



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TEMA:

**Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz como
suplemento alimenticio en cerdos F1 en crecimiento en Finca
Experimental Universitaria San Isidro, prov. del Guayas.**

AUTOR:

Morocho Gonzalez, Galo Elian

**Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del
título de INGENIERO AGROPECUARIO**

TUTORA:

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, MSc.

**Guayaquil, Ecuador
18 de febrero del 2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente Trabajo de Integración Curricular, fue realizado en su totalidad por **Morocho Gonzalez, Galo Elian**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**.

TUTORA

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, MSc.

DIRECTORA DE LA CARRERA

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefania, M.Sc.

Guayaquil, a los 18 del mes de febrero del año 2025



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Morocho Gonzalez, Galo Elian

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz como suplemento alimenticio en cerdos F1 en crecimiento en Finca Experimental Universitaria San Isidro, prov. Del Guayas** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 18 del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR

Morocho Gonzalez, Galo Elian



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, Morocho Gonzalez, Galo Elían

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz como suplemento alimenticio en cerdos F1 en crecimiento en Finca Experimental Universitaria San Isidro, prov. Del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 18 del mes de febrero del año 2025

EL AUTOR:

Morocho Gonzalez, Galo Elían



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA

CERTIFICADO DE COMPILATIO

Se revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz como suplemento alimenticio en cerdos F1 en crecimiento en Finca Experimental Universitaria San Isidro, prov. Del Guayas** presentado por el estudiante **Morocho Gonzalez, Galo Elian**, de la carrera de **Agropecuaria**, donde obtuvo del programa COMPILATIO, el valor de 4 % de coincidencias, considerando ser aprobada.

Fuente: COMPILATIO-Usuario Pincay Figueroa, 2025

Certifica

**INFORME DE ANÁLISIS**
magister

Morocho Gonzalez, Galo UTE
B2024 18-02

4%
Textos
sospechosos

0% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes
mencionadas
1% Idiomas no reconocidos
3% Textos potencialmente
generados por IA

Nombre del documento: Morocho Gonzalez, Galo UTE B2024 18-02.doc ID del documento: fb33ecab53f08ad0d1808084c590905f1a15b1d0 Tamaño del documento original: 1,21 MB Autores: []	Depositante: Paola Estefania Pincay Figueroa Fecha de depósito: 18/2/2025 Tipo de carga: Interface fecha de fin de análisis: 18/2/2025	Número de palabras: 5304 Número de caracteres: 32.939
---	---	--

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía, MSc.

TUTORA

AGRADECIMIENTO

Primero a Dios, por darme salud, sabiduría para poder cumplir con este objetivo que he planteado. A mi papá, por el esfuerzo que hizo para darme una buena educación; a mi madre, por los buenos consejos que me dio y a mi familia, por la confianza y apoyo que me dieron durante este camino.

DEDICATORIA

A Dios, por ser el guía en este camino y que sin él por delante nada de esto sería posible. También quiero hacer una mención especial para una persona que ya no se encuentra entre nosotros y que sé que estaría contento de lo que he logrado.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefania, M.Sc.
TUTORA

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefania, M.Sc.
DIRECTORA DE CARRERA

Ing. Caicedo Coello, Noelia Carolina
COORDINADORA DE TITULACIÓN



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROPECUARIA**

CALIFICACIÓN

Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefania, M.Sc.
TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general.	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1 Producción porcina en Ecuador	4
2.2 Raza F1.....	4
2.3 Anatomía digestiva del Cerdo	5
2.3.1 Necesidades nutricionales de los cerdos en crecimiento.	5
2.4 ¿Qué es el Forraje verde hidropónico de maíz (FVHM)?	7
2.4.1 Selección de semillas.	8
2.4.2 Dosis de siembra.....	8
2.4.3 Lavado y desinfección de la semilla.	8
2.4.4 Germinación.	8
2.4.5 Riego	9
2.4.6 Composición nutricional del FVHM.....	9
2.5 Beneficios del FVHM.....	9
2.6 Factores relacionados al desarrollo de FVH.....	10
2.7 Técnicas de producción de FVHM	10
2.7.1 Raíz flotante.	10
2.7.2 Forraje verde.	11
2.8 FVHM como alimento para animales	11
2.9 Efectos del FVHM en la producción porcina.....	11
3 MARCO METODOLÓGICO.....	13
3.1 Ubicación.....	13
3.2 Materiales.....	13
3.3 Tipo de investigación y manejo del experimento.....	14
3.4 Diseño experimental y tratamientos	14
3.5 Variables evaluadas	15
3.5.1 Consumo de balanceado.....	15
3.5.2 Peso de los lechones kg.....	16
3.5.3 Ganancia de peso kg (semanal y total).	16
3.5.4 Costos de alimentación.	16

3.6 Manejo de los animales experimentales	16
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1 Consumo del balanceado	18
4.2 Peso de los lechones	20
4.3 Ganancia de peso kg (semanal y total)	21
4.4 Costos de producción.....	24
5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
5.1 Conclusiones.....	27
5.2 Recomendaciones.....	28
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos nutricionales para cerdos en etapa de crecimiento	7
Tabla 2. Requerimientos nutrientes	7
Tabla 3. Consumo de alimentos por cerdo y por tratamiento (kg*día).....	14
Tabla 4. Tabla nutricional del balanceado comercial.....	15
Tabla 5. Consumo de alimentos por cerdo y por tratamiento (kg/día)	15
Tabla 6. Análisis de muestra de FVH	15
Tabla 7. Detalles de los animales experimentales.....	17
Tabla 8. Cronograma de vacunación.....	17
Tabla 9. Peso de lechones	20
Tabla 10. Peso de lechones Tratamiento 1	20
Tabla 11. Peso de lechones Tratamiento 2	21
Tabla 12. Análisis Económico.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del ensayo	13
Figura 2. Consumo total del lote por semana	18
Figura 3. Consumo semanal por cerdo	19
Figura 4. Peso total por semana	22
Figura 5. Ganancia de peso	23

