

Efecto de la sustitución parcial de alimento balanceado por forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L*) sobre el desempeño productivo y perfil metabólico en conejos mestizos

Andrés Felipe Guio Uribe

Cód. 1065611297

Universidad de Pamplona
Facultad de Ciencias Agrarias
Programa de Zootecnia

2021

Efecto de la sustitución parcial de alimento balanceado por forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays L*) sobre el desempeño productivo y perfil metabólico en conejos mestizos

Andrés Felipe Guio Uribe

Código: 1065611297

Tutor:

MVZ, MSc, PhD Deilen Paff Sotelo Moreno

Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Trabajo de Grado – Modalidad Investigación

Pamplona, Norte de Santander

2021

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Tutor

Pamplona, 19 de junio del 2021

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Tutor

Pamplona, 19 de junio del 2021

DEDICATORIA

A mi madre y a mi padre quienes siempre han estado presente para brindarme su apoyo, los mejores ejemplos a seguir y principales pilares de fuerza y sabiduría en mi vida, mis padres quienes con su gran calidad como docente y amor como padres me han enseñado a seguir el camino de la disciplina y perseverancia.

A mi hermano y a mi cuñada quienes me han acompañado desde el inicio, con sus palabras de ánimo y hospitalidad, hasta el sol de hoy me siguen brindado ese apoyo por el cual siempre les estaré agradecido.

A Carolina Mendoza ya que sin su ayuda profesional y sin su amistad no habría logrado superar los obstáculos que me impedían reencausar el camino académico.

A la futura Médica Veterinaria, jovial y buena amiga Paola Serrano Daza, quien no solo me brindo ayuda profesional en las prácticas, sino que además fue un gran apoyo, con su alegría siempre contagiosa, diligente disposición e intachable ética.

Todas las personas que en su momento fueron parten de mi carrera y aportaron un grano de arena para que esto fuese posible.

AGRADECIMIENTOS

*Mi tutor Deilen Paff Sotelo Moreno por hacer parte de este proyecto, por su
colaboración y dedicación para que esta meta fuese alcanzada
La granja Experimental Villa Marina por abrirme las puertas y darme el espacio
adecuado para llevar a cabo mi trabajo de investigación*

ÍNDICE DE CONTENIDO

Resumen.....	10
Palabras clave.....	11
Abstract.....	12
Key words	13
Introducción	14
Planteamiento del problema.....	16
Preguntas de investigación.....	17
Hipótesis	18
Justificación	18
Objetivo general.....	19
Objetivos específicos	19
Marco Teórico.....	19
Cultivo hidropónico de <i>Zea mays</i>	21
Diseño metodológico	23
Localización.....	23
Diseño experimental	23
Mediciones y muestreo	25
Resultados.....	27
Discusión.....	36
Conclusiones.....	39
Recomendaciones	40
Bibliografía	41

Anexos 45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Peso y composición de las partes del grano de maíz.....</i>	20
Tabla 2 <i>Contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas del germen y el endospermo del Maíz.....</i>	21
Tabla 3 <i>Distribución porcentual de alimento balanceado comercial y suplementación en germinado de maíz hidropónico en los 3 tratamientos durante 9 semanas</i>	24
Tabla 4 <i>Composición porcentual del alimento balanceado.....</i>	24
Tabla 5 <i>Análisis comparativo de los pesos corporales de los conejos durante el experimento ..</i>	27
Tabla 6 <i>Desempeño productivo de conejos mestizos con dietas basadas en alimento balanceado y forraje verde hidropónico de germinado de maíz.....</i>	28
Tabla 7 <i>Perfil metabólico en conejos mestizos alimentados con dietas basadas en alimento balanceado y forraje verde hidropónico de germinado de maíz</i>	30
Tabla 8 <i>Comparativa de ganancias entre tratamientos</i>	32
Tabla 9 <i>Deducción en 12 meses de la reinversión del 100% del tratamiento GER40</i>	33
Tabla 10 <i>Deducción en 26 meses de la reinversión del 89.16% del tratamiento GER40</i>	33
Tabla 11 <i>Deducción en 56 meses de la reinversión del 100% del tratamiento GER60</i>	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Análisis sobre la ganancia media diaria obtenida en los tres tratamientos durante el tiempo del experimento</i>	29
Figura 2 <i>Efecto de eficiencia total obtenido en los tres tratamientos durante el tiempo del experimento</i>	29
Figura 3 <i>Concentraciones séricas de albumina en conejos mestizos de los tratamientos CON, GER40 y GER60.</i>	30
Figura 4 <i>Concentraciones séricas de albúmina, glucosa, proteínas totales en conejos mestizos recibiendo alimento balanceado más FVH.</i>	31

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Construcción del invernadero hidropónico en la Granja experimental Villa Marina ..</i>	45
Anexo 2 <i>Germinado de maíz en el invernadero hidropónico</i>	46
Anexo 3 <i>Clasificación de los conejos en etapa de destete de la Granja experimental Villa marina</i>	46
Anexo 4 <i>Toma de muestras de sangre de la vena yugular en conejos</i>	47
Anexo 5 <i>Sacrificio de los 24 conejos del proyecto de investigación</i>	47
Anexo 6 <i>Costo de los tratamientos GER40 y GER60</i>	48

Resumen

El presente estudio fue realizado con el objetivo de evaluar el efecto de la sustitución parcial de alimento balanceado por forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) en conejos mestizos, con el fin de encontrar una dieta opcional que mejore la rentabilidad de la producción cunícola cárnica, para esto se propuso una sustitución del volumen de alimento balanceado suministrado, dando como alternativa dos tratamientos propuestos, uno de ellos es el GER₄₀, animales que recibieron 60% de alimento balanceado y 40% de germinado de maíz (*Zea mays*) y el otro GER₆₀, animales que recibieron 40% de alimento balanceado y 60% de germinado de maíz, los cuales fueron comparados con un tratamiento CONTROL, animales que recibieron solamente alimento balanceado que es el estándar en la producción, dichas dietas fueron suministradas a una población muestral de 24 conejos mestizos 8 repeticiones por tratamiento, que se encuentran en la etapa de levante a ceba, pertenecientes a la Granja experimental Villa Marina, ubicada en la vereda Matajira, municipio de Pamplonita del departamento Norte de Santander. De dicho estudio se pudo establecer que dieta era más rentable, sumado a esto se realizó como método diagnóstico un perfil metabólico, procediéndose a tomar 2 muestras de sangre de la vena yugular las cuales se realizaron al primer mes y al segundo mes de alimentación a un total de 12 muestras de 4 repeticiones por tratamiento. Con el fin de obtener los metabolitos: albúmina, glucosa y proteínas totales, para saber qué grupo tuvo mejor conversión metabólica, de igual manera con el sacrificio de los animales se pudo saber la cantidad de kilogramos en canal que obtuvo cada una de las dietas, de los tratamientos propuestos el que obtuvo mejor rentabilidad fue el GER₄₀, debido a la conversión y eficiencia alimenticia que obtuvo cada uno de los conejos mestizos de este tratamiento.

Palabras clave

Albúmina, Germinado, Glucosa, Proteínas totales, Rentabilidad.

Abstract

The present study was carried out with the objective of evaluating the effect of the partial substitution of balanced feed by green hydroponic corn forage (*Zea mays*) in crossbred rabbits, in order to find an optional diet that improves the profitability of rabbit meat production, For this, a substitution of the volume of balanced feed supplied was proposed, giving as an alternative two proposed treatments, one of them is GER40, animals that received 60% of balanced feed and 40% of corn sprouts (*Zea mays*) and the other GER60, animals that received 40% of balanced feed and 60% of corn sprouts, which were compared with a CONTROL treatment, animals that received only balanced feed that is the standard in production, said diets were supplied to a sample population of 24 crossbred rabbits 8 repetitions per treatment, that are in the lift-to-fattening stage, belonging to the Villa Marina Experimental Farm, located in the Matajira village, Pamplonita municipality, Norte de Santander department. From this study it was possible to establish which diet was more profitable, in addition to this, a metabolic profile was performed as a diagnostic method, proceeding to take 2 blood samples from the jugular vein which were carried out in the first month and in the second month of feeding to a total of 12 samples of 4 repetitions per treatment. In order to obtain the metabolites: albumin, glucose and total proteins, to know which group had better metabolic conversion, In the same way, with the sacrifice of the animals, it was possible to know the amount of kilos in carcass obtained by each of the diets, of the proposed treatments, the one that obtained the best profitability was GER40, due to the conversion and feed efficiency obtained by each one of the crossbred rabbits from this treatment.

Key words

Albumin, Cost effectiveness, Germinated, Glucose, Total Proteins.

