

Efecto de la suplementación alimenticia con forraje verde hidropónico de maíz (*Zea Mays L*) en la sostenibilidad de la producción de pollos de engorde en predios rurales del municipio de Manzanares – Caldas

Luis Daniel Rios Aristizabal¹
Manuel Francisco Polanco Puerta²

Resumen

Las practicas agropecuarias se han modernizado en muchas partes del mundo, pero en Colombia se ha estancado en una producción extractivista, sin tener en cuenta los cambios y adaptaciones tecnológicas al campo. El forraje verde hidropónico (FVH) de maíz (*Zea mays*), es una alternativa para la nutrición de los pollos de engorde en las familias rurales, ya que contribuye a reducir costos de alimentación y proporciona estrategias para mejorar la sostenibilidad de las familias rurales. El presente trabajó tuvo como propósito evaluar la eficiencia productiva de las familias rurales en la producción de pollos de engorde con la inclusión de forraje verde hidropónico en la alimentación, para esto se diseñó un experimento completamente al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones, la unidad experimental estuvo conformada por 30 individuos, para un total de 180 pollos; las variables de evaluación fueron: Consumo de alimento, ganancia de peso, porcentaje de mortalidad, índice de conversión alimenticia, análisis económico de costo beneficio. Se utilizaron tres tratamientos. El primer tratamiento consiste en suplementar con el 10% de alimentación en forraje verde hidropónico de maíz y 90% alimento balanceado, el segundo tratamiento con 25% forraje verde hidropónico y 75% alimento balanceado y el tercer tratamiento sin forraje verde hidropónico, 100% alimento balanceado. El experimento se realizó en un predio rural del municipio de Manzanares (Caldas), vereda Romeral. Los resultados obtenidos del peso final de los pollos presentaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos, pero, la suplementación del alimento balanceado, con un 10 FVH fue similar a la producción de pollo 100% de alimento balanceado. La sustitución de forraje verde hidropónico de maíz es de gran viabilidad en un 10% de sustitución, sin afectar características del pollo, eficiencia y productividad, contribuyendo a la sostenibilidad de la producción de pollo de engorde en las familias rurales.

Palabras claves: Alimentación, broiler, familia rural, hidroponía, seguridad alimentaria.

¹ Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Gerencia Agraria Calle 5° Número 5- 56, Manzanares, Caldas. 3136229730. luis.daniel-11@hotmail.com

² Ingeniero Agrónomo, Especialista Internacional en Fruticultura; Magister en Ciencias Agrarias; Doctor en Desarrollo Sostenible; Docente Universidad de Manizales; ORCID 0000-0002-4810-0081. mpolanco@umanizales.edu.co

Abstract

Agricultural practices have been modernized in many parts of the world, but in Colombia it has stagnated in an extractives production, without taking into account technological changes and adaptations to the field. Hydroponic green forage (FVH) of maize (*Zea mays*) is an alternative for the nutrition of broilers in rural families, since it contributes to reducing feed costs and provides strategies to improve the sustainability of rural families. The purpose of this work was to evaluate the productive efficiency of rural families in the production of broilers with the inclusion of hydroponic green forage in the diet, for this a completely random experiment was designed, with three treatments and three repetitions, the experimental unit consisted of 30 individuals, for a total of 180 chickens; the evaluation variables were: feed consumption, weight gain, mortality percentage, feed conversion ratio, economic cost-benefit analysis. Three treatments were used. The first treatment consists of supplementing with 10% hydroponic green forage feed and 90% balanced feed, the second treatment with 25% hydroponic green forage and 75% balanced feed and the third treatment without hydroponic green forage, 100% feed. balanced. The experiment was carried out in a rural property in the municipality of Manzanares (Caldas), Romeral village. The results obtained from the final weight of the chickens presented significant differences ($P < 0.05$) between the treatments, but the supplementation of the balanced feed, with 10 FVH was similar to the production of 100% balanced feed chicken. The substitution of hydroponic corn green forage is highly viable at 10% substitution, without affecting chicken characteristics, efficiency and productivity, contributing to the sustainability of broiler production in rural families.

Keywords: Feeding, broiler, rural family, hydroponics, food security.

Introducción

El modelo agropecuario colombiano está enfocado en la extracción de los recursos sin realizarse ningún tipo de transformación o valor agregado que pueda solventar o dignificar el trabajo de los campesinos y del agro en general, lo que conlleva a una problemática de gestión ambiental y sostenibilidad, en donde no se tiene presente que los recursos naturales tienen una naturaleza finita y como tal, no podemos depender de ellos para la satisfacción total de nuestras necesidades, sino que debemos procurar por utilizar estos recursos de forma eficiente, conservarlos y enriquecerlos de una forma que se puedan sostener durante el tiempo acoplados a las actividades productivas agropecuarias (Peñaranda, 2008).

Dentro del contexto de modernizar la producción agropecuaria, sale a relucir una tecnología eficiente en el uso de los recursos, como es la hidroponía, y específicamente, la del forraje verde hidropónico, enfocado a una alternativa para la alimentación animal.

Uno de los insumos que más utilizan para la alimentación de los pollos de engorde es el alimento balanceado, el cual por sus condiciones y características es de un gran valor económico y muchas de las familias rurales no tienen acceso constante a este insumo, ya que no cuentan con el flujo monetario para tal fin, siendo ineficiente de forma socio-económica en los predios rurales.

Estos altos costos de los alimentos balanceados, generan varias dificultades para los productores de animales, ya sean medianos, pequeños y para autoconsumo. La principal razón es que el “alimento balanceado representa más del 75% del costo de producción para las principales especies de interés zootécnico (productivo), a mencionar aves de corral para la producción de carne y huevos, porcicultura, ganadería.

Por eso, uno de los aspectos más importantes será mejorar la eficiencia de producción con mejores índices de conversión que redundarán en menos kilogramos de alimento suministrado por kilogramo de carne o huevos producidos. Esto indica que el consumo de alimento balanceado seguirá creciendo, mientras las estrategias nutricionales y programas de alimentación y manejo promuevan el logro de dicho objetivo de productividad (López, 2016)

La idea de buscar alternativas para la suplementación alimenticia animal, es la de generar una mayor eficiencia, disminuyendo costos de producción en los procesos que se desarrollan; sobre todo en los pequeños productores, ya que, al adquirir el alimento balanceado, lo hace en pequeñas cantidades (en comparación con los grandes empresarios e industrias) y los costos tanto de este producto como del transporte representan un gran desafío para la eficiencia y sostenibilidad del proceso productivo.