RESUMEN

La presente tesis está centrada en evaluar el forraje verde hidropónico (FHV) de maíz como suplemento alimenticio en cerdos F1 en crecimiento en la Finca experimental Universitaria San Isidro, provincia del Guayas. Los resultados demostraron que ambos tratamientos, T1 y T2, presentaron un aumento constante en el peso total por semana durante las nueve semanas de observación, sin diferencias significativas. El consumo promedio diario de alimento fue similar en ambos grupos, con una buena aceptación del FVH de maíz con un rechazo inferior al 5 %. El estudio concluye que la inclusión de FVH de maíz no afecta negativamente la eficiencia en la utilización del alimento y ofrece una alternativa viable y potencialmente rentable para la producción porcina. Los análisis estadísticos corroboran las variaciones en la composición de los tratamientos, ya que no afectan de manera adversa la capacidad de conversión alimenticia. Los hallazgos obtenidos sugieren que el FVH de maíz puede ser utilizado eficazmente en la alimentación de cerdos en crecimiento, proporcionando una opción sostenible y nutritiva en la formulación de dietas para porcinos.

Palabras Claves: Dietas porcina, Forraje verde hidropónico de maíz (FVHM), Rendimiento productivo, Suplemento alimenticio

ABSTRACT

This thesis is focused on evaluating hydroponic green fodder (HFF) from corn as a feed supplement in growing F1 pigs at the San Isidro University Experimental Farm, Guayas province. The results showed that both treatments, T1 and T2, showed a constant increase in total weight per week during the nine weeks of observation, with no significant differences. The average daily feed consumption was similar in both groups, with a good acceptance of the corn HGF and a rejection rate of less than 5 %. The study concludes that including corn HGF does not negatively affect feed utilization efficiency and offers a viable and potentially profitable alternative for pig production. Statistical analyses corroborate the variations in the composition of the treatments, as they do not adversely affect feed conversion capacity. The findings suggest that corn HGF can be effectively used in feeding growing pigs, providing a sustainable and nutritious option in the formulation of diets for pigs.

Keywords: Swine diets, Hydroponic green corn fodder (FVHM), Productive performance, Feed supplement

1 INTRODUCCIÓN

El sector porcino en los últimos años ha tomado más fuerza y se ha desarrollado a nivel mundial, en Ecuador, la cerdicultura tiene una aportación en el PIB (Producto interior bruto) agropecuario del 8 % (Guerrero, 2024).

La gran mayoría de las granjas porcinas están ubicadas en las regiones Sierra y Costa, distribuidas entre las provincias; Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas, Pichincha, Manabí y el Oro. Aunque, la porcinocultura se ha visto enfrentada a un desafío crucial como, los altos costos de la alimentación tradicional, los mismos, que representan un desafío para los productores, en el cual su rentabilidad se ve afectada y limita para el desarrollo sostenible del sector porcino.

En este contexto, el forraje verde hidropónico de maíz (FVHM) surge como una alternativa en la alimentación para cerdos en crecimiento. El forraje verde hidropónico de maíz posee un alto contenido de proteínas, nutrientes, carbohidratos, vitaminas y minerales.

La implementación del FVHM se manifiesta como una alternativa prometedora en la alimentación de cerdos en crecimiento, ya que este al ser producido en bandejas con agua y nutrientes sin necesidad de suelo, reduce el uso de tierras y agua, disminuye la dependencia de insumos alimenticios, ayuda a mejorar el bienestar animal, además disminuye el impacto ambiental de la producción porcina.

La cerdicultura juega un papel muy importante en la seguridad alimentaria. La implementación del FVHM no solo fortalece la rentabilidad y sostenibilidad para la producción agrícola, sino que también contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en específico el ODS 2: Hambre cero.

La finalidad de este ODS es ponerle fin al hambre, para lograr la seguridad alimentaria y mejorar la nutrición, mientras se promueve una

agricultura sostenible. El FVHM expresa una transformación favorable para el sector porcino, la implementación además de garantizar el crecimiento sostenible, contribuye para llevar a cabo los objetivos globales de la seguridad alimentaria y desarrollo sostenible.

Por lo expuesto, los objetivos planteados para la investigación fueron:

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general.

Evaluar el efecto del forraje verde hidropónico de maíz como suplemento alimenticio en el rendimiento productivo en cerdos F1 en crecimiento en la Finca Experimental Universitaria San Isidro, prov. del Guayas.

1.1.2 Objetivos específicos.

- Determinar el efecto del FVH de maíz sobre el consumo de alimento, la ganancia de peso diaria y la eficiencia productiva de los cerdos en crecimiento.
- Analizar el consumo involuntario y rechazo del forraje verde hidropónico de maíz por parte de los cerdos en crecimiento.
- Comparar la rentabilidad económica de la producción porcina utilizando FVH de maíz como suplemento alimenticio.
- Determinar los costos de ambos tratamientos por concepto de alimentación.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Producción porcina en Ecuador

En Ecuador el mercado porcino en la economía nacional forma un papel importante por su producción y consumo, siendo capaz de abastecer al mercado nacional. La producción de cerdos en el país está direccionada al mercado interno donde la mayoría de los sistemas se mantienen en pequeña y mediana escala. Las granjas tecnificadas solo suplen la demanda de las cadenas de supermercados, la producción porcina contribuye al 2 % del PIB y genera empleos directos e indirectos (Ganchozo, 2022).

