

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria
Ingeniería Agronómica



Proyecto Especial de Graduación
Estudio Exploratorio Sobre el Efecto de la Inclusión de Harina de
Vísceras de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) en el Crecimiento de
Pollos de Engorde Ross® 308

Estudiantes

María José Aguirre Rodríguez

Mariela Gisselle Flores Rodríguez

Asesores

Patricio E. Paz, Ph.D.

Rogel Castillo, M.Sc.

Honduras, noviembre 2024

Autoridades

SERGIO ANDRÉS RODRÍGUEZ ROYO

Rector

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

CELIA O. TREJO RAMOS

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

JULIO NAVARRO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	5
Índice de Figuras	6
Índice de Anexos	7
Resumen	8
Abstract	9
Introducción	10
Materiales y Métodos	13
Ubicación	13
Alimento	13
Elaboración de Harina de Vísceras de Tilapia	13
Análisis de Composición Nutricional	16
Especificaciones Nutricionales de Pollos de Engorde la Línea Ross® 308	17
Proceso de Elaboración de la Harina de Vísceras de Tilapia	17
Recolección y Lavado de la Materia Prima	17
Deshidratación de Vísceras	18
Molienda	18
Formulación	19
Mezclado	20
Variables Evaluadas	20
Consumo de Alimento	20
Índice de Conversión Alimenticia	20
Ganancia Semanal de Peso	21
Análisis Descriptivo Básico y Estadístico	21
Resultados y Discusión	22

	4
Consumo de Alimento	22
Conversión Alimenticia	23
Ganancia Semanal de Peso	24
Conclusión.....	25
Recomendaciones.....	26
Referencias.....	27
Anexos.....	29

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Evaluación de rendimiento de vísceras de tilapia en kilogramos	15
Cuadro 2 Análisis proximal de la composición nutricional de las vísceras de tilapia	16
Cuadro 3 Especificaciones nutricionales para la línea Ross® 308 en la etapa de inicio.....	17
Cuadro 4 Formulación de dietas con diferentes porcentajes de inclusión de vísceras de tilapia para alimentación de pollos de engorde de la línea Ross® 308.....	19
Cuadro 5 Comportamiento semanal del promedio de ganancia de peso.	24

Índice de Figuras

Figura 1 Comportamiento semanal del consumo.....	22
Figura 2 Comportamiento semanal de la conversión alimenticia promedio.....	23

Índice de Anexos

Anexo A Criadora de pollos para la etapa inicial	29
Anexo B Análisis proximal de composición nutricional	30
Anexo C Proceso de Elaboración de la Harina de Vísceras de Tilapia.....	31
Anexo D Mortalidad	32
Anexo E Cuadro de consumo promedio de alimento (g) por pollo de engorde Ross® 308 según tratamiento con inclusión de vísceras de tilapia en la dieta.....	33
Anexo F Cuadro de la conversión alimenticia promedio (kg) por pollo de engorde Ross® 308 según tratamiento con inclusión de vísceras de tilapia en la dieta.....	34
Anexo G Cantidad de Vísceras y Tilapias Utilizadas por Tratamiento y Número de Tilapias Requeridas por Kilogramo	35
Anexo H Cuadro de consumo según el manual de objetivos de rendimiento de Ross® 308 hasta la cuarta semana.....	36

Resumen

Este estudio se realizó en la Unidad de Acuicultura “Daniel E. Meyer” y el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, con el fin de evaluar la inclusión de vísceras de tilapia en la dieta de pollos de engorde. El objetivo fue optimizar la nutrición avícola y reducir el impacto ambiental de los residuos acuícolas. Para el análisis de los datos se emplearon herramientas de estadística descriptiva, lo cual facilitó la observación de las tendencias generales de los tratamientos a lo largo del tiempo. El estudio incluyó cuatro tratamientos con distintos niveles de inclusión de vísceras (0%, 1%, 2% y 3%) en la dieta, trabajando con 160 pollos de la línea Ross® 308, distribuidos en cuatro corrales. Las dietas fueron formuladas considerando tanto la cantidad como el contenido graso de las vísceras. Los pollos se mantuvieron en condiciones controladas durante tres semanas y luego se trasladaron a una instalación avícola para la etapa final de desarrollo.

Los resultados mostraron que un mayor nivel de inclusión de vísceras de tilapia en la dieta incrementó de manera significativa la ganancia de peso, sin afectar negativamente el Índice de Conversión Alimenticia (ICA). Esto sugiere que los subproductos acuícolas pueden integrarse exitosamente en la alimentación avícola, contribuyendo a la sostenibilidad a través del aprovechamiento de residuos y la reducción del impacto ambiental. Además, esta práctica podría reducir los costos de producción al sustituir parcialmente ingredientes convencionales.

Palabras clave: eficiencia, nutrición, residuos, sostenibilidad, subproductos.

Abstract

This study was conducted at the “Daniel E. Meyer” Aquaculture Unit and the Poultry Research and Teaching Center of the Pan-American Agricultural School, Zamorano, to evaluate the inclusion of tilapia viscera in broiler diets. The objective was to optimize poultry nutrition and reduce the environmental impact of aquaculture waste. Descriptive statistical tools were used for data analysis, which facilitated the observation of general treatment trends over time. The study included four treatments with different levels of viscera inclusion (0%, 1%, 2%, and 3%) in the diet, with 160 Ross® 308 broilers distributed across four pens. Diets were formulated considering both the amount and fat content of the viscera. The chickens were kept under controlled conditions for three weeks and then transferred to a poultry facility for the final stage of development.

The results showed that higher levels of tilapia viscera inclusion in the diet significantly increased weight gain without negatively affecting the Feed Conversion Ratio (FCR). This suggests that aquaculture by-products can be successfully integrated into poultry feeding, contributing to sustainability through waste utilization and reduced environmental impact. Additionally, this practice could reduce production costs by partially substituting conventional ingredients.

Keywords: by-products, efficiency, nutrition, sustainability, waste.