Por consiguiente, se considera necesario evaluar el efecto en la sostenibilidad familiar rural del municipio de Manzanares, Caldas al suplementar los pollos de engorde con forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*), ya que si son favorables, estos contribuirán a reducir los costos de producción de pollos de engorde que no solamente será para autoconsumo, sino que se podrá replicar para producciones de animales con destino a una venta comercial local, reduciendo en un buen porcentaje los costos de compra de alimentos balanceados, contribuyendo a mejorar el flujo de caja y la rentabilidad de los pequeños empresarios agropecuarios, ofreciendo estrategias para desarrollar y cumplir con las labores pecuarias de forma más eficiente. Adicionalmente se pretende caracterizar los sistemas de producción de pollos de engorde en la economía de las familias rurales del municipio de Manzanares Caldas,

determinar la eficiencia productiva del forraje verde hidropónico en la suplementación alimenticia de pollos de engorde en predios rurales y establecer la eficiencia económica de las familias rurales en la producción de pollos de engorde al incorporar forraje verde hidropónico como suplemento alimenticio.

Materiales y Métodos

Localización y zona de estudio:

- **Municipio:** Manzanares, Caldas
- **Altitud:** 1871 msnm
- **Temperatura:** Variable desde 19° C°
- **Vereda:** Romeral



Diseño de investigación:

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, realizando una primera parte cualitativa con la caracterización de las producciones y familias rurales y cuantitativo experimental, que consistió en la realización del trabajo de campo en la producción de forraje verde hidropónico de maíz y la producción de pollos de engorde y evaluar los efectos del FVH con distintas concentraciones como suplemento alimenticio de las aves.

Se desarrolló un experimento que consistió en la inclusión de forraje verde hidropónico en la alimentación de 180 pollos de engorde en total, aplicando un diseño al azar con dos repeticiones para cada tratamiento (100% alimento balanceado; 90% alimento balanceado y 10% FVH; 75% alimento balanceado y 25% FVH), donde cada unidad experimental estuvo conformada por 30 individuos.

Metodología

El trabajo de campo se desarrolló en predio rural particular del municipio de Manzanares Caldas, ubicado en la vereda Romeral, a 4 kilómetros de distancia de la cabecera municipal. En este sitio se adecuó 2 corrales de 6 metros cuadrados, con capacidad para alojar a 30 aves y equipos necesarios para el experimento, como lo son los comederos, bebederos, pediluvios, cortinas e iluminación.

El experimento se hizo con aves de línea comercial broiler, el estudio se desarrolló durante 7 meses, donde se organizó cronograma para adecuación y alistamiento previo a cada repetición del experimento.

Utilizando el espacio adecuado y las condiciones del predio se realizaron las repeticiones de la siguiente manera:

- 15 enero 2022 se inició con la ocupación de los dos corrales y se desarrolla los experimentos de 100% alimento balanceado y 75% alimento balanceado y 25% de FVH, finalizando el día 02 de marzo de 2022.
- 19 de marzo de 2022 se empieza con el proceso en los dos corrales distribuyendo los experimentos de 75% alimento balanceado y 25% FVH (para finalizar con la segunda repetición del estudio en un corral, y en el segundo corral se distribuye los pollos que recibirán el tratamiento de 90% alimento balanceado y 10% FVH (que sería la primera repetición de este tratamiento), finalizando el día 07 de mayo 2022.
- 21 de mayo se dio inicio con la última repetición de los dos tratamientos faltantes para culminar el experimento, que son 100% alimento balanceado en un corral y en el otro corral se suministró 90% alimento balanceado y 10% FVH, esta repetición finalizó el día 01 de julio 2022.

Producción de forraje verde hidropónico (FVH)

Se utilizó un espacio de 8 metros cuadrados para la adecuación del espacio para la producción del forraje verde hidropónico, se organizó mediante estantes artesanales y se ubicaron bandejas plásticas para almacenar las semillas y dar inicio a la germinación de maíz.

Se ubicó un sistema de riego con tubería de pvc regulado para dar riego cada 4 horas durante el día, y un sistema de drenaje en las bandejas para dar riego desde la bandeja más alta y que esa agua circule por gravedad por medio del drenaje hasta llegar a la bandeja ubicada en la parte inferior del estante.

La siembra de maíz para la producción del forraje verde hidropónico fue de forma escalonada a partir del día 10 de iniciado el experimento para asegurar un alimento de entre 12 a 15 días de edad. El forraje se produjo en las condiciones sugeridas por Méndez & González (2018):

1. Lavado

Las semillas se sumergieron en agua con un 2% de hipoclorito de sodio durante 15 minutos; el objetivo de este lavado fue eliminar la presencia de microorganismos patógenos al cultivo de FVH como hongos y bacterias. Después de este período se drenó el agua, se le aplicó un lavado rápido y se pasó a pre germinación.

2. Pre germinación

La pre germinación asegura un crecimiento vigoroso del FVH porque induce la rápida germinación de la semilla. Después de tratarla, la semilla se trasladó a otro recipiente con agua donde se humedeció durante 24 horas.

Al cumplir 12 horas de este período se extrajo el agua con el objetivo de oxigenarla durante una hora, para evitar el ahogamiento del embrión, así como también para lograr una completa imbibición de las semillas.

En las próximas 12 horas se repite el procedimiento.

Este proceso de humedecimiento se desarrolló en recipientes debidamente cubiertos para mantener una humedad ambiental alta dentro de los mismos.

3. Densidad de siembra

Una vez concluido el proceso de pre germinación, se procedió a desinfectar las bandejas, sumergiéndolas por 15 minutos en un recipiente con una mezcla de 1 ml de cloro por cada litro de agua y después se enjuagaron para evitar daños al grano. Luego se procedió a la siembra utilizando una densidad de 3.6 kg/m² de semilla por bandeja. A partir de este momento, las bandejas serán cubiertas totalmente con plástico negro adherido por un período de 5 días para acelerar su crecimiento inicial.