Según la Asociación de Porcinocultores del Ecuador (ASPE, 2017), comentan que entre el año 2010 al 2017 el sector porcino ecuatoriano creció un 40.9 %, la producción paso de 95 mil a 161 mil toneladas, para el año 2018 aumentó la producción a 173 mil toneladas, este crecimiento se justifica por la apuesta de los productores a la optimización de recursos y generar más competitividad desde aspectos sociales económicos y sanitarios.

Aguirre (2022), comenta que los cerdos son reconocidos por ser superiores a la mayoría de los animales de granja en referencia económica y eficiencia, porque estos convierten los productos agrícolas en carne comestible, es ahí donde radica la importancia del ganado porcino, por su poder transformador de alimentos vegetales en proteína animal.

A nivel nacional el número de cabezas de ganado porcino entre machos y hembras fue de 1'934 620. Además, que se determinó que la producción de cerdos al nivel de país cuenta con 116 millones de cabezas de ganado existente, el 44.05 % es de múltiples razas, el 26.73 % mestizo y el 29.22 % criollo (Ganchozo, 2022).

2.2 Raza F1

De acuerdo a Garzón & Rivera (2007), los cerdos F1 son animales de la primera generación resultantes del cruzamiento entre dos razas puras, por

ejemplo, se puede cruzar un cerdo Yorkshire con una cerda Landrace. Los ejemplares F1 heredan un 50 % de los genes de la raza paterna (Yorkshire) y un 50 % de la raza materna (Landrace). Al combinar las cualidades maternas (como prolificidad y la leche) de una raza con las cualidades de carne y crecimiento de la otra, las características del cerdo mejora (De La Cruz, 2022).

Además, manifiestan que los cerdos F1 exhiben un vigor híbrido, lo que significa que son más resistentes a enfermedades, y tienen una mayor tasa de supervivencia y mejoran la conversión alimenticia de los cerdos de raza pura (Garzón & Rivera, 2007).

2.3 Anatomía digestiva del Cerdo

El tracto digestivo es considerado como un tubo que empieza en la boca y termina en el recto. La parte baja de la boca se abre dentro de la faringe, la misma que es el área común para que pase el aire, colgajo de tejido o válvula (paladar blando), que se mueve de forma automática en la que protege la abertura en la tráquea o cuando el animal traga (Valdez, 2024). Las amígdalas del cerdo se encuentran en la parte de arriba del paladar blando. El esófago es el tubo que transporta el pienso a partir de la faringe hacia el estómago (Ponce, 2021).

2.3.1 Necesidades nutricionales de los cerdos en crecimiento.

Los requisitos nutritivos para cubrir las necesidades de mantenimiento y producción que necesitan los porcinos en las diferentes etapas de producción son: Agua, grasa o lípidos, hidratos de carbono, proteína, minerales y vitaminas (Vera & Orley, 2021).

- **Energía:** El calor que se encuentra atrapado en las moléculas de productos como: hidratos de carbono, proteínas y grasas o lípidos, al oxidarse en la digestión animal, suplen las necesidades energéticas necesarias para el mantenimiento del organismo animal, se expresan en kilocalorías.

- **Proteína:** Expresa la cantidad de aminoácidos presente en los alimentos, que deben ser incorporados en la dieta. Existe una relación entre el consumo de energía y la deposición de proteína, la cual explica que, a mayor consumo energético, mayor deposición de proteína.
- **Vitaminas:** Son compuestos orgánicos importantes para el crecimiento, inmunidad, reproducción y mantenimiento de los animales, sus requerimientos diarios son bajos, porque muchas de ellas son producidas por el propio organismo en niveles altos o bajos.
- **Minerales:** Son requerimientos dietarios que tipo inorgánico, que cumplen una serie de funciones. Su deficiencia produce pérdidas productivas y económicas en los establecimientos porcinos. Los esenciales se clasifican en (Calcio, Cloro, Cromo, Cobalto, Cobre, Yodo, Hierro, Magnesio, Manganeso, Molibdeno, Fósforo, Sodio, Potasio, Selenio, Zinc).
- **Agua:** Es un nutriente de gran importancia, obtenido del alimento entre un 4 – 6 %, la asimilación de los nutrientes como hidratos de carbono, grasas y proteínas entre un 5 – 10 % y del agua de bebida entre un 75 – 80 % (Vera & Orley, 2021).

