un análisis de beneficio/costo obtenido a partir del costo total de alimentación y el ingreso tal como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33.

Relación Beneficio/Costo

DIETA	Promedio del total de kg de carne al día 42	Ingreso por tratamiento (\$)	Tecnología en Alimentación (\$/pollo)	Beneficio neto (\$/pollo)	Beneficio/costo (\$)
NII	399,14	790,31	310,96	479,34	1,54
COMERCIAL	390,43	773,05	389,16	383,88	0,99
TRADICIONAL	333,47	660,26	288,77	371,49	1,29

Nota: Precio de venta 1,98 \$/kg de pollo en pie.

La dieta con Núcleo de Integridad Intestinal tiene el mayor beneficio neto, siendo superior a la Comercial en un 20% y 23% a la Tradicional. Al comparar la dieta Comercial y la Tradicional el mayor beneficio económico tiene la dieta comercial.

A partir de la Tabla 33. se estimó el beneficio neto por pollo en pie vendido, considerando únicamente como costo la alimentación por pollo, el peso promedio de saque de cada tratamiento y el precio de venta de \$1,98/kg, precio nacional tomado al fin del ensayo. Considerando que en la Tabla. 33 se evalúa el ingreso total por tratamiento, mas no por pollo, se debe tomar en cuenta que al momento del saque hubo 188 pollos. Es así que por un pollo alimentado con Núcleo de Integridad Intestinal se recibió \$2,55, por uno alimentado con la dieta Comercial \$2,04 y finalmente un pollo alimentado con la dieta Tradicional \$1,97.

La dieta con un Núcleo de Integridad Intestinal tiene una relación beneficio/costo superior, por lo que a pesar de que no hubo diferencias estadísticas en peso corporal a la edad de saque, el costo por kilogramo vuelve a la dieta NII mucho más atractiva económicamente. Por cada dólar invertido y recuperado, la dieta con un Núcleo de Integridad Intestinal tuvo una ganancia de \$1,54 por cada dólar mientras que la dieta Comercial tuvo un beneficio/costo de \$0,99 y la dieta Tradicional \$1,29.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Al considerar la situación actual de la avicultura ecuatoriana, que ha estado estancada desde el año 2014, se debe aplicar nuevas estrategias que impulsen este sector pecuario. Una de ellas es incrementar la efectividad del alimento balanceado con el fin de que éste sea aprovechado al máximo, reduciendo los costos de producción por desperdicio, tanto de materias primas como de genética. Es así que el Núcleo de Integridad Intestinal se vuelve en una opción para impulsar el crecimiento del mercado avícola, permitiendo obtener mayor ganancia de peso en menor tiempo, reduciendo los costos de producción.

A partir de los resultados obtenidos durante este experimento se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

El uso de un Núcleo de Integridad Intestinal añadido a la dieta permitió alcanzar los parámetros productivos más eficientes y eficaces en pollos de engorde frente a la dietas Comercial y Tradicional, con una mayor ganancia de peso corporal y menor conversión alimenticia; con resultados de 2079,69 g, 2033,12 g y 1730,33 g en ganancia de peso y de 1,60, 1,65 y 1,95 en conversión alimenticia respectivamente.

La dieta que incluyó el Núcleo de Integridad Intestinal presentó un mejor desarrollo del tracto digestivo, tanto a nivel macroscópico como microscópico, lo que permitió obtener el mejor rendimiento a la canal situándose en un 0,58% mayor frente a la Comercial y 3,22% frente a la Tradicional, registrando órganos más sanos y menos lesiones podales. A nivel morfométrico el Núcleo con Integridad Intestinal permitió, un mejor desarrollo de vellosidades y microvellosidades.

El uso de un Núcleo de Integridad Intestinal resulta en un menor costo de producción por kilogramo de carne producida, aproximadamente del 22,00% para la dieta Comercial y de 10,34% para la Tradicional. El análisis económico

demonstró que, con el uso de un Núcleo de Integridad Intestinal, se alcanza un mayor beneficio/costo de \$1,59 mientras que las dietas Comercial y Tradicional tuvieron valores más bajos, de \$0,99 y \$1,29 respectivamente.

Con las conclusiones obtenidas se puede confirmar los beneficios obtenidos con el uso de un Núcleo de integridad Intestinal dentro de la alimentación avícola, entre los cuales se encuentra una mejora productiva que incluye un incremento en la ganancia de peso, una mejor conversión alimenticia y un rendimiento a la canal más alto.

5.2. Recomendaciones

El uso del Núcleo de Integridad Intestinal en la nutrición y alimentación para pollos de engorde se debe complementar con una buena formulación de raciones y la aplicación de Buenas Prácticas Avícolas (BPA), en zonas similares a las del estudio.

Proponer a los avicultores ecuatorianos el uso del Núcleo de Integridad Intestinal en sus raciones.

La avicultura es una explotación extensiva por lo que al momento de evaluar la efectividad del Núcleo de Integridad Intestinal se debe considerar que las diferencias económicas son más impactantes que las estadísticas dentro del giro de negocio.

Complementar con ensayos en galpones comerciales para tener una respuesta más objetiva del efecto del Núcleo de Integridad Intestinal frente a desafíos propios de una producción a gran escala.

Experimentar el concepto de un Núcleo de Integridad Intestinal en otras especies, tales como bovinos, porcinos y aves de postura.

Utilizar el concepto del Núcleo de Integridad Intestinal dentro de la formulación de las raciones para pollos de engorde para encaminar a la avicultura ecuatoriana a ser una explotación libre de antibióticos.

REFERENCIAS

- Aderibigbe. O., Sogunle. L., Egbeyale. S., Abiola. A., Ladokun. O., Ajayi. O. (2013). Pelletized feed of different particle sizes: effects on performance, carcass characteristics and intestinal morphology of two strains of broiler chicken. Recuperado del 25 de noviembre del 2016 a partir de https://www.academia.edu/3709275/Pelletized_feeds_of_different_particle_sizes_Effects_on_broiler_chickens.
- Aditmaq. (2016). Alimentación Animal: División pecuaria. Recuperado el 25 de enero del 2016 a partir de http://www.aditmaq.com/aditagro_pages/index.htm.
- AFABA.(2015). Estadísticas 2015. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016 a partir de <http://www.afaba.org/portal/index.php/2015-04-07-00-52-41/estadisticas/20150-estadisticas-maiz>.
- Agrocalidad. (2013). Guía de Buenas Prácticas Avícolas. Resolución técnica N° 0017. 19 de marzo del 2013. Recuperado el 19 de julio del 2016 a partir de <http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2015/07/GUIA-AVICOLA1.pdf>.
- Aguavil. J. (2012). Evaluación del efecto de un probiótico nativo elaborado en base a *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler Ross:308 en Santo Domingo de los Tsáchilas. Recuperado el 25 de noviembre del 2016 a partir de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5213/1/T-ESPE-IASA%20II%20-%20002399.pdf>.
- Aillón. M. (2012). Propuesta e implementación de un proyecto comunitario que se dedicará a la crianza, producción y comercialización avícola en la parroquia de Ascázubi. Recuperado el 12 de Noviembre del 2016 a partir de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1473/1/T-UCE-0003-272.pdf>.

- Almirón.E.,(2014). Bioquímica de la Digestión de las Aves. Recuperado el 18 de noviembre de 2016 de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjxgPeBz8DQAhVFWSYKHRtIALYQFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fecaths1.s3.amazonaws.com%2Fcatbioquimicavet%2F1692361151.Bioqu%25C3%25ADmica%2520de%2520la%2520digesti%25C3%25B3n%2520de%2520las%2520aves.docx&usg=AFQjCNED8aZWVMV6vXfJwIWRIMkFUzK6yw&sig2=s1DIRkkycNDq9pjp5ywtg>.
- Amerah. A., Ravindran. V., Lentle. D., Thomas. D. (2008). Influence of feed particle size on the performance, energy utilization, digestive tract development, and digesta parameters of broiler starters fed wheat-and corn-based diets. Recuperado el 25 de noviembre del 2016 a partir de doi: 10.3382/ps.2008-00149.
- Araujo. R. (2005). Beneficios de la utilización de HYDROENZIME en la Ganancia de Peso y Conversión Alimenticia en pollos de engorde. Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer. Recuperado el 05 de diciembre del 2016 a partir de http://www.agranco.com/pdf/hydroenzyme_prueba_elsalvador.pdf.
- Asociación Latinoamericana de Avicultura. ALA. (2016). La FAO estima que en 2016 la producción mundial de carne crecerá en un 0,3%. Boletín de noticias ALA. Recuperado el 14 de Octubre del 2016 a partir de <http://www.boletin.avicolatina.com/2016/06/la-fao-estima-que-en-2016-la-produccion-mundial-de-carne-crecera-en-un-03/>.
- Aviagen. (2009). Broiler: Manual de Manejo del Pollo de Engorde Ross.
- Aviagen. (2009). Guía de Manejo del Pollo de Engorde. Recuperado el 16 de julio del 2016 a partir de http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/smA-Acres-Guia-de-Manejo-del-Pollo-Engorde-2009.pdf.