4. Riego del cultivo

Durante todo el período de establecimiento del forraje, el riego se aplicó de manera regulada cada 4 horas durante el día, asegurando una aspersion en todas las bandejas mediante gravedad.

Tratamientos

El ensayo implementó dos tratamientos experimentales en el predio rural y un tratamiento adicional para comparar la eficiencia productiva actual de las familias rurales en la producción de pollo de engorde y analizó con los resultados obtenidos en los dos tratamientos experimentales.

- Tratamiento con 10% forraje verde hidropónico y 90% alimento balanceado
- Tratamiento con 25% forraje verde hidropónico y 75% alimento balanceado
- Tratamiento sin forraje verde hidropónico, 100% alimento balanceado

Variables cuantificadas

1. Consumo de alimento

El consumo del alimento para cada tratamiento se registró día a día con corte semanal. El alimento correspondiente a cada unidad experimental se pesó y fue distribuido en los respectivos comederos discriminando si es FVH o alimento balanceado.

$$\text{Consumo de alimento} = \frac{\text{Alimento suministrado} - \text{sobras}}{\text{Número de animales}}$$

2. Ganancia de peso

Se pesó semanalmente los 30 pollos de cada uno de los tratamientos, promediando el peso para cada tratamiento.

Para determinar el valor de ganancia semanal de peso, se restó el valor del peso promedio de las aves de la semana anterior al valor del peso promedio de las aves de la semana actual.

$$\text{Ganancia de peso} = \text{Peso promedio semana actual} - \text{Peso promedio semana anterior}$$

3. Porcentaje de mortalidad

Se registró diariamente la cantidad de aves al iniciar el día y al finalizar el mismo día para tener un índice numérico de la relación entre el número de muertes que se producen en un período de tiempo y el número total de individuos de la población de pollos de engorde.

$$\text{Porcentaje de mortalidad} = \frac{\text{Número de aves muertas}}{\text{Número total de aves}} \times 100$$

4. Índice de conversión alimenticia

Para el índice de conversión se tomó el valor del consumo de alimento acumulado ave del periodo correspondiente y se dividió por el peso promedio del ave que correspondía al mismo periodo o semana.

Se tuvo en cuenta la sumatoria del alimento de FVH y de alimento balanceado para calcular el alimento acumulado

$$\text{Índice de conversión alimenticia} = \frac{\text{Consumo de alimento acumulado por ave}}{\text{Peso promedio por ave}}$$

5. Análisis económico de costo beneficio

Es la utilización de factores de producción en combinaciones de menores costos, en consumo, asignación de costos que maximicen la satisfacción del productor.

Se determinó a través de la cuantificación y categorización del ingreso monetario por kilogramo de pollo que se produjo al finalizar el ciclo, restándole a este dato los costos totales de materia prima y de producción en la explotación de pollo de engorde.

Costo beneficio de familia rural =

(libras totales producidas de pollo X precio de libra pollo) – Costos totales de producción

Adicionalmente se utilizó una segunda fórmula para determinar la eficiencia económica a través del Índice Ingalls-Ortiz (IOR), sugerido por Ingalls y Ortiz (2007); este índice constituye un complemento de los costos contables que permite calcular de manera rápida la utilidad desde un punto de vista económico en las granjas de pollos de engorde cuando se finaliza un ciclo productivo.

IOR = Ingreso total/Costos de producción

Los resultados del índice IOR se pueden interpretar de tres formas básicas:

- Si el resultado es mayor a 1, se obtuvo utilidad económica.
- Si el resultado es igual a 1, está en punto de equilibrio, es decir no pierde ni gana.
- Si el resultado es menor a 1, se perdió dinero en el ciclo productivo.

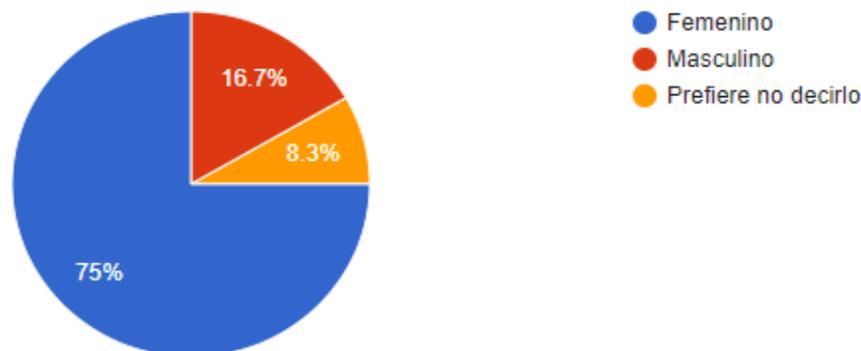
Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de la sostenibilidad de la producción de pollos de engorde en las familias rurales utilizando forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays* L) como suplemento alimenticio.

Caracterización de los sistemas de producción de pollos de engorde en la economía de las familias rurales

Se desarrolló una encuesta para establecer las condiciones de la producción de pollo de engorde en las familias rurales del municipio de Manzanares, Caldas. Para esta encuesta se obtuvo 24 respuestas de personas que han desarrollado sistemas de producción rural y familiar, arrojando los siguientes resultados:

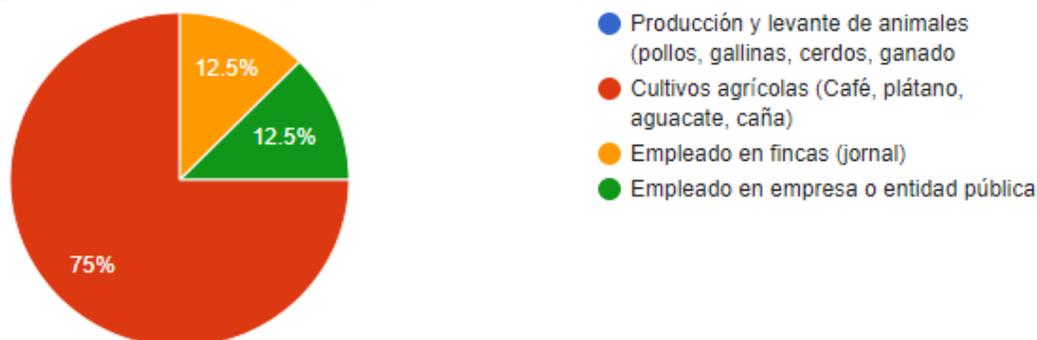
- **Esquema 1: Distribución del Género de los productores de pollo de engorde en el ...**



Fuente: Elaboración propia

El Esquema 1 evidencia una marcada representación del género femenino en la producción de pollo de engorde en la zona rural, generando impacto en las actividades propias del quehacer de las viviendas rurales. Se refleja que las labores de la producción de animales, que en este caso es pollos de engorde se fundamenta en las mujeres y según la encuesta, las madres son las responsables en gran porcentaje de dichas labores.

