

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Alimentación de pollo de engorde (*Gallus gallus domesticus* L.) en fase final con concentrado comercial y forraje de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L) Moench], Santa Clara, San Vicente, 2018

POR:

EDWIN CANDELARIO ROMERO ALFARO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

SAN VICENTE 12 DE JULIO DE 2021

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR:

LIC. M. Sc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

SECRETARIO GENERAL:

ING. M. Sc. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL

DECANO:

ING. MAE ROBERTO ANTONIO DÍAZ FLORES

SECRETARIO:

LIC. M. Sc. CARLOS MARCELO TORRES ARAUJO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ING. AGR. M. Sc. JOSÉ FREDY CRUZ CENTENO

DOCENTES ASESORES:

ING. AGR. M. Sc. RAMÓN MAURICIO GARCÍA AMAYA

ING. AGR. M. Sc. RENÉ FRANCISCO VÁSQUEZ

ING. AGR. M. Sc. JOSÉ ISIDRO VARGAS CAÑAS

COORDINADOR GENERAL DE PROCESO DE GRADUACIÓN

ING. AGR. EDGARD FELIPE RODRÍGUEZ

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar la ganancia de peso en pollo de engorde con consumo de forraje verde hidropónico (FVH) de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), esto como alternativa para disminuir los costos relacionados a la producción tradicional, para dicha investigación se utilizaron cuatro tratamientos con diez repeticiones. Los tratamientos fueron: T1 (tratamiento testigo, 100% concentrado comercial), y T2 (15% de forraje de maíz), T3 (15% de forraje de sorgo) y T4 (7.5% de forraje de maíz y 15% de FVH), estableciendo como variables en estudio, el incremento de peso, consumo de alimento, rendimiento en la canal y la relación beneficio costo.

El incremento de peso promedio por semana fue el siguiente: T4 con 0.51 kg (1.12 lb), seguido del T1 con 0.47 kg (1.04 lb), T2 con 0.46 kg (1.02 lb) y T3 con 0.46 kg (1.01 lb). En la variable rendimiento en canal: T1 obtuvo 2.02 kg (4.45 lb), seguido de T4 con 1.87 kg (4.13 lb), T2 con 1.83 kg (4.03) y el T3 con 1.78 kg (3.93 lb) de peso. La relación beneficio costo: T1 presento una mayor ganancia con \$0.17, el T4 con \$0.16, seguido por el T2 con \$0.14 y por último el T3 con \$0.12 de beneficio por cada dólar invertido, lo que no representa una diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que el suministro de FVH en la alimentación de pollos de engorde si presenta beneficios económicos ya que es una alternativa rentable de producción.

Palabras clave: forraje verde hidropónico (FVH), alimentación de pollos, forraje para alimento, incremento de peso, rendimiento en canal, proteína cruda,

AGRADECIMIENTOS

- A Dios todo poderoso por permitirme llegar hasta el final de mis estudios, brindando buena salud para poder continuar hacia adelante.
- A mis padres por brindarme todo su apoyo incondicional y motivarme en continuar mis estudios universitarios para poder salir adelante como una persona profesional.
- A mis hermanos Maudiel Romero, Nely Romero, Henry Romero y Cruz Romero quien al igual que mis padres me motivo e impulso a continuar con mis estudios de formación de grado.
- A mi familia y a mis tíos Wilber Alfaro, Tomas Romero que me brindaron su apoyo y ayuda.
- A la familia Amaya Mejía los cuales me brindaron un techo y donde alimentarme cuando más lo necesitaba me tendieron su mano amiga sin esperar nada a cambio, así mismo para el compañero
- A mi amigo José Eduardo Arias Carballo (Q.E.P.D) por siempre brindar un techo donde poder refugiarme y mi gran amigo José Pablo Gómez quien de igual forma estuvo como una mano amiga incondicionalmente.
- A mis compañeros Alberto Flores (Toky) un gran amigo que me apoyo siempre en todo, a Esteban Arévalo por el compañerismo y siempre haber podido trabajar juntos en todos los obstáculos presentes a lo largo de la carrera.
- A los ingenieros Jorge Luis Alas, Ramon Mauricio Amaya y el licenciado Nelsus Armando López por darme sus consejos y apoyo en el transcurso de toda mi formación como profesional.
- Y a mis asesores y jurados José Isidro Vargas, Pedro Pérez y Esteban Henríquez por su participación como jurados en mi defensa final.

DEDICATORIA

- A Dios por permitirme culminar mis estudios.
- A mis padres, Sonia Arely Alfaro y Nicolas Candelario Romero Galindo, por todo su esmero y sacrificio que realizaron para poder salir con mis estudios.
- A mis hermanos por su apoyo en todo momento y contribuyeron su esfuerzo para que este fuese posible.
- al amor de mi vida mi querida hija Kahory Saraí, quien es el motor que me da fuerzas para seguir adelante cada día, al igual que a mi querida compañera de vida Katherine Gabriela Callejas que cada día me motivo a culminar los procesos de grado.
- A toda mi familia por su gran apoyo, en especial a mi tío Wilbert Alfaro por siempre estar apoyándome.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Origen de la gallina.....	2
2.2. Clasificación taxonómica de las gallinas.....	2
2.3. Importancia del sector avícola.....	2
2.4. Clasificación de las aves.....	3
2.4.1. Razas ponedoras, ligeras o livianas.....	3
2.4.2. Aves semipesadas.....	4
2.4.3. Aves pesadas.....	4
2.5. Aparato digestivo.....	5
2.6. Requerimientos nutricionales.....	6
2.7. Forraje verde hidropónico (FVH).....	7
2.7.1. Antecedentes.....	7
2.7.2. Importancia de la hidroponía.....	7
2.7.3. Selección de semilla.....	7
2.7.4. Lavado y desinfección de semillas.....	8
2.7.5. Densidad de siembra.....	8
2.7.6. Ciclo de producción.....	8
2.7.7. Riego.....	8
2.7.8. Cosecha.....	9
2.7.9. Rendimiento.....	9
2.7.10. Ventajas.....	9
2.7.11. Desventajas.....	10

3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1.	Ubicación.....	11
3.2.	Condiciones climáticas.....	11
3.3.	Características edáficas.....	12
3.4.	Metodología.....	12
3.4.1.	Metodología de gabinete.....	12
3.5.	Metodología de campo	12
3.5.1.	Duración del estudio.....	12
3.5.2.	Fase pre-operativa.....	12
3.5.3.	Descripción de la instalación.....	13
3.5.4.	Materiales y equipo.....	13
3.5.5.	Adquisición de pollos.....	13
3.5.6.	Preparación del alimento.....	14
3.5.7.	Distribución del alimento.....	14
3.5.8.	Registro de peso y alimento.....	14
3.5.9.	Fase pre-experimental.....	15
3.5.10.	Fase experimental.....	15
3.6.	Metodología estadística.....	16
3.6.1.	Diseño estadístico.....	16
3.6.2.	Descripción de los tratamientos.....	16
3.6.3.	Modelo estadístico.....	16
3.6.4.	Análisis de varianza.....	17
3.6.5.	Procesamiento de datos.....	17
3.7.	VARIABLES EVALUADAS.....	17
3.7.1.	Ganancia de peso.....	17
3.7.2.	Consumo de alimento.....	18
3.7.3.	Rendimiento en la canal.....	18
3.8.	Análisis económico.....	18
3.8.1.	Costos por tratamiento.....	18
3.8.2.	Costos por uso de galera y equipos.....	18
3.8.3.	Ingresos por tratamiento.....	18
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1.	Análisis bromatológico.....	19
4.2.	Ganancia de peso.....	19

4.3.	Rendimiento en la canal.....	22
4.4.	Consumo de alimento.....	23
4.5.	Análisis económico por tratamiento.....	24
5.	CONCLUSIONES.....	26
6.	RECOMENDACIONES.....	27
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	28
8.	ANEXOS.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
Cuadro 1.	Consumo de alimento por semana por peso vivo.....	15
Cuadro 2.	Distribución de análisis de varianza.....	17
Cuadro 3.	Análisis bromatológico de forrajes.....	19
Cuadro 4.	Cuadro de análisis de regresión lineal	21
Cuadro 5.	Análisis de varianza.....	22
Cuadro 6.	Presupuesto parcial.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
Figura 1.	Ubicación del ensayo.....	11
Figura 2.	Tendencia de incremento de peso semanal.....	22
Figura 3.	Rendimiento en la canal.	23
Figura 4.	Consumo de alimento por tratamiento.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
Cuadro A-1.	Requerimiento nutricional del pollo de engorde.....	35
Figura A-1	Construcción de compartimentos.....	35
Figura A-2.	Limpieza de instalaciones.....	35
Figura A-3.	Desinfección de instalaciones.	35
Figura A-4.	Colocación de cama.	35
Figura A-5.	Grosor de cama.....	36
Figura A-6.	Área de cría.....	36
Figura A-7.	Elaboración de plantines en bandeja.	36
Figura A-8.	Toma de peso inicial por tratamiento.....	36
Figura A-9.	Identificación de unidades experimentales.....	36
Figura A-10.	Plantines de forraje.....	36
Figura A-11.	Extracción de forraje de bandeja de siembra.....	37
Figura A-12.	Pesaje de forraje ofrecido.....	37
Figura A-13.	Mapa de distribución de los tratamientos a nivel de la galera.....	37
Cuadro A-2.	Control de consumo de concentrado.....	38
Cuadro A-3.	Control de consumo de forraje hidropónico.....	39
Cuadro A-4.	Control de peso en la canal.....	39
Figura A-14.	Resultado de análisis del forraje hidropónico de maíz.	40
Figura A-15.	Resultado de análisis del forraje hidropónico de sorgo.....	41
Cuadro A-5.	Control de peso vivo por semana.....	42

1. INTRODUCCIÓN

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

En El Salvador la industria avícola representa en la actualidad uno de los rubros más importantes del sector agropecuario, generando empleo y fuentes de ingreso para muchas familias, la avicultura se caracteriza en nuestro país por pequeñas explotaciones de tipo familiar, explotaciones que general un beneficio económico y a la vez de sustento en su alimentación, como una fuente rica en proteína de origen animal, las pequeñas granjas se encuentran a nivel rural en su mayoría.