Introducción

La carne de conejo por cuestiones culturales o por ser considerada una carne “sana” es consumida en diferentes países del mundo, en donde su mercado se encuentra dividido fundamentalmente en refrigerada y congelada (Cury, et al. 2011). Se estima que su consumo medio a nivel mundial es de 300 g de carne de conejo por persona al año, en algunos países se estima que el consumo por habitante al año es de 1,7 kg a 5,3 kg por consumidor, generando un consumo por habitante de 15 kg por año, mientras en otros países que son productores solo consumen 10 g por habitante puesto que la actividad está orientada a la producción de pelo, además en otros países el consumo de carne de conejo no es significativo debido a la percepción del animal como mascota, por el desconocimiento de las formas de preparación y de las propiedades de la carne y el precio poco competitivo con relación a las carnes tradicionales (Bixquert et al., 2005).

Para el año 2007, La FAO reportó una producción de 4,200 toneladas por parte de México, quien ocupó el décimo cuarto lugar a nivel mundial como productor, muy por debajo de China (500,000 t) e Italia (225,000 t); mientras para Colombia, se estimó un total de 244.175 conejos concentrados fundamentalmente en los departamentos de Nariño, Boyacá, Cauca y Cundinamarca con una participación del 35%, 20%, 11,4% y 11,2% respectivamente (Mejía, 2012). Para el año 2008, la población cunícola predominó fundamentalmente en los departamentos de Nariño, Boyacá y Cundinamarca, participando conjuntamente con el 75,4% del total nacional, el porcentaje restante se encuentra distribuido en menores porcentajes en los departamentos de Cauca, Antioquia, Santanderes, Valle, Tolima y Huila (FAO, 2008).

En el periodo 2002-2005 la producción mundial de carne de conejo fue de 1,1 millones de toneladas anuales. La Unión Europea, junto a China monopoliza la producción y el consumo, considerando por países productores, China es seguida por Italia, España y Francia con el 20, 10 y 7% respectivamente de la producción mundial (Quevedo, 2017). Es decir que más del 75% de la producción y consumo se efectúa en tan solo estos cuatro países. Otros países importantes a nivel productivo son Egipto, República Checa y Alemania. Argentina se encuentra en el decimonoveno lugar como productor. Los países del norte de África cubren el 90% de la demanda de ese continente en donde la cunicultura es esencialmente de tipo familiar (Vieira et al., 2009).

El constante incremento de la población humana hace cada vez más difícil obtener productos en cantidades suficientes para satisfacer sus necesidades de alimentación. Respecto a carne de conejo, México no es ajeno a esta situación ya que por una parte existe una demanda insatisfecha y por otra, la posibilidad de mejorar la alimentación de las familias rurales de bajos ingresos por la calidad de dicha carne, así como la factibilidad de que la especie pueda ser alimentada con recursos vegetales abundantes como son los forrajes de ramón *Brosimum* (Alicastrun Sw) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) (Peniche et al., 2010).

Según lo mencionado por González et al., (2006) algunas especies vegetales, las cuales contribuirían en la reducción de la importación de granos (como sorgo, soya y maíz) utilizados en la dieta de los animales y que representan un alto porcentaje del costo de producción por lo que al reducirse este se espera un mejoramiento de la rentabilidad de la unidad de producción cunícola.

Los costos de la alimentación tienen como propósito analizar las diferentes erogaciones durante el ciclo productivo (Castro et al., 2010), ya que los costos representan el valor de los recursos, por ejemplo, los utilizados en la alimentación a base de alimento balanceado comercial (Narváez et al., 2007), donde el kilogramo para conejos puede estar por encima de los 100.000 COP (COP en pesos colombianos). Los pequeños y medianos productores se ven afectados por los altos costos, para evitar esto se podría reemplazar una parte de la alimentación con forraje verde.

El conejo es típicamente herbívoro, con una capacidad de aprovechamiento de la fibra basada en la práctica de la cecotrofia, para que el ciego funcione correctamente es necesario que los alimentos suministrados a los conejos tengan suficiente fibra (González et al., s.f.), sin embargo, la sustitución total con forraje verde es ineficiente en la conversión de los animales generando una muy baja ganancia de peso en comparación a una dieta total de alimento comercial.

Sabiendo ya las dificultades que atraviesa una producción cunícola, en esta investigación el objetivo es evaluar el efecto de la sustitución parcial de alimento balanceado por forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*), para identificar un punto viable entre el resultado final de ganancia de peso para los animales y un bajo costo de la dieta suministrada, para así obtener una mejor rentabilidad y sea competitiva en el mercado que las dietas tradicionales basadas en suministrar solo alimento balanceado comercial.

Planteamiento del problema

Las producciones en sistemas de confinamiento cuya dieta está constituida en su totalidad por alimento balanceado, presentan un crecimiento acelerado compatible con un alto desempeño productivo, sin embargo, la alimentación de la producción es altamente costosa

(Palma et al., 2010). Esta problemática es observada en sistemas de producción cunícola con regularidad.

Sin embargo, cuando se suministra una alimentación mal equilibrada entre forraje verde y alimento balanceado, se podría ver afectado negativamente el desempeño productivo de los animales, debido a que no se cubren los requerimientos nutricionales como si ocurre en una explotación basada en su totalidad con alimento balanceado comercial, lo que le genera al pequeño y mediano productor menores ingresos percibidos al finalizar el periodo productivo en una producción cunícola.

Debido a esto es necesario ir en la búsqueda de una dieta que al momento de ser suministrada a los conejos no se vean afectados de manera negativa sus factores productivos, pero que al mismo tiempo se puedan disminuir los costos de dicha dieta sin olvidar que sea de fácil aplicación y sostenibilidad en el momento que el productor decida implementar esta nueva dieta.

Lo que respecta a esta investigación, se podría realizar una comparación de distintas dietas, con el fin de encontrar una opción viable que ayude a resolver dicha dificultad económica en los productores.

Preguntas de investigación

¿Cómo repercuten los factores productivos en conejos mestizos que estén en etapa de levante y ceba al recibir una sustitución en la dieta con germinado de maíz de 15 días?

¿Qué tan factible es proponer una dieta de alimento balanceado y germinado de maíz en los conejos mestizos para disminuir costos y mejorar rentabilidad?

¿Cómo se ve afectado el perfil metabólico en conejos mestizos en las etapas de levante y ceba, a los cuales se les sustituye un porcentaje de alimento balanceado por germinado de maíz en forma de forraje verde?

Hipótesis

La sustitución parcial de alimento balanceado comercial por forraje verde de germinado de maíz (*Zea mays*) de 15 días mejora el desempeño productivo, perfil metabólico y rentabilidad en conejos mestizos destinados a producción de carne.

Justificación

Las explotaciones cunícolas destinadas a la producción de carne se basan en una alimentación total de alimento comercial balanceado, esto se hace para maximizar las ganancias aprovechándose de una óptima alimentación con vistas a obtener el máximo potencial de conversión alimenticia y ganancia de peso de los conejos (Palma et al., 2010).

Se plantearon los tratamientos con una sustitución del 40% y del 60% de germinado de maíz de 15 días, suministrado en presentación de forraje verde con el fin de tener un mejor aprovechamiento en los animales (Morales et al., 2009) y ver qué cambios se pueden observar en el perfil metabólico de ellos, y así establecer otras ventajas o desventajas de las dietas propuestas.

Actualmente, el perfil metabólico puede ser utilizado para evaluación del *status* nutricional del animal, una vez que dependiendo la calidad de la dieta, la síntesis de metabolitos se puede ver alterada. Así, la composición química de la sangre refleja de manera confiable el equilibrio entre el ingreso, egreso y la metabolización de nutrientes en los tejidos animales (González, et al.2000).

Por otro lado, uno de los principales problemas en la utilización de esta herramienta es su interpretación, debido a la falta de valores de referencia adecuados, existiendo una variación de resultados obtenidos, dependiendo de la edad del animal, raza, estado fisiológico, dieta, clima, época del año, entre otros aspectos (Peixoto, et al. 2007).

Objetivo general

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de alimento balanceado por forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) sobre el desempeño productivo, perfil metabólico y eficiencia económica en conejos mestizos.

Objetivos específicos

Estimar la ganancia de peso corporal, el consumo de alimento, conversión y eficiencia alimenticia en conejos mestizos.

Cuantificar las concentraciones sanguíneas de albúmina, glucosa y proteínas totales realizadas aleatoriamente en los tratamientos.

Calcular los costos de producción de las dietas implementadas en cada uno de los tratamientos propuestos.

Marco Teórico

Existe cierta controversia sobre el origen del maíz. Según como afirma Doebley (1990) se considera que hubo un teocintle o teosinte, una especie parecida al maíz, que sufrió una transformación morfológica durante el proceso de domesticación, o que hubo una especie salvaje relativamente cercana al maíz desde la cual se originó la actual pues tiene todos los rasgos morfológicos esenciales estando ahora extinto.