- Aviagen. (2014). Broiler Ross 308: Objetivos de Rendimiento. P. 12. 0814-AVNR-033. Recuperado el 01 de Octubre del 2016 a partir de http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-308-Broiler-PO-2014-ES.pdf.
- Aviagen. (2015). Manual de manejo del Pollo de Engorde Ross.
- Aviagen. (2016). Aviagen. Recuperado el 16 de julio del 2016 a partir de <http://es.aviagen.com/about-us/>.
- Barrionuevo. N. (2015). Desafíos actuales y futuros de la alimentación en Ecuador. Revista técnica Maíz & Soya. Septiembre 2015.
- Bermúdez. H. (2005). Objetivos de la Producción. Santo Domingo de los Tsáchilas: Ecuador. AGRIPAC.
- CEPESIU. (2016). Plan estratégico para el desarrollo integral de la economía de la parroquia Ascázubi (2016-2020). Ecuador: Gobierno autónomo descentralizado parroquial rural. Recuperado el 06 de Octubre del 2016 a partir de http://www.cepesiu.org.ec/files/pubs/attach/86_planasczubi.pdf.
- Cervantes. E. (2015). Procesamiento de Pollos: Tips Gerenciales. Revista Avicultura Ecuatoriana. Edición 217. ISSN N 1390-4558.
- Cervantes. H. (2011). Integridad intestinal en aves. Recuperado el 18 de octubre del 2016 a partir de <http://www.wattagnet.com/articles/10192-integridad-intestinal-en-aves>.
- Chávez. V. (2010). Seguimiento al Manejo Técnico de Pollos Parrilleros en sus diferentes sistemas de crianza Túnel (+) y Túnel (-). Recuperado el 7 de noviembre del 2016 a partir de http://www.fcv.uagrm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_trabajodirigidos/CHAVEZ%20VERONICA-20110513-152938.pdf.

- Cheema. M., Qureshi. M. (2003). A Comparison of the Immune Response of a 2001 Rando bred Broiler Strain When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets. *Poultry Science* 82:1519-1529.
- Chiriboga. P. (2015). Evaluación de tres Balanceados energéticos- Protéicos comerciales y dos Aditivos alimenticios en la Alimentación de Pollos Parrilleros. Tumbaco, Pichincha. Universidad Central del Ecuador. Recuperado el 05 de Diciembre del 2016 a partir de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/3240/1/T-UCE-0004-04.pdf>.
- Chore-Time. (2015). Pollo de Engorde. Recuperado el 18 de julio del 2016 de <http://www.pisonline.us/downloads/pollodeengordemar05.pdf>.
- Cobb Vantress. (2016). COBB500 Guides. Recuperado el 19 de julio del 2016 a partir de <http://www.cobb-vantress.com/products/cobb-500>.
- Cobb. (2014). Manual de manejo Broiler.
- CONAVE. (2013). Estadísticas avícolas. Recuperado el 28 de septiembre del 2016 a partir de <http://www.conave.org/upload/informacion/Estadisticas%20avicolas.pdf>.
- Domínguez. I. (2015). Influencia de la integridad intestinal sobre el rendimiento y rentabilidad aviares. Recuperado el 4 de enero del 2016 a partir de <http://avicultura.info/influencia-de-la-integridad-intestinal-sobre-el-rendimiento-y-rentabilidad-aviares/>.
- Donohue. M. (2012). 20 años de mejoramiento avícola: pollo de engorde. Recuperado el 8 de octubre del 2016 a partir de <http://www.elsitioavicola.com/articles/2220/20-años-de-mejoramiento-avicola-pollo-de-engorde/>.
- El productor. (2016). Ecuador: El precio del pollo no levanta el vuelo. Recuperado el 29 de noviembre del 2016 a partir de <http://elproductor.com/2016/11/29/ecuador-el-precio-del-pollo-no-levanta-el-vuelo/>.

El Sitio Avícola. (2016). Tendencias Avícolas Mundiales 2016: Se desacelera el crecimiento comercial del pollo en América. Recuperado el 15 de octubre del 2016 a partir de <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2867/tendencias-avacolas-mundiales-2016-se-desacelera-el-crecimiento-comercial-del-pollo-en-amarica/>.

El Sitio Avícola.(2016).Tendencias Avícolas Mundiales 2016: La producción de pollo fuera de la Unión Europea crece más rápido que dentro.Recuperado el 15 de Octubre de <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2876/tendencias-avacola-mundiales-2016-la-produccion-de-pollo-fuera-de-la-unian-europea-crece-mas-rapido-que-dentro/>.

Errecart. V. (2013). Análisis del mercado mundial de carnes. Universidad Nacional de San Martín. Recuperado el 14 de Octubre del 2016 a partir de http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/CE RE%20-%20Mayo%20-%202015.pdf.

FAO. (2014). Perspectivas del mercado mundial de la carne: Perspectivas alimentarias-Análisis del mercado mundial 2014. Recuperado el 4 de enero del 2016 a partir de <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>.

FAO. (2016). Tendencias Avícolas Mundiales 2016: América representa el 44 por ciento de la producción mundial de pollo. El sitio avícola. Recuperado el 13 de octubre del 2016 a partir de <http://www.elsitioavicola.com/articulos/2866/tendencias-avacolas-mundiales-2016-amarica-representa-el-44-por-ciento-de-la-produccion-mundial-de-pollo/>.

FAO.(2016). Tendencias avícolas mundiales 2016: América representa el 44% de la producción de pollo. Recuperado el 15 de octubre del 2016 a partir de <http://www.elsitioavicola.com/articles/2866/tendencias-avacolas-mundiales-2016-amarica-representa-el-44-por-ciento-de-la-produccion-mundial-de-pollo/>.

Fernandes. B., Martins. M., Mendes. A. (2014). Intestinal integrity and performance of broiler chickens fed a probiotic, a prebiotic, or an organic acid. Recuperado el 18 de Octubre del 2016 a partir de <http://dx.doi.org/10.1590/1516-635X1604417-424>.

Giacomozzi. J. (2015). Actualización del mercado avícola: ODEPA. Recuperado el 15 de Octubre del 2016 a partir de http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1428415820Aves201503.pdf.

Gobierno Descentralizado de Ascázubi-Cayambe. (2015). Ascázubi-Ecuador. Recuperado el 16 de julio del 2016 de http://www.gadasczubicayambe.gob.ec/wev/index.php?option=com_content&view=article&id=48&Itemid=37.

Gómez. S. (sf). Efectos de incluir Mananooligosacáridos más un cultivo de levaduras y un microorganismo vivo en la dieta de pollos de engorda. Recuperado el 05 de diciembre del 2016 a partir de <http://www.adial.es/noticias/Celmanax%20%20Vi%20Cor.pdf>.

González. E. (2013). Análisis de la situación actual del consumo de pollo certificado frente al blanco en Navarra. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Pública de Navarra. Recuperado el 12 de Noviembre del 2016 a partir de <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/6906/577984.pdf?sequence=1>.

González. G. (1985). Métodos estadísticos y principios del diseño experimental. Editorial Universitaria: Ecuador.