Debido a que en nuestro país existe un elevado crecimiento de la población, una baja producción de alimentos y no se satisface la demanda existente, esto propicia la iniciativa de generar alternativas de producción a corto plazo y al menor costo, el método tradicional de producción es alimentar las aves solamente con concentrados balanceados, esto genera un alto costo de producción debido al precio de cada quintal, precios que constantemente están a la alza, pocas veces las familias pueden ver beneficios económicos para ellas (ganancias), ocasionando que desistan de continuar invirtiendo en el sector.

Debido a lo antes planteado se tomó la iniciativa de realizar la investigación en pollos en fase de engorde con forraje verde hidropónico de maíz y sorgo con un 15% de forraje respectivamente por tratamiento, el ensayo fue desarrollado en el municipio de Santa Clara, departamento de San Vicente con el objetivo de evaluar el consumo efectivo (ganancia de peso) y poder así evaluar el nivel de aceptación de dichos forrajes y el beneficio económico que pueda generar en la producción avícola de las familias generando mayor ganancia.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen de la gallina

La domesticación de la gallina, propiamente dicha, tuvo su origen en la India, cuna de la gallina silvestre, esta técnica de domesticación de la gallina se fue extendiendo hacia el oeste, aceptando que la gallina fue domesticada por los indios, la historia, con abundante documentación, admite que los egipcios primitivos domesticaron las aves acuáticas y no conocieron la gallina hasta época muy avanzada; la avicultura debe mucho más a los antiguos egipcios, ya que fueron los que descubrieron la incubación artificial y la aplicaban con un criterio industrial (Rivera García 2017).

Melara Crespín *et al.* (2010), asegura que la gallina doméstica (*Gallus gallus*) que se conoce proviene de una especie conocida como gallo de Bankiva, una de las diversas gallinas silvestres del sureste asiático, realiza tres puestas al año. De esta especie derivaron las diversas gallinas domésticas, ampliamente distribuidas por todo el mundo y que se han criado, para aprovechar su carne y huevos. La gallina es uno de los primeros animales domésticos que se mencionan en la historia escrita.

Las gallinas criollas domesticas llegaron a América con los conquistadores en sus primeros viajes y por más de 500 años han desarrollado su adaptabilidad productiva para las condiciones de la región (Segura 1989, citado por Herrera Amaya y Ramírez Benítez 2006).

2.2. Clasificación taxonómica de las gallinas

Las gallinas criollas pertenecen al reino animal, tipo vertebrados, del filo cordados, forman parte de la clase aves, sub clase carenadas, orden *galliformes*, de la familia *phasianidae*, clasificadas dentro del género *Gallus*, pertenientes a la especie *gallus*, sub especie *Domesticus* (INTA 2018).

2.3. Importancia del sector avícola

El sector avícola (aves vivas y huevos) tiene un peso importante dentro del sector agropecuario, en 2015 representó el 15% del valor agregado agropecuario y el 1.84% del PIB

(Producto Interno Bruto) total de dicho año, en el subsector agroindustrial de carne aviar, existen tres principales empresas con marcas reconocidas y representan aproximadamente al 70% del mercado, en 2014 la producción comercial de carne de pollo fue alrededor de 117 727.21 kg (259 millones de libras) y la producción familiar de carne de pollo alcanzo los 3 636.63 kg (ocho millones de libras) (BCR 2016).

2.4. Clasificación de las aves

Para INTA (2018), en la avicultura moderna, ya no se utilizan razas puras, por no ser eficientes, sino que las mismas fueron reemplazadas por líneas genéticas, la avicultura industrial, utiliza ponedoras seleccionadas para bajo peso y alta productividad, mientras que la avicultura familiar o de pequeña escala, utiliza ponedoras semipesadas, como la Negra o Rubia con buena productividad pero no tan livianas, para producir carne, se prefieren las líneas pesadas como el campero para producción familiar o en pequeña escala, mientras que para la producción industrial se usa el conocido como parrillero o doble pechuga.

2.4.1. Razas ponedoras, ligeras o livianas

Llamadas también aves de posturas o ponedoras son las que se explotan para la producción de huevos para el consumo humano. Pueden llegar a producir hasta 300 huevos en un año, y su plumaje suele ser de color blanco o rojo-café (Manual de producción avícola 1986, citado por Carranza y Díaz 2009).

Línea Hy line Brown: llamadas también aves de postura o ponedoras, son las más utilizadas industrialmente para la producción de huevo para consumo humano, en estas aves el color de las plumas es blanco o café, su explotación se realiza generalmente en establecimientos industriales, requieren un gran control sanitario estricto y alimentos balanceados para que tengan un rendimiento adecuado y no enfermen, no son aptas para producir pollitos, no tienen instinto maternal, tienen un buen rendimiento con la relación alimento-tamaño-cantidad de huevos (Carranza y Díaz 2009).

2.4.2. Aves semipesadas

De acuerdo con Melara Crespín *et al.* (2010), las gallinas semipesadas o de doble propósito tienen una producción de huevos bastante aceptable y además las crías que desarrolla para la producción de carne, alcanzan pesos cercanos al de pollo de engorde producido por gallinas pesadas. Son aves tranquilas, se adaptan bien a los distintos climas y tienen la mayor resistencia a las enfermedades, el plumaje de estas aves puede ser completamente rojo o bien de color negro con puntos blancos.

Plymouth Rock: originalmente desarrollada en Nueva Inglaterra en el siglo XIX, la gallina Plymouth Rock, sin embargo, es considerada una raza estadounidense, esta ave doble propósito pesa en promedio 3.75 kg (siete libas y media) y puede ser blanca, con barrotes, beige, plateada, perdiz, colombina y azul (Cruz Sánchez 2016).

Calvo Calderón *et al.* (s. f.), la consideran como una de las mejores entre las razas de doble propósito, aunque hubo líneas posteriores seleccionadas sólo para postura, como casi todas las razas americanas, tiene patas, pico y piel bien amarillos, desplumados y haciendo un fuerte contraste con el color del plumaje, su cuerpo es ancho, profundo y algo alargado; y la línea de su dorso continúa casi sin concavidad hacia la cola, es una raza de cresta simple y roja, como así también son de ese color orejillas y barbillas.

Rhode-Island red: es de gran talla y cuerpo voluminoso, tiene un precioso plumaje muy tupido de color caoba brillante, petas y pico amarillos, tiene un conjunto atractivo, es mansa y soporta bien el régimen de encierro en gallineros de poca extensión, sin que se alteren sus buenas condiciones, pues esta reputada desde hace varios años como excelente ponedora de invierno, su puesta es de unos 190 huevos, de 60 a 65 gramos, de color rojizo (Badó Roma s. f.).

2.4.3. Aves pesadas

Este tipo de aves tiene como función producir el huevo del cual, una vez incubado nacerán los pollos de engorda para la producción de carne, en estas aves el color de las plumas es blanco o café (Manual de producción avícola 1986, citado por Carranza y Díaz 2009).

COBB (T-965): línea que se caracteriza por su rápido crecimiento, buena conversión alimenticia, alta viabilidad, alta rusticidad en el manejo y de fácil adaptación a cambios climáticos, presenta plumaje blanco, el rendimiento de carne de la línea Cobb 500 aumentado de 54.5 a 124.9 g·año⁻¹ un total de 129% o 6.5% por año durante los últimos 20 años (Villacorta Machicado 2005).

Arbor Acres: línea de pollo de engorde excelente para convertir el alimento en carne, siempre y cuando se le brinden las condiciones de manejo y nutrición adecuadas, es más resistente a enfermedades, se adapta a climas cálidos y su masa muscular en la pechuga es más profunda y con mayor proporción posee patas más cortas y gruesas, el emplume es rápido, lo cual no afecta en el proceso de producción y manufactura del producto final, este pollo no se considera una raza, sino una línea o estirpe de pollo especializada para explotación netamente cárnica, una característica excelente es que posee una capa más delgada de tejido adiposo, comparada con otras líneas de explotación (Sultana 2000).

2.5. Aparato digestivo

Es obviamente diferente en muchos aspectos al de los mamíferos, los dientes están ausentes, pero si presenta un buche bien desarrollado (Villar Mejía 2019).

El pico: equivalente de la boca en los mamíferos, es de estructura cornea y consta de dos mandíbulas implantadas en los huesos maxilares del rostro del ave, por carecer de dientes el pico no tiene función de masticar los alimentos, si no de atraparlos y deglutirlo, para lograrlo se ayuda con la lengua, la que posee en su parte posterior, una hilera o cresta de papilas filiformes o cónicas dirigidas hacia atrás que ayudan a empujar los alimentos hacia la faringe o esófago, también el pico posee glándulas salivares que lubrican los alimentos y facilitan su deglución (Jarama 2016).

La molleja: órgano sumamente musculoso con capacidad de producir una presión bien alta sobre el alimento, lo que permite su trituración, sin que se produzca ningún tipo de enzima, el revestimiento de la molleja con una capa dura permite el procesamiento físico del alimento y actúa como una barrera para proteger la mucosa localizada debajo, contra los efectos del ácido clorhídrico y la pepsina (Contreras y Zaviezo s. f.).

Esófago: tubo delgado de paredes delgadas por donde pasa el alimento hasta llegar a una especie de bolsa formada por la ampliación del mismo esófago que se llama “buche”, en el acumula y retiene por algunas horas una significativa cantidad de alimento antes de seguir por él tubo esofágico hasta llegar al estómago (Jarama 2016).

Intestino grueso: relativamente corto, y no posee definidas demarcaciones, aunque está dividido en ciego y cloaca (Villar Mejía 2019).