Introducción

La acuicultura de agua dulce en Honduras comenzó en 1936 con la introducción de los primeros especímenes desde Guatemala, coincidiendo con la construcción de la primera estación de piscicultura. Su objetivo principal fue mejorar el nivel nutricional de la población rural (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009). Hasta la fecha, el rol de la acuicultura en la producción de alimentos, el desarrollo económico y la seguridad alimentaria es ampliamente reconocido. Este sector se considera una de las mejores técnicas desarrolladas por el ser humano para aumentar la disponibilidad de alimentos (Saavedra Martínez, 2006).

En las últimas décadas, la acuicultura ha experimentado un crecimiento significativo, posicionándose como una de las industrias de producción de alimentos de más rápido crecimiento en el mundo. Según la (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2009), la última (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2020) edición del informe señala que la producción mundial de la pesca y la acuicultura en 2022 se elevó a 223.2 millones de toneladas, un 4.4% más que en 2020. La tilapia, una de las especies más producidas, representa una fuente esencial de proteína animal en muchas regiones en desarrollo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2020). Dentro de esta importante industria, la tilapia se destaca como una especie clave en la producción de proteína animal en aguas tropicales y subtropicales, especialmente en países en desarrollo (Gobierno de México, 2018). El cultivo de tilapia ha ganado popularidad debido a sus múltiples ventajas, como carne de buen sabor, rápido crecimiento, alta resistencia y capacidad reproductiva, así como su adaptabilidad a condiciones de alta densidad en cautiverio. Estas características han posicionado a la tilapia como la segunda especie más importante en la acuicultura global (Gob.mx, 2017).

El cultivo de tilapia no solo fortalece la economía nacional a través de la exportación, sino que también juega un papel relevante en la generación de ingresos y en la producción de proteína animal. Sin embargo, esta actividad genera impactos ambientales, incluyendo la alta producción de

subproductos no comestibles como cabezas, espinas, pieles y vísceras (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], s.f.). Estos subproductos representan una parte considerable del peso total del pescado y, frecuentemente, son desechados, lo que conlleva problemas ambientales como la contaminación de cuerpos de agua y suelos, además de costos adicionales para su manejo y disposición. Sin embargo, estos residuos pueden ser aprovechados para la producción de harina de pescado, grasas, fertilizantes y, en particular, como ingredientes en la alimentación animal (Chalamaiah et al., 2012).

Las vísceras de tilapia, abundantes en la industria acuícola (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2024), representan una fuente nutricional alternativa que podría complementar las dietas tradicionales de los pollos, potenciando la eficiencia alimentaria y promoviendo su crecimiento. Además, esta harina podría disminuir la dependencia de ingredientes convencionales y costosos, como la harina de soya y el maíz, los cuales representan entre el 60% y el 70% de los costos de producción en la avicultura (Gilma M. Gómez et al., 2014). La integración de estos subproductos en la alimentación avícola podría mejorar indicadores clave como la ganancia de peso, la conversión alimenticia, consumo y la salud general de los animales.

La avicultura industrial es reconocida en todo el mundo como una eficiente cadena productiva de proteína animal de alta calidad y bajo costo. Estos diferenciales han convertido la carne de pollo en un alimento completo, sano y accesible para millones de personas en todo el mundo (Portal Veterinaria, 2009). Dado que el pollo es una de las carnes más consumidas globalmente, la rentabilidad en esta industria depende de la capacidad para reducir costos sin comprometer la calidad del producto. La utilización de vísceras de tilapia como recurso alternativo podría proporcionar una ventaja competitiva significativa. Este enfoque promueve una economía circular en la producción agropecuaria, maximizando el uso de los subproductos acuícolas y reduciendo el impacto ambiental.

El presente estudio tiene como objetivo abordar el problema de los subproductos desaprovechados en la acuicultura mediante la formulación y evaluación de una harina a partir de

vísceras de tilapia mediante un estudio exploratorio. Esta estrategia busca optimizar la nutrición y el crecimiento de los pollos de engorde de manera sostenible y a bajo costo. Así mismo, se promover una economía circular al valorar los residuos de la acuicultura, mejorando así el consumo de alimento, la conversión alimenticia y la ganancia de peso.

Materiales y Métodos

Ubicación

El estudio se realizó en dos unidades productivas, en la Unidad de Acuicultura “Daniel E. Meyer” y el Centro de Investigación y Enseñanza Avícola (CIEA) de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el km 30 carretera de Tegucigalpa a Danlí, Valle del Yegüare, Municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras, las unidades experimentales se encuentra a una altura de 800 msnm, con una precipitación promedio anual de 1,100 mm, y una temperatura promedio de 26 °C (Alvarado y Discua, 2023).

Alimento

Para la formulación de las dietas, se tomó en cuenta tanto la cantidad de tilapias cosechadas en la unidad de acuicultura como el porcentaje de grasa presente en las vísceras de tilapia, asegurando que las dietas fueran nutricionalmente adecuadas y consistentes para los tratamientos evaluados. Las aves se mantuvieron en una criadora con medidas de 1.10 m de largo, 0.71 m de ancho y 0.30 m de alto durante tres semanas, con condiciones óptimas de manejo, que incluían una temperatura controlada de 30 °C, iluminación adecuada, acceso continuo a agua y alimento, y bandejas para la recolección de heces, lo cual facilitó el monitoreo de la salud y la evaluación de la eficiencia digestiva de los diferentes tratamientos dietéticos. A partir de la cuarta semana, fueron trasladadas a un galpón con condiciones optimizadas para su mejor desarrollo.

Elaboración de Harina de Vísceras de Tilapia

Para llevar a cabo esta evaluación, se identificó que la unidad de acuicultura estaba compostando los residuos generados durante el procesamiento de tilapia, lo que llevó a la idea de desarrollar una harina a partir de las vísceras desechadas para alimentar a pollos de engorde. Primero, se realizó un análisis de rendimiento de las vísceras, para determinar la cantidad exacta de harina necesaria para alimentar a los 160 pollos en la unidad avícola.