Según lo descrito por Sánchez (2014), el maíz es uno de los cultivos básicos más importantes y extendidos en todo el mundo, siendo una de las fuentes principales de alimento

para millones de personas, sobre todo en América y Asia. De igual manera, se trata de una de las primeras plantas que se domesticaron y se difundieron por todo el mundo.

El maíz es una planta monocotiledónea, perteneciente a la familia de las Poáceas, de la tribu Maydeas. Las especies del género *Tripsacum* son formas salvajes parientes del maíz, los taxónomos consideran los géneros *Zea mays* como una especie de gran importancia económica dentro de las Maydeas (Paliwal et al., 2001).

En los géneros *Zea mays* se encuentra el maíz amarillo, que presenta una mezcla de seis a ocho carotenoides diferentes que le otorgan su color característico, mientras que el maíz blanco tiene cantidades ínfimas. Por otro lado, la diferencia más importante entre el maíz blanco y el maíz amarillo es la presencia en el segundo de β -caroteno, α -caroteno, luteína/zeaxantina y vitamina A, los cuales no se encuentran en el primero (Kurilich et al., 1999).

Como afirma Paliwal et al. (2001), hay muchas formas de utilizar las distintas partes de la planta del maíz. En la composición nutricional básica del grano de maíz (Tabla 1), el endospermo es básicamente almidón, pero también posee algunas proteínas y trazas de aceites; la mayoría de los aceites presentan un elevado contenido proteico y se encuentran en el germen al igual que los azúcares.

Tabla 1

Peso y composición de las partes del grano de maíz

Composición (%)	Endospermo	Embrión	Pericarpio	Escutelo
Almidón	87.6	8.3	7.3	5.3
Grasas	0.8	33.2	1	3.8
Proteínas	8	18.4	3.7	9.1
Cenizas	0.3	10.5	0.8	1.6

Azúcares	0.6	10.8	0.3	1.6
Resto	2.7	18.8	86.9	78.6
Materia seca (%)	83	11	5.2	0.8

Nota: Paliwal, et al. (2001).

Tanto el germen como el endospermo representan el mayor porcentaje de peso del grano, por lo que se puede decir que el contenido de aminoácidos esenciales (Tabla 2) refleja el contenido de aminoácidos de las proteínas del endospermo si tenemos en consideración todo el grano (Vanaclocha et al., 2003).

Tabla 2

Contenido de aminoácidos esenciales de las proteínas del germen y el endospermo del maíz.

Aminoácido	Endospermo (1,36% de N)		Germen (2,32 de N)	
	mg%	mg/g N	mg%	mg/g N
Triptófano	48	38	144	62
Treonina	315	249	622	268
Isoleucina	365	289	578	249
Leucina	1024	810	1030	444
Lisina	228	180	791	341
Total azufrados	249	197	362	156
Fenilalanina	359	284	483	208
Tirosina	483	382	343	148
Valina	403	319	789	340

Nota: FAO (1993).

Cultivo hidropónico de *Zea mays*

La hidroponía se define como el cultivo sin suelo sobre sustratos inertes, con el uso de soluciones nutritivas que abastecen los requerimientos nutricionales de las plantas (Resh, 2001).

La producción cunícola basada en este tipo de alimentación es más económica que cuando se usa exclusivamente balanceado (Reinoso, 1994).

Como plantea Rivera et al. (2010), el forraje verde hidropónico (FVH) consiste en la germinación y crecimiento de semillas de gramíneas o leguminosas bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia del suelo. Se utiliza para la alimentación de varias especies animales, ya que tiene aporte de complejos vitamínicos necesarios, no ocasionan trastornos digestivos y exhiben una rápida recuperación de la inversión.

Para optimizar la producción de forraje verde fresco se pueden utilizar técnicas de cultivo hidropónico, considerado como un avance en la producción agrícola; ya que presenta ventajas técnicas, económicas, disminución de espacio, ahorro de energía y labores culturales (Bugarín et al., 1998).

De acuerdo con Urías (1997), el cultivo de plantas con fines forrajeros como maíz, cebada, avena, sorgo y alfalfa, en un medio hidropónico, puede resultar provechoso en la alimentación animal; permitiendo cultivar especies altamente productivas en medios artificiales o substratos, en donde las raíces se desarrollan adecuadamente (Durany, 1994).

Una de las más utilizadas entre el cultivo de plantas ha sido el maíz (*Zea mays*) por su elevado valor nutritivo y altos rendimientos, lo cual permite que, en diversos medios de producción hidropónicos, se generen elevados y constantes volúmenes de FVH de maíz, produciendo alimento a la mitad del costo convencional de forrajes cultivados a campo abierto. (Rivera, et al. 2010).

Como señala Campelo, et al. (2007) cuando es suministrada a diferentes animales, representa una dieta completa que incluye carbohidratos, proteínas, minerales y vitaminas, siendo de vital importancia en la nutrición animal, debido a que cuando es suministrada en su totalidad, promueve la síntesis de compuestos nutricionales.

Diseño metodológico

Localización

El experimento fue realizado en la granja Experimental Villa Marina, localizada en el Municipio de Pamplonita, vereda Matajira del departamento Norte de Santander. La altura promedio de la granja oscila entre 1100 en su parte más baja y en su parte más alta de 1800 m.s.n.m., con una extensión de 440 hectáreas, temperatura promedio de 20°C y su topografía es de pendiente húmeda con una precipitación 1400 mm anual. El experimento fue desarrollado del 8 de enero al 1 de abril del 2021.

Diseño experimental

Fueron utilizados 24 conejos mestizos con edad y peso corporal (PC) medio inicial de 1 ± 0.33 meses y 971 ± 0.33 g, respectivamente.

Los conejos fueron distribuidos en un diseño completamente aleatorio, en tres tratamientos con 8 repeticiones, siendo: CONTROL, animales que recibieron solamente alimento balanceado; donde se decidió tener como referencia dos tratamientos, uno GER₄₀, animales que recibieron 60% de alimento balanceado y 40% de germinado de maíz y otro GER₆₀, animales que recibieron 40% de alimento balanceado y 60% de germinado de maíz, durante un periodo de 9 semanas como se muestra en la (Tabla 3). La composición porcentual del alimento balanceado es

presentada en la (Tabla 4) marca Solla® línea conejos, así como también la composición porcentual del germinado de maíz hidropónico como se muestra en la (Tabla 5).

Tabla 3

Distribución porcentual de alimento balanceado comercial y suplementación con germinado de maíz hidropónico en conejos mestizos.

Semanas	CONTROL		GER₄₀,		GER₆₀,	
	100% AB	60% AB	40% GMH	40% AB	60% GMH	
1	50 gr	30 gr	20 gr	20 gr	30 gr	
2	76 gr	45,6 gr	30,4 gr	30,4 gr	45,6 gr	
3	92 gr	55,2 gr	36,8 gr	36,8 gr	55,2 gr	
4	107 gr	64,2 gr	42,8 gr	42,8 gr	64,2 gr	
5	115 gr	69 gr	46 gr	46 gr	69 gr	
6	124 gr	74,4 gr	49,6 gr	49,6 gr	74,4 gr	
7	130 gr	78 gr	52 gr	52 gr	78 gr	
8	136 gr	81,6 gr	54,4 gr	54,4 gr	81,6 gr	
9	140 gr	84 gr	56 gr	56 gr	84 gr	

Nota: AB: Alimento balanceado, GMH: Germinado de maíz hidropónico.

Fuente: Autor, 2021.

Tabla 4

Composición porcentual del alimento balanceado

Materia prima	% Inclusión
Proteína mínima	17.7%
Grasa mínima	2.5%
Cenizas máxima	12.0%
Humedad máxima	13.0%
Fibra máxima	15.0%

Nota: Registro ICA 6517 AL

Fuente: Solla®, 2021.

Tabla 5

Composición porcentual de germinado de maíz hidropónico

Composición	Raíces	Tallos	Hojas	Total
Proteína cruda %	12.2	27.2	35.3	16.0
Grasa %	5.7	4.6	3.8	5.4
Fibra cruda %	10.3	26.3	21.5	12.9

E.L.N. %	69.3	36.8	34.7	62.6
Ceniza %	2.6	5.2	4.8	3.0
N.D.T. %	84.1	61,3	76.3	80.1

Fuente: Ortiz, 2012.

Los conejos fueron ubicados en jaulas compartidas con unas medidas de 50cm de ancho x 60cm de largo x 40cm de alto (4 animales/jaula), separando machos de hembras en el primer mes, para el segundo mes esta distribución se cambió (2 animales/jaula), con el fin de asegurar una igualdad de peso, pero siempre evitando la cercanía de machos y hembras en la misma jaula, esto se logró usando un total de 12 jaulas.