Ciego: bolsa ciega que se abre hacia el tubo intestinal en la unión ileorectal por medio de la válvula ileocecal, aunque el ciego contiene una flora abundante, la fermentación bacteriana no juega un papel importante en la absorción de nutrientes (Morán 2018).

Cloaca: parte terminal del intestino dentro de la cual se abren los conductos urogenitales, se divide en tres cámaras, cada una separada por un pliegue transversal que no se puede diferenciar fácilmente (Leyton Núñez 2010).

Intestino Delgado: es corto y el alimento entra a él por el asa duodenal, donde continúan los procesos de absorción y digestión, los cuales terminarán en las proporciones más bajas del mismo intestino, del intestino delgado, el alimento pasa al intestino grueso (Quishpe Morales 2016).

2.6. Requerimientos nutricionales

North y Bell (1993) destacan que los pollos de engorde crecen muy rápido y sus necesidades nutritivas son elevadas en su primera fase de desarrollo, es importante que los pollos inicien bien su crecimiento lo que exige una ración rica en energía desde el primer día hasta las seis u ocho semanas de edad, la dieta del pollo debe contener en la cantidad, calidad y proporciones adecuadas, se procura que consuman la mayor cantidad de alimento posible, para crecer rápido y esto resultará en una mejor conversión alimenticia (Cuadro A-1).

2.7. Forraje verde hidropónico (FVH)

2.7.1. Antecedentes

El cultivo sin tierra de plantas comenzó en la década de 1940 como resultado de las técnicas empleadas por los fisiólogos vegetales Robert B. y Alice P. Withrow en experimentos de nutrición vegetal, desarrollados en Chile, Perú y España, los métodos más recientes de cultivo sin tierra difieren en algunos detalles, pero tienen dos rasgos comunes, las plantas se cultivan en bandejas, las cuales conservan y transportan la solución de nutrientes desde su lugar de almacenamiento hasta las raíces (Hidalgo 1985).

2.7.2. Importancia de la hidroponía

De acuerdo a Alvarado (2017), la importancia de la hidroponía como sistema de producción agrícola se vincula a contextos como el económico, social y ecológico, debido a que como herramienta ayuda a los agricultores a producir forraje en zonas donde la planta no podría crecer, con la hidroponía se puede producir alimentos en zonas áridas y semiáridas, en climas tropicales o en climas fríos, con la hidroponía se pueden cultivar plantas en lugares donde se tiene agua que tiene un alto contenido de sales también se puede producir en lugares donde la agricultura es escasa debido a las limitaciones del suelo.

2.7.3. Selección de semilla

En términos ideales, se debería usar semilla de buena calidad, de origen conocido, adaptadas a las condiciones locales, disponibles y de probada germinación y rendimiento, es muy conveniente también que las semillas elegidas para nuestra producción de forraje, se encuentren libres de piedras, paja, tierra, semillas partidas las que son luego fuente de contaminación, semillas de otras plantas y fundamentalmente saber que no hayan sido tratadas con tratadores de semilla, agentes pre emergentes o algún otro pesticida tóxico (FAO 2001).

2.7.4. Lavado y desinfección de semillas

Para Abarca *et al.* (2016), la desinfección de las semillas tiene como principal objetivo disminuir o anular la proliferación de hongos durante el crecimiento del forraje, para ello, una forma sencilla y económica de desinfectar la semilla posterior a la etapa de pre-germinación, es sumergir la semilla en una solución de hipoclorito de sodio (lejía) al 1%, es decir, 10 ml de cloro en 1 litro de agua limpia, y por un tiempo no mayor a los 2 minutos, porque un tiempo mayor podría dañar la viabilidad de la semilla.

2.7.5. Densidad de siembra

En bandejas de medidas de 43.18 cm x 43.18 cm con profundidad de 5 cm, con densidad de 2 kg (4.4 lb) de maíz por bandeja, de acuerdo al grano a utilizar existen diferentes densidades de siembra de forraje verde hidropónico, granos de cebada sembrar aproximadamente 20 g·dm⁻², con una profundidad de 3 - 4 cm, la semilla de sorgo 25 g·dm⁻², la dosis óptimas de semilla a sembrar por metro cuadrado oscilan entre 2.2 kg a 3.4 kg considerando la disposición de las semillas, la siembra no deben de superar los 1.5 cm de altura de la bandeja (De la Peña Morales 2010).

2.7.6. Ciclo de producción

El ciclo de producción del FVH se ubica entre seis y nueve días, dependiendo del tipo de semilla que se emplee, la conversión de semilla a pasto es de un kg de semilla por aproximadamente siete kg (15.4 lb) de forraje y su valor nutritivo es tal que un kg de FVH reemplaza entre 3.1 y 3.4 kg (6.8 y 7.5 lb) de alfalfa verde (Valdivia 1996).

2.7.7. Riego

Chang *et al.* (2000) mencionan que el riego en las bandejas de crecimiento del FVH debe realizarse a través de micro aspersores, o con una mochila de mano, el riego por inundación no es recomendado, dado que causa generalmente excesos de agua que provocan la asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones, que pueden causar, inclusive la pérdida total del cultivo, al inicio (primeros cuatro días) no deben aplicarse más de 0.5 litros de agua por m² por día, hasta llegar a un promedio de 0.9 a 1.5 litros por m², el volumen de agua de riego está de

acuerdo a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales internas del recinto de producción de FVH, un indicador práctico de tener en cuenta, es no aplicar riego cuando las hojas del cultivo se encuentran levemente húmedas.

Mientras que la FAO (2001) considera que es muy importante que se defina la cantidad de agua y la frecuencia de los riegos, normalmente la frecuencia e intervalo es de seis a nueve riegos con una duración no menor a dos minutos, para mantener el grado de humedad y evitar los excesos de humedad que generen la presencia de enfermedades.

2.7.8. Cosecha

El forraje verde hidropónico (FVH) es el resultado del proceso de germinación de granos de cereales o leguminosas (maíz, sorgo, cebada, alfalfa) que se realiza durante un período de 10 a 12 días, captando energía del sol y asimilando los minerales de la solución nutritiva, se trabaja con técnicas de hidroponía sin ningún sustrato, una vez el grano ha germinado, la plántula alcanza una altura promedio de 25 centímetros; el animal consume absolutamente todo el resultado del proceso o sea, el tallo y las hojas verdes (Sánchez 2000, citado por Mora Agüero 2009).

2.7.9. Rendimiento

La producción de granos germinados para uso forrajero bajo control de temperatura y humedad relativa, densidad, humedad y buena calidad de la semilla, alcanza un rendimiento de 10 a 12 veces el peso de la semilla, en pasto fresco y una altura de 20 cm, aproximadamente en un periodo de 7 a 10 días (Carballo 2005).

2.7.10. Ventajas

Las ventajas del sistema de producción de forraje verde hidropónico son:

Ahorro de agua. Al utilizar el sistema de producción FVH la pérdida de agua por escurrimiento superficial, infiltración y evapotranspiración es mínima comparada con la producción convencional de forraje.

Menor costo de producción y eficiencia en el uso del espacio. En general, el costo de producción de FVH es diez veces menor comparado con la producción de cualquier forraje en espacios abiertos.

Eficiencia en el tiempo de producción. La producción de FVH tiene un ciclo de 10 a 14 días.

Calidad del forraje, El FVH es rico en vitaminas, especialmente la A y E.

Inocuidad. El FVH producido en condiciones adecuadas de manejo representa un forraje limpio e inocuo sin la presencia de plagas ni enfermedades (Juárez López *et al.* 2013).

2.7.11. Desventajas

La única desventaja que presenta el FVH es el bajo contenido de fibra, por este motivo se recomienda como suplemento alimenticio y no como dieta completa para alimentar los animales (Chavarría Torres y Castillo Castro 2018).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en el municipio de Santa Clara, ubicado a 65 kilómetros de San Salvador y a 11.8 kilómetros de San Vicente, limita al norte con San Isidro; Sensuntepeque y Dolores, Departamento de Cabañas; al oeste con San Esteban Catarina y Apastepeque; al sur con Apastepeque y al este con San Idefonso, con coordenadas geográficas de 13° 42' 00'' N y 44° 0' 0'' O, y una elevación de 585 metros sobre el nivel del mar (Fig. 1).

3.2. Condiciones climáticas

La temperatura media anual en Santa Clara es 31°C a una altura de 522 msnm, con una extensión territorial de 124.46 km², una precipitación anual de 1 671 mm, humedad relativa promedio anual del 50% y una radiación solar de 5 kWh·m⁻² anual promedio.



Figura 1. Ubicación del ensayo.

Fuente: Tomado de Google Earth 2020.

3.3. Características edáficas

Los suelos de la zona son de textura franco-arenoso, aluviales, aptos para la agricultura y ganadería. Con base a la altitud del departamento de San Vicente, se ubica en la zona denominada de “tierra caliente”. El tipo de vegetación experimenta variabilidad de especies existiendo en el lugar bosques húmedos calientes de los terrenos bajos.

3.4. Metodología

3.4.1. Metodología de gabinete

Se realizó análisis bromatológico al forraje de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] y maíz (*Zea mays* L.), muestras con un peso de 2.2 kg (una libra) de forraje verde hidropónico fueron recolectas 12 días después de siembra, según fecha de suministro, las cuales fueron depositadas en bolsas de plástico con cierre ajustado (Ziploc®).

3.5. Metodología de campo

3.5.1. Duración del estudio

La fase de campo tuvo una duración de 45 días del 08 de mayo al 21 de junio de 2019, en el municipio de Santa Clara, departamento de San Vicente, donde fue dividida en cuatro fases: fase pre-operativa de la investigación, fase de adaptación (siete días), fase pre-experimental (tres días), fase experimental (35 días).