- Google. (2016). Mapa de Pichincha, Ecuador en Google maps. Recuperado el 18 de julio del 2016 de <https://www.google.com/maps/place/0°04'47.0%22S+78°17'30.9%22W/@-0.0788832,-78.3264849,14009m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x0!8m2!3d-0.0797261!4d-78.29193?hl=en>.
- Hanning. A., Owens. C., Park. S. et al. (2012). Assessment of production performance in 2 breeds of broilers fed prebiotics as feed additives. Recuperado el 18 de Octubre del 2016 a partir de <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02557>.
- Hoerr. F. (2009). La integridad Intestinal y su importancia económica en la Industria Avícola. Recuperado el 25 de noviembre del 2016 a partir de http://www.porcicultura.com/avicultura/home/articulos_int.asp?cve_art=458.
- Hoyos. D. (2008). Utilidad de los microorganismos eficaces (EM®) en una explotación avícola. Córdoba-Colombia. Recuperado el 18 de Noviembre del 2016 a partir de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012202682008000200013&script=sci_arttext.
- INEC. (2016). Censo Nacional Agropecuario. Recuperado el 4 de enero del 2016 a partir de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>.
- ITALCOL. (2016). Alimentos concentrados avicultura. Recuperado el 18 de julio del 2016 a partir de <http://www.italcol.com/avicultura/pollos-de-engorde/a/>.
- Jafarnejad. S. et. all. (2011). Effect of Crumble- Pellet and Mash Diets with Different Levels of Dietary Protein and Energy on the Performance of Broilers at the End of the Third Week. Recuperado el 20 de Octubre del 2016 a partir de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3034968/>. Doi: 10.4061/2010/328123.

- Jaramillo. A. (2011). Evaluación de la Mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en Salud Intestinal y Parámetros productivos de Pollos de Engorde. Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 05 de diciembre del 2016 a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7151/1/8109006.2011.pdf>.
- Johnson. L., Deep. A., Classen. H. (2014). Digestibility and performance responses of broiler chickens fed a pea-based diet with different levels of dietary microbial phytase. University of Saskatchewan. Recuperado el 05 de diciembre del 2016 a partir de <http://usurj.journalhosting.ucalgary.ca/usurj/index.php/usurj/article/view/53>.
- Kaufmann. T. (2015). Granjas de baja emisión- Sostenibilidad en la producción de alimentos y animales. Revista técnica Maíz & Soya. Septiembre 2015.
- López. C. (2015). Tendencias de la Producción Avícola Latinoamericana. Revista Avicultura Ecuatoriana. Edición 216. ISSN N 1390-4558.
- Martínez. N.(2016). FAO predice estancamiento de producción cárnica en 2016. Recuperado el 15 de Octubre del 2016 a partir de <http://www.elsitioavicola.com/poultrynews/31514/fao-predice-estancamiento-de-produccion-carnica-en-2016/>.
- Mavromichalis. I. (2016). 5 Alternative broiler super pre-starter ingredientes. Recuperado el 18 de Octubre del 2016 a partir de <http://www.wattagnet.com/articles/26161-alternative-broiler-su>.
- Medina. A. (2015). Pichincha y Santo Domingo definieron su vacío limítrofe. Recuperado el 17 de octubre del 2016 a partir de <http://www.elcomercio.com/actualidad/pichincha-santodomingo-definieron-limites.html>.

- Milian. G. (2005). Empleo de probióticos a base de *Bacillus sp.* y sus endosporas en la producción avícola. Instituto de Ciencia Animal. Recuperado el 05 de Diciembre del 2016 a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193015494001.pdf>.
- Mingbin. L. (2015). Effects of feed form and feed particle size on growth performances, carcass characteristics and digestive tract development of broilers. Recuperado el 21 de Octubre del 2016 a partir de <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2015.06.001>.
- Navarro. H. (2012). La integridad intestinal: sustento de la rentabilidad en explotaciones avícolas. Recuperado el 01 de octubre del 2016 a partir de <http://www.wattagnet.com/articles/11762-la-integridad-intestinal-sustento-de-la-rentabilidad-en-explotaciones-ava-colas>.
- Naga. K. Y Susmita. T. (2014). Performance and Intestinal Integrity of Broiler Chickens by Supplementation of Yeast *Saccharomyces boulardii* through water. Recuperado el 05 de Diciembre del 2016 a partir de [http://www.tanuvastn.nic.in/ijvasr/vol43\(6\)/399-404.pdf](http://www.tanuvastn.nic.in/ijvasr/vol43(6)/399-404.pdf).
- OCDE-FAO. (2013). Perspectivas Agrícolas 2013-2022. Recuperado el 15 de octubre del 2016 a partir de <http://www.fao.org/docrep/018/i3307s/i3307s.pdf>.
- OCDE-FAO.(2014).Mercado de Ganados y Carnes, Proyecciones 2023. Recuperado el 15 de Octubre a partir de http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/mercados/carnes/_archivos//000003=Mercado%20internacional%20de%20carnes/000001-Proyección%20OCDE%20FAO%20carnes%202014-2023.pdf.
- Orellana. J. (2015). Análisis de Avicultura en Ecuador. Recuperado de la Revista el Agro el 01 de Octubre del 2016 a partir de <http://www.revistaelagro.com/analisis-de-la-avicultura-en-ecuador/>.

- Penz.M. (2014). Nutrición de pollitos. Primera y última Semana. XIII Seminario Internacional de Patología y Producción Aviar. AMEVEA. Universidad de Georgia: Estado Unidos de América. Recuperado el 4 de enero del 2016 a partir de <http://nutricionanimal.info/nutricion-de-pollitos-primera-y-ultima-semana/>.
- Perrin. K., Winkelmann. D., Moscardi. E., Anderson. J. (1998). Formulación de Recomendaciones a partir de datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo: México.
- Pietsch. M. (2016). Insoluble Fibrean “Essential Nutrient” for Layers. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016 a partir de Asian Poultry Magazine. <http://www.asianagribiz.com/display.aspx?PageID=0&MemberID=0&screenheight=800&screenwidth=1280#>.
- Quereshi. M. (2006). Efectos de Sangrovit contra *Clostridium perfringens*. Universidad Estatal de Carolina del Norte. Recuperado el 18 de Octubre del 2016 a partir de www.gammavet.com.
- Ramírez. S. (2016). La competitividad es el reto para el sector avícola. Recuperado de la Revista Líderes el 01 de octubre del 2016 a partir de <http://www.revistalideres.ec/lideres/competitividad-reto-sector-avicola-alimentos.html>.
- Revidatti et al. (2006). Evolución del peso corporal, consumo de alimento y conversión alimenticia en pollos parrilleros a diferentes edades de faena. Universidad Nacional del Nordeste. Recuperado el 11 de octubre del 2016 a partir de <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt2006/04- Veterinarias/2006-V-022.pdf>.
- Rigolin. P. (2015). ¿Conversión alimenticia 1:1 para 2025? Un vistazo al futuro de la avicultura. Recuperado el 7 de noviembre del 2016 a partir de <http://www.wattagnet.com/articles/17830-conversion-alimenticia-1-1-para-2025-un-vistazo-al-futuro-de-la-avicultura>.

- Rodríguez. D. (2010). Crianza de pollitos de carne. Recuperado el 7 de noviembre del 2016 a partir de http://www.ganaderia.com/ganaderia/home/impresion.asp?cve_art=475.
- Ros. (2016). Resultados productivos e integridad intestinal. AviNews. Recuperado el 06 de Diciembre del 2016 a partir de <http://avicultura.info/resultados-productivos-e-integridad-intestinal/>.
- Ruíz. B. (2013). En 60 años de genética: menos alimento y más producción.
- Ruíz. B. (2015). Avicultura ecuatoriana: eficiencia en pollo y huevo. Industria avícola. Recuperado el 01 de octubre del 2016 a partir de <http://www.wattagnet.com/articles/23245-avicultura-ecuatoriana-autosuficiencia-en-pollo-y-huevo>.
- Ruíz. B. (2016). El porqué de las enzimas en la salud intestinal. Recuperado el 18 de Octubre del 2016 a partir de http://www.wattagnet.com/articles/27087?utm_source=Knowledge...20y%Latinoamerica&eid=328451135&bid=1435781.
- SAGARPA.(2015).Principales países productores de pollo.Recuperado el 15 de octubre del 2016 a partir <http://www.numerosdelcampo.sagarpa.gob.mx/mapasTablero/principalesProductoresPollo.php>.
- Seijas. E. (2014). Nutrición y Fisiología Perinatal en aves. Recuperado el 17 de octubre del 2016 a partir de <http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/articulos/nutricion-fisiologia-perinatal-aves-t6042/141-p0.htm>.
- Schmidt. M. (2015). Los microminerales son el presente y futuro de la nutrición animal. Revista técnica Maíz & Soya. Septiembre 2015.
- Siegel. P. (2013). Evolution of the Modern Broiler and Feed Efficiency. Department of Animal and Poultry, Virginia Tech, Blacksburg, Virginia 24061-0306. Recuperado el 8 de octubre del 2016 a partir de <http://www.annualreviews.org/doi/full/10.1146/annurev-animal-022513-114132>.