Los animales fueron sometidos a 5 días de adaptación a la dieta y área experimental con una suplementación de 15 g/animal/día para GER₄₀, y GER₆₀, siendo un total de 240 gramos de germinado de maíz para el GER₄₀, y GER₆₀ por día. Posterior al periodo de adaptación, se dio inicio al periodo experimental, el cual tuvo una duración de 63 días. Los animales del tratamiento CONTROL fueron alimentados de manera exclusiva con alimento balanceado comercial, mientras que los tratamientos GER₄₀, y GER₆₀, se les suministró alimento balanceado comercial y germinado de maíz en los porcentajes ya mencionados (Tabla 3).

Mediciones y muestreo

La investigación se realizó durante los meses de enero a abril del 2021, dividida en varias fases, una de estas corresponde al trabajo realizado en campo, donde se llevó a cabo la construcción del invernadero hidropónico (Anexo 1) para realizar la siembra del maíz hasta obtener un germinado de 15 días. Los forrajes hidropónicos fueron obtenidos dejando al remojo por 24 horas las semillas de maíz en total oscuridad, transcurridas las 24 horas se drena el agua, se pesaban las semillas para obtener una distribución de 2 kilogramos por bandejas.

Posteriormente se le suministró agua por aspersión durante 1 hora en la mañana (8am-9am) y

una hora en la tarde (4pm -5pm), esto por un periodo de 15 días (Anexos 2). Finalizado el periodo de germinación se retiraba del invernadero para proceder al secado al sol por 24 horas, posteriormente, poder dar inicio a la fase de acostumbramiento en los animales.

Posteriormente se escogieron los animales que se iban a utilizar en el estudio, los cuales estaban en etapa de levante (Anexo 3), donde se recopiló la información de los animales, como fue el número de identificación, sexo y peso inicial, para después realizar la clasificación dependiendo de los pesos obtenidos de cada uno de los animales, buscando tener tres tratamientos con un peso promedio similar, así como una distribución igual entre machos y hembras en cada uno.

Después de tener los animales clasificados se inició la etapa de acostumbramiento en los conejos anteriormente clasificados durante 5 días con el maíz hidropónico que se tenía ya germinado, para con esto continuar con la alimentación de las 9 semanas, donde semanalmente se modifican las dietas, dependiendo de los requerimientos necesarios para la etapa de levante, de esta misma forma se tomó el peso al finalizar cada semana para posteriormente estimar la ganancia de peso, el consumo y la eficiencia alimenticia para evaluar el desempeño productivo.

Las colectas de sangre fueron realizadas terminando la semana 4 y el último día de la semana 9, para cuantificar las concentraciones de albúmina, glucosa y proteínas totales en suero. Las muestras fueron colectadas por la mañana antes del ofrecimiento de suplemento, en 12 conejos mestizos escogidos al azar (4 repeticiones de cada tratamiento) obtenidas de la vena yugular (Anexo 5) tomadas con jeringa hipodérmica desechable de 3 ml, calibre 23 G, longitud 1” y la recolecta de sangre se realizó en tubos BD Vacutainer® con EDTA- K₂ de 3 ml. Posterior a la colecta, las muestras fueron trasladadas al laboratorio para el respectivo análisis.

Procedimientos analíticos

Las concentraciones séricas de glucosa (133-1/500, Labtest®) y albúmina (19.1/250, Labtest®), fueron cuantificadas a través de métodos enzimáticos-colorimétricos, las proteínas totales por métodos colorimétricos. Todos los parámetros sanguíneos fueron analizados en laboratorio comercial, siguiendo las instrucciones del fabricante utilizando analizador bioquímico (Mindray BA-88A, Shenzhen, China) y un refractómetro (Brix 0-32).

Al culminar la semana 9 de alimentación después de realizar la segunda toma de muestras de sangre, el día 1 de abril se realizó la última fase en campo que consistió en el sacrificio de los animales (Anexo 6) para poder saber el rendimiento de la canal que obtuvo cada una de las dietas, para esto se usó una gramera analítica digital (Electronic Kitchen scale de 10000 gramos), donde se tomó como base el peso corporal final y el peso en canal de cada uno de los animales.

Resultados

En este estudio fue observado efecto ($P < 0,05$) de la sustitución sobre el peso corporal final (PCF) y ganancia media diaria total (GMDt), donde los animales que recibieron apenas alimento balanceado presentaron mayor PCF y GMDt comparados con conejos que recibieron germinado de maíz. Sin embargo, no fueron detectadas ($P > 0,05$) diferencias entre los niveles de sustitución sobre el PCF o GMDt (Tabla 6).

Tabla 6

Análisis comparativo de los pesos corporales de los conejos durante el experimento

Item	Nivel de sustitución			EPM	(Valor-P)	
	CON	GER ₄₀	GER ₆₀		CON x G	G
PCI	963,9	931,3	978,1	77,112	0,923	0,678
PCF	2627,9	2195,8	1855,5	124,71	<0,001	0,766

GMDt	26,4125	20,07	13,9275	1,5232	<0,001	0,957
------	---------	-------	---------	--------	--------	-------

Nota: Nivel de sustitución, CON = Tratamiento control; GER₄₀ = Tratamiento germinado 40%; GER₆₀ = Tratamiento germinado 60%; PCI= Peso corporal inicial; PCF= Peso corporal final; GMDt = Ganancia media diaria total; EPM = Error patrón de la media; CON x G = Animales que recibieron concentrado durante todo el experimento x Animales que recibieron forraje verde hidropónico; G = Animales que recibieron forraje verde hidropónico

Fuente: Autor, 2021

Fue detectado efecto de la sustitución sobre la ganancia media diaria semanal (GMDs) y eficiencia alimentar (EA), en que los animales que recibieron alimento balanceado en su totalidad presentaron mayor GMDs y EA comparados con animales recibiendo germinado de maíz (P<0,05; Tabla 7). No obstante, los niveles de sustitución no influenciaron la GMDs y EA (P<0,05).

Tabla 7

Desempeño productivo de conejos mestizos en alimento balanceado y forraje verde hidropónico de germinado de maíz

Item	Nivel de sustitución			EPM	(Valor-P)			
	CON	GER ₄₀	GER ₆₀		CON x G	GER	SEM	T x SEM
GMDs	26,4127	20,0714	13,9266	1,5255	<0,001	0,958	<0,001	0,008
Consumo suplementado								
CAsup	0,7499	5,7382	-2,6401	3,5188	0,853	0,122	0,896	0,104
EAsup	0,2884	0,3498	0,3621	0,0318	0,092	0,532	<0,001	0,712
Consumo total								
CA _t	0,7499	9,5636	-6,6001	8,1524	0,941	0,212	0,750	0,114
EA _t	0,2884	0,2099	0,1448	0,01753	<0,001	0,755	<0,001	<0,001

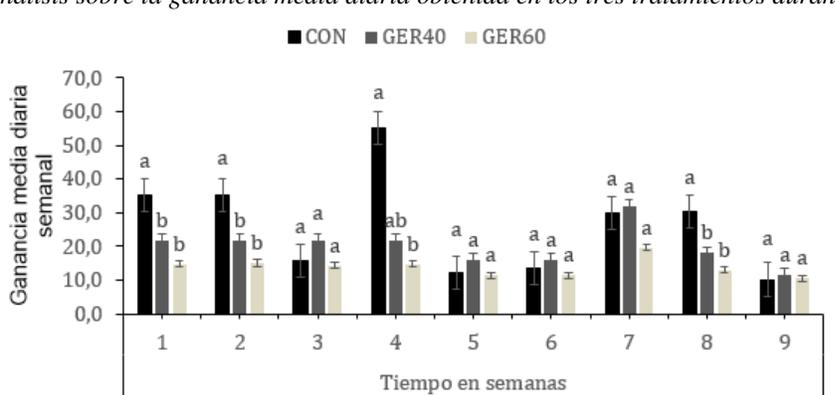
Nota: Nivel de sustitución, CON = Tratamiento control; GER₄₀ = Tratamiento germinado 40%; GER₆₀ = Tratamiento germinado 60%; GMDs = Ganancia media diaria semanal; CASUP = Consumo alimenticio suplementado; EAsup =Eficacia alimentar suplementada; CA_t = Consumo alimenticio total; EA_t = Eficacia alimentar total; EPM = Error patrón de la media; C vs G = Animales que recibieron concentrado durante todo el experimento versus Animales que recibieron forraje verde hidropónico; GER = Germinado; SEM = Semana; T x SEM = Tratamiento x semana.

Fuente: Autor, 2021.

Por otro lado, fue verificado efecto ($P < 0,05$) de interacción entre tratamientos por semana sobre la GMDs y EA, donde conejos alimentados exclusivamente con concentrado tuvieron una mayor GMDs y EA durante la primera, segunda, cuarta y octava semana del periodo experimental, comparados con conejos alimentados con concentrado y germinado de maíz (Figura 1, Figura 2). Durante el presente estudio, ninguna diferencia ($P > 0,05$) fue observada sobre la conversión alimentar en función de la sustitución, nivel de sustitución o interacción tratamiento \times semana (T \times SEM) (Tabla 7).