3.5.2. Fase pre-operativa

Esta fase comprendió la reparación (del pretil de la galera) de los muros de la galera y la colocación de la zaranda para pollos en los costados de la galera, luego se procedió a la elaboración de los compartimientos donde se alojó cada tratamiento (Fig. A-1).

Una vez reparada se realizó la desinfección de la galera, iniciando con una limpieza general dentro de las instalaciones, comederos, bebederos, piso, paredes y techo, para el recibimiento de los pollos, la desinfección se realizó usando agua clorada e hipoclorito de sodio $10 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ (Fig. A-2 y A-3).

3.5.3. Descripción de la instalación

La galera donde fueron alojados los pollos está construida de madera, techo de lámina, piso de concreto, muros (pretil) 0.40 metros de altura, cercada con zaranda para pollos en los costados, con una orientación de este a oeste, dimensiones de 5.0 m x 5.3 m y con un área de 26.5 m², la instalación fue dividida en cuatro secciones para el alojamiento de cada tratamiento, donde cada compartimiento tenía una dimensión de 1.00 x 1.75 metros, con un área de 1.75 m², considerando un área de ocho pollos por metro cuadrado y área de comedero y bebederos, siendo así un área total de 7 m² para el desarrollo total de los cuatro tratamientos, por lo que el área restante de la galera se utilizó para la producción del forraje verde hidropónico de maíz y sorgo.

3.5.4. Materiales y equipo

Para la realización de la investigación fue necesario utilizar equipos y materiales para la toma de datos durante todo el proceso, los cuales se detallan a continuación: a) cuatro comederos tipo tolva para suministrar el alimento a los pollos, b) cuatro bebederos de capacidad de un galón, c) una báscula de tipo reloj donde se pesó el forraje, concentrado y pollos cada semana, d) cuatro aspersores de un litro de capacidad para el riego del forraje verde hidropónico, e) doce bandejas metálicas de 0.25 x 0.15 m, f) ocho bolsas de cascarilla de arroz (granza), g) cinta y papel de color para la identificación de los pollos, h) hipoclorito de sodio (lejía), i) una pala y j) una escoba.

3.5.5. Adquisición de pollos

Previo a la adquisición de los pollos se realizó la preparación de la cama con cascarilla de arroz, el grosor de la cama de cascarilla de arroz debe de ser entre 6 a 12 centímetros, y la colocación de comederos y bebederos, esto se realizó 24 horas antes del recibimiento de los pollos, con el objetivo acondicionar la cama y el agua de consumo a las condiciones de la galera (Fig. A-4 y A-5).

Los pollos de la línea Cobb 5 000 fueron adquiridos en una casa comercial distribuidora de productos agropecuarios en el departamento de San Vicente, los cuales se trasladaron a las instalaciones ubicadas en el municipio de Santa Clara donde fueron recibidos y alojados en un área de cría con dimensiones de un metro de largo por un metro de ancho, la cual se

encontraba cerrada por una capa plástica para así evitar corrientes de viento (Fig. A-6), al momento de ingresar a las instalaciones se les proporcionaron nueve gramos de vitaminas y electrolitos en un galón de agua para contrarrestar el estrés originado durante el traslado.

3.5.6. Preparación del alimento

Para la preparación del alimento se procedió a la preparación del forraje verde hidropónico en las bandejas metálicas, el alimento fue preparado doce días antes del suministro en el cual la semilla de maíz y sorgo fueron desinfectados con hipoclorito de sodio (lejía) con una dosis de un mililitro por litro de agua, siendo sumergida durante un minuto de tiempo, luego de desinfectada se depositaron en las bandejas colocando 0.454 kg (una lb) de semilla de sorgo por bandeja y 0.454 kg (una lb) de semilla de maíz por bandeja (Fig. A-7).

El alimento se proporcionó de acuerdo con lo establecido en cada tratamiento, alimentando a las 8:00 am cada día se realizó a la misma hora y en el mismo orden de suministro por tratamiento.

3.5.7. Distribución del alimento

La distribución del alimento se realizó cada 24 horas durante todo el periodo de engorde de los pollos, en los diferentes tratamientos colocando el forraje verde hidropónico en las proporciones establecidas por cada tratamiento en estudio, el alimento ofrecido se realizó de forma paulatina por semana (Cuadro 1).

3.5.8. Registro de peso y alimento

Para la obtención de datos, se tomó el peso inicial de cada unidad experimental en su segunda semana de vida (Fig. A-8), la unidad de medida utilizada en la toma de datos fue en libras, el registro de peso de los pollos se realizó de forma semanal con una báscula de reloj, correspondiente a cada tratamiento.

Tanto el alimento ofrecido como el rechazado se pesó cada 24 horas para determinar el consumo efectivo diario por tratamiento, este procedimiento se realizó cada día a las 8:00 am.

Cuadro 1. Consumo de alimento por semana por peso vivo.

Edad (semanas)	Peso vivo (kg)	Consumo de alimento por semana en kg
Sin sexar		
1	0.18	0.17
2	0.45	0.36
3	0.76	0.59
4	1.17	0.80
5	1.61	0.91
6	2.04	0.93

Fuente: Tomado de MAG s. f.

3.5.9. Fase pre-experimental

Esta fase tuvo una duración de tres días, donde se procedió a la distribución aleatoria de las unidades experimentales, colocando diez pollos (repeticiones) por cada tratamiento y realizando la identificación de cada repetición con un color diferente para su reconocimiento (Fig. A-9).

El alimento fue suministrado de forma gradual con el objetivo de adaptar a los pollos a la nueva ración alimenticia, donde el forraje y el concentrado comercial durante los tres días se ofreció a libre consumo.

3.5.10. Fase experimental

Esta fase tuvo una duración de cinco semanas, el peso inicial fue tomado al día ocho (semana uno), el forraje ofrecido de maíz y sorgo fue recolectado de los semilleros por la mañana (Fig. A-10 y A-11), pesando la ración ofrecida con una báscula de tipo reloj por cada tratamiento de igual forma se pesó el concentrado comercial ofrecido (Fig. A-12).

3.6. Metodología estadística

3.6.1. Diseño estadístico

Para el análisis de estudio se aplicó el diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y diez repeticiones donde cada pollo constituyo una unidad experimental.

3.6.2. Descripción de los tratamientos

Para el ensayo se utilizaron 40 pollos de un día de nacidos, distribuidos de forma al azar en cuatro tratamientos (Fig. A-13). Estas aves, fueron alimentadas de la forma siguiente:

T1: 100% concentrado comercial.

T2: 100% de concentrado + 15% de FVH de maíz.

T3: 100% de concentrado + 15% de FVH de sorgo.

T4: 100% de concentrado + 7.5% de FVH de maíz + 7.5% de FVH de sorgo.

3.6.3. Modelo estadístico

El modelo estadístico bajo el cual se analizó los resultados obtenidos de la investigación fue el siguiente:

$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$, donde:

\hat{Y}_{ij} = observación individual perteneciente al i-ésimo tratamiento.

μ = media experimental.

T_i = efecto medio del i-ésimo tratamientos.

E_{ij} = error experimental.

i = número de tratamiento.

j = número de repetición.

3.6.4. Análisis de varianza

El análisis de varianza es una técnica estadística que divide y analiza la variabilidad total observada de una variable en porciones atribuibles a distintos factores de interés para el investigador, existiendo la respectiva distribución del análisis de varianza del ensayo (Cuadro 2).

3.6.5. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos se procesaron haciendo uso de programa informático Microsoft Excel 2016 e IBM SPSS Statistics versión 22 para Windows 10. Es un sistema amplio y flexible de análisis estadístico y gestión de información que es capaz de trabajar con datos procedentes de distintos formatos generando desde sencillos gráficos de distribuciones y estadísticos descriptivos hasta análisis estadísticos complejos que permite descubrir relaciones de dependencia e interdependencia, establecer clasificaciones de sujetos y variables, predecir comportamientos y demás. Trabajando con los valores de probabilidad $p \geq 0.05$, no hay diferencia estadística entre los tratamientos y $p \leq 0.05$, existe diferencia entre los tratamientos.

3.7. Variables evaluadas

Se evaluaron las variables siguientes: ganancia de peso, consumo de alimento, rendimiento en la canal y análisis económico por tratamiento.

3.7.1. Ganancia de peso

La toma de datos sobre incremento de peso se realizó de forma semanal, efectuando la recolección de datos por la mañana antes de proporcionarles el alimento, utilizando una báscula tipo reloj y registrando los datos de peso expresados en unidades de libras, transformándolas posteriormente a kilogramos.

Cuadro 2. Distribución de análisis de varianza.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Tratamientos	$4 - 1 = 3$
Error experimental	$40 - 3 = 37$
Total	40

3.7.2. Consumo de alimento

Para obtener el consumo efectivo de alimento, se realizó el pesaje del alimento ofrecido y el rechazado con una báscula de tipo reloj cada día, esto se realizó durante toda la fase experimental, efectuado para el consumo de concentrado comercial (Cuadro A-2) y el forraje verde hidropónico (FVH) (Cuadro A-3).

3.7.3. Rendimiento en la canal

El sacrificio se realizó al finalizar la fase de campo (semana 6), antes de realizar dicho proceso se suspendió el suministro de alimento 12 horas antes, el proceso fue realizado por cada tratamiento y orden de repetición, eliminando únicamente plumas, pico, vísceras (intestinos), obteniendo el peso de la canal por cada una de las repeticiones (Cuadro A-4).

3.8. Análisis económico

3.8.1. Costos por tratamiento

Para el análisis de los costos e ingresos de producción se elaboró un presupuesto por cada tratamiento: a) para el T1, se tomó en cuenta los costos por quintal de concentrado, transporte, vitaminas, antibióticos, costo de los pollos, mano de obra y b) para el T2, T3, T4, se consideró el costo por libra de semilla de maíz y sorgo, mano de obra para el manejo del forraje verde hidropónico (FVH)

3.8.2. Costos por uso de galera y equipos

Para el análisis económico se tomó en cuenta los costos de producción, por lo que se elaboró un presupuesto general donde se tomó en cuenta los costos variables (concentrado comercial por cada tratamiento, instalaciones, costo del FVH de maíz y sorgo, costo de los pollos, antibióticos y mano de obra).