De acuerdo a Vera & Orley (2021), los requerimientos nutricionales para cerdos en la etapa de crecimiento son los siguientes:

Tabla 1.*Requerimientos nutricionales para cerdos en etapa de crecimiento*

Desempeño	REGULAR - MEDIO					MEDIO - SUPERIOR				
Sexo	Macho		Hembra			Macho	Hembra		Macho	
Estado	Castrado		Entera			Castrado	Entera		Enteros	
Intervalo de peso (kg)	30 a 50	50 a 70	30 a 50	50 a 70	30 a 50	50 a 70	30 a 50	50 a 70	30 a 50	50 a 70
Edad (días)	77/91	98/112	77/91	98/112	77/91	98/112	77/91	98/112	77/91	98/112
Peso medio (kg)	40	60	40	60	40	60	40	60	40	60
Ganancia (kg/día)	0.838	0.954	0.774	0.882	0.954	0.954	0.814	0.929	0.864	0.979
Lisina digestible g/día	16.60	19.86	15.82	19.15	19.86	19.86	16.61	20.13	18.02	21.76
Fósforo disponible g/día	5.60	6.08	5.36	6.23	6.08	6.08	5.61	6.54	5.92	6.87
Fósforo digestible g/día	5.42	6.05	5.19	6.05	6.05	6.05	5.44	6.35	5.74	6.66
Energía metabolizable kcal/kg	5619	7729	5309	7109	7729	7729	5222	6998	5216	7054
Energía metabolizable kcal/kg	3250	3250	3250	3250	3250	3250	3350	3350	3350	3350
Energía neta kcal/kg	2430	2470	2430	2470	2470	2570	2500	2540	2500	2540
Consumo	1.729	2.378	1.634	2.187	2.378	2.378	1.559	2.089	1.557	2.106

Nota. Tomado de Vera et al., 2021.

Además, Vera & Orley (2021), estableció los requerimientos de proteína cruda total y digestible, fósforo disponible y digestible, potasio, calcio, sodio y cloro; lo cual se observa en la Tabla 2.

Tabla 2.*Requerimientos nutrientes*

Parámetro	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Proteína cruda total	15.28	13.29	15.41	13.93	15.28	15.28	16.97	15.34	18.41	16.44
Proteína cruda digestible	13.60	11.83	13.71	12.39	13.60	13.60	15.10	13.65	16.39	14.63
Calcio	0.655	0.524	0.663	0.577	0.655	0.655	0.728	0.634	0.769	0.660
Fósforo disponible	0.324	0.256	0.328	0.285	0.324	0.324	0.360	0.313	0.380	0.326
Fósforo digestible	0.314	0.254	0.318	0.277	0.314	0.314	0.349	0.304	0.369	0.316
Potasio	0.451	0.427	0.451	0.427	0.451	0.451	0.465	0.440	0.465	0.440
Sodio	0.185	0.171	0.185	0.171	0.185	0.185	0.190	0.176	0.190	0.176
Cloro	0.175	0.161	0.175	0.161	0.175	0.175	0.180	0.166	0.180	0.166

Nota. Tomado de Vera et al., 2021.

2.4 ¿Qué es el Forraje verde hidropónico de maíz (FVHM)?

El FVH o forraje verde hidropónico es conocido como una tecnología para la producción de biomasa vegetal, la misma que es obtenida mediante

el crecimiento inicial de las plantas en estado de germinación y crecimiento de plántulas mediante semillas viables. El FVH altamente digestible, de buena calidad nutricional e idónea para la alimentación animal. El FVH radica en la germinación de granos (semillas de cereales o leguminosas), y posteriormente al crecimiento bajo condiciones ambientales que son controladas como luz, temperatura y humedad en ausencia del suelo (Sánchez & Guevara, 2020).

2.4.1 Selección de semillas.

Para el forraje verde hidropónico se utiliza principalmente semillas de gramíneas como trigo, avena, maíz, cebada, entre otros. Si estas semillas son obtenidas de alguna tienda agrícola, esto será rentable ya que existe un mayor rendimiento, no obstante, si las semillas son certificadas estas poseen más resistencias a enfermedades (Ramírez & Soto, 2017).

2.4.2 Dosis de siembra.

Para el caso de maíz la dosis debe ser entre 500 – 600 gramos (g) por bandeja, lo que significa que se debe utilizar dos bandejas por kilo de Maíz (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2024).

2.4.3 Lavado y desinfección de la semilla.

Bernabé (2021), menciona que para el lavado de las semillas se propone una solución con hipoclorito de sodio 10 gotas/ L misma que se encarga de neutralizar y terminar con cualquier microorganismo, bacteria o virus maligno presente en las semillas de maíz, las mismas, deben ser sumergidas por 45 a 60 segundos en la solución nutritiva, para que se garantice la viabilidad de la semilla, ya que, si se pasa del tiempo establecido dejaría de servir para cultivos.

2.4.4 Germinación.

Este proceso fisiológico se da en todas las plantas, ya que se produce al romperse la semilla, es por esto que se deben de contar con las condiciones ambientales favorables como temperatura y humedad para garantizar su germinación, con la ausencia de estos factores la semilla se

encuentra en estado de letargo, a partir de esta la radícula empieza a desarrollarse (Guillen et al., 2018).

2.4.5 Riego.

Para llevar a cabo una actividad hidropónica, el agua es de vital importancia, se recomienda el riego por aspersión, por goteo y por capilaridad. Para estos riegos es recomendado en pequeñas instalaciones domesticas que no se asistan de bombas eléctricas o gasolina, ya que el bombeo debe de ser manual con ayuda de micro aspersores, los mismos con los que se pueda diluir el fertilizante o sustrato que se utilizara (Pozo, 2021).

2.4.6 Composición nutricional del FVHM.

Dentro de la composición nutricional del FVHM se encuentra la calidad nutricional del forraje verde hidropónico de maíz aporta materia seca (en base seca) 86.60 – 90.93 %, proteína cruda 9.78 – 19 %, fibra cruda 5.40 – 25.10 %, nutrientes digestibles totales 71.87 – 80.81 % (Tera et al., 2021) energía metabolizable de 3216 kcal/Kg. su digestibilidad oscila del 83 – 90 %, contiene caroteno 24.9 UI/kg, vitaminas del complejo A 48 mg/kg, vitaminas complejo C 45 mg/kg y vitamina E 26.3 UI/kg, además de que aglomera minerales como el calcio 0.104 %, fósforo 0.48 %, magnesio 0.145 %, hierro 213 ppm, zinc 35 ppm y manganeso 310 ppm (Zúñiga, 2019).