Figura 1

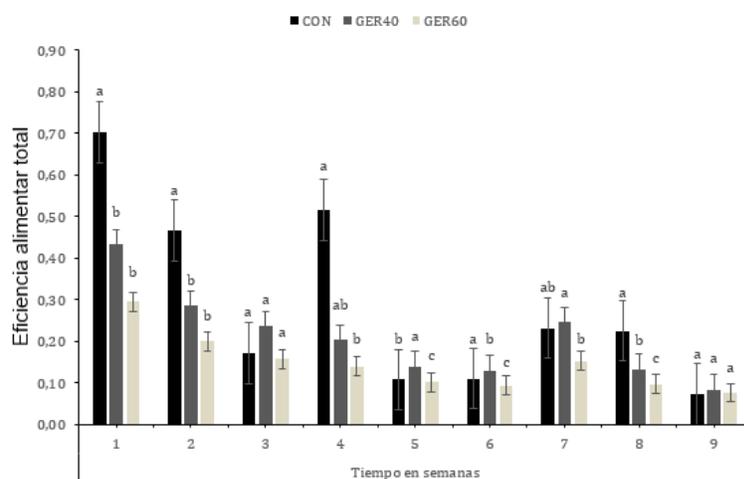
Análisis sobre la ganancia media diaria obtenida en los tres tratamientos durante el tiempo del experimento.



Fuente: Autor, 2021.

Figura 2

Efecto de eficiencia total obtenida en los tres tratamientos durante el tiempo del experimento.



Fuente: Autor, 2021.

No fueron constatados efectos de la sustitución o nivel de sustitución sobre las concentraciones sanguíneas de glucosa, proteínas totales o albúmina ($P>0,05$; Tabla 8).

Adicionalmente, fue observado efecto de interacción tratamiento \times colecta (T \times COL) sobre las concentraciones séricas de albúmina, siendo verificados mayores niveles en la primera colecta para conejos en el tratamiento control y GER₄₀ comparados con GER₆₀ ($P<0,05$; Figura 3).

Tabla 8

Perfil metabólico en conejos mestizos recibiendo alimento balanceado y forraje verde hidropónico de germinado de maíz.

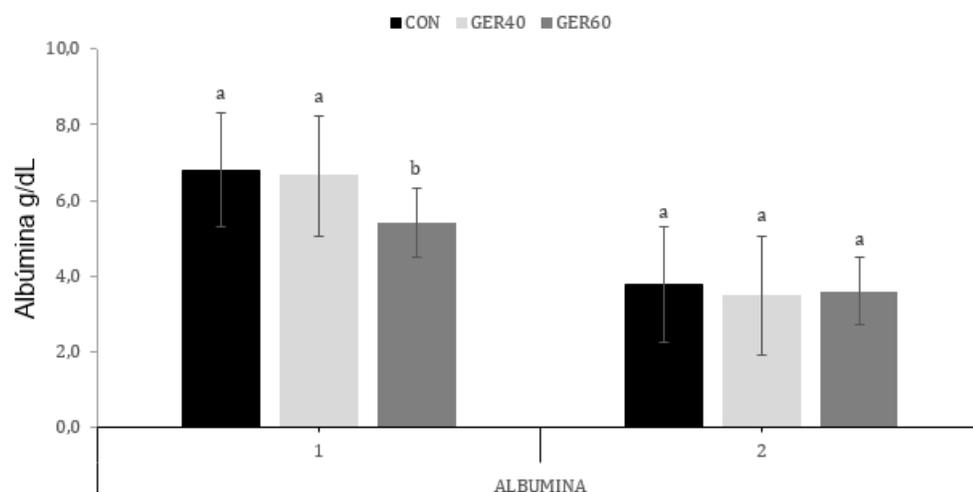
Item	Tratamiento			EPM	Valor-P			
	CON	GER ₄₀	GER ₆₀		CON x G	GER	COL	T x COL
GLUCOSA	158,50	152,37	147,74	9,6044	0,491	0,95	<0,001	0,917
PROT T	5,8500	6,0875	6,0375	0,1358	0,217	0,398	<0,001	0,398
ALBUMINA	5,2875	5,0625	4,5000	0,1864	0,469	0,469	<0,001	<0,001

Nota: Tratamiento, CON = Tratamiento control; GER₄₀ = Tratamiento germinado 40%; GER₆₀ = Tratamiento germinado 60%; PROT T = Proteínas totales; EPM = Error patrón de la media; CON x G = Animales que recibieron concentrado durante todo el experimento x Animales que recibieron forraje verde hidropónico; GER = Germinado; COL = Colecta; T x COL = Tratamiento x colecta.

Fuente: Autor, 2021.

Figura 3

Concentraciones séricas de albúmina en conejos mestizos de los tratamientos CON, GER₄₀ y GER₆₀.

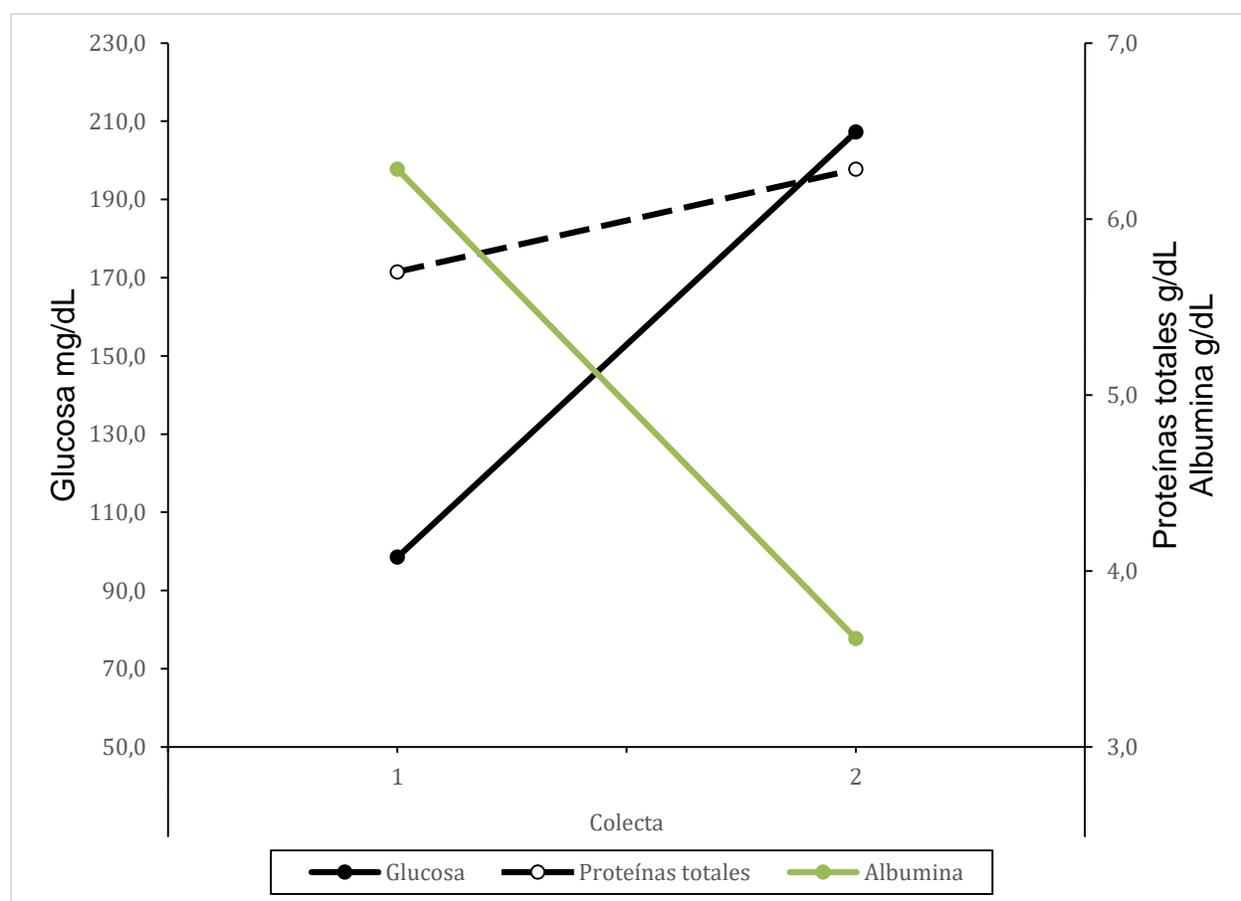


Fuente: Autor, 2021

Todos los metabolitos fueron influenciados por el día de colecta, en las concentraciones de albúmina se mostró una disminución marcada en la colecta 2, en comparación con la colecta 1, en la glucosa se pudo evidenciar un aumento fuera de los valores de referencia en la colecta 2 en comparación con la colecta 1 y en las proteínas totales se presentó un aumento moderado entre la colecta 1 y 2 pero se encontraban dentro de los valores normales de referencia. ($P < 0,05$; Figura 4).