Además, se consideró el contenido de humedad de las vísceras después de su procesamiento, lo cual es fundamental para garantizar la estabilidad de la harina y evitar problemas asociados con la descomposición. Este enfoque detallado permitió calcular con precisión la cantidad de harina requerida y asegurar que se obtuviera una dieta balanceada y nutritiva para los pollos, al mismo tiempo que se optimizaba el uso de subproductos de la acuicultura y se reducían los costos de alimentación.

Para determinar el rendimiento de las vísceras de tilapia, se llevó a cabo una evaluación con 20 tilapias seleccionadas por su tamaño uniforme (K. Lagos, comunicación personal, junio 14, 2024). Cada tilapia fue inicialmente pesada en su estado completo y sin procesar para obtener su peso base. Posteriormente, se llevó a cabo el procesamiento, que consistió en la extracción de las vísceras, incluyendo branquias, riñones, hígado, bilis, páncreas, corazón, escamas y sangre. Después de este proceso, las tilapias sin vísceras fueron nuevamente pesadas, permitiendo así obtener datos precisos sobre la cantidad de residuos en relación con el peso original de cada una.

Se registró el rendimiento de cada tilapia individualmente. Se trabajó con un total de 20 tilapias, las cuales fueron numeradas del 1 al 20 para facilitar el análisis. El rendimiento de cada tilapia se calculó dividiendo el peso de las vísceras entre el peso total. Una vez obtenidos los rendimientos individuales de las 20 tilapias, se calculó el promedio de todos los resultados para obtener una estimación más precisa del rendimiento.

Este procedimiento no solo permitió obtener un valor preciso de la humedad, asegurando la calidad y estabilidad de la harina, sino que se determinó que el rendimiento de las vísceras fue del 16.43% del peso total de la tilapia. Este dato es indispensable para ajustar la cantidad de harina a utilizar en la alimentación de los pollos de engorde (Cuadro 1).

Cuadro 1*Evaluación de rendimiento de vísceras de tilapia en kilogramos*

N°	Peso Tilapia entera	Peso sin Vísceras	Peso Vísceras	Rendimiento (%)
1	0.37	0.31	0.06	16.22
2	0.41	0.34	0.07	17.07
3	0.42	0.33	0.09	21.43
4	0.48	0.41	0.07	14.58
5	0.40	0.33	0.07	17.50
6	0.40	0.34	0.06	15.00
7	0.40	0.33	0.07	17.50
8	0.33	0.28	0.05	15.15
9	0.42	0.35	0.07	16.67
10	0.35	0.30	0.05	14.29
11	0.37	0.31	0.06	16.22
12	0.37	0.31	0.06	16.22
13	0.41	0.33	0.08	19.51
14	0.35	0.30	0.05	14.29
15	0.49	0.41	0.08	16.33
16	0.45	0.38	0.07	15.56
17	0.45	0.37	0.08	17.78
18	0.38	0.32	0.06	15.79
19	0.37	0.32	0.05	13.51
20	0.39	0.32	0.07	17.95
Total			1.32	16.43

Para determinar la humedad de las vísceras tras su procesamiento, primero se registró el peso de las tilapias antes de la deshidratación y, posteriormente, se midió el peso de las vísceras secas. Una vez procesadas, las vísceras se trituraron utilizando un molino para obtener una consistencia fina adecuada para la formulación de la harina. Para calcular el porcentaje de humedad en las vísceras, se utilizó la fórmula 1, la cual se basa en la diferencia entre el peso inicial y el peso final de las vísceras deshidratadas.

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{(\text{Peso inicial} - \text{Peso Final})}{\text{Peso Inicial}} \times 100 \quad [1]$$

Con los datos recopilados, antes de iniciar el proceso de deshidratado, las vísceras de las 20 tilapias evaluadas tenían un peso total de 1.32 kg. Tras completar el proceso de deshidratación, el peso final de las vísceras fue de 0.29 kg. Esto indica que el porcentaje de humedad eliminado durante el proceso de secado fue el siguiente, aplicación Fórmula [1]:

$$\text{Porcentaje de humedad} = \frac{(1.32 - 0.29)}{1.32} \times 100 = 78.03\% \quad [1]$$

Las vísceras experimentaron una pérdida de humedad del 78.03% durante el proceso de secado, el cual indica que el 21.96% restante es materia seca. Este nivel de humedad es adecuado para la formulación de la harina destinada a la alimentación de aves, ya que garantiza que el producto sea estable y menos susceptible a problemas de deterioro microbiano. La reducción significativa en la humedad contribuye a prolongar la vida útil de la harina y asegura una mayor calidad y eficacia nutricional. Además, un contenido de humedad bajo favorece una mejor manipulación y almacenamiento de la harina, facilitando su incorporación en la dieta de los pollos de engorde de manera eficiente y segura.

Análisis de Composición Nutricional

Se realizó un análisis proximal de las vísceras de tilapia en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). El objetivo principal del análisis nutricional es brindar información precisa y cuantitativa sobre la cantidad de nutrientes presentes en un alimento (Proacciona, 2024). Este análisis permitió determinar con exactitud los niveles de proteínas, grasas, humedad, cenizas, así como minerales esenciales entre ellos el calcio y fósforo en las vísceras de tilapia. La información obtenida del análisis proximal es esencial para formular dietas balanceadas para los pollos de engorde, garantizando que reciban los nutrientes adecuados para su crecimiento y desarrollo óptimo.