3.8.3. Ingresos por tratamiento

Los ingresos por tratamiento se establecieron en base al peso de rendimiento por canal del pollo ya procesado y cual tenía un precio de mercado de \$0.61 kg (\$1.35 lb).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis bromatológico

Existieron los respectivos resultados bromatológicos obtenidos en el análisis efectuado al forraje verde hidropónico de maíz y sorgo (Cuadro 3).

Los resultados del análisis bromatológico del forraje de maíz (Fig. A-14) y sorgo (Fig. A-15) muestran un contenido de proteína cruda con 16.93% para el forraje de maíz, lo cual representa el 89.10% de los requerimientos nutricionales que el pollo necesita en la fase de engorde, mientras que para sorgo el resultado fue de 16.03% lo cual representa el 89.38% de los requerimientos del pollo en fase de engorde.

Los resultados para fósforo en forraje de maíz fueron de 0.42%, lo cual representa el 100% de los requerimientos del pollo de engorde, gracias a este aporte no se necesita buscar otra fuente que suministre el fósforo restante. Por su parte el forraje de sorgo obtuvo un rendimiento de 0.32%, lo cual representa el 37.64% de los requerimientos del pollo en fase de engorde, esto ocasiona un déficit de más del 50% de fósforo en la utilización del forraje de sorgo.

El último nutriente, pero no menos importante que se analizó en laboratorio, fue el calcio. El forraje de maíz presentó el 0.10%, lo cual representa el 11.76%, el forraje de sorgo presentó 0.13%, lo cual representa el 30.95%, ambos forrajes con un rendimiento menor a 50% de los requerimientos del pollo en fase de engorde.

4.2. Ganancia de peso

El peso vivo es un indicador de producción en la explotación de pollos de engorde, facilita determinar el peso que pueden alcanzar en un periodo de tiempo determinado (Cuadro A-5).

Cuadro 3. Análisis bromatológico de forrajes.

Identificación de muestra	Proteína cruda	Fósforo	Calcio
Maíz	16.93	0.42	0.10
Sorgo	16.09	0.32	0.13

En la ganancia de pesos de los pollos que fueron evaluados en el experimento, obtenidos mediante el análisis de regresión lineal, existió linealidad $y = (a + b)$ en los incrementos de peso de los pollos durante el periodo experimental ya que P-Valor es menor que α al 0.05 en los tratamientos (Cuadro 4).

Según el análisis de varianza se puede concluir, que P-Valor es igual a 0.023 valor menor a α 0.05, por lo tanto, no existe significancia entre los tratamientos (Cuadro 5).

Los resultados del incremento de peso semanal por tratamiento, donde el T1 presenta tendencia a ser mejor con 0.51 kg (1.2 lb) de ganancia por semana, seguido del T4 con un incremento de 0.47 kg (1.04 lb), el T2 con 0.46 kg (1.02 lb) de incremento y el T3 con 0.46 kg (1.01 lb) (Fig. 2).

En una investigación efectuada por Muñoz de Echegoyén (2015), sobre alimentación de pollos de engorde, se alcanzó un incremento de peso semanal de 0.340 kg. Tomando como referencia lo anterior, se tiene que existe un incremento del 49.33%, 36.00%, 34.67% y 38.67% para los tratamientos T1, T2, T3 y T4, en ese orden. De acuerdo a la gráfica, el resultado que mostró un valor alto y muy superior al resto, fue el de una dieta con el 100% de concentrado comercial (T1), continuando el que tuvo una mezcla de concentrado comercial y proporciones similares del 7.5% de FVH tanto de maíz como de sorgo (T4), con resultados menos favorables y similares fueron las dietas con un 15% de FVH de maíz (T2) o igual porcentaje de FVH de sorgo (T3). Estos resultados probablemente se deban a que el FVH se caracteriza por su alta palatabilidad y digestibilidad, presentando un buen nivel de proteínas, pero no suficiente para reemplazar al concentrado comercial (Chang *et al.* 2000, citado por Sáenz Bohórquez 2018).

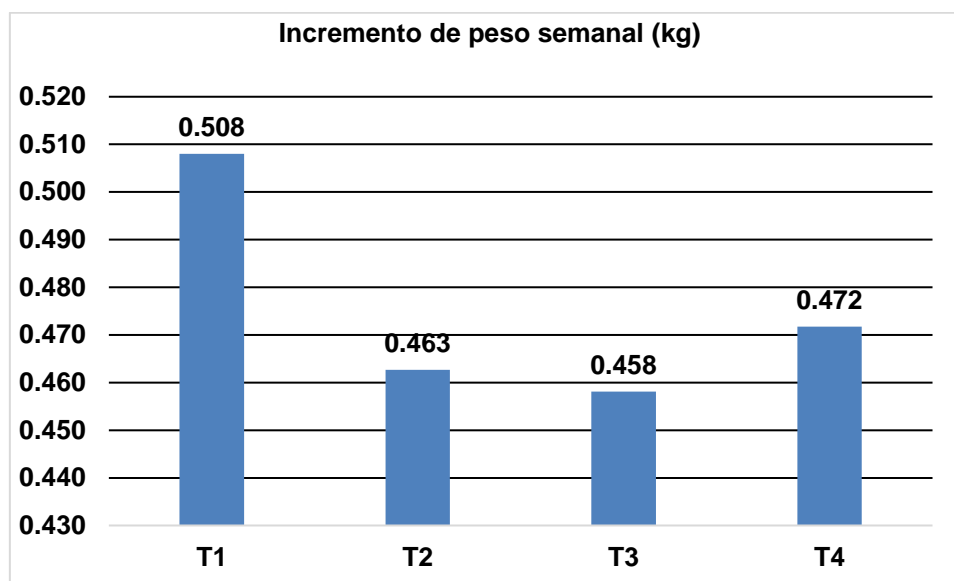
Otro autor como Espinoza (2007), obtuvo una ganancia de peso de 0.4 kg (0.88 lb) valor mayor al que obtuvo Muñoz de Echegoyén (2015), pero menor al obtenido en la presente investigación. Por otra parte, Espinoza (2007) a diferencia del otro autor antes mencionado evaluó el uso comportamiento productivo del pollo de engorda suplementado en la fase de iniciación con un nucleótido como promotor de crecimiento, quedando así por debajo de los resultados obtenidos en el presente estudio.

Cuadro 4. Cuadro de análisis de regresión lineal.

Unidad experimental	Intercepto (a)	Pendiente (b)	P- valor	R²
1	-1.273	1.537	0.001	0.989
2	-1.397	1.643	0.002	0.984
3	-1.123	1.387	0.001	0.994
4	-0.919	1.239	0.003	0.983
5	-1.004	1.226	0.001	0.988
6	-1.428	1.632	0.002	0.987
7	-1.428	1.632	0.002	0.987
8	-0.997	1.193	0.001	0.992
9	-1.458	1.644	0.002	0.986
10	-0.972	1.268	0.000	0.995
11	-1.309	1.455	0.001	0.989
12	-0.847	1.143	0.002	0.985
13	-0.762	1.120	0.003	0.983
14	-0.876	1.094	0.001	0.991
15	-0.974	1.220	0.001	0.990
16	-0.937	1.245	0.002	0.985
17	-1.052	1.288	0.004	0.977
18	-1.472	1.568	0.002	0.987
19	-1.302	1.388	0.001	0.990
20	-0.797	1.093	0.002	0.988
21	-0.688	1.200	0.021	0.933
22	-1.072	1.232	0.001	0.994
23	-1.227	1.313	0.005	0.975
24	-1.170	1.358	0.001	0.992
25	-0.949	1.195	0.001	0.990
26	-1.013	1.275	0.001	0.991
27	-0.987	1.245	0.001	0.991
28	-0.757	1.101	0.002	0.987
29	-0.748	1.112	0.004	0.977
30	-1.068	1.306	0.002	0.987
31	-0.922	1.182	0.002	0.987
32	-0.952	1.188	0.002	0.985
33	-1.087	1.295	0.001	0.994
34	-1.303	1.457	0.002	0.984
35	-1.102	1.238	0.001	0.993
36	-0.909	1.205	0.003	0.981
37	-1.416	1.532	0.001	0.988
38	-1.052	1.238	0.001	0.989
39	-0.979	1.201	0.002	0.988
40	-1.147	1.343	0.002	0.987

Cuadro 5. Análisis de varianza.

Fuentes de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P valor
Tratamientos	0.236	3	0.079	3.583	0.023
Error	0.790	36	0.022	-	-
Total	69.931	40	-	-	-

**Figura 2.** Tendencia de incremento de peso semanal.

4.3. Rendimiento en la canal

El rendimiento en la canal es un indicador de producción, para la determinación del incremento de peso en un periodo de tiempo determinado.

Los promedios de peso obtenidos al sacrificio, donde el T1 alcanzó 2.02 kg (4.45 lb) en canal en promedio de peso lo cual representa el 79 % del incremento de peso alcanzado al finalizar las seis semanas de desarrollo (este porcentaje de peso incluye vísceras comercializables, patas, cuello y cabeza), relacionándolos con el T4 el cual presentó 1.877 kg (4.13 lb) representando el 79% del peso vivo, el T2 con 1.83 kg (4.03 lb) del peso en la canal y 78 % de su peso vivo y el T3 con un peso de 1.786 kg (3.93 lb) en canal que presenta el 77% de su peso vivo al sacrificio (Fig. 3).