2.5 Beneficios del FVHM

Dentro de los beneficios de utilizar FVHM se encuentra el ahorro del agua, ya que al ser un sustrato que puede recircular libremente, haciendo que la planta absorba los nutrientes adecuados por medio de la raíz evitando perdidas por evaporación, infiltración o escorrentía (Badilla, 2022).

Girma & Gebremariam (2018), mencionan que se requiere de menos de dos litros de agua para producir 1 kilogramo de forraje y ahorra entre un 90 – 98 % de agua en comparación con la producción convencional.

Además, que el productor economiza, pues el costo de producción es 10 veces menor que el espacio requerido en los cultivos tradicionales.

2.6 Factores relacionados al desarrollo de FVH

Los factores que influyen en el rendimiento de FVH son: luz, temperatura y humedad, calidad de semilla, calidad de agua de riego, densidad de siembra y soluciones nutritivas (Hernandez et al., 2020).

La calidad de la semilla debe de ser entera y seca, además de presentar como mínimo un porcentaje de germinación de 85 a 100 % (Orrala, 2022). La temperatura es un factor que influye grandemente en los cultivos y ya que cada cultivo tiene su propio rango de temperatura optima (Renzabala, 2020). Un manejo inadecuado de humedad puede ocasionar problemas de hongos, en un invernadero la temperatura no debe ser menor de 70 % y los valores superiores a 90 % sin adecuada ventilación pueden causar enfermedades fúngicas (Tomalá, 2021).

El agua utilizada para el riego tiene que tener un rango de pH óptimo de 5.5 a 6.0, a excepción de las leguminosas, que pueden desarrollarse en un pH de 7.5. Las densidades optimas de siembra para la semilla por m² oscilan entre 2.2 kg y 3.4 kg, estas siembras deben incorporar soluciones nutritivas para el desarrollo de las plantas, como fertilizantes minerales o té de compost (Ross, 2017).

2.7 Técnicas de producción de FVHM

La FVHM implica un proceso sencillo y relativamente rápido que permite obtener un alimento fresco y nutritivo para animales en un corto período de tiempo.

2.7.1 Raíz flotante.

Esta técnica es una de las más conocidas, ya que a simple vista es fácil de identificar. Se realizan en estanques (mesas), las mismas que son cubiertas por una plancha de poliestireno expandido o también llamado plumavit, estas balsas tiene perforaciones en las que se colocan las plantas,

de manera que las raíces queden debajo de las planchas. Cada mesa debe de llenarse con una mezcla de agua con fertilizante (BrajoVIC, 2016).

2.7.2 Forraje verde.

El FVH es la consecuencia de un proceso de germinación de granos como cereales, avena, maíz, trigo, entre otros (Mejía & Reyes, 2020). Este proceso es realizado durante un periodo de 10 a 15 días, donde deben poder captar la energía del sol, y para que se asimilen los minerales de la solución nutritiva, donde se utilizan técnicas de hidroponía sin ningún sustrato (Vargas, 2016).

2.8 FVHM como alimento para animales

El FVHM se ha utilizado en diferentes especies como equinas, bovinas, porcinas, ovinas, caprinas y conejos (Mojica, 2021). La producción de FVHM es programada de acuerdo a las necesidades del animal, reemplazando suplementos alimenticios como piensos compuestos, heno, ensilado, entre otros (Pertierra & Villacrés, 2020).

Emplear FVH en la alimentación de animales de interés zootécnico puede beneficios o perjudicar ciertos aspectos productivos, aunque si bien es cierto que es altamente digestible y con calidades nutricionales excepcionales para el consumo animal, y es apetecible por los animales ya que contiene enzimas digestivas que ayudan a una mejor asimilación del resto de la ración (Chavarría & Castillo, 2018).

2.9 Efectos del FVHM en la producción porcina

Según Ramírez et al., (2017) el uso del forraje verde hidropónico de maíz en cerdos se ve reflejado en aumento de ganancia de peso diaria, esto se atribuye al alto contenido de nutrientes del FVHM, como proteínas, fibra y vitaminas, que favorecen el crecimiento y desarrollo muscular de los animales. Además de la relación beneficio costos, lo que hace que el FVHM puede reemplazar parcialmente el alimento comercial, proporcionando a los cerdos una fuente de alimento fresca, nutritiva y de bajo costo (Capa, 2014).

El cultivo de FVHM promete diversas ventajas en comparación con las técnicas de producción de forraje convencionales, el FVH consiente en un control más exacto en situaciones de crecimiento, lo que tiene como consecuencia un producto final de mayor calidad y mejor consistencia (Benítez, 2024).