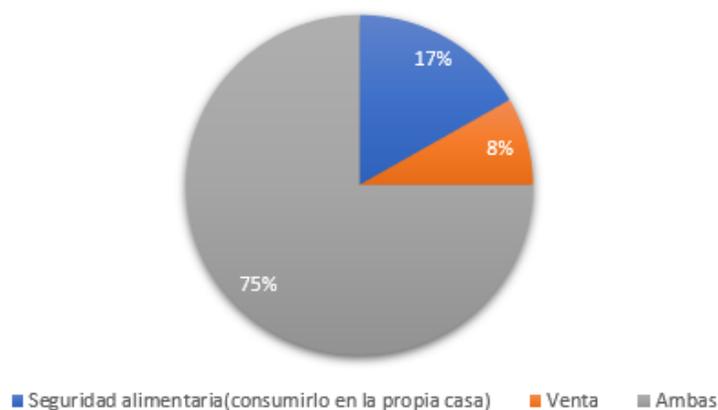
- **Esquema 2: ¿Cuál es la principal fuente de ingresos económicos en la familia?**



Fuente: Elaboración propia

El Esquema 2 demuestra que la producción de pollos de engorde no es una actividad económica principal en familias rurales, la producción de cultivos agrícolas representa la primera fuente de ingresos dando lugar a consideraciones adicionales en este sistema de producción de pollo de engorde como lo puede ser seguridad alimentaria e ingresos esporádicos a las madres de familia, corroborando lo expresado por la FAO (2006).

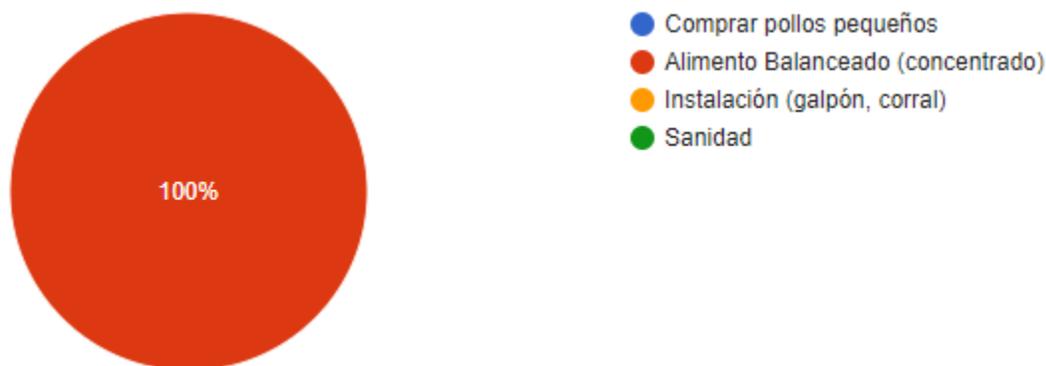
- **Esquema 3: ¿Cuál es su objetivo al producir pollos de engorde?**



Fuente: Elaboración propia

El Esquema 3 nos muestra que el objetivo productivo que las familias rurales tienen con la producción de pollos de engorde es la satisfacer sus necesidades de proteína animal, y a medida que cumplen éstas, generan un beneficio adicional al comercializar algún individuo que produjeron en su predio y obtener así una compensación económica, este análisis concuerda con lo presupuestado con el objetivo de desarrollo sostenible número 2, el cual contribuye a mitigar el hambre y a generar espacios de producción agropecuaria.

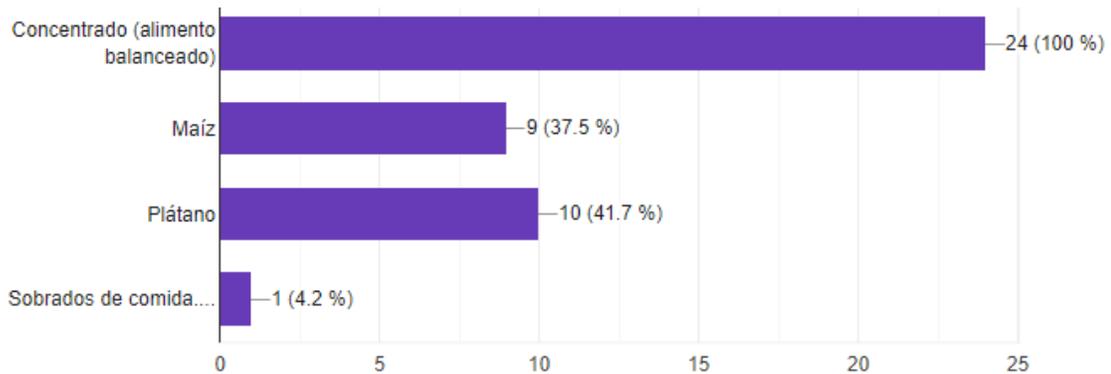
- **Esquema 4: ¿Cuál es el mayor costo que usted considera que se genera al producir pollo de engorde?**



Fuente: Elaboración propia

Los resultados mostrados en Esquema 4, concuerdan con lo mencionado según Cotes et al, (2005), donde la sostenibilidad de la producción agropecuaria se ha menguado, ocasionando gran dependencia hacia otras industrias, ocasionando sobrecostos en insumos y en general en la producción agropecuaria.