- Sinagap. (2016). Censo Avícola Ecuatoriano. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Recuperado el 17 de octubre del 2016 a partir de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/censo-avicola-ecuatoriano>.
- Steinfeld. H. (2006). Perspectiva Mundial. Recuperado el 4 de enero del 2016 a partir de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0255s/a0255s02.pdf>.
- Tavernari.F.,Salguero.S.,Albino.L.,Rostagno.H.(2008). Nutrición, Patología y Fisiología Digestiva en Pollos: Aspectos Practicos. XXIV Curso de Especialización FEDNA. Recuperado EL 18 de Noviembre de 2016 A partir de del http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/wpsa1231429091a.pdf.
- Teixeira. L., Feres. F., Dionizio. M., et al. (2006). Uso de prebióticos à base de mananoligossacarídeo em racoes para frangos de corte. Recuperado el 18 de Octubre del 2016 de la Revista Brasileira de Zootecnia. ISSN impresso: 1516-3598.
- UNAD.Lección 6. SISTEMA ESQUELÉTICO-MUSCULAR Y DIGESTIVO ANIMAL. Recuperado el 18 de Noviembre de 2016 de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102702/102702/leccin_6__sistema_esquelticomuscular_y_digestivo_animal.html.
- Watt PoultryUSA. Recuperado el 19 de julio del 2016 a partir de <http://www.wattagnet.com/articles/16567-en-60-anos-de-genetica-menos-alimento-y-mas-produccion>.
- Zambrano. A. (2015). Avicultura en Ecuador de consolida. Revista El Agro: Sirviendo al desarrollo agroindustrial del país. Edición 231.
- Zuidhof et al. (2014). Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. Poultry Science. Recuperado el 10 de octubre del 2016 a partir de <http://ps.oxfordjournals.org/content/93/12/2970.full.pdf+html>.

ANEXOS

a) ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DEL NÚCLEO DE INTEGRIDAD INTESTINAL



ÓPTIMO BROILER PRE-INICIAL

HOJA DE ESPECIFICACIONES			
DESCRIPCIÓN GENERAL	Núcleo de integridad intestinal destinado para pollos de engorde, donde se formula para reducir la incidencia de ascitis en Sierra y mejora la respuesta del pollo bajo condiciones de estrés por calor. Destinado para pollitos de 1 a 10 días de edad.		
CONTENIDO	Proteínas funcionales, Inhibidor de micotoxinas, Promotor de rendimiento combinado, Enzimas con Actividad de fitasa y Xylanasa, Pro-bióticos, Pre-bióticos, Phytobióticos, Antifúngicos, Antioxidantes, Aminoácidos con función metabólica, Ácidos orgánicos (como regulados del pH intestinal) y Fibra insoluble.		
PROPIEDADES FÍSICAS:	Aspecto: Polvo granulado fino Color: Marrón Olor: Característico		
DATOS FÍSICO-QUÍMICO		Valor	Unidades
	Densidad aparente:	0,4 ± 0,05	g/ml
	Tamaño de partícula:	máx . 300	um
EMBALAJE	Fundas de película bilaminada depolietileno coextruido. Contenido 15 kg. (Presentación puede variar)		
ALMACENAMIENTO	Temperatura: 15 - 25°C, bajo sombra Humedad relativa: 35 - 60%		
VIDA ÚTIL	6 meses en su envase original cerrado, a las condiciones de almacenamiento indicadas.		
DOSIS	ETAPA PRE-INICIAL 1-10 días	40	kg/t

ADITMAQ Cia. Ltda - Vicente Duque N73-85- Lote 1 y José de la Rea
(+595) 2 382 7270 / 3827276

ADITMAQ
Aditivos e Ingredientes Cia. Ltda.

MATRIZ NUTRICIONAL	Nutriente	Valor	Nutriente	Valor
	EM AVES (MC/kg)	5,013	GLYSER	1,463%
	PROTEÍNA T	74,735%	VALINA	4,461%
	FIBRA	10,810%	ARGIN.DIG.AVE.	4,700%
	GRASA	0,625%	LIS.DIG.AVE	4,350%
	CENIZAS	13,444%	METIO.DIG.AVE	0,888%
	MATERIA SECA	81,965%	M+C DIG.AVES	2,295%
	FÓSFORO ASIM	4,268%	TRIP.DIG.AVE	1,401%
	CALCIO	7,811%	TREON.DIG.AVE	4,850%
	PROTEÍNA ANIMAL	25,000%	ISOLE.DIG.AVE	3,223%
	ARGININA	5,500%	LEU.DIG.AVE	3,800%
	LISINA TOTAL	5,500%	GLYS. DIG. AVE	1,388%
	METIONINA	1,022%	VALI.DIG.AVE	4,116%
	MET + CIS	2,620%	COLINA (g/kg)	4,500
	TRIPTÓFANO	1,536%	POTASIO	0,588%
	TREONINA	5,250%	SODIO	2,136%
	ISOLEUCINA	3,662%	CLORUROS	0,782%
	LEUCINA	4,105%		

Estos datos técnicos son determinados para cada lote antes de su aprobación por nuestro laboratorio de control de calidad. Esta información técnica corresponde al estado actual de nuestros conocimientos y pretende presentar nuestros productos y sus posibles aplicaciones. Con ello no se garantiza sus propiedades específicas o aptitud para un uso determinado. Se deberá tener en cuenta posibles derechos de propiedad industrial. Se garantiza la buena calidad de los productos según nuestras Condiciones Generales de Venta

ADITMAQ Cis. Ltda - Vicente Duque N73-85- Lote 1 y José de la Rea
(+595) 2 382 7270 / 3827276

ADITMAQ
Alimentos y suplementos Cía. Ltda.



ÓPTIMO BROILER INICIAL

HOJA DE ESPECIFICACIONES			
DESCRIPCIÓN GENERAL	Núcleo de integridad intestinal destinado para pollos de engorde, donde se formula para reducir la incidencia de ascitis en Sierra y mejora la respuesta del pollo bajo condiciones de estrés por calor. Ideal para pollitos de 11 a 21 días de edad.		
CONTENIDO	Proteínas funcionales, Inhibidor de micotoxinas, Promotor de rendimiento combinado, Enzimas con Actividad de fitasa y Xylanasa, Pro-bióticos, Pre-bióticos, Phytobióticos, Antifúngicos, Antioxidantes, Aminoácidos con función metabólica, Ácidos orgánicos (como regulados del pH intestinal) y Fibra insoluble.		
PROPIEDADES FÍSICAS:	Aspecto: Polvo heterogéneo Color: Marrón Olor: Característico		
DATOS FÍSICO-QUÍMICO		Valor	Unidades
	Densidad aparente:	0,55 ± 0,05	g/ml
	Tamaño de partícula:	máx. 300	um
EMBALAJE	Fundas de película bilaminada depolietileno coextruido. Contenido 25 kg. (Presentación puede variar)		
ALMACENAMIENTO	Temperatura:	15 - 25°C, bajo sombra	
	Humedad relativa:	35 - 60%	
VIDA ÚTIL	6 meses en su envase original cerrado, a las condiciones de almacenamiento indicadas.		
DOSIS	ETAPA INICIAL 11-21 días	10	kg/t

ADITMAQ Cia. Ltda - Vicente Duque N73-85- Lote 1 y José de la Rea
(+595) 2 382 7270 / 3827276

ADITMAQ
Alimentos y suplementos Cia. Ltda.