Cuadro 2

Análisis proximal de la composición nutricional de las vísceras de tilapia

Harina de Vísceras	Unidades	Concentración	Método de Referencia
Humedad	g/100 g	4.57	AOAC 950.46B*
Cenizas	g/100 g	19.99	AOAC 923.03*
Proteína	g/100 g	30.99	AOAC 2001.11
Grasa	g/100 g	31.84	AOAC 991.36*
Extracto libre de nitrógeno	g/100 g	12.62	Por cálculo
Energía bruta	kcal/kg	4,609.80	21CFR101.92
Calcio	mg/100 g	975.49	AOAC 985.35
Fósforo	mg/100 g	338.26	AOAC 991.25

Especificaciones Nutricionales de Pollos de Engorde la Línea Ross® 308

El pollo de engorde Ross® 308 cumple con las expectativas de los clientes que buscan un ave con un desempeño consistente y la versatilidad necesaria para adaptarse a una amplia variedad de requisitos del producto final (Aviagen, 2022). Los requerimientos nutricionales de los pollos de engorde Ross® 308, basados en el peso vivo, fueron establecidos a través de un manual de especificaciones nutricionales elaborado por Aviagen, el cual detalla los requerimientos para las tres etapas de crecimiento (Ostorga, 2021). Estas son las especificaciones recomendadas para los pollos de engorde de esta línea (Cuadro 3).

Cuadro 3

Especificaciones nutricionales para la línea Ross® 308 en la etapa de inicio

Requerimiento	Cantidad	
Energía Metabolizable	2975	kcal
Proteína cruda	23	%
Lysina	1.40	%
Metionina + Cistina	1.11	%
Treonina	0.95	%
Tryptofano	0.23	%
Calcio	0.95	%
Fósforo disponible	0.50	%
Sal	0.40	%

Proceso de Elaboración de la Harina de Vísceras de Tilapia

Recolección y Lavado de la Materia Prima

Una vez completada la cosecha y el procesamiento de las tilapias, se procede a la recolección exhaustiva de todos los residuos no aprovechados, incluidos vísceras y escamas. Estos residuos se agrupan cuidadosamente en condiciones higiénicas para evitar la contaminación. A continuación, se lleva a cabo un proceso de lavado minucioso para eliminar los excesos de sangre y reducir la presencia de tejidos no deseados, este proceso no solo mejora la calidad del material al prevenir la descomposición prematura, sino que también asegura que los residuos estén adecuadamente preparados para el siguiente paso en el procesamiento.

Deshidratación de Vísceras

Durante el proceso de deshidratación de vísceras en horno, se realizaron varias pruebas para determinar el tiempo óptimo de secado, utilizando una temperatura promedio de 120 °C. Inicialmente, se probaron tiempos de 18 y 24 horas, pero en ambos casos se observó que las vísceras no se deshidrataban de manera homogénea; algunas áreas permanecían húmedas mientras otras comenzaban a secarse excesivamente, lo cual indicaba que el tiempo no era suficiente para lograr un secado uniforme. Para mejorar los resultados, se incrementó el tiempo de deshidratación a 28 horas, lo cual permitió obtener un secado mucho más homogéneo en todas las vísceras. Con esta duración extendida, se logró un nivel adecuado de deshidratación, dejando las vísceras listas para pasar al siguiente proceso, demostrando así la importancia de ajustar tanto el tiempo como la temperatura de manera precisa para garantizar un secado eficiente y uniforme.

Molienda

Después de completar los procesos mencionados anteriormente, se llevó a cabo la molienda de las vísceras secas. Este paso es fundamental para reducir el tamaño de las partículas, lo que permite una mejor integración con otros ingredientes utilizados en la formulación de dietas para animales. La molienda asegura que las vísceras se conviertan en partículas finas, facilitando no solo la mezcla uniforme con otros componentes de la dieta, sino también mejorando la digestibilidad y la eficiencia de utilización de los nutrientes por parte de los animales. Además, el tamaño de las partículas de los ingredientes en la dieta es un factor indispensable que influye en el comportamiento alimentario y la regulación del consumo en aves, ya que partículas más pequeñas pueden aumentar la superficie de contacto, mejorando la tasa de digestión y absorción de nutrientes (Sitio Argentino de Producción Animal, 2017). Este control preciso sobre el tamaño de las partículas no solo optimiza la formulación de la dieta, sino que también puede influir positivamente en la salud y el rendimiento productivo de las aves, destacando la importancia de un procesamiento adecuado de los ingredientes dietéticos.

Formulación

Las dietas para pollos de engorde están formuladas para proveer de la energía y de los nutrientes esenciales para mantener un adecuado nivel de salud y de producción (Cobb500, 2008). Para la formulación de las dietas, se consideraron los aportes nutritivos de las vísceras de tilapia y los diferentes niveles de inclusión evaluados. El análisis de los nutrientes fue realizado en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Con base en estos resultados, se formularon las dietas para cada tratamiento, asegurando que la composición total de cada dieta correspondiera al 100%. Se aseguró de cumplir con los requerimientos nutricionales específicos para pollos de engorde según las especificaciones del manual (Aviagen, 2022). La dieta fue formulada utilizando los siguientes ingredientes, con cantidades que varían entre tratamientos debido a los diferentes niveles de inclusión de las vísceras de tilapia evaluadas (Cuadro 4).

Cuadro 4

Formulación de dietas con diferentes porcentajes de inclusión de vísceras de tilapia para alimentación de pollos de engorde de la línea Ross® 308

Ingrediente	TRT 0%	TRT 1%	TRT 2%	TRT 3%
Harina de Maíz	55.10	54.69	53.83	53.44
Harina de Soya	39.00	38.50	38.50	38.25
Aceite	1.50	1.50	1.50	1.35
Carbonato de Calcio	1.22	1.10	1.00	0.80
Biofos	1.76	1.80	1.80	1.81
Salinomicina	0.04	0.04	0.04	0.04
Probiotico	0.05	0.05	0.05	0.05
Lysina	0.16	0.15	0.13	0.12
Treonina	0.12	0.12	0.12	0.11
Metionina	0.400	0.400	0.380	0.380
Sal común	0.40	0.40	0.40	0.40
Vitamina Broillers	0.25	0.25	0.25	0.25
Vísceras de Tilapia	0.00	1.00	2.00	3.00
TOTAL	100	100	100	100

Nota. T1: tratamiento control con 0% inclusión de vísceras de Tilapia, T2: tratamiento con 1% inclusión de vísceras de Tilapia, T3: tratamiento

con 2% inclusión de vísceras de Tilapia y T4: tratamiento 3% inclusión de vísceras de Tilapia.