Figura 4

Concentraciones séricas de albúmina, glucosa, proteínas totales en conejos mestizos recibiendo alimento balanceado más FVH.



Fuente: Autor, 2021.

En el rendimiento de la canal como se muestra en la (Tabla 9), se evidencio que el tratamiento control obtuvo un 52,04 %, para el GER40 fue de 51,43 % y en el GER60 de un 49,99 %.

Tabla 9

Rendimiento en canal entre tratamientos.

Tratamiento	PCF / kg	Canal / kg	% Rendimiento
CONTROL	2627,875	1367,75	52,04
GER40	2195,75	1129,375	51,43
GER60	1855,5	927,625	49,99

Fuente: Autor, 2021.

Se observó que la rentabilidad por producción en el tratamiento GER₆₀ es de 5,935 COP siendo esta la menor, para el tratamiento control es de 22,664 COP, y para el tratamiento en el GER₄₀ está alcanza a ser 28,113 COP (Tabla 10).

Tabla 10

Comparativa de ganancias entre tratamientos

Tratamiento	Inversión	Venta de canal	Ganancia
CONTROL	\$ 108.640	\$ 131.304	\$ 22.664
GER ₄₀	\$ 106.467	\$ 134.580	\$ 28.113
GER ₆₀	\$ 105.380	\$ 111.315	\$ 5.935

Fuente: Autor, 2021.

En el tratamiento CONTROL al ser el alimento balanceado el único gasto referente a la alimentación, sin tener gastos de infraestructura que afecten el valor del alimento balanceado no es necesario realizar deducciones en el tiempo, esto es diferente para los tratamientos GER₄₀ y GER₆₀ donde el invernadero y el sistema de riego construidos generan unos costos adicionales

que repercuten en el precio por kg de FVH producido (Anexo 6), por esto se realiza una deducción en estos tratamientos.

En el grupo GER₄₀ se realiza una deducción de 100% (Tabla 11) y una del 89,16% (Tabla 12) dado que la ganancia es de 28,113 COP, se deciden aplicar dos formas de deducción, al aplicar la reinversión al 100%, la deducción se da en un plazo de 6 producciones, esto se da en 12 meses. Sin embargo, al aplicar la deducción con una tasa de reinversión del 89,16% este plazo se extiende hasta 13 producciones, lo que tomaría 26 meses en lograrse.

Tabla 11

Deducción en 12 meses de la reinversión del 100% del tratamiento GER₄₀

Producciones	Deuda	Venta de canal	Total
(Cada dos meses)	(Consumo de alimento + deuda de infraestructura)		(Deuda – venta en canal)
1	269.817	134.580	135.237
2	241.704	134.580	107.124
3	213.591	134.580	79.011
4	185.478	134.580	50.898
5	157.365	134.580	22.785
6	129.252	134.580	-5.328

Fuente: Autor, 2021.

Tabla 12

Deducción en 26 meses de la reinversión del 89.16% del tratamiento GER₄₀

Producciones	Deuda	Venta de canal	Total
(Cada dos meses)	(Consumo de alimento + deuda de infraestructura)		(Deuda – venta en canal)
1	269.817	120.000	149.817
2	256.284	120.000	136.284
3	242.751	120.000	122.751

4	229.218	120.000	109.218
5	215.685	120.000	95.685
6	202.152	120.000	82.152
7	188.619	120.000	68.619
8	175.086	120.000	55.086
9	161.553	120.000	41.553
10	148.020	120.000	28.020
11	134.487	120.000	14.487
12	120.954	120.000	954
13	107.421	120.000	-12.579

Fuente: Autor, 2021.

En el grupo GER₆₀ se realiza una deducción de 100% (Tabla 13) al ser la ganancia de 5,935 COP, se optó por realizar una deducción de reinversión total, esta deducción se extiende hasta 28 producciones en un periodo de 56 meses.

Tabla 13

Deducción en 56 meses de la reinversión del 100% del tratamiento GER₆₀

Producciones (Cada dos meses)	Deuda (Consumo de alimento + deuda de infraestructura)	Venta de canal	Total (Deuda – venta en canal)
1	268.730	111.315	157.415
2	262.795	111.315	151.480
3	256.860	111.315	145.545
4	250.925	111.315	139.610
5	244.990	111.315	133.675
6	239.055	111.315	127.740
7	233.120	111.315	121.805
8	227.185	111.315	115.870
9	221.250	111.315	109.935
10	215.315	111.315	104.000

11	209.380	111.315	98.065
12	203.445	111.315	92.130
13	197.510	111.315	86.195
14	191.575	111.315	80.260
15	185.640	111.315	74.325
16	179.705	111.315	68.390
17	173.770	111.315	62.455
18	167.835	111.315	56.520
19	161.900	111.315	50.585
20	155.965	111.315	44.650
21	150.030	111.315	38.715
22	144.095	111.315	32.780
23	138.160	111.315	26.845
24	132.225	111.315	20.910
25	126.290	111.315	14.975
26	120.355	111.315	9.040
27	114.420	111.315	3.105
28	108.485	111.315	-2.830

Fuente: Autor, 2021.

Discusión

Los resultados obtenidos de concentración de glucosa en suero sanguíneo en el presente estudio muestra que en la colecta 1 se encuentra dentro de los parámetros de referencia utilizados (75-155 mg/dL) en comparación con la colecta 2 que se encuentran aumentados, dicho incremento concuerda con los valores normales referenciales citados por Verde et al. (2008), quienes muestran un valor promedio de 125,17 mg/dL con valores extremos de 115 a 134 mg/dL quienes realizaron un estudio en conejos machos, de un cruce industrial para carne de 40 a 45 días de edad, esto puede ser controversial, ya que en estudios realizados por Jones (1975) en Inglaterra quien cifra valores extremos de 75 a 140 mg/dL en conejos de 9 a 10 semanas de edad. Dicho incremento se debe a que la hemicelulosa de las gramíneas contienen una cadena principal de xilano, según lo descrito por McDonald, et al. (2001) quienes indican que estas cadenas están constituidas por moléculas de xilosa con enlaces B-(2-4), con cadenas laterales que incluyen el ácido melglucoronico y glucosa, galactosa y arabinosa, lo que explica porque se presenta un aumento considerable de glucosa en la segunda colecta de los animales después de la sustitución.

Las concentraciones séricas de proteínas totales en las dos colectas realizadas se encuentran dentro de los valores normales de los parámetros de referencia promedio de 5,3 g/dL a 8,4 g/dL para conejos, esto concuerda con lo mencionado por Özkan, et al. (2012) quienes cifran valores extremos de 4.50 g/dL a 12.20 g/dL, esto se apoya con lo dicho por Jones (1975) en Inglaterra quien dentro de los valores reportados en el promedio del estudio cifra valores de 5.40 g/dL a 8.50 g/dL, en la colecta 1 presenta una leve disminución en comparación con la colecta 2, esto se debe a que en las primeras etapas de crecimiento las necesidades de proteínas son relativamente altas, esto se apoya con lo dicho por Mónica et al. (2012) quienes indican que en los primeros días de vida los animales cubren las necesidades de proteína a través de la

ingesta de leche materna, pasado este periodo, la satisfacción de las necesidades de proteínas en crecimiento depende del alimento sólido suministrado.

Los resultados de la concentración de la albúmina en suero sanguíneo en el estudio realizado muestran que en la colecta 1 presenta un aumento y se encuentra fuera de los parámetros de referencia utilizados (2,4 g/dL - 4.6 g/dL) en comparación con la colecta 2, concordando con esto Harkness, et al. (2010) en Misisipi quienes indican que los valores normales establecidos para la especie son de 2.40 g/dL a 4.20 g/dL. Jones (1975) en Inglaterra también menciona valores referencias de 2.40 g/dL a 4.00 g/dL, de acuerdo con los criterios descritos por los autores se podría decir que los tres tratamientos trabajados en este estudio se encontraban por encima de los valores referencia citados. Una hiperalbuminemia puede darse cuando se presenta una deshidratación según lo portulado por Toledo et al. (2005) este incremento se puede dar por el cambio de etapa productiva de destete a levante, donde se presenta el cambio de dieta y adaptación en los animales ya que después como vemos en la colecta 2 los valores fueron normales.