MATRIZ NUTRICIONAL	Nutriente	Valor	Nutriente	Valor
	EM AVES (MC/kg)	9,190	VALINA	3,265%
PROTEÍNA T	46,160%	ARGIN.DIG.AVE.	1,300%	
FIBRA	0,000%	LIS.DIG.AVE	1,700%	
GRASA	0,000%	METIO.DIG.AVE	0,390%	
CENIZAS	40,834%	M+C DIG.AVES	0,078%	
FÓSFORO ASIM	15,404%	TRIP.DIG.AVE	2,145%	
CALCIO	32,164%	TREON.DIG.AVE	7,220%	
ARGININA	1,300%	ISOLE.DIG.AVE	2,550%	
LISINA TOTAL	1,700%	LEU.DIG.AVE	0,000%	
METIONINA	0,390%	GLYS. DIG. AVE	2,850%	
MET + CIS	0,780%	VALI.DIG.AVE	3,265%	
TRIPTÓFANO	2,145%	COLINA (g/kg)	18,000%	
TREONINA	7,220%	POTASIO	0,000	
ISOLEUCINA	2,550%	SODIO	3,525%	
LEUCINA	0,000%	CLORUROS	0,776%	
GLYSER	2,850%			

Estos datos técnicos son determinados para cada lote antes de su aprobación por nuestro laboratorio de control de calidad. Esta información técnica corresponde al estado actual de nuestros conocimientos y pretende presentar nuestros productos y sus posibles aplicaciones. Con ello no se garantiza sus propiedades específicas o aptitud para un uso determinado. Se deberá tener en cuenta posibles derechos de propiedad industrial. Se garantiza la buena calidad de los productos según nuestras Condiciones Generales de Venta

ADITMAQ Cia. Ltda - Vicente Duque N73-85- Lote 1 y José de la Rea
(+595) 2 382 7270 / 3827276

ADITMAQ
Alimentos e Ingredientes Cia. Ltda.



ÓPTIMO BROILER ENGORDE

HOJA DE ESPECIFICACIONES										
DESCRIPCIÓN GENERAL	Núcleo de integridad intestinal destinado para pollos de engorde, donde se formula para reducir la incidencia de ascitis en Sierra y mejora la respuesta del pollo bajo condiciones de estrés por calor. Ideal para pollos de 22 días de edad hasta el saque.									
CONTENIDO	Proteínas funcionales, Inhibidor de micotoxinas, Promotor de rendimiento combinado, Enzimas con Actividad de fitasa y Xylanasa, Pro-bióticos, Pre-bióticos, Phytobióticos, Antifúngicos, Antioxidantes, Aminoácidos con función metabólica, Ácidos orgánicos (como regulados del pH intestinal) y Fibra insoluble.									
PROPIEDADES FÍSICAS:	Aspecto: Polvo heterogéneo Color: Marrón Olor: Característico									
DATOS FÍSICO-QUÍMICO	<table><thead><tr><th></th><th>Valor</th><th>Unidades</th></tr></thead><tbody><tr><td>Densidad aparente:</td><td>0,64 ± 0,05</td><td>g/ml</td></tr><tr><td>Tamaño de partícula:</td><td>máx. 300</td><td>um</td></tr></tbody></table>		Valor	Unidades	Densidad aparente:	0,64 ± 0,05	g/ml	Tamaño de partícula:	máx. 300	um
	Valor	Unidades								
Densidad aparente:	0,64 ± 0,05	g/ml								
Tamaño de partícula:	máx. 300	um								
EMBALAJE	Fundas de película bilaminada depolietileno coextruido. Contenido 25 kg. (Presentación puede variar)									
ALMACENAMIENTO	Temperatura: 15 - 25°C, bajo sombra Humedad relativa: 35 - 60%									
VIDA ÚTIL	6 meses en su envase original cerrado, a las condiciones de almacenamiento indicadas.									
DOSIS	ENGORDE Día 22 - Salida 5 kg/t									

ADITMAQ Cia. Ltda - Vicente Duque N73-85- Lote 1 y José de la Rea
(+595) 2 382 7270 / 3827276

ADITMAQ
Alimentos y Nutrición para Pasa

MATRIZ NUTRICIONAL	Nutriente	Valor	Nutriente	Valor
		EM AVES (MC/kg)	18,313	VALINA
	PROTEÍNA T	6,594%	ARGIN.DIG.AVE.	2,600%
	FIBRA	0,000%	LIS.DIG.AVE	3,400%
	GRASA	0,000%	METIO.DIG.AVE	0,780%
	CENIZAS	0,042%	M+C DIG.AVES	1,560%
	FÓSFORO ASIM	30,800%	TRIP.DIG.AVE	4,192%
	CALCIO	33,000%	TREON.DIG.AVE	12,519%
	ARGININA	2,600%	ISOLE.DIG.AVE	5,100%
	LISINA TOTAL	3,400%	LEU.DIG.AVE	0,000%
	METIONINA	0,780%	GLYS. DIG. AVE	5,700%
	MET + CIS	1,560%	VALI.DIG.AVE	6,530%
	TRIPTÓFANO	4,192%	COLINA (g/kg)	33,000%
	TREONINA	12,519%	POTASIO	0,000
	ISOLEUCINA	5,100%	SODIO	7,000%
	LEUCINA	0,000%	CLORUROS	1,172%
	GLYSER	5,700%		

Estos datos técnicos son determinados para cada lote antes de su aprobación por nuestro laboratorio de control de calidad. Esta información técnica corresponde al estado actual de nuestros conocimientos y pretende presentar nuestros productos y sus posibles aplicaciones. Con ello no se garantiza sus propiedades específicas o aptitud para un uso determinado. Se deberá tener en cuenta posibles derechos de propiedad industrial. Se garantiza la buena calidad de los productos según nuestras Condiciones Generales de Venta

ADITMAQ Cia. Ltda - Vicente Duque N73-85- Lote 1 y José de la Rea
(+595) 2 382 7270 / 3827276

ADITMAQ
Aditivos y complementos para aves

b) ANEXO 2: COMPOSICIÓN GARANTIZADA DE LAS DIETAS UTILIZADAS

Tabla 34.

Composición garantizada del alimento Tradicional

COMPOSICIÓN GARANTIZADA: ALIMENTO TRADICIONAL					
Expresado en porcentaje (%)					
	EM Aves (Mcal/kg)	Proteína (Min.)	Grasa (Min.)	Fibra (Max.)	Cenizas (Max.)
Pre-Inicial	3,05	23,35	3,28	2,32	5,58
Inicial	3,13	20,66	6,27	2,13	5,64
Engorde	3,21	18,79	7,09	2,07	5,08

Tabla 35.

Composición garantizada del alimento Comercial

COMPOSICIÓN GARANTIZADA: ALIMENTO COMERCIAL					
Expresado en porcentaje (%)					
	EM Aves (Mcal/kg)	Proteína (Min.)	Grasa (Min.)	Fibra (Max.)	Cenizas (Max.)
Pre-Inicial	3,10	23	2	5	8
Inicial	3,10	21	2	5	8
Engorde	3,20	19	2,5	5	8

Tomado de: Itacol, 2016

Tabla 36.

Composición garantizada del alimento Núcleo de Integridad Intestinal

COMPOSICIÓN GARANTIZADA: ALIMENTO NII					
Expresado en porcentaje (%)					
	EM Aves (Mcal/kg)	Proteína (Min.)	Grasa (Min.)	Fibra (Max.)	Cenizas (Max.)
Pre-Inicial	3,02	23,4	5,49	2,27	6,48
Inicial	3,15	20,87	4,95	2,18	5,16
Engorde	3,2	19,56	5,05	2,14	4,45

c) ANEXO 3: RESULTADOS NIRS DEL ALIMENTO TERMINADO

Parameter	Value
Almidon	34.51 %
Azucares	2.38 %
Cenizas	6.64 %
Fibra Bruta	2.74 %
Fibra Detergente Neutro	11.31 %
Grasa AH	4.37 %
Grasa EE	3.56 %
Humedad	11.72 %
NCGD GLUTEN	87.52 %
Proteina	26.23 %
Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	OK
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Pre-Inicial, TRADICIONAL (MEGAVES).

Parameter	Value
Almidon	34.23 %
Azucares	6.21 %
Cenizas	6.55 %
Fibra Bruta	2.45 %
Fibra Detergente Neutro	9.36 %
Grasa AH	6 %
Grasa EE	5.2 %
Humedad	11.89 %
NCGD GLUTEN	90.84 %
Proteina	25.13 %
Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	OK
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Inicial, TRADICIONAL (MEGAVES).

Parameter	Value
Almidon	35.45 %
Azucares	8.53 %
Cenizas	4.61 %
Fibra Bruta	2.55 %
Fibra Detergente Neutro	9.17 %
Grasa AH	9.98 %
Grasa EE	9.14 %
Humedad	11.9 %
NCGD GLUTEN	92.98 %
Proteina	22.5 %

Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	Warning
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Engorde, TRADICIONAL (MEGAVES).