Mezclado

Para realizar este proceso, es fundamental seguir un orden específico en la mezcla de los ingredientes para asegurar una óptima homogenización. Primero, se incorpora el maíz, seguido de la soya. Luego, se prepara una mezcla aparte que incluye carbonato de calcio, Biofos, salinomicina, probiótico, lisina, treonina, metionina, sal común y vitaminas, con el objetivo de facilitar su integración. Esta mezcla se agrega a los ingredientes previamente mencionados. Cada mezcla se preparó según las diferentes inclusiones de vísceras de tilapia para cada dieta. Finalmente, en la mezcladora, se añade el aceite al final del proceso para evitar la formación de grumos y la agregación de las vísceras para las dietas correspondientes.

Variables Evaluadas

Consumo de Alimento

El registro del consumo de alimento se realizó semanalmente, todos los lunes al finalizar cada semana. Tanto el alimento como el agua fueron suministrados *ad libitum*, permitiendo el acceso libre a los pollos. Según aviNews (2024), la relación ideal de consumo entre agua y alimento debe mantenerse en 2:1 desde el primer día de vida. Es fundamental que los pollitos aprendan rápidamente a consumir agua y alimento, ya que este es su primer desafío durante la primera semana de vida. Se calculó esta variable utilizando la fórmula 2.

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento sobrante} \quad [2]$$

Donde el alimento ofrecido es la cantidad total de alimento suministrada a los pollos durante el período de tiempo considerado (semanalmente), y el alimento sobrante es la cantidad de alimento que quedó sin consumir al final de dicho período.

Índice de Conversión Alimenticia

El índice de conversión alimenticia (ICA) es uno de los indicadores de producción más importantes en la granja de pollos de engorde (PlusVet Animal Health, 2013). Se calculó dividiendo la cantidad de alimento consumido (kg) por la ganancia de peso corporal del ave (kg) usando la fórmula:

$$ICA = \frac{\text{Cantidad de alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso corporal}} \quad [3]$$

De esta manera, se entiende como un índice que determina la cantidad de alimento suministrado que se está transformando en peso vivo por ave. Con el paso de los años este valor se ha disminuido para reducir la cantidad de alimento que necesita un ave para desarrollarse y crecer hasta un punto óptimo para el beneficio (Cuéllar, 2022).

Ganancia Semanal de Peso

Para evaluar esta variable, se registró el peso inicial de los pollos individualmente desde el primer día de su llegada a la unidad avícola. A partir de ahí, se midieron los pesos semanalmente, con el objetivo de observar la ganancia de peso semanal. Estas mediciones se realizaron todos los lunes, coincidiendo con el día de llegada de dichos pollos. La ganancia de peso semanal, expresada en gramos, fue calculada desde la primera semana hasta el día 28, lo cual corresponde a cuatro semanas (Román et al., 2018). La fórmula 4 utilizada para calcular la ganancia de peso fue la siguiente:

$$G. P. S. = P. F. S. - P. I. S. \quad [4]$$

Donde:

G.P.S. = Ganancia de Peso Semanal

P.F.S. = Peso Final Semanal y

P.I.S. = Peso Inicial Semanal

Análisis Descriptivo Básico y Estadístico

Para analizar los datos de ganancia de peso, se empleó un enfoque de estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variación). Por otro lado, para las variables de consumo de alimento y conversión alimenticia, se realizó un análisis descriptivo básico, que facilitó la observación de las tendencias generales de los tratamientos a lo largo del tiempo.

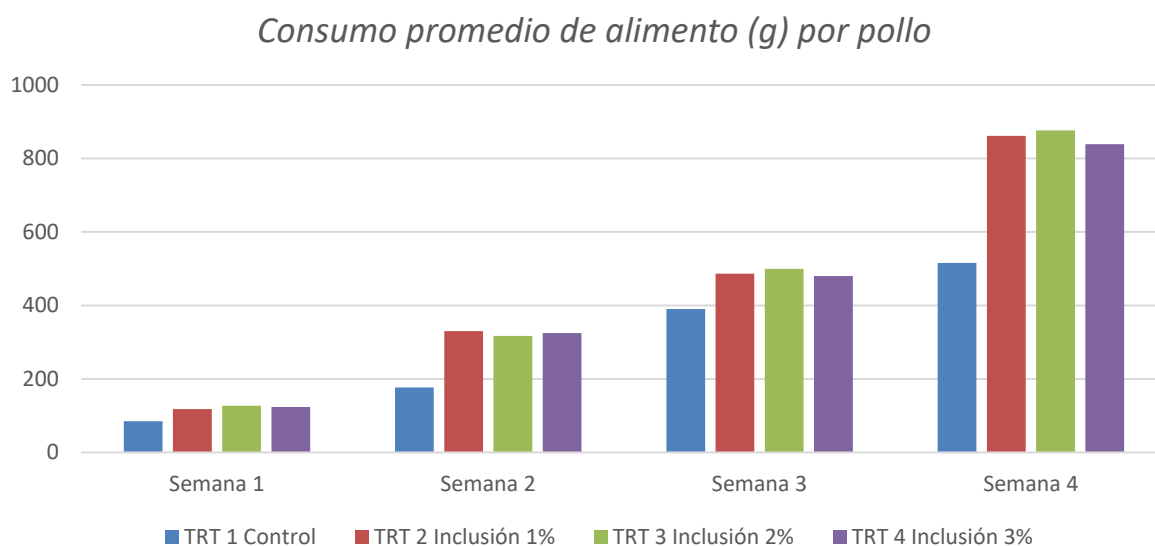
Resultados y Discusión

Consumo de Alimento

En la Figura 1 se presenta el consumo de alimento de pollos de engorde, comparando cuatro tratamientos con diferentes niveles de inclusión de harina de vísceras de tilapia. El estudio abarcó un período de cuatro semanas, lo que permitió observar el comportamiento del consumo de alimento por tratamiento semanalmente.