- **Gráfico 1: ¿Qué tipo de alimento suministra a los pollos?**



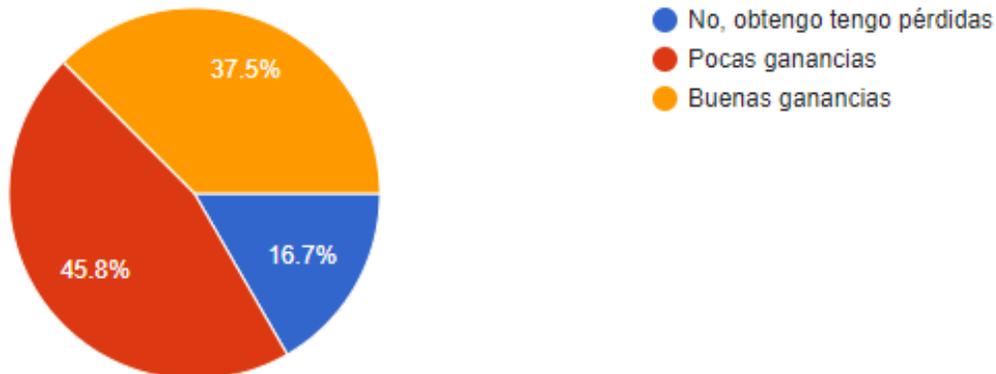
Fuente: Elaboración propia

El gráfico 1 presenta una pregunta con varias opciones de respuesta, donde las 24 personas que respondieron la encuesta, concuerdan que suministran alimento balanceado, otras personas (nueve) manifestaron que también le suministran grano maíz a los pollos de engorde.

Otras 10 personas expresaron que suministran aparte de alimentos balanceado, plátano maduro a los pollos de engorde.

El gráfico 1 evidencia que las personas dedicadas a la producción de pollos en zona rural buscan alternativas de alimentación para completar la ración de los animales en producción.

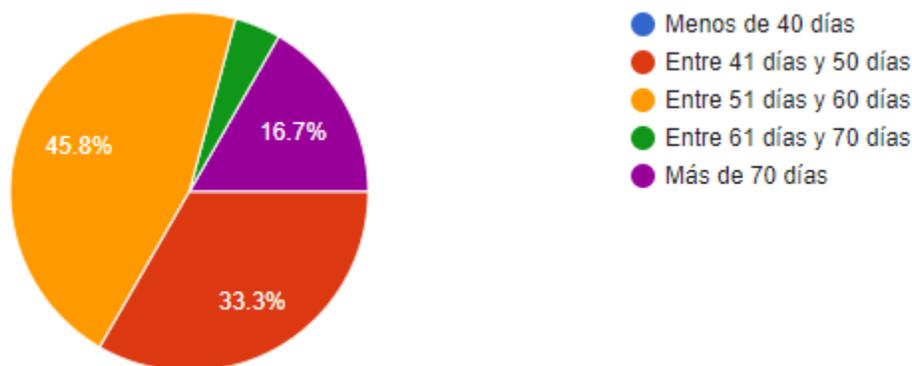
- **Esquema 5: Después de producir y vender o consumir el pollo de engorde, ¿obtiene ganancias económicas?**



Fuente: Elaboración propia

Del esquema 5 podemos analizar que existe una diversidad en los resultados productivos de las familias rurales, donde haciendo relación se podría determinar que está directamente relacionado los resultados de ganancias con las alternativas alimenticias implementadas en los ciclos productivos.

- **Esquema 6: ¿Cuántos días se demoran los pollos que usted produce en estar listos para venta o consumo? (sumándole los días de edad que tenían cuando los compró)**



Fuente: Elaboración propia

Los resultados del esquema 6, nos reflejan que las familias rurales acostumbran a terminar los procesos de producción de pollo de engorde entre los 51 días a 60 días, se demoran unos días más en comparación con lo que reporta Sáenz, 2018; ya que según la referenciada la terminación del ciclo se puede dar entre los 41 días a 50 días.

Determinar la eficiencia productiva del forraje verde hidropónico en la suplementación alimenticia de pollos de engorde en predios rurales.

Se estableció en un registro el consumo semanal del alimento de FVH suministrado a los pollos de engorde, estableciendo el suministro de éste a partir del día 22 de edad de los pollos, registrándose de la siguiente forma:

Tabla 1: Consumo semanal de alimento 10% FVH en Kg de pollos de engorde

10% FVH				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
FVH suministrado Kg	3,3	3,9	4,5	5,4
FVH retirado (sobras) Kg	1,23	0,74	0,12	0
Total FVD consumido Kg	2,07	3,16	4,38	5,4
Total Kg	15,01			

Fuente: Elaboración propia

90% Alimento balanceado				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Alimento Balanceado suministrado Kg	32,4	37,8	45,9	45,9
Total Kg	162,00			

Fuente: Elaboración propia

En el conglomerado del primer cuadro, se organizan los datos tomados del registro de alimentación de FVH a un 10% de la ración recomendada para los pollos de engorde, combinándolo con una ración de 90% de alimento balanceado para poder satisfacer las necesidades de los animales en estudio, haciendo la comparación con Saézn, 2018; De Milagros & Borge 2019, donde realizaron tratamientos similares, pero con distintos porcentajes de aplicación.

Tabla 2: Consumo semanal de alimento 25% FVH en Kg por los pollos de engorde

25% FVH				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
FVH suministrado Kg	8,25	9	9,75	11,25
FVH retirado (sobras) Kg	1,89	0,91	0,23	0
Total FVH consumido Kg	6,36	8,09	9,52	11,25
Total Kg	35,22			

Fuente: Elaboración propia

75% Alimento balanceado				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Alimento Balanceado suministrado kg	24,75	31,5	38,25	38,25
Total Kg	132,75			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Consumo semanal de alimento 100% alimento balanceado en Kg de pollos de engorde

100% Alimento balanceado				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Alimento Balanceado suministrado Kg	33	39	48	48
Total Kg	168,00			

Fuente: Elaboración propia

Al hacer la comparativa de los tres tratamientos propuestos, se evidencia que tratamiento con el 100% de alimento balanceado (sin suministro de forraje verde hidropónico) es el que refleja menor cantidad de alimento consumido, en comparación con los otros dos tratamientos, que al hacer la sumatoria de los kilos de alimento balanceado y kilos de FVH son mayores, concordando con datos reportados por Tello, (2014).