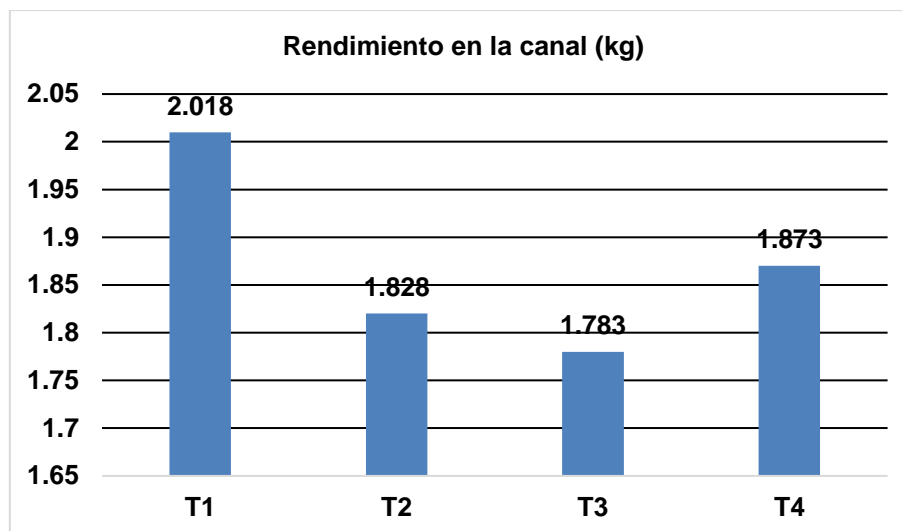


Figura 3. Rendimiento en la canal.

4.4. Consumo de alimento

Al analizar los resultados del consumo de alimento por cada tratamiento se puede observar el consumo efectivo de alimento por tratamiento siendo el T1 con 0.986 kg (2.17 lb) de alimento para producir 0.454 kg (una lb) siendo superior a los demás tratamientos en estudio, seguido por T4 con 0.904 kg (1.99 lb) de alimento para producir 0.454 kg (una lb) de carne, luego seguido de T3 con 0.932 kg (2.05 lb) de alimento para producir 0.454 kg (una lb) de carne y T2 con 0.922 kg (2.03 lb) de alimento para producir 0.454 kg (una lb) de carne (Fig. 4).

Herrera Amaya y Ramírez Benítez (2006), en su investigación realizada sobre consumo de alimento de pollos, obtuvieron resultados de consumo de un máximo de 1.98 kg (4.37 lb) para lograr producir 0.45 kg (una libra) de carne. Los resultados de consumo obtenidos en la investigación presentaron valores de 0.99 kg, 0.94 kg, 0.93 kg y 0.92 kg para los tratamientos T1, T4, T3 y T2, valores de consumo relacionados a la producción de 0.45 kg (una libra). De acuerdo a la gráfica, los resultados no presentaron mucha diferencia entre ellos (0.07 kg entre el mayor y menor), siendo mayor mente aceptado la dieta con el 100% de concentrado comercial (T1), continuando el que tuvo una mezcla de concentrado comercial y proporciones similares del 7.5% de FVH tanto de maíz como de sorgo (T4), luego le sigue las dietas con un 15% de FVH de sorgo (T3) y un resultado similar y menos aceptado la dieta de 15% de FVH de maíz (T2).

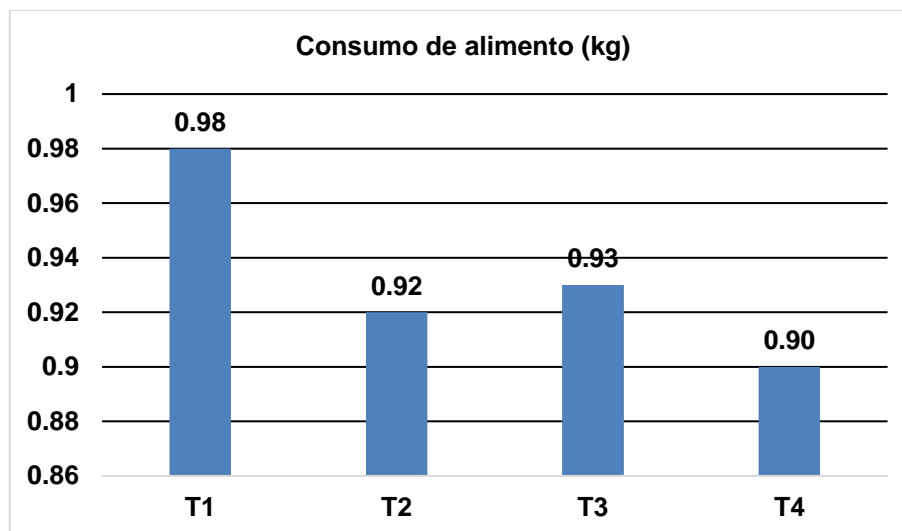


Figura 4. Consumo de alimento por tratamiento.

Según Cartagena y Mejía (2019), quienes realizaron un estudio sobre efecto del *Enterococcus faecium* en el desarrollo y crecimiento intestinal de pollos de engorde, donde obtuvieron un consumo de 0.84 kg (1.85 lb) de alimento para producir una libra de carne, superando al T1 que según los resultados fue el tratamiento mayormente consumido por los pollos con 0.99 kg (2.17 lb) de alimento para producir 0.45 kg (una lb) de carne, lo cual representa una diferencia significativa de 0.15 kg (0.32 lb) por debajo de los resultados obtenidos en el estudio.

4.5. Análisis económico por tratamiento

Para el análisis económico se tomó en cuenta los costos e ingresos brutos de cada tratamiento, para poder realizar un presupuesto parcial.

El tratamiento que obtuvo un valor superior fue el T3 con una relación beneficio costo de \$1.20 es decir que por cada dólar invertido se obtuvo una ganancia de \$0.20, seguido por el T2 con un beneficio de \$0.18 por cada dólar invertido, seguido por el T1 y T4 los cuales presentaron similitud en los resultados obtenidos teniéndose así una ganancia de \$0.16 centavos por dólar invertido (Cuadro 6).

Cuadro 6. Presupuesto parcial

Rubro	T1	T2	T3	T4
	Concentrado comercial	T1 + F. de maíz	T1 + F. de sorgo	T1 + F. maíz y sorgo
Carne producida (kg)	18.86	16.93	16.48	17.39
Precio por kilogramo de carne (\$)	2.98	2.98	2.98	2.98
Total de ingresos brutos (\$)	56.13	50.40	49.05	51.75
Egresos				
Costos variables (\$)	-	-	-	-
Costo por tratamiento (\$)	21.03	21.03	21.03	21.03
Forraje (\$)	0.00	0.12	0.11	0.23
Concentrado comercial (\$)	27.06	22.95	22.61	23.07
Costo de instalación (\$)	0.03	0.03	0.03	0.03
Total de costos variables (\$)	48.12	44.13	43.78	44.36
Beneficio neto (\$)	8.01	6.27	5.27	7.39
Relación B/C (\$)	1.17	1.14	1.13	1.17

López y Mejía (2011), en su ensayo de investigación sobre alimentación de pollos de engorde, obtuvieron un beneficio de \$0.36 por cada dólar invertido, este valor es mayor a la rentabilidad del estudio realizado ya que se obtuvo una rentabilidad de \$0.17 para el T4, el T2 con \$0.14 y por último el T3 con una rentabilidad de \$0.13 por cada dólar invertido, por lo que basado en los datos obtenidos en la investigación son inferiores a los obtenidos por los autores citados en este párrafo, a pesar de esta comparación, los tratamientos del estudio siguen siendo rentables ya que la tasa de regresión por cada dólar de inversión va desde el 16% hasta el 20% de retorno.

5. CONCLUSIONES

1. La alimentación de pollos de engorde con 15 % de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] fue asimilada sin generar ningún rechazo y no generó efectos adversos en la alimentación.
2. En el consumo de concentrado comercial se presentó una disminución de hasta un 18% con el FVH para el T4, donde no presentó diferencia significativa en el incremento de peso, siendo este similar a los resultados presentados por el tratamiento testigo.
3. Según los datos obtenidos estadísticamente en el rendimiento a la canal, no presenta diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con FVH y el testigo con 100% de concentrado comercial, obteniendo pesos comercialmente aceptables.
4. En todos los tratamientos en estudio se obtuvo un beneficio económico, logrando la mejor relación beneficio/costo en el T1 y T4, los cuales mostraron un valor de \$0.17 por cada dólar invertido ambos tratamientos, siendo estos, los que presentaron los mejores resultados.
5. El uso de FVH en la alimentación genera una mejora en la pigmentación de la piel en la canal, lo cual influye en una mejor aceptación en el momento de la comercialización.

6. RECOMENDACIONES

1. Alimentar pollos de engorde con Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], ya que no presentan ningún tipo de efecto adverso en el desarrollo de los pollos.
2. Alimentar pollos de engorde con los porcentajes del T1 y T4, para reducir la cantidad de concentrado comercial hasta en un 18% y obtener incrementos de peso diario similares a los del tratamiento testigo.
3. Alimentar pollos en etapa de engorde con Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], para obtener rendimientos a la canal comercialmente rentables.
4. Para lograr una mejor rentabilidad se debe alimentar los pollos en etapa de engorde con los porcentajes del T4, ya que fue el más próximo económicamente al tratamiento testigo.
5. Evaluar el consumo de Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], incrementando un 20 a 25%, con un 80 a 75% de concentrado comercial de la ración suministrada.
6. Realizar un estudio sobre el efecto en la pigmentación de piel, con el suministro de Forraje Verde Hidropónico (FVH) de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], en pollos de engorde y efectuar un estudio de mercado sobre la incidencia en la comercialización.

7. BIBLIOGRAFÍA

Abarca, P; Aguirre, C; Carrasco, J; Mora, D. 2016. Producción de forraje verde hidropónico para la pequeña agricultura. Boletín INIA 2013-1:0-4.