Una de la variables a tener en cuenta en esta investigación fue la parte económica, ya que uno de los motivos principales fue la reducción de gastos de alimentación en la producción cunícola, para esto se evaluó los costos que suponía cada tratamiento desde la compra del material hasta ser suministrado, ya sea el caso para semilla de maíz amarillo o del bulto de alimento balanceado; con respecto a lo anterior no solo basta con el hecho de comparar los precios del Kg a la hora de la compra, ya que a estos deben agregar otro tipo de costos, como lo son la mano de obra, inversión de tiempo, infraestructura y el material para llevar a cabo el suministro del alimento.

En base a los datos recabados otro punto importante a tener en cuenta es la inversión tiempo/dinero para la producción de FVH, ya que para esta debemos contar con la infraestructura, tiempo y conocimiento necesario para realizar de la forma más óptima todas las tareas que conllevan la producción de este; con relación a la anterior información evidenciamos porque esta alternativa puede llegar a ser otra barrera para los pequeños y medianos productores por lo menos al momento de su inicio, ya que este tipo de inversión puede generar rentabilidad y liquidez en corto periodo de tiempo.

El tratamiento que obtuvo un mejor desempeño fue el CONTROL, ya que el alimento balanceado comercial está enfocado en cubrir los requerimientos nutricionales, esto concuerda con lo descrito por Muñoz (2018) quien afirma que los pellet traen una composición balanceada de los diferentes nutrientes como son proteína, energía, fibra, vitaminas y minerales que requieren los conejos en cada una de las etapas productivas, sin embargo en las dietas propuestas el tratamiento que obtuvo un mejor desempeño fue el GER₄₀ en comparación con el GER₆₀ ya que presenta mayor porcentaje de alimento balanceado y adicional un porcentaje de forraje verde que necesita los animales ya que son herbívoros monogástricos esto concuerda con lo anunciado por Blas (2001) quien coincide que estos cuentan con un aparato digestivo que permite la ingestión de grandes cantidades de alimentos fibrosos y un tránsito rápido de los mismos.

Conclusiones

En resumen, quien alcanzó un mejor desempeño en la ganancia de peso corporal, el consumo de alimento, fue el tratamiento CONTROL, seguido del GER₄₀ y por último el grupo GER₆₀, esto debido a la conversión y eficiencia alimenticia que obtuvo cada uno de los conejos mestizos de los tratamientos.

De acuerdo con los datos de las concentraciones sanguíneas realizadas aleatoriamente en los tratamientos, en la albúmina se mostró una disminución en la segunda colecta porque la sustitución con germinado de maíz no supe los requerimientos proteicos necesarios en los animales, en cuando a la glucosa la colecta dos presento un aumentó, esto debido a la ingesta de germinado de maíz y por consiguiente de carbohidratos y en las proteínas totales se presentó un aumento moderado entre las dos colectas sin salir de los rangos establecidos.

En definitiva, cuando se detalla el desempeño productivo se hace notar que es alto en el Tratamiento CONTROL a expensas de elevar los gastos de alimentación. Así mismo en la dieta GER₆₀ los gastos fueron elevados, pero no se vio reflejado en un mejor desempeño productivo, a diferencia en el tratamiento GER₄₀ los gastos fueron menores y la eficiencia productiva fue alta para mejorar la rentabilidad.

Recomendaciones

Existe una barrera para los pequeños productores la cual consiste en que para llevar a cabo este tipo de alimentación suplementaria va a requerir una inversión económica para infraestructura y dedicar el tiempo necesario para generar el forraje verde hidropónico; pasada esta barrera el productor podrá evidenciar la disminución de costos que con lleva este tipo de dieta.

Teniendo las adecuaciones necesarias para producir el FVH se recomienda en base a los resultados obtenidos utilizar la dieta GER40, esta se basa en animales que reciben 60% de alimento balanceado y 40% de germinado de maíz (*Zea mays*).

Llevarse a cabo más investigaciones sobre otras opciones de sustitución en las dietas para con esto poder darle más alternativas a los productores que trabajan con la crianza de conejos de carne.

Bibliografía

- Bixquert, M., & Gil, R. (2005). Propiedades nutricionales y digestibilidad de la carne de conejo. *Carne de conejo: Equilibrio y Salud. Revista científica de nutrición Vol.1*, 7-11.
- Blas Ferrer, E. (2001). Alimentación práctica de conejos. *Dialnet*, 31-45.
- Bugarín, M., Baca, C., Martínez, H., & Tirado, J. (1998). Amonionitrato y concentración iónica total de la solución nutritiva en crisantemo. *Chapingo México Vol. 16 No. 002*, 113-124.
- Campelo, J., Gomes, J., Silva, J., Carvalho, G., Coutinho, M., Oliveira, J., & Morais, L. (2007). Forragem de milho hidropónico produzida com diferentes substratos. *Rev. Bras. Zootec.*, Vol. 36 No 2, 276-281.
- Castro, K., & Martinez, C. (2010). Costo de producción en la crianza, desarrollo y engorde del conejo. *Universidad Autónoma de Nicaragua*, 1-115.
- Cury, K., Martínez, A., Aguas, Y., & Olivero, R. (2011). Characterization of rabbit meat and sausage production. *Rev. Colombiana cienc. Anim. Vol. 3 N°2*, 269-282.
- Doebley, J. (1990). Molecular systematics of *Zea* (Gramineae). *Maydica Edición 35 Vol. 2*, 143-150.
- Durany, U. (1994). *Hidroponía. Cultivo de plantas sin tierra*. Barcelona, España, : Editorial Sintesis, S.A, Edición 5.
- FAO. (2008). *Base de datos* . Obtenido de <http://www.fao.org/faostat>
- Gonzáles, P., & Caravaca, F. (s.f.). *Producción de conejos de aptitud cárnica*. Sistema de Producción Animal.
- González, F., Barcellos, J., Ospina, H., & Ribeiro, L. (2000). Uso do perfil metabólico para determinar o stetus nutricional em gado de corte. *Porto Alegre, Brasil, Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul* , 54-62.

- González, G., Medina, C., & Sarmiento, L. P. (2006). La producción de carne de conejo. Una alternativa rentable y sustentable para el trópico. *Fundación Produce Yucatán A.C.*
- Harkness, J., Turner, P., VandeWoude, S., & Wheler, C. (2010). *Harkness y Wagner's Biology and Medicine of Rabbits and Rodents, 5th Edition*. Misisipi: Wiley-Blackwell.
- Jones, R. T. (1975). Los valores normales para algunos constituyentes bioquímicos en conejos. *Lab. Anim. Apr Vol. 5 N°2*, 143.
- Kurilich, A. C., & Juvik, J. A. (1999). Quantification of Carotenoid and Tocopherol Antioxidants in *Zea mays*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry Edición 47 Vol. 5.*, 1948-1955.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F., & Morgan , C. A. (2001). *Nutrición Animal*. Zaragoza (España): Editorial Acribia, S. A.
- Mejía, S. (2012). *Proyecto para la creación de una empresa de cría, producción y comercialización de chorizo a base de carne de conejo en Envigado Antioquia*. Caldas, Antioquia : Corporación Universitaria Lasallista.
- Mónica, G., Raúl, F., Hugo, O., & Roberto, R. (2012). Parámetros bioquímicos, hematológicos y productividad de conejos alimentados con dietas normo e hipoproteica. *Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Vol. 46 N°2*, 213-219.
- Morales, M. A., Fuente, B., Juárez, M., & Ávila, E. (2009). Effect of substituting hydroponic green barley forage for a commercial feed on performance of growing rabbits. *World Rabbit Sci Vol. 17*, 35-8.
- Muñoz Clavijo, L. M. (2018). *Análisis de viabilidad técnica y de mercado para la implementación de un sistema productivo y de comercialización de carne de conejo en el municipio de San Agustín*. Huila: Escuela de ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente.