Tabla 4: Análisis de varianza de la ganancia media final de pollos alimentados a base de concentrado y FVH

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	147725,2622	2	73862,63111	29,8215133	0,000763639	5,14325285
Dentro de los grupos	14860,94222	6	2476,823704			
Total	162586,2044	8				

P > 0.05: no existen diferencias estadísticas; P < 0.05: existen diferencias estadísticas, P < 0.01: existen diferencias altamente significativas

Al existir diferencia estadística significativa (P < 0.05) entre los tratamientos del presente estudio, se procedió a realizar la prueba comparación de medias a partir de la prueba de Tukey, siendo los resultados los detallados en la siguiente Tabla:

Tabla 5: Prueba Tukey de los tratamientos en el engorde de pollo alimentados a base de alimento balanceado y FVH

Tratamiento	Promedio	Grupo
FVH 10%	201,066667	a
FVH 25%	108,133333	b
100% Alim. Balan	309,2	a

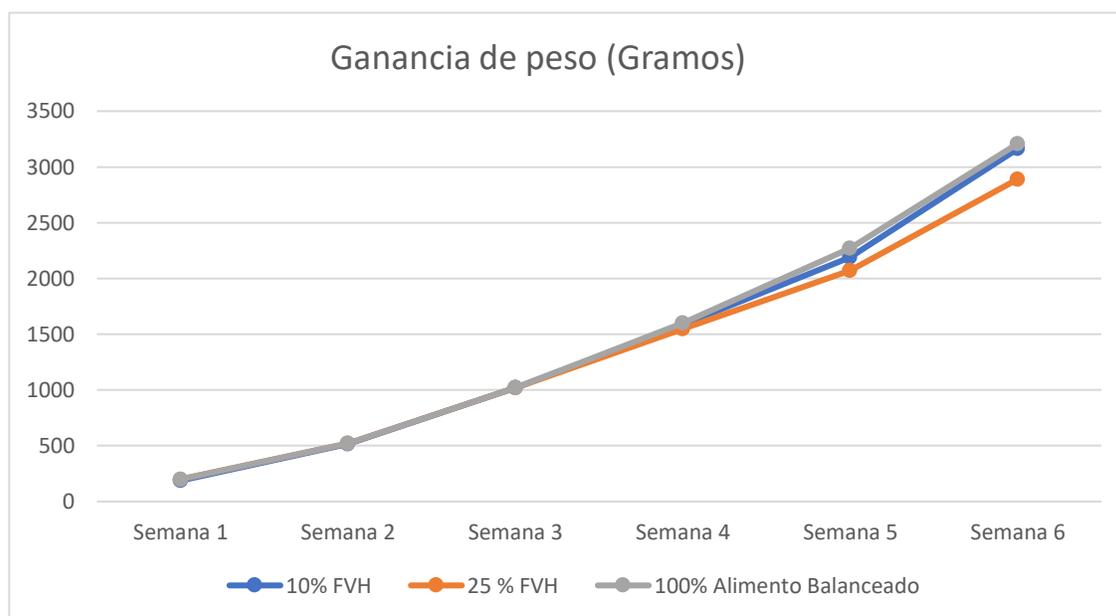
Valores entre columnas con las letras diferentes son estadísticamente diferentes (P < 0,05) de acuerdo a la prueba de separación de medias de Tukey

Fuente: Elaboración propia

Las diferencias estadísticas en la ganancia de peso de los pollos en los tratamientos, se centra en el tratamiento con 100% alimento balanceado con el tratamiento de 25% FVH y 75% alimento balanceado, concordando con los datos suministrados por Quimi, (2021), Adicionalmente se evidencia que no hay diferencia estadística entre estos tratamientos con el tratamiento de 10% FVH y 90% alimento balanceado, igualando lo experimentado por

Bedoya; et al., (2022), donde menciona que el hecho de no encontrarse diferencia significativa en la ganancia de peso entre los animales que recibieron alguno de los tratamientos, con los animales que recibieron el tratamiento control (100% alimento balanceado) representan un resultado sumamente favorable puesto que significa que la sustitución de la dieta usual con un porcentaje de FVH es factible en la producción del pollo de engorde

Esquema 7: Ganancia de peso de los pollos de engorde según % de sustitución del alimento balanceado por FVH



Fuente: Elaboración propia

El esquema 7 refleja una separación de los tratamientos referenciados con la ganancia de peso, el que obtuvo un mayor rendimiento en ganancia de peso, fue el tratamiento que se suministró totalmente alimento balanceado alcanzando un peso promedio final de 3,208 gramos, seguido del tratamiento con 10% de FVH con un promedio de peso final de 3129 gramos y terminando con el tratamiento donde se aplicó el 25% de FVH con un promedio de peso final de 2.890 gramos. Datos similares reportaron Saézn, (2018) y Tello, (2014). Donde se puede analizar que el contenido de proteína del alimento balanceado favorece su absorción en los pollos de engorde, generando reacciones positivas en el rendimiento de canal y por consiguiente en ganancia de peso.

Según Gilbert, (2016). Tanto el déficit como el exceso de proteína en las raciones pueden producir problemas, implica un desequilibrio nutritivo que induce a una disminución del consumo de ración y una baja en la producción. Y Nutri news, (2021), la fibra en exceso también puede ser un consecuente de la baja productividad ya que se puede deber a la alta viscosidad en el tracto gastrointestinal (TGI) a consecuencia de la fibra, los pollos pueden

deprimir la digestibilidad de los nutrientes ya que está asociada con la inhibición de la secreción de enzimas digestivas en el TGI, los cuales fueron citados por Quimi, (2021).