Alvarado, M. 2017. Manual práctico de pollo de engorde (en línea). Bárbara, Honduras. 114 p. Consultado 1 jun. 2019. Disponible en <https://es.scribd.com/doc/34662817/manual-practico-del-pollo-de-engorde>

Badó Roma, J. s. f. Establecimiento de avicultura moderna (en línea). Barcelona, España. 32 p. Consultado 30 abr. 2018. Disponible en <https://ddd.uab.cat/pub/lilibres/19XX/100386/gramasbad@museudarder.pdf>

Barrios, E. 2014. Guía práctica para el productor de pollos parrilleros (en línea). San Lorenzo, Paraguay. 47 p. Consultado 10 abr. 2020. Disponible en <http://www.elsitioavicola.com/uploads/files/articles/16X22%20Pollo%20-%20FINAL.pdf>

BCR (Banco Central de Reserva, El Salvador). 2016. Transformación productiva en el sector agropecuario: una herramienta para el crecimiento económico en el área rural de El Salvador (en línea). San Salvador, El Salvador. 54 p. Consultado 9 may. 2019. Disponible en <https://www.bcr.gob.sv/bcrsite/uploaded/content/category/1105524910.pdf>

Calvo Calderón, F; Molero Barriga, E; Sánchez Vicente G; Gutiérrez Díaz, A. s. f. Principales razas de gallinas ponedoras (Producción animal III) (en línea). Ciudad Real, España. 25 p. Consultado 10 abr. 2020. Disponible en <https://docplayer.es/73032589-Principales-razas-de-gallinas.html>

Carballo, C. 2005. Manual de procedimientos para la producción de forraje verde hidropónico (en línea). Sinaloa, México. 17 p. Consultado 8 nov. 2018. Disponible en <http://200.26.174.77/assets/repositorioPdfs/DO-AGN-CONALE-0037.pdf>

Carranza, K; Díaz, M. 2009. Efecto de la caponización en pollos de engorde (línea hubbard) y de postura (línea hyline brown) en el peso y las características organolépticas de la canal (en

línea). Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, UES. Consultado 28 oct. 2018. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/952/1/13100691.pdf>

Cartagena, B; Mejía, J. 2019. Efecto del *Enterococcus faecium* en el desarrollo y crecimiento intestinal de pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, UES. 55 p.

Chang, M; Hoyos, M; Rodríguez, A. 2000. Producción de forraje verde hidropónico. Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral. Lima, Perú. 88 p.

Chavarría Torres, A; Castillo Castro, SS. 2018. El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja (en línea). Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático 4(8):1032-1039. Consultado 24 jul. 2020. Disponible en <https://www.camjol.info/index.php/RIBCC/article/view/6716/6442>

Contreras, M; Zaviezo, D. s. f. Dieta, virus y micotoxinas en erosión de molleja y proventriculitis en pollos de engorde, nutrientes especiales (en línea). Florida, Estados Unidos. 4 p. Consultado 10 may. 2019. Disponible en http://www.specialnutrients.com/tech_publications/erosion_molleja_pollos.pdf

Cruz Sánchez, A. 2016. Caracterización del comportamiento productivo de dos razas de gallina ponedora durante las semanas 36 a 52 (en línea). Tesis Ing. Agr. Coahuila, México, UAAAN. Consultado 31 oct. 2018. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8437/K64530%20%20CRUZ%20S%20C%81NCHEZ%20ALVARO.pdf?sequence=1>

De la Peña Morales, JC. 2010. Evaluación de productos químicos para el control de micotoxinas en el sistema productivo de forraje verde hidropónico (en línea). Tesis Maestro en Ciencias. Coahuila, México, CIQA. Consultado 2 nov. 2020. Disponible en <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1025/480/1/Jose%20Cruz%20%20de%20la%20Pe%20C%81a%20Morales%20Maestria.pdf>

Espinoza, A. 2007. Comportamiento productivo del pollo de engorde suplementado en la fase de iniciación con un nucleótido como promotor de crecimiento. Tesis Ing. Coahuila, México, UAAAN. 53 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2001. Forraje verde hidropónico (en línea). 55 p. Santiago, Chile. Consultado 1 nov. 2018. Disponible en http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/pdf/2.pdf

Google Earth. 2020. Ubicación del ensayo. Santa Clara, El Salvador. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en <https://earth.google.com/web/@13.70965244,88.71355205,450.85414173a,316.38973707d,35y,-0h,0t,0r>

Herrera Amaya, YG; Ramírez Benítez, EA. 2006. Evaluación de diferentes niveles (20%, 30% y 40%) de harina de semilla de gandul (*Cajanus cajan*) en la alimentación de ave criolla en la fase crecimiento-desarrollo (en línea). Tesis Ing. Agr. San Miguel, El Salvador, UES. Consultado 20 oct. 2018. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/7140/1/50106861.pdf>

Hidalgo, M. 1985. Producción de forraje en condiciones de hidroponía I. Evaluaciones Preliminares en Avena y Triticale. Chillán, Chile. 80 p.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agraria, Argentina). 2018. Manual de avicultura (en línea). Buenos aires, Argentina. 107 p. Consultado 30 oct. 2018. Disponible en https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/escuelagro/manuales/_archivos2/020000_Manual_de_Avicultura.pdf

Juárez López, P; Morales Rodríguez, HJ; Sandoval Villa, M; Gómez Danés AA; Cruz Crespo, E; Juárez Rosete, CR; Aguirre Ortega, J; Alejo Santiago, G; Ortiz Catón, M. 2013. Producción de forraje verde hidropónico (en línea). Revista Fuente 4(13):16-26. Consultado 15 abr. 2020. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Porfirio-Juarez-Lopez/publication/275715557_PRODUCION_DE_FORRAJE_VERDE_HIDROPONICO/links/554518420cf23ff716869954/PRODUCCION-DE-FORRAJE-VERDE-HIDROPONICO.pdf

Leyton Núñez MA. 2010. Efectos del empleo de hidrolizados de pescado en dietas de pre-inicio en pollos broiler macho. Relación entre peso vivo y crecimiento de órganos seleccionados (en línea). Tesis Médico Veterinario. Santiago, Chile, UCH. Consultado 10 jun. 2020. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/133414/Efectos-del-empleo->

de-hidrolizados-de-pescado-en-dietas-de-pre-inicio-en-pollos-broiler-macho-relacion-entre-peso-vivo-y-crecimiento-de-organos-seleccionados.pdf?sequence=1

López, R; Mejía, Z. 2011. Alimentación de pollos criollos en fase de engorde haciendo uso de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y concentrado comercial. Tesis Ing. Agr. San Vicente, El Salvador. UES. 110 p.

MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador). s. f. Guía para el manejo de pollos de engorde. Soyapango, El Salvador. 12 p.

Melara Crespín, JY; Najarro González, MB; Peñate Quintanilla, AJ. 2010. Diseño de un plan de negocios para la creación de una granja avícola de la especie gallina india autosostenible en la Asociación Cooperativa Zapotepeque de R. L. caserío Milagro de la Roca cantón Primavera municipio de Quezaltepeque departamento de La Libertad (en línea). Tesis Lic. La Libertad, El Salvador, UES. Consultado 22 oct. 2018. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/543/1/10136060.pdf>

Mora Agüero, CE. 2009. Evaluación del uso de forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) sobre la producción de leche de vacas en pastoreo (en línea). Tesis Lic. San Carlos, Costa Rica, TEC. Consultado 2 nov. 2018. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3945/Evaluaci%c3%b3n%20del%20uso%20de%20forraje%20verde%20hidrop%c3%b3nico%20de%20ma%c3%adz%20%28FVHM%29%20sobre%20la%20producci%c3%b3n%20de%20leche%20de%20vacas%20en%20pastoreo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Morán, E. 2018. Anatomofisiología del tracto digestivo de aves y cerdos y la influencia de los alimentos (en línea). In Congreso Latin American Poultry & Nutrition (Miami, Estados Unidos). Memoria. Miami, estados Unidos. Consultado 10 jun. 2020. Disponible en: <https://lpncongress.com/wp-content/uploads/2018/10/anatomofisiologia-del-tracto-digestivo-de-aves-y-cerdos-y-la-influencia-de-los-alimentos-edwin-moran.pdf>

Muñoz de Echegoyén, JGM. 2015. Lombriz roja californiana [*Eisenia foetida* (Savigny)] en concentrados artesanales y su efecto en los parámetros productivos de pollos de engorde

(en línea). Tesis Ing. Agr. San Salvador, El Salvador, UES. Consultado 1 nov. 2018. Disponible en <http://ri.ues.edu.sv/8580/1/13101595.pdf>

North, MO; Bell DD. 1993. Manual de producción avícola. 3 ed. México DF. Editorial El Manual Moderno. 829 p.

Quishpe Morales, WP. 2016. Diseño de un proyecto de factibilidad para la producción de pollos de engorde en el CADET (en línea). Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, UCE. Consultado 2 nov. 2018. Disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7900/1/T-UCE-0004-06.pdf>

Rivera García, O. 2017. Origen de las gallinas (en línea). Colombia. 5 p. Consultado 20 oct. 2018. Disponible en http://www.vetcomunicaciones.com.ar/uploadsarchivos/origen_de_la_gallina.pdf

Sáenz Bohórquez AV. 2018. Producción sostenible de pollo de engorde utilizando forraje verde hidropónico a base de avena (*Avena sativa* L.) en el municipio de Sáchica Boyacá (en línea). Tesis Zootecnista. Sáchica, Colombia, UNAD. Consultado 13 oct. 2020. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21616/1055670072.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sultana, S. 2000. Recomendaciones prácticas para el Manejo del pollito de engorde. Antiguo Cuscatlán, El Salvador. 17p.

Valdivia, BE. 1996. Producción de forraje verde hidropónico (FVH). Curso taller internacional de hidroponía. Lima, Perú, 25-29 de marzo de 1996. 40 p.