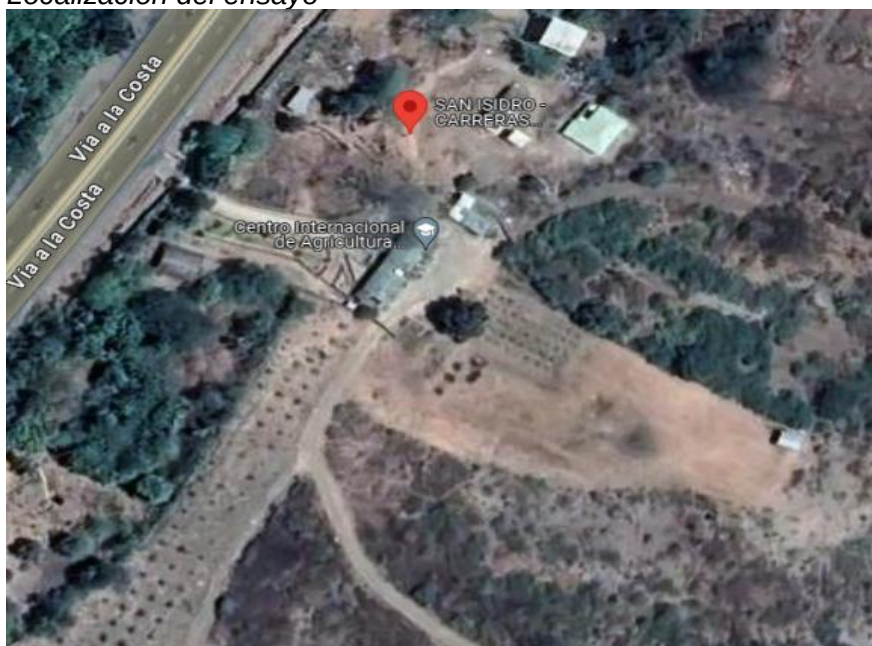
3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación

La presente investigación fue realizada en Finca San Isidro de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, prov. Del Guayas.

Figura 1.

Localización del ensayo



Nota. Tomado de Google maps, 2024.

3.2 Materiales

Los materiales, equipos e instalaciones que se utilizaron en esta investigación fueron:

- Semillas de maíz
- Bandejas
- Balanceado
- Sustrato para hidroponía
- Solución nutritiva
- Sistema de riego
- Comederos y chupones
- Balanza de 300 kg
- Cerdos F1

- Trampas para insectos
- Sarán negro
- Tablas de madera
- Vacunas

3.3 Tipo de investigación y manejo del experimento.

Esta investigación es experimental de tipo cuantitativo con un enfoque correlacional, en donde se manipularon variables independientes como tipo de alimentación y se midieron las variables dependientes como ganancia de peso y costos de producción.

3.4 Diseño experimental y tratamientos

En la investigación se realizó un diseño por bloques completamente al azar (factor a bloquear es el sexo del animal), este experimento consta de dos tratamientos. Los cerdos se asignarán aleatoriamente a los tratamientos y se alojarán en grupos de 5 individuos por tratamiento. Los tratamientos que se aplicaron se muestran a continuación:

- Tratamiento 1 (T1): Dieta tradicional Balanceado, con los siguientes valores nutricionales:

Tabla 3.

*Consumo de alimentos por cerdo y por tratamiento (kg*día).*

Etapas de destete	Etapas Iniciales F3	Etapas iniciales F4	Etapas crecimiento
0.16 kg	0.20 kg	0.30 kg	0.65 kg

De acuerdo a la tabla nutricional del balanceado comercial que se proporcionó a los cerdos, los valores son los siguientes:

Tabla 4.

Tabla nutricional del balanceado comercial

Parámetro	Etapa de Destete (%)	Etapa Inicial F3 (%)	Etapa Inicial F4 (%)	Etapa crecimiento (%)
Proteína (máx.)	21.3 %	19.0 %	20.0 %	18.0 %
Fibra cruda (min.)	2.0 %	1.0 %	4.0 %	5.0 %
Grasa cruda (min.)	6.5 %	4.0 %	5.0 %	4.0 %
Humedad (máx.)	10.0 %	12.0 %	13.0 %	13.0 %

Tratamiento 2 (T2), dieta con FVHM como suplemento, con los siguientes valores nutricionales

Tabla 5.

Consumo de alimentos por cerdo y por tratamiento (kg/día)

Alimento	Etapa de destete	Etapa inicial f3	Etapa inicial f4	Etapa crecimiento
Balanceado	0.16 kg	0.20 kg	0.30 kg	0.65 kg
FVH	-	0.40 kg	0.60 kg	1.2 kg

Se tomó una muestra de FVH para ser llevada al laboratorio y se determinó su valor nutritivo, lo cual se observa en la Tabla 6.

Tabla 6.

Análisis de muestra de FVH

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Métodos/Ref.	Requisitos
Fibra cruda	%	1.92	AOAC 21st 978.10*	...
Proteína	%	3.94	AOAC 21st 920.10*	...
Humedad	%	73.78	ISO 1026:1982*	...
Cenizas	%	0.63	NTE INEN 401:2013*	...
Materia Seca	%	26.22	ISO 1026.1982*	...

3.5 Variables evaluadas

3.5.1 Consumo de balanceado.

Esta variable se midió en kilogramos, la cual se obtuvo mediante la diferencia total de balanceado suministrado y el alimento que quede en el recipiente del comedero una vez que se finalizó el estudio.

3.5.2 Peso de los lechones kg.

Esta variable fue analizada en kilogramos, la misma obtuvo entre la diferencia del peso al final y el peso inicial del estudio.

3.5.3 Ganancia de peso kg (semanal y total).

Esta variable fue medida en kilogramos, en donde se restó el peso actual por el peso inicial. El peso fue registrado semanalmente, sumando los todos obtenidos cada semana para calcular la ganancia de peso total.

3.5.4 Costos de alimentación.

Los costos de producción son los gastos incurridos en la producción de un bien o servicio. Se consideraron los costos asociados a la alimentación de los cerdos. Incluyendo el costo del alimento, la unidad de medida en USD dólares americanos.