Tabla 6: Conversión alimenticia de carne de pollo según el porcentaje de sustitución del alimento balanceado por FVH

Conversión Alimenticia			
Descripción	10% FVH	25% FVH	100% Balanceado
Consumo total alimento (kg)	170,10	177,42	168,00
Peso total del lote (kg)	94,86	86,7	96,24
Conversión alimenticia final	1,79	2,05	1,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Análisis de varianza de los tratamientos en el engorde de pollo alimentados a base de alimento balanceado y FVH

ANÁLISIS DE VARIANZA		<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>					
Entre grupos	0,108565421	2	0,0542827	7,48595E-06	0,99999251	5,14325285
Dentro de los grupos	43507,69056	6	7251,2818			
Total	43507,79913	8				

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el análisis estadístico de la conversión alimenticia (Ver Tabla 6) en el experimento, arroja resultados que no son estadísticamente significativos y conservan una homogeneidad de varianzas entre las conversiones alimenticias de los pollos con los tratamientos en el trabajo de campo.

En la Tabla 6 nos muestra que el alimento balanceado tuvo un mejor rendimiento en la conversión alimenticia de los pollos de engorde en comparación con los otros tratamientos desarrollados en el estudio. Ya que evidencia un menor consumo de alimento y una mejor ganancia de peso en la parvada. Esto corrobora estudios previos donde se demuestra que el FVH se caracteriza por su alta palatabilidad y digestibilidad, presentando un buen nivel, de proteínas, pero no son suficientes para remplazar al concentrado comercial (Saézn, 2018).

Al finalizar el estudio, los resultados obtenidos en el tratamiento de sólo alimento balanceado generaron una tasa de conversión alimenticia menor (que es más favorable) que la de los tratamientos donde se implementó FVH, relacionando de forma correcta lo expuesto por De Milagros & Borge (2019).

Análisis de eficiencia económica

Tabla 8: Comparación costos de producción, ingresos y eficiencia económica por ave durante el ciclo para cada % de sustitución de alimento balanceado por FVH

Concepto	Tratamientos		
	100% Balanceado	10% FVH	25% FVH
Alimento levante	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Alimento Engorde	\$ 744.000	\$ 648.000	\$ 540.000
FVH	\$ -	\$ 29.708	\$ 70.440
Costo producción / pollo	\$ 29.800	\$ 27.590	\$ 25.348

Concepto	Tratamientos		
	100% Balanceado	10% FVH	25% FVH
Peso promedio pollo (lbr)	7,07	6,96	6,4
Precio	\$ 6.000	\$ 6.000	\$ 6.000
Ingreso/ Pollo	\$ 42.396	\$ 41.789	\$ 38.194

Concepto	Tratamientos		
	100% Balanceado	10% FVH	25% FVH
Ingresos Totales	\$ 42.396	\$ 41.789	\$ 38.194
Costos Totales	\$ 29.800	\$ 27.590	\$ 25.348
Ganancia/ Pollo	\$ 12.596	\$ 14.198	\$ 12.846
Índice IQR	1,42	1,51	1,51

Fuente: Elaboración propia

La anterior tabla refleja la diferencia entre los costos y los ingresos generados de la labor de producción de pollo de engorde, al analizarla se puede notar que el tratamiento con el 100% de alimento balanceado genera una mayor ganancia que los otros dos tratamientos, pero al contrastarlo con los costos, se puede evidenciar que el que puede generar mayor beneficio es el tratamiento con el 10% de FVH, ya que los costos al finalizar son menores y genera una mayor eficiencia económica.

Eficiencia económica en la producción de materia prima

Durante el análisis y trabajo de campo desarrollado en la evaluación del efecto del forraje verde hidropónico de maíz en el municipio de Manzanares, se pudo reconocer prácticas que contribuyen con la eficiencia económica y productiva del ciclo. Una de las características a resaltar fue la utilización de semilla de maíz propio de la zona para la elaboración del forraje verde hidropónico producido en el predio donde se realizó el experimento y en predios vecinos.

La producción local de maíz tiene un valor aproximado de \$2.500 - \$3,000 por kilogramo, se aprovecha la mano de obra utilizada para los cultivos permanentes establecidos y ayudar a las labores culturales del maíz.

Con este grano se debe tener un trato muy cuidadoso al momento de realizar el desgrane de la mazorca, en el caso que no se seleccione bien la semilla, los riesgos en la germinación van a ser mayores, ya que si el grano está fisurado o tiene compromiso físico que afecte la integridad del maíz no va a germinar y pondrá en riesgo el proceso productivo del forraje verde hidropónico.

Este cultivo de maíz genera un aliciente en la sostenibilidad de los productores, ya que se asocia con otros cultivos como es el café, plátano y aguacate, contribuyendo enormemente al manejo adecuado de recursos, a la seguridad y soberanía alimentaria local.

Conclusiones

- La producción de pollo de engorde en las familias rurales es una alternativa productiva que contribuye a la seguridad alimentaria de sus miembros y a suplir necesidades económicas básicas, donde las mujeres del núcleo familiar son las principales encargadas de las labores productivas
- La producción de pollo de engorde no es la principal fuente de ingresos en las familias rurales, este tipo de producción animal contribuye a satisfacer necesidades de autoconsumo como proteína animal en la alimentación familiar e ingresos esporádicos para las mujeres madres de familia. El ciclo productivo del pollo de engorde en los predios de las familias rurales del municipio de Manzanares inicia con la compra de los pollitos de 15 a 20 días de nacidos y el periodo de permanencia de éstos en ciclo, es hasta completar los 60 días de edad.
- Las principales características de la producción de pollos de engorde en las familias rurales del municipio de Manzanares son de tipo de autoconsumo, las cantidades promedio de aves por ciclo son de 6 a 10 aves, procuran combinar y suplementar la alimentación balanceada con productos de la región como plátano y maíz, este tipo de producción contribuye al desarrollo económico de la mujer y madre rural.
- La inclusión del forraje verde hidropónico de maíz en un 10% reduce los costos de alimentación sin afectar la ganancia de peso, por lo que mejora la eficiencia productiva, contribuyendo a una producción sostenible de los pollos de engorde en los predios de las familias rurales del municipio de Manzanares.