Figura 1

Comportamiento semanal del consumo.



A lo largo de las cuatro semanas, se observa que la tendencia de los tratamientos que incluyeron harina de vísceras no afectó negativamente el consumo de alimento ya que según los objetivos establecidos para la línea de pollos Ross® 308, se espera que, hasta la cuarta semana, los pollos tengan un consumo de hasta 155 g por pollo. Sin embargo, es importante destacar que el tratamiento control se mostró por debajo del consumo esperado para esta línea.

Estos hallazgos coinciden con los de (Gilda Milady Gómez y Ortiz, 2011), quienes demostraron que la inclusión de vísceras de tilapia no afecta negativamente la palatabilidad del alimento; de hecho, el tratamiento con menor inclusión registró el menor consumo en su estudio. No obstante, estos

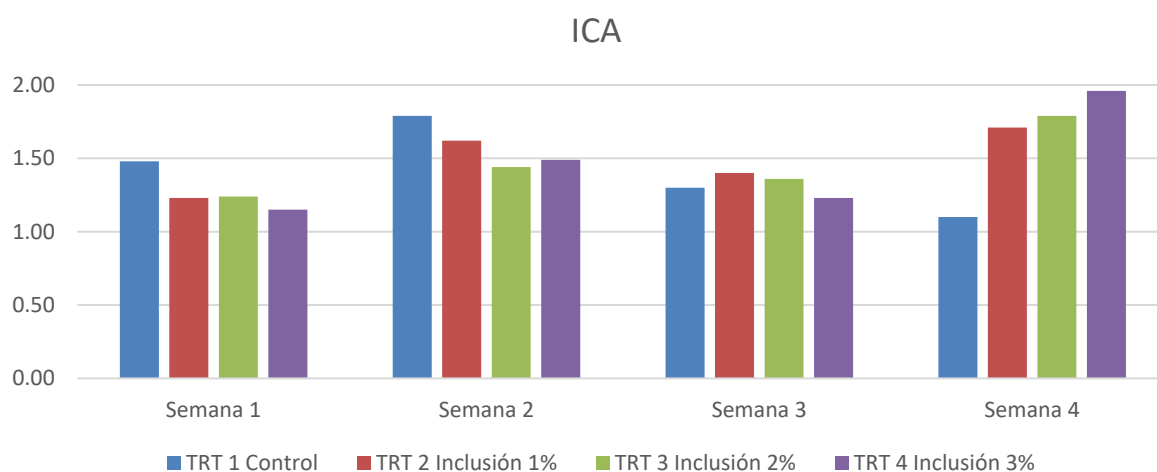
resultados se contradicen con los de (Gaviria et al., 2021) quienes no encontraron diferencias significativas entre el tratamiento control y la inclusión de vísceras de tilapia, lo que sugiere discrepancias en los efectos reportados en diferentes estudios.

Conversión Alimenticia

La Figura 2 muestra la conversión alimenticia, en función de diferentes tratamientos a lo largo de cuatro semanas.

Figura 2

Comportamiento semanal de la conversión alimenticia promedio.



Durante un periodo de cuatro semanas, se observó que los tratamientos no tuvieron efectos negativos en la conversión alimenticia ya que para la línea de pollos de engorde Ross® 308, el Índice de Conversión Alimenticia (ICA) es permitido hasta 2. En las semanas 1 y 2, los tratamientos con inclusión de harina de vísceras se registró un ICA más bajo en comparación con el control. Sin embargo, en las semanas 3 y 4, el control mostró un ICA más bajo que los tratamientos con inclusión de vísceras.

Estos resultados coinciden con los de (Gilma M. Gómez et al., 2014), quienes al incluir ensilado biológico de vísceras de tilapia en la alimentación de pollos de engorde no observaron efectos negativos en la conversión alimenticia, aunque puede haber alta variabilidad. Asimismo, concuerdan

con Ponce (2000), quien tampoco encontró un impacto significativo en esta variable con la inclusión de vísceras de tilapia.

Ganancia Semanal de Peso

El Cuadro 5, se presenta la ganancia de peso de pollos de engorde, comparando cuatro tratamientos con diferentes niveles de inclusión de harina de vísceras de tilapia durante un período de cuatro semanas. Este análisis permitió observar el comportamiento semanal de la ganancia de peso por tratamiento.

Cuadro 5

Comportamiento semanal del promedio de ganancia de peso.

Tratamiento Inclusión de vísceras	Ganancia de peso (g) aves raza pollos de engorde Ross® 308			
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
T1. 0%	55.14 ± 12.53	98.97 ± 30.91	301.57 ± 63.14	471.08 ± 126.44
T2. 1%	93.92 ± 16.08	204.47 ± 38.27	337.49 ± 83.85	504.34 ± 127.40
T3. 2%	101.81 ± 15.27	220.30 ± 42.88	369.22 ± 71.92	511.95 ± 130.44
T4. 3%	104.92 ± 10.57	213.94 ± 27.73	379.88 ± 64.45	532.41 ± 58.89
Media	97.87	209.21	353.36	508.15

A lo largo de las cuatro semanas, se muestra que los tratamientos que incluyeron harina de vísceras no afectaron negativamente la ganancia de peso, debido a que según los objetivos establecidos para la línea de pollos Ross® 308, se espera que los pollos logren una ganancia de peso promedio de hasta 413 g por pollo al finalizar la cuarta semana. Sin embargo, es importante mencionar que el tratamiento control presentó ganancias de peso inferiores en todas las semanas en comparación con los tratamientos que incluían harina de vísceras.

Estos resultados son similares a los obtenidos por (Suárez, 2023), quien evaluó un ensilado químico de vísceras frescas de tilapia en la alimentación de pollos de engorde de la línea Ross® 308, observando una mayor ganancia de peso desde la semana 1 hasta la semana 4 con dicha dieta. Sin embargo, se contradicen con los reportados por (Ballselfs y Morales, 2017), quienes desarrollaron una harina de tilapia para la alimentación de pollos de engorde y no encontraron diferencias en la ganancia de peso entre los tratamientos.