Parameter	Value
Almidon	33.8 %
Azucares	5.31 %
Cenizas	5.48 %
Fibra Bruta	2.69 %
Fibra Detergente Neutro	10.14 %
Grasa AH	4.67 %
Grasa EE	3.89 %
Humedad	12.1 %
NCGD GLUTEN	90.7 %
Proteina	26.77 %

Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	OK
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Pre-inicial, NÚCLEO DE INTEGRIDAD INTESTINAL (ADITMAQ)

Parameter	Value
Almidon	36.85 %
Azucares	3.79 %
Cenizas	5.71 %
Fibra Bruta	2.57 %
Fibra Detergente Neutro	8.83 %
Grasa AH	3.63 %
Grasa EE	2.89 %
Humedad	12.2 %
NCGD GLUTEN	89.91 %
Proteina	25.06 %

Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	OK
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Inicial, NÚCLEO DE INTEGRIDAD INTESTINAL (ADITMAQ)

Parameter	Value
Almidon	36.61 %
Azucares	6.31 %
Cenizas	5.72 %
Fibra Bruta	2.62 %
Fibra Detergente Neutro	9.07 %
Grasa AH	6.18 %
Grasa EE	5.41 %
Humedad	13.04 %
NCGD GLUTEN	90.72 %
Proteina	21.81 %

Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	Warning
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Engorde, NÚCLEO DE INTEGRIDAD INTESTINAL (ADITMAQ)

Parameter	Value
Almidon	33.4 %
Azucares	4.46 %
Cenizas	9.05 %
Fibra Bruta	2.82 %
Fibra Detergente Neutro	8.28 %
Grasa AH	5.24 %
Grasa EE	4.46 %
Humedad	9.48 %
NCGD GLUTEN	90.22 %
Proteina	26.71 %

Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	OK
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Pre-inicial, COMERCIAL (Crumble)

Parameter	Value
Almidon	33.32 %
Azucares	3.51 %
Cenizas	9.32 %
Fibra Bruta	2.82 %
Fibra Detergente Neutro	9.97 %
Grasa AH	5.72 %
Grasa EE	4.91 %
Humedad	10.98 %
NCGD GLUTEN	88.81 %
Proteina	25.07 %

Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	OK
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Inicial, , COMERCIAL (Crumble)

Parameter	Value
Almidon	35.96 %
Azucares	10.4 %
Cenizas	3.59 %
Fibra Bruta	2.67 %
Fibra Detergente Neutro	11.94 %
Grasa AH	11.81 %
Grasa EE	10.9 %
Humedad	10.92 %
NCGD GLUTEN	93.6 %
Proteina	21.61 %
Remark	Value
Product limits	OK
Outlier limits	Warning
Sample event	OK

Análisis NIRS Alimento Engorde, , COMERCIAL (Crumble)

d) ANEXO 4: MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE INTEGRIDAD INTESTINAL

CONTROL DE LA INTEGRIDAD INTESTINAL

Indicadores de la pérdida de Integridad Intestinal

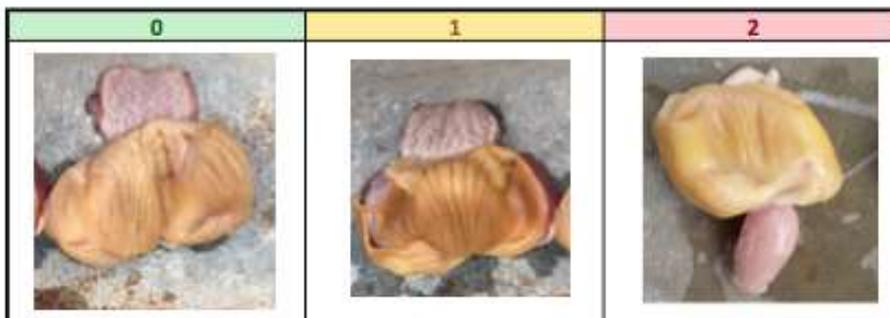
1. Baja ganancia de peso
2. Desuniformidad del lote
3. Cama húmeda
4. Heces líquidas
5. Tránsito rápido (Presencia de partículas sin digerir en el intestino)
6. Moco cecal anormal.

CALIFICACIÓN INTESTINAL

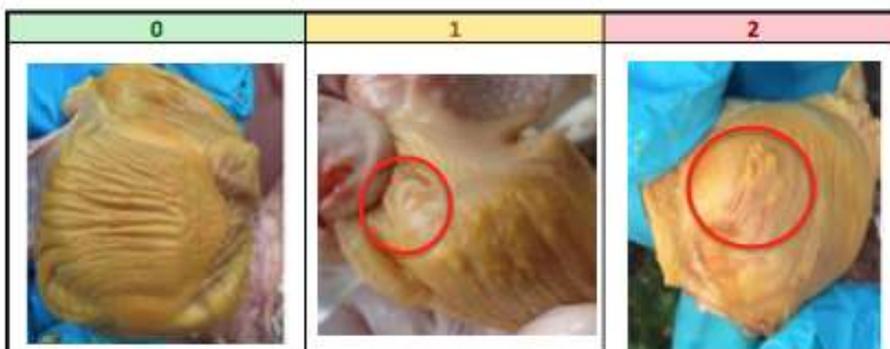
Observación macroscópica de la Integridad Intestinal

PUNTUACIÓN	
Normal	0
Parcialmente anormal	1
Muy anormal	2

1. Desarrollo de la molleja: Evaluar tamaño y cantidad de pliegues



2. Erosiones en la molleja



3. Tránsito intestinal: Determinar presencia de partículas sin digerir y consistencia.

0	1	2
		

4. Integridad Intestinal

4.1. Consistencia del moco del interior del intestino, es limpio? De tonalidad naranja? Espumoso?

0	1	2
		

4.2. Irritación

0	1	2
		

4.3. Terneza: Dureza y grosor de las paredes intestinales.

0	1	2
		

4.4. Presencia de moco

Duodeno	La presencia de moco es común
Yeyuno	No debería haber moco
Íleon	No debería haber moco

5. Ciegos

0	1	2
		

6. Hígado

0	1	2
		

**e) ANEXO 5: ANÁLISIS DE VARIANZA DISEÑO DE BLOQUES
COMPLETAMENTE AL AZAR FACTORIAL**

Tabla 37.

Promedio, desviación estándar y prueba de Tukey ($p < 0,05$) de los parámetros productivos evaluados en tres dietas.

DIETA	EDAD (semanas)	Ganancia de peso (g)	Conversión alimenticia
NII	1	126,43 ± 0,59 a	0,63 ± 0,01 a
NII	2	172,61 ± 8,54 ab	1,06 ± 0,02 b
NII	3	282,55 ± 13,79 bcd	1,27 ± 0,03 cde
NII	4	469,29 ± 21,80 ef	1,26 ± 0,05 cde
NII	5	558,3 ± 70,07 f	1,32 ± 0,09 ef
NII	6	470,52 ± 116,84 ef	1,57 ± 0,03 g
Comercial	1	121,96 ± 2,00 a	0,65 ± 0,00 a
Comercial	2	169,89 ± 11,50 ab	1,09 ± 0,04 bc
Comercial	3	291,83 ± 14,25 bcd	1,27 ± 0,02 de
Comercial	4	433,51 ± 31,92 def	1,32 ± 0,07 ef
Comercial	5	547,58 ± 79,72 f	1,36 ± 0,12 ef
Comercial	6	468,34 ± 124,29 ef	1,61 ± 0,04 g
Tradicional	1	119,72 ± 1,44 a	0,66 ± 0,01 a
Tradicional	2	161,64 ± 4,73 ab	1,13 ± 0,03 bcd
Tradicional	3	268,54 ± 10,17 abc	1,34 ± 0,04 ef
Tradicional	4	346,93 ± 23,89 cde	1,48 ± 0,06 fg
Tradicional	5	449,08 ± 111,88 ef	1,58 ± 0,14 g
Tradicional	6	384,43 ± 82,46 cde	1,90 ± 0,22 h

f) ANEXO 6: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE INTEGRIDAD INTESTINAL

Tabla 38.

Resultados de la evaluación de Integridad Intestinal.