- El consumo de alimento para los tratamientos de forraje verde hidropónico fueron de 162 kilos (5,4 kg por cada pollo) de alimento balanceado y 14,85 kg de FVH (0,495 kilo por cada pollo) para el tratamiento de 10% FVH; 132,75 kilos de alimento balanceado (4,425 kilos por cada pollo) y 35,22 kilos de FVH (1,174 kilos por cada pollo) para el tratamiento de 25% FVH; mientras que el consumo del tratamiento testigo de 100% alimento balanceado se estimó en 168 kilogramos (5,6 kilogramos por cada pollo).
- El peso final de los pollos presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) en los tratamientos de 25% FVH (2.890 gramos) y el tratamiento testigo de 100% alimento balanceado (3.208 gramos) y no se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) de los tratamientos de 100% alimento balanceado, 25% FVH con el tratamiento de 10% FVH (3.129 gramos).
- Se mostró una mejor conversión alimenticia de los pollos en el tratamiento de 100% alimento balanceado, pero estadísticamente conserva una homogeneidad de varianzas entre las conversiones alimenticias de los tratamientos del experimento.
- La eficiencia económica de la producción de pollos de engorde en los predios de las familias rurales se determinó mediante la relación de costo beneficio, donde la implementación de FVH en la alimentación contribuyó a disminuir los costos de los insumos de alimento, pero sacrificando un poco el peso en libras del pollo en el mismo tiempo del ciclo productivo.
- La sustitución de forraje verde hidropónico de maíz es de gran viabilidad en un 10% de sustitución, sin afectar características del pollo, eficiencia y productividad evidenciado en el análisis estadístico.
- El sustituir a un 25% el forraje verde hidropónico también es viable, pero es aconsejable realizar este proceso después de estandarizar los procesos de semilla y riego.

Recomendaciones

- La estandarización de los procesos puede dificultar el continuo éxito en las producciones agropecuarias rurales y familias, ya que requiere de tiempos específicos para la aplicación de riegos y los recursos para sistematizar son escasos cuando se realiza labores individuales y no colectivas.
- Fortalecer procesos de cultivos asociados para la reproducción de semilla utilizable en la producción de forraje verde hidropónico.
- Evaluar el efecto de forraje verde hidropónico en otras especies de la zona que fortalezcan la unidad familiar rural de forma sostenible.

Referencias bibliográficas:

- Bedoya, M. 2022. Efecto del forraje verde hidropónico suplementado con un probiótico sobre el comportamiento productivo y la calidad nutricional del pollo de engorda. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 25. <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/3905/1754>
- Cotes, A. et al. 2005. El problema de la sostenibilidad dentro de la complejidad de los sistemas de producción agropecuarios. Universidad Nacional de Colombia. <http://bdigital.unal.edu.co/26625/1/24241-84906-1-PB.pdf>
- De los Milagros, C. Borge, M. 2019, Evaluación de la inclusión de forraje verde hidropónico a base de maíz (*Zea mays*) en pollos de engorde en el Centro de prácticas San Isidro Labrador de la Universidad Nacional Agraria Sede Regional Camoapa, durante el período noviembre a diciembre 2018. [Trabajo de grado], Repositorio Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/4062/1/tnl02d812i.pdf>
- FAO. 2006. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Forraje verde hidropónico. <http://www.fao.org/docrep/fao/field/009/ah472s/ah472s03.Pdf>.
- Gilbert, P. 2016, Proteínas y aminoácidos, El sitio Avicola. Disponible en: <https://www.elsitioavicola.com/articles/2846/proteinas-y-aminoacidos/>
- Ingalls, F. Ortíz, A. 2007. Eficiencia técnica y económica en la producción avícola de pollo de engorda. Facultad de estudios superiores Cuautitlán. Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/63-eficiencia_tecnica_economica.pdf
- Junta Directiva al Congreso de la República. 2018. Coyuntura del sector agropecuario colombiano. Informe de la Junta Directiva al Congreso de la República. <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/informe-congreso-marzo-2018-recuadro-2.pdf>
- López, J. 2016. La industria de los alimentos balanceados en Colombia. Análisis de la oferta y tendencias del mercado nacional de materias primas. Universidad de La Salle, facultad de ciencias agropecuarias programa de zootecnia. Bogotá D.C. [Trabajo de grado]. Repositorio Universidad de La Salle: <https://ciencia.lasalle.edu.co/zootecnia/31>
- Méndez, A. González, V. 2018. Evaluación de dos fertilizantes orgánicos en la producción de forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) en el Centro de Prácticas San Isidro de la UNA Camoapa, durante el período de enero-marzo, 2018. [Trabajo de grado], Repositorio Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/3757/1/tnf04m538.pdf>
- Nutri news 2021, Efectos de la utilización de fibra en la dieta para pollos de engorde, nutriNews, la revista de nutrición animal. <https://nutricionanimal.info/efectos-de-la-utilizacion-de-fibra-en-la-dieta-para-pollos-deengorde/>
- Peñaranda, G. 2008. Análisis del sector agropecuario colombiano en el contexto de la problemática social latinoamericana. Universidad de Pamplona. <https://ojs.unipamplona.edu.co/ojsviceinves/index.php/face/article/view/1814/1914>
- Quimi, F. 2021. Comportamiento productivo de pollos de engorde con la inclusión de diferentes niveles de forraje hidropónico de maíz en la alimentación. [Trabajo de

- grado]. Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6358/1/UPSE-TIA-2021-0075.pdf>
- Saénz, A. 2018. Producción sostenible de pollo de engorde utilizando forraje verde hidropónico a base de avena (avena sativa l.) En el municipio de Sachica, Boyacá. [Trabajo de grado]. Repositorio Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/21616/1055670072.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 - Tello, G. 2014. Informe final, Evaluación del Forraje Verde Hidropónico en la sostenibilidad de explotaciones pecuarias como alternativa de Desarrollo Rural de Guatemala. Consejo nacional de ciencia y tecnología -concytsecretaria nacional de ciencia y tecnología -senacytfondo nacional de ciencia y tecnología -fonacytcentro universitario de sur-occidente universidad de san carlos de Guatemala. <https://docplayer.es/26292531-Evaluacion-del-forraje-verde-hidroponico-en-la-sostenibilidad-de-explotaciones-pecuarias-como-alternativa-de-desarrollo-rural-de-guatemala.html>