3.6 Manejo de los animales experimentales

Durante todo el periodo experimental, se registró semanalmente el peso corporal individual de los cerdos. La ganancia de peso de cada cerdo se calculó como la diferencia a través del peso final y el peso inicial, y se obtuvo la ganancia de peso promedio para cada tratamiento a partir del promedio de la ganancia de peso individual de todos los cerdos en ese tratamiento.

Se registraron los costos asociados a la alimentación de los cerdos, incluyendo el costo del alimento, y se calcularon los costos de producción totales por cerdo para cada tratamiento aumentando todos los costos asociados. Se comparó la ganancia de peso de los cerdos alimentados con la dieta tradicional y con la dieta de suplemento FVHM.

Para garantizar el manejo adecuado y prevenir enfermedades, se implementó un cronograma de vacunación que incluyó la aplicación de PCV2 + Mycoplasma, PCV2 + Draxxin, la vacuna contra la cólera porcina y un desparasitante.

Tabla 7.

Detalles de los animales experimentales

Fecha de nacimiento	02/10/2024
Fecha de destete	30/10/2024
Edad promedio	27
Número total de lechones	39
Número de corral	2
Lechones por corral	20

En la Tabla 8, se detalla el plan de vacunación establecido. Las vacunaciones se realizaron según el cronograma:

Tabla 8.

Cronograma de vacunación

Fechas	Vacunas
30/10/2024	PCV2 + Mycoplasma (al destete)
20/11/2024	PCV2 + Draxxin
25/11/2024	Cólera porcina
12/12/2024	Desparasitante

El plan de alimentación consistió en fases de inicio (pre - destete), fase 2 (destete), fase 3 (inicial F3) y fase 4 (crecimiento). Todas las vacunas se administraron en la fecha y día previstos, y el alimento balanceado se suministró según lo indicado en la Tabla 4.

El manejo del forraje verde hidropónico FVH se realizó con dos riegos diarios, uno por la mañana y el otro por la tarde. Las semillas de maíz se seleccionaron y dejaron reposar de 24 a 48 horas para pre – germinar. Posteriormente, se colocaron en bandejas y se esperó un mínimo de 7 días para observar el crecimiento del FVH. Las bandejas fueron pesadas y proporcionadas a los cerdos como complemento alimenticio. Cada bandeja pesaba entre 1.5 kg y 2 kg, variando según la cantidad de semillas depositadas en cada una.

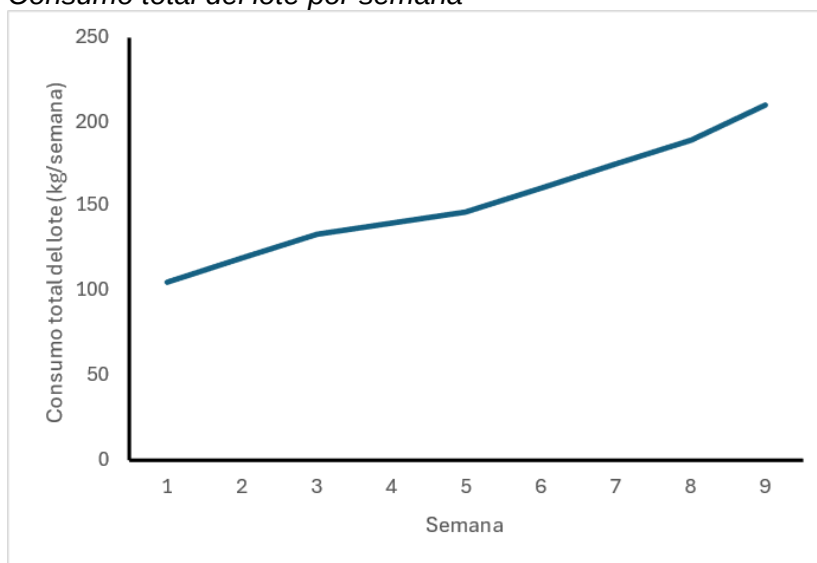
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Consumo del balanceado

El análisis del consumo total del lote durante la semana 1 a la semana 3 indica que el consumo total del lote aumentó de manera gradual, pasando de aproximadamente 75 kg a 100 kg por semana. En la semana 4 a semana 5, se observó un aumento notable en el consumo, alcanzando los 150 kg por semana. En la semana 6 a semana 7 el consumo se estabilizó alrededor de 150 kg por semana, finalmente en las últimas semanas el consumo total continuó aumentando, alcanzando aproximadamente 225 kg por semana en la Semana 9. Este patrón de incremento continuo destaca la creciente demanda de alimento a medida que los cerdos se acercaban a su peso final

Figura 2.