	NII	COMERCIAL	TRADICIONAL
Desarrollo de la molleja	0	1	1
Presencia de erosiones en molleja	0	0	1
Tránsito Intestinal	0	0	0
Consistencia del moco en intestino	0	0	0
Irritación de la pared intestinal	0	0	1
Terneza	0	0	1
Presencia de moco			
Duodeno	0	0	0
Yeyuno	0	0	0
Íleon	0	0	0
Ciegos	0	0	1
Hígado	0	0	0
Lesiones podales	0	1	2
TOTAL	0	2	7
Análisis histopatológicos			
	Definidas, largas y numerosas	Definidas pero no muy numerosas	Vellosidades no identificables
Lumen Intestinal			
Vellosidades Intestinales (um)	14,349	14,694	13,587
Profundidad de criptas (um)	2,153	1,346	1,490
Ancho de criptas (um)	0,493	0,367	0,365

g) ANEXO 7: FOTOGRAFÍAS DE ESTUDIO DE INTEGRIDAD INTESTINAL

		
<p>NII</p>	<p>COMERCIAL</p>	<p>TRADICIONAL</p>
<p>Fotografía 1. Estado de las mollejas, evaluación de úlceras</p>		

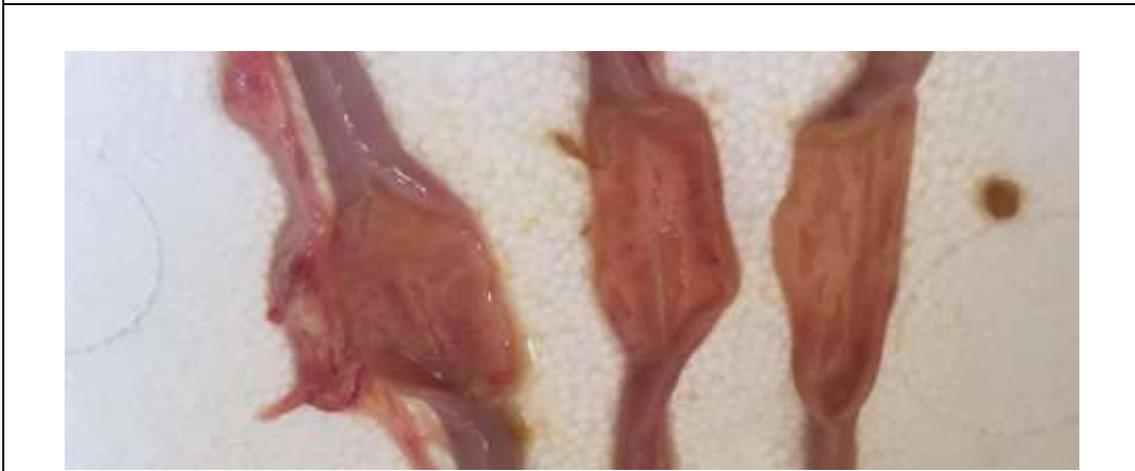
		
<p>NII</p>	<p>COMERCIAL</p>	<p>TRADICIONAL</p>
<p>Fotografía 2. Depósito graso en mollejas</p>		

		
NII	COMERCIAL	TRADICIONAL
Fotografía 3. Presencia de lesiones podales		

		
NII	COMERCIAL	TRADICIONAL
Fotografía 4. Conformación de pechuga		

		
NII	COMERCIAL	TRADICIONAL

Fotografía 5. Estado del Intestino



h) ANEXO 8: RESULTADOS DEL ANÁLISIS HISTOPATOLÓGICO



Carla Álvarez NS-09 y Lis Álvarez
 Tel: 2411-637 / 08003100 Fax: 2412-484
 e-mail: resultados@lives.com.ar
 Quito-Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

CASO:	Q-0076	PACIENTE:	Megavev, Iscorev, Aemmag
CLIENTE:	Buena Batibout	MUESTRAS:	Intestino en fono
DIRECCIÓN DEL CLIENTE:	Perucho	ESPESOR:	Aver
CODIGO INTERNA:	PERUCHO	EDAD:	37 años
DIAGNÓSTICO:	PERUCHO	SEXO:	FEMEA
MEDICO REFERENTE:	200756211	TIPO:	No enema
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	2018-08-23	VELOCIDAD:	No enema
FECHA DE RECEPCIÓN:	2018-07-08	RESPONSABLE:	L. Molinaro
FECHA DE ANÁLISIS:	2018-07-14	CONDICIONES DE ENVASE:	15° C - 20 °C
ANAMNESIS:	Corias de intestino (alimento) almacenados con balanceado en harina. Testigo, un testigo comercial y una dieta nueva	Tratamiento antes de la toma de muestra:	NI

RESULTADOS

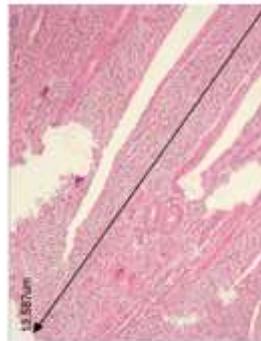
IDENTIFICACIÓN: 1 Megavev, 2 Comercial, 3 Aditmag.

HISTOPATOLOGIA (*):

Microscópicamente

MEGAVES

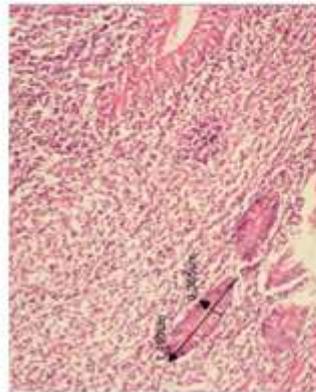
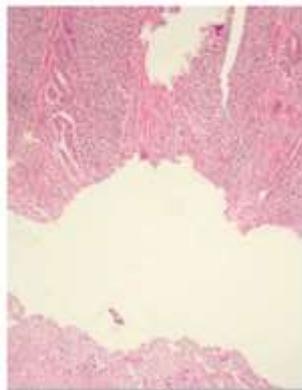
Intestino: los cambios morfológicos en la mucosa no permiten realizar la medición de las vellosidades. Se estima una sola medición desde la base de la mucosa al borde libre en la luz 15,387 um, medición de la altura de la cripta partiendo de la membrana basal 1,690 um y ancho de las criptas partiendo de la membrana basal 0,365 um.



LIVEXLAB-ME3381-01-IMP



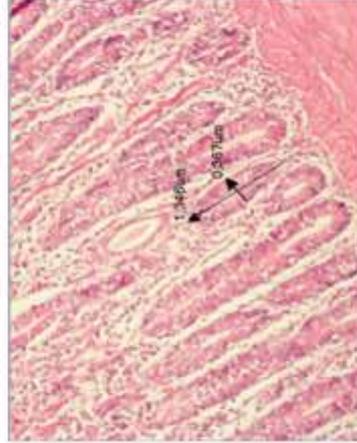
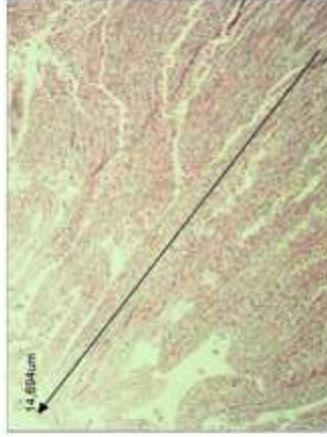
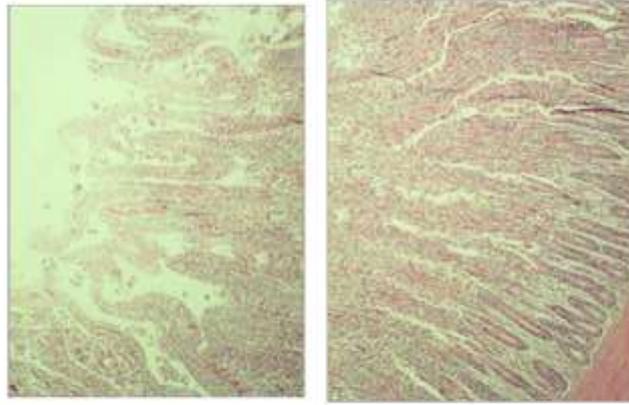
Carla Álvarez NS-09 y Lis Álvarez
 Tel: 2411-637 / 08003100 Fax: 2412-484
 e-mail: resultados@lives.com.ar
 Quito-Ecuador



LIVEXLAB-ME3381-01-IMP

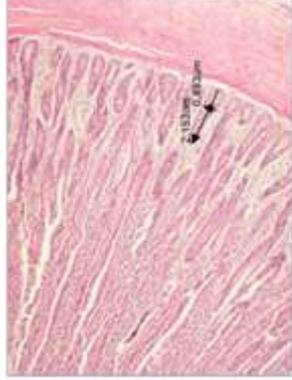
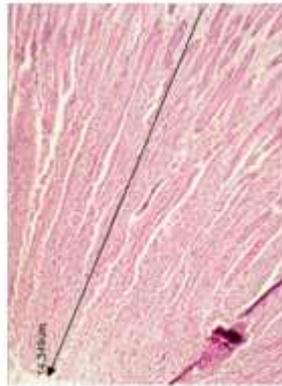
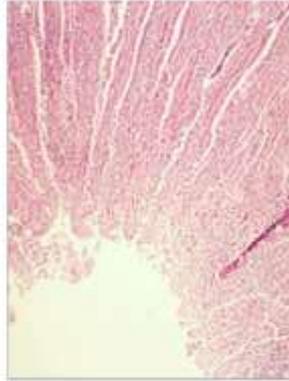
COMERCIAL

Intestinos: los cambios morfológicos en la mucosa no permiten realizar la medición de las vellosidades. Se estima una sola medición desde la base de la mucosa al borde libre en la luz 14,634 um, medición de la altura de la cripta partiendo de la membrana basal 1,346 um y ancho de las criptas partiendo de la membrana basal 0,367 um.