Conclusión

Según la tendencia observada, la inclusión de vísceras de tilapia tiende a aumentar el consumo de alimento en comparación con el grupo de control. Sin embargo, el índice de conversión alimenticia mostró una variabilidad considerable a lo largo de las cuatro semanas. Por último, se observa una tendencia hacia una mejora en la ganancia de peso con la inclusión de vísceras.

Recomendaciones

Se sugiere llevar a cabo un estudio estadístico riguroso utilizando un diseño experimental adecuado, que permita obtener resultados más completos y precisos.

Continuar investigando diferentes niveles de inclusión de estos subproductos para optimizar su uso en la avicultura.

Evaluar su impacto a largo plazo en la salud animal y explorar su potencial para reducir los costos de alimentación.

Realizar un análisis bromatológico de las vísceras de tilapia para determinar el perfil de aminoácidos presentes.

Referencias

- Alvarado, F. J. y Discua, L. F. (2023). *Efecto de niveles crecientes de inclusión de bicarbonato de sodio (NaHCO₃) sobre la productividad y porciones comestibles de pollos de engorde con estrés calórico* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/items/44cc2d47-293f-4f33-abe9-d2bfaa36a746>
- Aviagen. (2022). *Especificaciones de Nutrición: Ross 308*. https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/Ross-BroilerNutritionSpecifications2022-ES.pdf
- Ballfels, A. M. y Morales, J. R. (2017). *Comparación de dietas con harina de tilapia o harina de vísceras de aves, en pollos Cobb® durante los primeros siete días de edad* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/a933be64-645f-4d44-9d3e-de21b55265cd/download>
- Chalamaiah, Kumar, Hemalatha y Jyothirmayi (2012). Hidrolizados de proteína de pescado: composición aproximada, composición de aminoácidos, actividades antioxidantes y aplicaciones: una revisión. *Food Chemistry*, 135(4). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22980905/>
- Cobb500. (2008). *Guía de Manejo del Pollo de Engorde*. <https://eliasnutri.files.wordpress.com/2012/04/cobb-500-guia-manejo.pdf>
- Cuéllar, J. A. (2022). Conversión alimenticia en el pollo de engorde: ¿Qué significa y cómo hacerla eficiente? La conversión alimenticia en el pollo de engorde es uno de los pilares de la industria avícola y requiere estrategias para hacerla eficiente. *Veterinaria Digital*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/conversion-alimenticia-en-el-pollo-de-engorde-que-significa-y-como-hacerla-eficiente/>
- Gaviria, S. Y., Figueroa, A. O. y Zapata, E. J. (2021). Efecto de la inclusión de ensilado químico de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp.*) en dietas para pollos de engorde sobre los parámetros productivos y sanguíneos. *Información Tecnológica*, 32(3), 79–88. <https://www.scielo.cl/pdf/infotec/v32n3/0718-0764-infotec-32-03-79.pdf>
- Gob.mx. (2017). *Producción de Tilapia a través de la Acuicultura*. <https://www.gob.mx/firco/es/articulos/produccion-de-tilapia-a-traves-de-la-acuicultura?idiom=es>
- Gobierno de México. (2018). *Acuicultura Tilapia: Acuicultura comercial*. Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentable. <https://www.gob.mx/imipas/acciones-y-programas/acuicultura-tilapia>
- Gómez, G. M [Gilda Milady] y Ortiz, M. A [Mónica Alexandra]. (2011). *Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (oreochromis spp) en alimentación de pollos de engorde* [Tesis de pregrado]. Universidad del Cauca, Colombia. <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/757/EVALUACION%20DEL%20ENSILAJE%20DE%20VISCERAS%20DE%20TILAPIA%20ROJA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Gómez, G. M [Gilma M.], Ortiz, M. A [Monica A.], Perea, C. y Lopez, F. J. (2014). Evaluación del ensilaje de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis spp**) en alimentación de pollos de engorde. *Scientific Electronic Library Online*, 12(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612014000100013
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). *Desarrollo de la Acuicultura*. <https://www.fao.org/4/i0283s/i0283s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2020). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/a4a23148-b335-40ff-b2ca-364a50eb233d/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2024). *FAO en Honduras: Informe de la FAO: La producción mundial de la pesca y la acuicultura alcanza un nuevo máximo histórico*. <https://www.fao.org/honduras/noticias/detail-events/es/c/1696575/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (s.f.). *Pesca y acuicultura: Panorama del sector acuícola nacional Honduras*. <https://www.fao.org/fishery/en/countrysector/hn/es?lang=es>
- Ostorga, C. D. (2021). *Formulación de dieta de mínimo costo para aves de engorde Ross 308* [Proyecto especial de graduación]. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstreams/39c77638-72f4-4436-89fc-25e356ca6514/download>
- PlusVet Animal Health. (2013). *Los fitobióticos mejoran la conversión alimenticia*. <https://plus.vet/2013/09/13/los-fitobioticos-mejoran-la-conversion-alimenticia/>
- Portal Veterinaria. (2009). *La Sustentabilidad en Industria Avícola*. <https://www.portalveterinaria.com/actualidad-veterinaria/actualidad/5803/la-sustentabilidad-en-industria-avicola.html>
- Proacciona (2024). Qué es el Análisis Nutricional de alimentos. <https://www.proacciona.es/que-es-el-analisis-nutricional-de-alimentos/>
- Saavedra Martínez, M. A. (2006). *Manejo del cultivo de tilapia*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). <https://www.crc.uri.edu/download/MANEJO-DEL-CULTIVO-DE-TILAPIA-CIDEA.pdf>
- Suárez, J. (2023). *Aprovechamiento de residuos de piscifactoría para la producción de alimentos en la industria avícola en la cooperativa Multiactiva la fortuna del municipio de Mutatá* [Tesis de pregrado]. Antioquia, Colombia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/33477/1/SuarezJeferson_2023_ResiduosProduccionAvicola.pdf