Villacorta Machicado, WG. 2005. Prueba comparativa de rendimientos entre la línea Cobb frente a híbridos Ross - Cobb en pollos parrilleros (en línea). Tesis Lic. La Paz, Bolivia, UMSA. Consultado 27 oct. 2018. Disponible en <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/12348/T-965.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villar Mejía, OM. 2019. Evaluación del desempeño zootécnico y rendimiento en canal de pollos Ross 308 AP, sometidos a diferentes tablas de consumo (en línea). Tesis Médico Veterinario. Bucaramanga, Colombia, UCC. Consultado 5 nov. 2020. Disponible en https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/7563/1/2019_evaluacion_desempeno.pdf

VII. ANEXOS

Cuadro A-1. Requerimiento nutricional del pollo de engorde.

Ingredientes	Iniciación (1-20 días)	Crecimiento (21-30 días)	Finalización (31 días a faena)
Proteína (%)	22.00	20.00	18.00
Energía (%)	59.00	63.00	66.00
Calcio (%)	1.05	0.90	0.85
Fósforo digestible (%)	0.50	0.45	0.42

Fuente: Tomado de Barrios 2014.

**Figura A-1.** Construcción de compartimentos.**Figura A-2.** Limpieza de instalaciones**Figura A-3.** Desinfección de instalaciones.**Figura A-4.** Colocación de cama.



Figura A-5. Grosor de cama.



Figura A-6. Area de cria.



Figura A-7. Elaboración de plantines en bandeja.



Figura A-8. Toma de peso inicial por tratamiento.

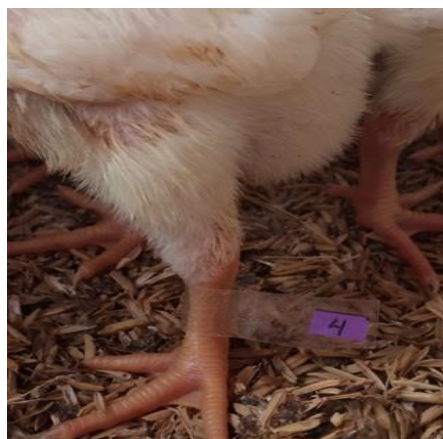


Figura A-9. Identificación de unidades experimentales.



Figura A-10. Plantines de forraje.



Figura A-11. Extracción de forraje de **Figura A-12.** Pesaje de forraje ofrecido.
bandeja de siembra.

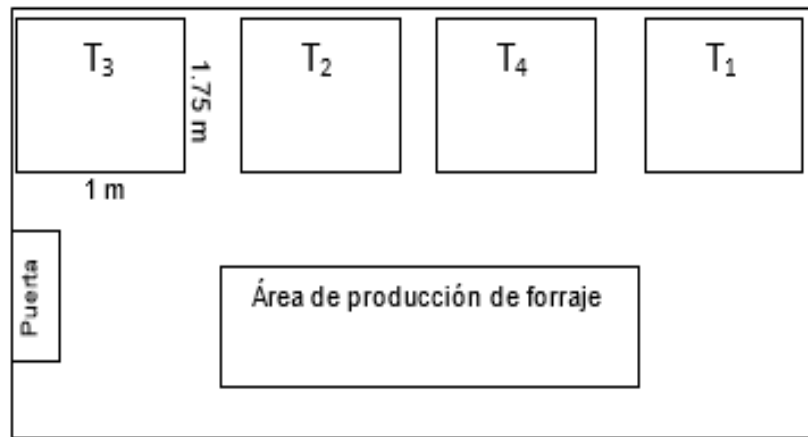


Figura A-13. Mapa de distribución de los tratamientos a nivel de la galera.

Cuadro A-2. Control de consumo de concentrado.



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CONTROL DE CONSUMO DE CONCENTRADO**

Día	Alimento total ofrecido por día (kg)	Alimento total sobrante por día (kg)	Consumo efectivo por día (kg)	Día	Alimento total ofrecido por día (kg)	Alimento total sobrante por día (kg)	Consumo efectivo por día (kg)
Semana 1				Semana 4			
1				22			
2				23			
3				24			
4				25			
5				26			
6				27			
7				28			
Total				Total			
Semana 2				Semana 5			
8				29			
9				30			
10				31			
11				32			
12				33			
13				34			
14				35			
Total				Total			
Semana 3							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
Total							
Promedio total							



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



LABORATORIO DE QUIMICA AGRICOLA

Carretera Interamericana, km. 6, Zona 1, Ciudad de Guatemala, Guatemala

San Andrés, 31 de Julio de 2020.

DATOS GENERALES

Nombre del Solidante:

ING. ESTEBAN HENRIQUEZ

Muestra:

Planta completa de maíz

Fecha de Recibida:

13/07/2020

No. Análisis: 275P

RESULTADO

ANÁLISIS	SETA P/P	UNIDADES	Metodología
Proteína Cruda	10.00	g/100g de muestra	Metodo Kjeldahl
Fósforo (P)	0.42	g/100g de muestra	Absorción Atómica
Calcio (Ca)	0.10	g/100g de muestra	Absorción Atómica
Potasio (K)	7.00	g/100g de muestra	Absorción Atómica
			Referidos Oficiales de la A.G.A.C IN+ edición 1990.

Este informe de análisis se basa en una muestra de producto recibido por el laboratorio, el proceso de muestreo ha sido responsabilidad del interesado.

Químico Analista: Inga. Grecia de Chavez


Inga. Grecia Henríquez de Chávez
Jefa del Laboratorio de Química Agrícola

Figura A-14. Resultado de análisis del forraje hidropónico de maíz.



MINISTERIO
DE AGRICULTURA
Y GANADERÍA



LABORATORIO DE QUÍMICA AGRÍCOLA

Carretera a La Esperanza, km. 1.5, Zona Industrial, Guatemala, Guatemala

San Andrés, 31 de julio de 2020.

DATOS GENERALES

Nombre del Solicitante:

ING. ESTEBAN HENRÍQUEZ

Muestra:

Planta completa de sorgo

Fecha de Recibida:

13/07/2020

No. Análisis: 276P

RESULTADO

ANÁLISIS	SECA E/E	UNIDADES	Metodología
Moisture (M)	10.09	g/100g de muestra	Método Kjeldahl
Protein (P)	0.32	g/100g de muestra	Absorción Atómica
Calcium (Ca)	0.13	g/100g de muestra	Absorción Atómica
Potassium (K)	0.97	g/100g de muestra	Absorción Atómica
			Métodos Oficiales de la A.O.A.C. 16 ^a edición, 1990.

Este informe de análisis se basa en una muestra de producto recibido por el laboratorio, el proceso de muestreo ha sido responsabilidad del interesado.

Químico Analista: Inga. Grecia de Chavez

Inga. Grecia Henríquez de Chavez
Jefa del Laboratorio de Química Agrícola

Figura A-15. Resultado de análisis del forraje hidropónico de sorgo.

Cuadro A-5. Control de peso vivo por semana.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA PARACENTRAL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
CONTROL DE PESO VIVO POR SEMANA

Toma 1												
Tratamientos	Repeticiones										Promedio de peso (kg)	Ganancia de peso por semana (kg)
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T3	0.20	0.14	0.14	0.18	0.17	0.20	0.14	0.17	0.20	0.20	0.17	-
T2	0.19	0.19	0.13	0.13	0.17	0.14	0.14	0.19	0.14	0.19	0.16	-
T4	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.19	0.13	0.14	0.17	0.19	0.15	-
T1	0.20	0.19	0.20	0.17	0.17	0.15	0.17	0.19	0.20	0.19	0.18	-

Toma 2												
Tratamientos	Repeticiones										Promedio de peso (kg)	Ganancia de peso por semana (kg)
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T3	0.51	0.48	0.34	0.51	0.48	0.51	0.54	0.51	0.45	0.48	0.48	0.31
T2	0.57	0.45	0.54	0.45	0.48	0.54	0.45	0.45	0.45	0.45	0.48	0.33
T4	0.48	0.45	0.45	0.57	0.45	0.45	0.51	0.45	0.45	0.45	0.47	0.32
T1	0.57	0.59	0.57	0.51	0.45	0.57	0.45	0.45	0.54	0.57	0.53	0.35

Toma 3												
Tratamientos	Repeticiones										Promedio de peso (kg)	Ganancia de peso por semana (kg)
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T3	1.59	1.25	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.30	1.36	1.36	1.37	0.89
T2	1.47	1.36	1.36	1.25	1.36	1.47	1.47	1.59	1.36	1.25	1.39	0.91
T4	1.36	1.36	1.36	1.59	1.25	1.47	1.59	1.36	1.36	1.47	1.42	0.94
T1	1.70	1.81	1.47	1.47	1.36	1.81	1.25	1.25	1.70	1.36	1.52	0.99

Toma 4												
Tratamientos	Repeticiones										Promedio de peso (kg)	Ganancia de peso por semana (kg)
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T3	2.27	1.81	2.04	2.04	1.70	1.93	1.93	1.76	1.81	2.04	1.93	0.57
T2	1.87	1.70	1.81	1.59	1.81	1.93	2.04	2.27	2.04	1.70	1.88	0.48
T4	1.81	1.81	1.93	2.15	1.81	1.76	2.27	1.81	1.70	1.93	1.90	0.48
T1	2.27	2.49	2.04	1.93	1.81	2.38	1.81	1.70	2.49	1.93	2.09	0.57

Toma 5												
Tratamientos	Repeticiones										Promedio de peso (kg)	Ganancia de peso por semana (kg)
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10		
T3	2.04	2.27	2.27	2.49	2.27	2.38	2.27	2.04	2.04	2.38	2.25	0.31
T2	2.83	2.15	2.04	2.04	2.27	2.27	2.27	2.83	2.49	2.04	2.32	0.45
T4	2.15	2.15	2.38	2.61	2.27	2.27	2.72	2.27	2.27	2.49	2.36	0.46
T1	2.83	2.95	2.61	2.27	2.27	2.95	2.04	2.27	2.95	2.38	2.55	0.46