ADITIVO

Intestino: los cambios morfológicos en la mucosa no permiten realizar la medición de las vellosidades. Se estima una sola medición desde la base de la mucosa al borde libre en la luz 14,349 um, medición de la altura de la cripta partiendo de la membrana basal 2,153 um y ancho de las criptas partiendo de la membrana basal 0,493 um.



Los cambios estructurales y celulares en el borde libre de la mucosa no permiten la realización adecuada de las mediciones de las vellosidades intestinales.

NOTA: para un mejor análisis morfológico se recomienda tomar las muestras en aves con 24 horas de ayuno, manipular las muestras con pinzas, lavar su interior con solución salina refrigerada a baja presión segmentos de máximo 5 cm de largo, anudar en los extremos e infiltrar formalol al 10% bufferizado con aguja y jeringa sin generar exceso de presión al interior del intestino.

IT Resultados remitidos por el Dr. Ricardo Javier Páezes MV, M.Sc. Microbiología U.N. de Colombia.

* Muestra tomada por el cliente.
*Fecha de análisis por solicitud del cliente.

NOTA: ESTE RESULTADO ES ÚNICAMENTE VÁLIDO PARA LA MUESTRA EXAMINADA

¡¡¡ ATENTAMENTE !!!

Morib: Cristina Menaivo
DIRECTORA LIVEXLAB



i) ANEXO 9: RUBROS DEL ENSAYO EXPERIMENTAL

Tabla 39.

Detalle de los rubros destinados al ensayo experimental, Tratamiento Núcleo de Integridad Intestinal

ADITMAQ: NÚCLEO DE INTEGRIDAD INTESTINAL				
RUBROS	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
COSTOS DIRECTOS				
Implementación del galpón experimental				
Tubos de PVC de 3 pulg	m	19,6	\$2,00	\$39,20
Codos de PVC	u	8	\$0,55	\$4,40
Malla plástica sintética	m	8,5	\$3,00	\$25,50
Manejo del ensayo				
Pollitos BB Genética Nacional	u	200	\$0,56	\$112,00
Programa de Vacunación Megaves	u	200	\$0,05	\$10,80
Servicios básicos	u	1	\$15,00	\$15,00
Alimentación				
Pre-Inicial	kg	39,28	\$0,63	\$24,91
Inicial	kg	114	\$0,49	\$56,08
Engorde	kg	478	\$0,48	\$229,97
SUBTOTAL				\$310,96
Materiales				
Balanza digital	u	0,333	\$14,00	\$4,66
Otros	u	1	\$10,00	\$10,00
SUBTOTAL				\$532,53
Análisis de laboratorio				
Análisis histopatológicos	u	2	\$65,00	\$130,00
Procesamiento				
Planta de faena	u	188	\$0,60	\$112,80
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				\$775,33
INGRESO TOTAL				
kg de Pollo en Pie	u	399,14	\$1,98	\$790,30
INGRESO TOTAL				\$790,30
BENEFICIO NETO (INGRESO BRUTO - COSTO DE PRODUCCIÓN)				\$14,97

Tabla 40.

Detalle de los rubros destinados al ensayo experimental, Tratamiento Comercial

COMERCIAL				
RUBROS	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
COSTOS DIRECTOS				
Implementación del galpón experimental				
Tubos de PVC de 3 pulg	m	19,6	\$2,00	\$39,20
Codos de PVC	u	8	\$0,55	\$4,40
Malla plástica sintética	m	8,5	\$3,00	\$25,50
Manejo del ensayo				
Pollitos BB Genética Nacional	u	200	\$0,56	\$112,00
Programa de Vacunación Megaves	u	200	\$0,05	\$10,80
Servicios básicos	u	1	\$15,00	\$15,00
Alimentación				
Pre-Inicial	kg	39,28	\$0,64	\$25,10
Inicial	kg	114	\$0,62	\$70,72
Engorde	kg	478	\$0,61	\$293,35
SUBTOTAL				\$389,16
Materiales				
Balanza digital	u	0,333	\$14,00	\$4,66
Otros	u	1	\$10,00	\$10,00
SUBTOTAL				\$610,73
Análisis de laboratorio				
Análisis histopatológicos	u	2	\$65,00	\$130,00
Procesamiento				
Planta de faena	u	188	\$0,60	\$112,80
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				\$853,53
INGRESO TOTAL				
kg de Pollo en Pie	u	390,43	\$1,98	\$773,05
INGRESO TOTAL				\$773,05
BENEFICIO NETO (INGRESO BRUTO - COSTO DE PRODUCCIÓN)				-\$80,47

Tabla 41.

Detalle de los rubros destinados al ensayo experimental, Tratamiento Tradicional

TRADICIONAL				
RUBROS	Unidad	Cantidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
COSTOS DIRECTOS				
Implementación del galpón experimental				
Tubos de PVC de 3 pulg	m	19,6	\$2,00	\$39,20
Codos de PVC	u	8	\$0,55	\$4,40
Malla plástica sintética	m	8,5	\$3,00	\$25,50
Manejo del ensayo				
Pollitos BB Genética Nacional	u	200	\$0,56	\$112,00
Programa de Vacunación Megaves	u	200	\$0,05	\$10,80
Servicios básicos	u	1	\$15,00	\$15,00
Alimentación				
Pre-Inicial	kg	39,28	\$0,49	\$19,16
Inicial	kg	114	\$0,47	\$53,44
Engorde	kg	478	\$0,45	\$216,18
SUBTOTAL				\$288,77
Materiales				
Balanza digital	u	0,333	\$14,00	\$4,66
Otros	u	1	\$10,00	\$10,00
SUBTOTAL				\$510,34
Análisis de laboratorio				
Análisis histopatológicos	u	2	\$65,00	\$130,00
Procesamiento				
Planta de faena	u	188	\$0,60	\$112,80
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN				\$753,14
INGRESO TOTAL				
kg de Pollo en Pie	u	333,47	\$1,98	\$660,27
INGRESO TOTAL				\$660,27
BENEFICIO NETO (INGRESO BRUTO - COSTO DE PRODUCCIÓN)				-\$92,87

j) ANEXO 10: Fotografías



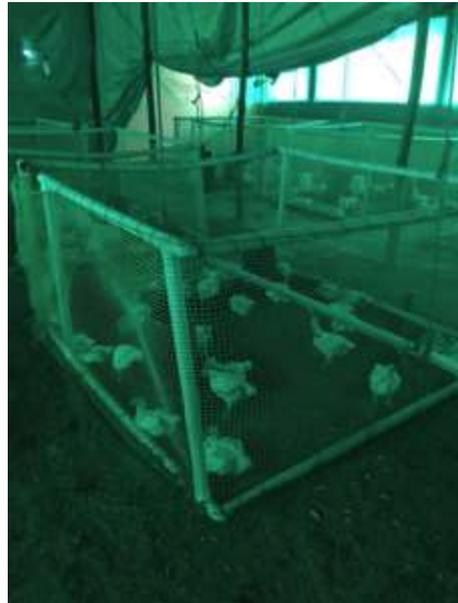
Fotografía 6. Pollito de un día de nacido



Fotografía 7. Evolución del pollo de engorde a los 28 días



Fotografía 8. Pollos en cada unidad experimental, 28 días de edad.



Fotografía 9. Vista de la distribución de las unidades experimentales.



Fotografía 10. Conos de sacrificio de los animales.



Fotografía 11. Vista de la peladora



Fotografía 12. Canal de transporte del animal sacrificado



Fotografía 13. Vista del Pre-Chiller y Chiller