Anexos**Anexo A***Criadora de pollos para la etapa inicial*

Anexo B

Análisis proximal de composición nutricional



Carrera de
Agroindustria Alimentaria

Honduras
Valle del Yeguare, km 30
carretera de Tegucigalpa a Danil.
Francisco Morazán, Honduras, C.A.
Tel. (504) 2287-2000 ext. 2001 / 20004
Fax: (504) 2776-6247
zamorano@zamorano.edu

United States
1701 Pennsylvania Ave. NW,
Suite 300.
Washington, DC 20005
Tel: (202) 461-2242
Fax: (202) 580-6559
wdo@zamorano.edu

Informe de ensayos

Reporte LAAZ 20240903
Departamento de Ciencia y
Producción Agropecuaria
Emitido por: Ing. Jaime Zelaya

Ing. Jaime Zelaya

Resultados

1. 20240903-I: Harina de Viseras – Proteína cruda, Grasa cruda, Humedad, Cenizas, extracto libre de nitrógeno y energía bruta.

20240903	Unidades	Concentración ¹	Límite de Cuantificación	Método de Referencia
Humedad	g/100g	4.57	-	AOAC 950.46B ²
Cenizas	g/100g	19.99	-	AOAC 923.03 ²
Proteína	g/100g	30.99	-	AOAC 2001.11
Grasa	g/100g	31.84	-	AOAC 991.36 ²
Extracto libre de nitrógeno (ELN)	g/100g	12.62	-	por cálculo
Energía bruta	kcal/kg	4,609.80	-	21CFR101.9 ²

²Referencia disponible en: https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text+idx?SID=83607833d661d26cf8d07c4e5c78b145&mc=true&nnode=xx21.2.101_198&nt=dtB

¹Concentración promedio

Valores en base Húmeda

²Métodos Acreditados por A2LA (Certificado No. 3592-01)

2. 20240903-I: Harina de Viseras – Minerales: Calcio y Fósforo.

20240903	Unidades	Concentración ¹	Límite de Cuantificación	Método de Referencia
Calcio	mg/100g	975.49	-	AOAC 985.35
Fósforo	mg/100g	338.26	-	AOAC 991.25

¹Concentración promedio

Valores en base Húmeda

ÚLTIMA LÍNEA

Autorizado por:
Luis Fernando Maldonado Ph. D.

Anexo C

Proceso de Elaboración de la Harina de Visceras de Tilapia

Evaluación de Rendimiento de las Visceras



Lavado y recolección



Visceras Deshidratadas



Molienda de vísceras



Mezclado de Ingredientes



Anexo D*Mortalidad*

Tratamiento	Inclusión de vísceras (%)	Cantidad	Mortalidad (g) pollos de engorde Ross 308			
			Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
0		1	98	0	0	0
1		1	90	0	0	0
2		1	103	0	0	0
3		0	0	0	0	0
Total		3	291	0	0	0

Anexo E

Cuadro de consumo promedio de alimento (g) por pollo de engorde Ross® 308 según tratamiento con inclusión de vísceras de tilapia en la dieta

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
TRT 1 Control	85.03	176.87	390.02	515.87
TRT 2 Inclusión 1%	117.91	329.93	486.39	861.68
TRT 3 Inclusión 2%	126.98	316.89	499.43	876.42
TRT 4 Inclusión 3%	123.58	324.83	480.16	839.00
Media	120.75	320.86	483.28	850.34

Anexo F

*Cuadro de la conversión alimenticia promedio (kg) por pollo de engorde Ross® 308 según
tratamiento con inclusión de vísceras de tilapia en la dieta*

Tratamientos	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
TRT 1 Control	1.48	1.79	1.3	1.1
TRT 2 Inclusión 1%	1.23	1.62	1.4	1.71
TRT 3 Inclusión 2%	1.24	1.44	1.36	1.79
TRT 4 Inclusión 3%	1.15	1.49	1.23	1.96
Media	1.24	1.56	1.33	1.75

Anexo G

Cantidad de Visceras y Tilapias Utilizadas por Tratamiento y Número de Tilapias Requeridas por Kilogramo

Tratamientos	Peso promedio de una Tilapia (kg)	% De Rendimiento	Visceras frescas/Tilapia (kg)	% Visceras ms/Tilapia	Visceras frescas/kg	Tilapias/kg
	0.421	0.1643	0.07	0.1657	6.04	417
Inclusión 1%	0.421	0.1643	0.07	0.1657	6.04	190
Inclusión 2%	0.421	0.1643	0.07	0.1657	6.04	379
Inclusión 3%	0.421	0.1643	0.07	0.1657	6.04	568

Anexo H

Cuadro de consumo según el manual de objetivos de rendimiento de Ross® 308 hasta la cuarta semana

Rendimiento del pollo - Mixto

Día	Peso (g) ¹	Ganancia diaria (g)	Ganancia media diaria (g)	Consumo diario (g)	Consumo acumulado (g) ²	IC ³
0	44					
1	62	18			12	0,196
2	81	19		16	28	0,352
3	102	21		20	48	0,476
4	125	23		24	72	0,577
5	151	26		27	100	0,658
6	181	29		31	131	0,724
7	213	32	24	35	166	0,780
8	249	36	26	39	206	0,826
9	288	39	27	44	249	0,865
10	330	42	29	48	297	0,900
11	376	46	30	52	349	0,930
12	425	49	32	57	406	0,957
13	477	52	33	62	468	0,982
14	533	56	35	67	535	1,005
15	592	59	37	72	608	1,026
16	655	62	38	77	685	1,047
17	720	66	40	83	768	1,066
18	789	69	41	88	856	1,086
19	860	72	43	94	950	1,105
20	935	74	45	100	1050	1,123
21	1012	77	46	105	1155	1,142
22	1092	80	48	111	1266	1,160
23	1174	82	49	117	1383	1,178
24	1258	85	51	122	1505	1,196
25	1345	87	52	128	1633	1,214
26	1434	89	53	134	1767	1,233
27	1524	91	55	139	1907	1,251
28	1616	92	56	145	2051	1,269