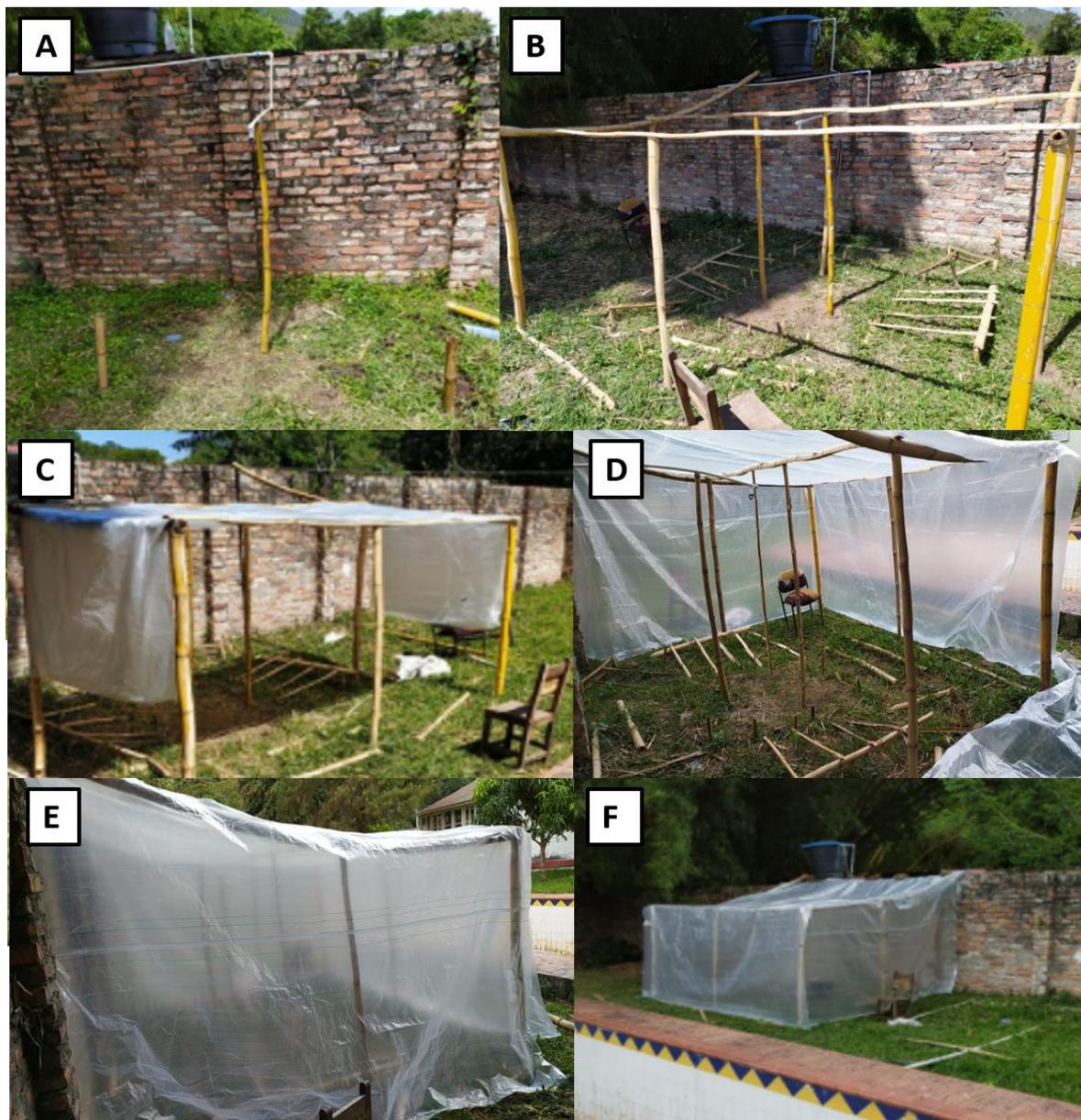
- Narváez, A., & Narváez, J. (2007). *Contabilidad de costo*. Nicaragua: Primera edición Pag. 208.
- Özkan, C., Kaya, A., & Y., A. (2012). Normal values of haematological and some biochemical parameters in serum and urine of New Zealand white rabbits . *World Rabbit Science*, 253-259.
- Paliwal, R. L., Granados, G., Lafitte, H. R., Violic, A. D., & Marathée, J. P. (2001). Introducción al Maíz y su importancia. *Colección FAO: Producción y Protección Vegetal Vol. 28*, 45-55.
- Palma, O. R., & Hurtado, E. A. (2010). Comportamiento productivo de conejos durante el período de crecimiento-engorde alimentos con frutos de mango (*Mangifera indica*) en sustitucion parcial del alimento balanceado comercial. *Idesia Vol. 28 N°1*, 33-7.
- Palma, O. R., & Hurtado, E. A. (2010). Productive behavior in rabbits during the fattening growth period-fed with mango as partial substitution of the commercial balanced food. *IDESIA Vol. 28 N°1*, 33-37.
- Peixoto, L. A., & Osório, M. (2007). Perfil metabólico protéico e energético na avaliação do desenpño reproductivo em ruminantes. . *Revista Bras. Agrociência, Pelotas Vol. 3 N°3*, 299-304.
- Peniche, J., Rejón, M., Valencia, E., & Pech, V. (2010). Profitable analysis of two non-conventional food alternatives in the production of rabbits in the municipality of Tixpehual, Yucatán, Mexico. *Revista Mexicana de Agronegocios* , 411-418.
- Quevedo, A. (2017). *Fortalecimiento al componente productivo del proyecto pedagógico cunícola*. Fusagasugá: Universidad de cundinamarca.
- Reinoso, J. (1994). *Evaluación de dietas granuladas altas en forraje en la alimentación de conejos*. Chapingo México: Universidad autónoma.

- Resh, H. (2001). Cultivos hidropónicos; nuevas técnicas de producción. *Mundi-Prensa Madrid, España, 284.*
- Rivera, A., Moronta, M., González, M., González, D., Perdomo, D., García, D., & Hernández, G. (2010). Producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L.) en condiciones de iluminación deficiente. *Zootecnia Tropical Edición 28 Vol. 1.*, 33-41.
- Sánchez, O. I. (2014). Maíz I (*Zea mays*). *Reduca (Biología) Edición 7 Vol.2*, 151-171.
- Toledo de Oliveira, T., Nagem, T. J., Matos Lopes, R., Machado, H., Jola de Mello, V., Queiroga de Lima, E., & Da Silva Martins, E. (2005). Efectos del *Monascus* sobre albúmina, creatinina, urea y ácido úrico en conejos. *Bioquímica Clínica Latinoamericana Vol. 39 N° 4*, 429-434.
- Urías, E. (1997). *Como cultivar sin tierra. Red de Hidroponía.* Lima, Perú.
- Vanaclocha, B. V., & Folcara, S. C. (2003). Fitoterapia: Vademécum de prescripción. *Barcelona: Masson, 336 Edición 4.*
- Verde A., M. T., & Gómez P., J. (2008). Parametros sanguíneos de interés clínico en conejos normales. *Boletín de cunicultura Facultad de veterinaria Zaragoza*, 38-45.
- Vieira de Souza, D., Fuentes, J., Rodriguez, E., Alves, M., Fernandez, A., Fontoura, T., . . . Cunha, E. (2009). Ácidos graxos e composição centesimal da carne de coelhos alimentados com ração contendo farelo de coco. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Vol. 29 N°4*, 778-784.

Anexos

Anexo 1

Construcción del invernadero hidropónico en la Granja experimental Villa marina



Nota: A. Adecuación del tubo del agua con aspersor. B. Bases de la infraestructura del invernadero. C. Cubierta del invernadero D. Adecuación de las bases para las bandejas de riego E. Entrada al invernadero. F. Terminaciones de la infraestructura.

Fuente: Guio A. (2021).

Anexo 2

Germinado de maíz en el invernadero hidropónico



Nota: A. Día 1 (Siembra). B. Día 5 C. Día 10 D. Día 15.

Fuente: Guio A. (2021).

Anexo 3

Clasificación de los conejos en etapa de destete de la Granja experimental Villa marina



Fuente: Guio A. (2021).

Anexo 4

Toma de muestras de sangre de la vena yugular en conejos



Fuente: Guio A (2021).

Anexo 5

Sacrificio de los 24 conejos del proyecto de investigación



Fuente: Guio A (2021).

Anexo 6*Costo de los tratamientos GER₄₀ y GER₆₀*

Ítem	Tratamiento	Tratamiento	Costo	Tratamiento	Tratamiento
	GER ₄₀	GER ₆₀		GER ₄₀	GER ₆₀
	Cantidad			Total	
Alimento balaceado	32,592 kg	21,728 kg	\$ 2.000	\$ 65.184	\$ 43.456
Maíz semilla	21,728 kg	32,592 kg	\$ 1.900	\$ 41.283	\$ 61.924
Bandeja para forraje verde hidropónico	4 Uds.	4 Uds.	\$ 14.200	\$ 56.800	\$ 56.800
Aspersor	1 Ud.	1 Ud.	\$ 2.000	\$ 2.000	\$ 2.000
Codos presión ½"	4 Uds.	4 Uds.	\$ 700	\$ 2.100	\$ 2.100
Válvula bola ½" Soldar PVC	1 Ud.	1 Ud.	\$ 4.800	\$ 4.800	\$ 4.800
Tapón presión ½" Soldado	1 Ud.	1 Ud.	\$ 400	\$ 400	\$ 400
Tubo de presión ½" x 6m	1 Ud.	1 Ud.	\$ 12.250	\$ 12.250	\$ 12.250
Polietileno transparente	1 Ud.	1 Ud.	\$ 60.000	\$ 60.000	\$ 60.000
Bascula	1 Ud.	1 Ud.	\$ 25.000	\$ 25.000	\$ 25.000
	Totales			\$ 269.817	\$ 268.730

Fuente: Autor, 2021.