Consumo total del lote por semana

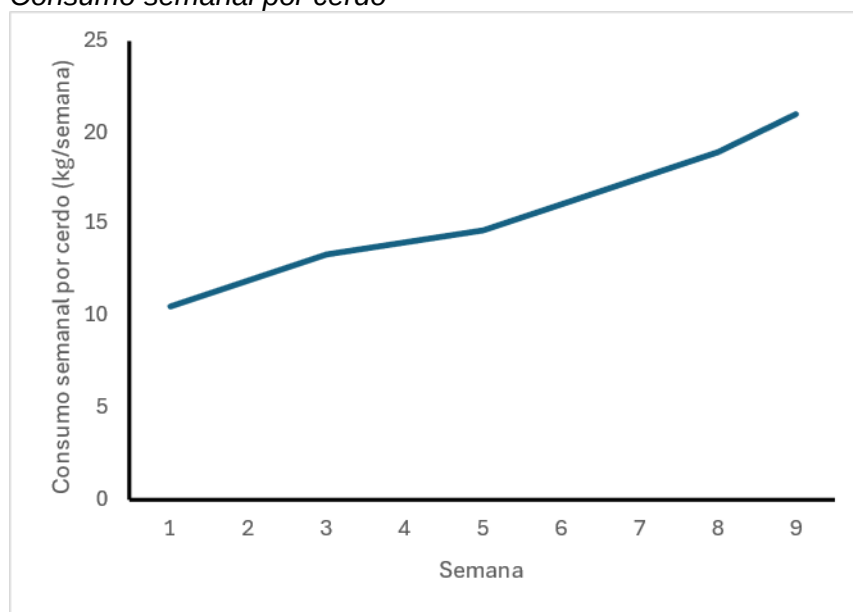


El análisis del consumo semanal por cerdo a lo largo del periodo reveló una tendencia ascendente en la cantidad de alimento consumido, en donde refleja un crecimiento y desarrollo continuo. Durante la primera semana, cada cerdo consumió aproximadamente 10 kg de alimento, lo que se incrementó ligeramente a 12 kg en la segunda y tercera semana. En las semanas cuarta y quinta, el consumo aumentó a 14 kg y 15 kg, respectivamente. En la sexta semana, se observó un aumento significativo a 17 kg, seguido de 18 kg en la séptima semana. En la octava semana, el

consumo alcanzó los 20 kg, y finalmente, en la novena semana, el consumo semanal por cerdo llegó a su punto máximo con aproximadamente 22 kg. Estos datos indican un crecimiento progresivo y una mayor demanda energética y nutricional a medida que los cerdos se acercaban a su peso final.

Figura 3.

Consumo semanal por cerdo



Según Taipei (2023), en su ensayo, observó que durante la etapa de crecimiento los cerdos presentaron un peso promedio de 35.72 kg. Además, el autor señala que, en esta etapa de crecimiento, el tratamiento1 mostró una conversión alimenticia significativamente más eficiente, requiriendo menos alimento para generar un kilogramo adicional de peso. Muñoz et al., (2020) sugieren que, para optimizar la producción porcina, es crucial asegurar la calidad del alimento balanceado ya que esta influye directamente en la eficiencia de la conversión alimenticia. Asimismo, es esencial garantizar que el alimento proporcionado a los cerdos cumpla con las normativas y buenas prácticas establecidas.

Asimismo, Reyes (2023), señala que, a lo largo del experimento, el consumo del Tratamiento 0, basado en alimento balanceado, fue similar a los otros tratamientos que incluían un 10 %, de follaje de yuca. Sin embargo,

no encontró diferencias significantes. Esto sugiere que la inclusión de un fojalle no afecta negativamente el consumo alimenticio diario en comparación con el Tratamiento 0 a base de balanceado.

4.2 Peso de los lechones

En la Tabla 9, se observa el peso inicial, final e incremento de peso de diez lechones. En promedio, los lechones ganaron 18 kg, con un rango de incremento de peso que varía entre 12.4 kg y 27 kg. Esto demuestra una variabilidad significativa en la ganancia de peso individual.

Tabla 9.

Peso de lechones

Lechones	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Incremento de Peso (kg)
Lechón 1	9	34	17
Lechón 2	6.7	39	23
Lechón 3	6.8	23	10
Lechón 4	6.7	37	17
Lechón 5	8	33	13
Lechón 6	6.5	37	18
Lechón 7	6.3	22	9.7
Lechón 8	6.4	42	22
Lechón 9	6.3	27	12.4
Lechón 10	7	28	12.4

La Tabla 10, presenta los resultados del Tratamiento 1, donde los cinco lechones iniciales tuvieron un promedio inicial de aproximadamente 7.12 kg y un peso final promedio de 36.2 kg, resultando en una ganancia de peso promedio de 18 kg. Los incrementos de peso individuales fueron consistentes, entre 13 kg y 23 kg.

Tabla 10.

Peso de lechones Tratamiento 1

Tratamiento 1	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Incremento de Peso (kg)
T1	9	34	17
T1	6.7	39	23
T1	6.8	23	10
T1	6.7	37	17
T1	8	33	13

En la Tabla 11, se muestran los resultados del Tratamiento 2, los cinco lechones iniciales tuvieron un peso promedio inicial de aproximadamente 6.64 kg y un peso final promedio de 31.8 kg, con una ganancia de peso promedio de 15.16 kg. Este tratamiento muestra una mayor variabilidad en la ganancia de peso, con valores que van desde 12.4 kg hasta 22 kg.

Tabla 11.

Peso de lechones Tratamiento 2

Tratamiento 2	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Incremento de Peso (kg)
T2	6.5	37	18
T2	6.3	22	9.7
T2	6.4	42	22
T2	6.3	27	12.4
T2	7	28	12.4

Los resultados obtenidos en las tablas indican que tanto el Tratamiento 1 como el Tratamiento 2 resultaron en un aumento significativo del peso de los lechones. No obstante, en el Tratamiento 1 se muestra una ganancia de peso promedio de 18 kg, siendo esta mayor que la del Tratamiento 2. Además, la ganancia de peso fue más consistente entre los lechones de este tratamiento, con un rango de incremento de peso menor en comparación con el Tratamiento 2.

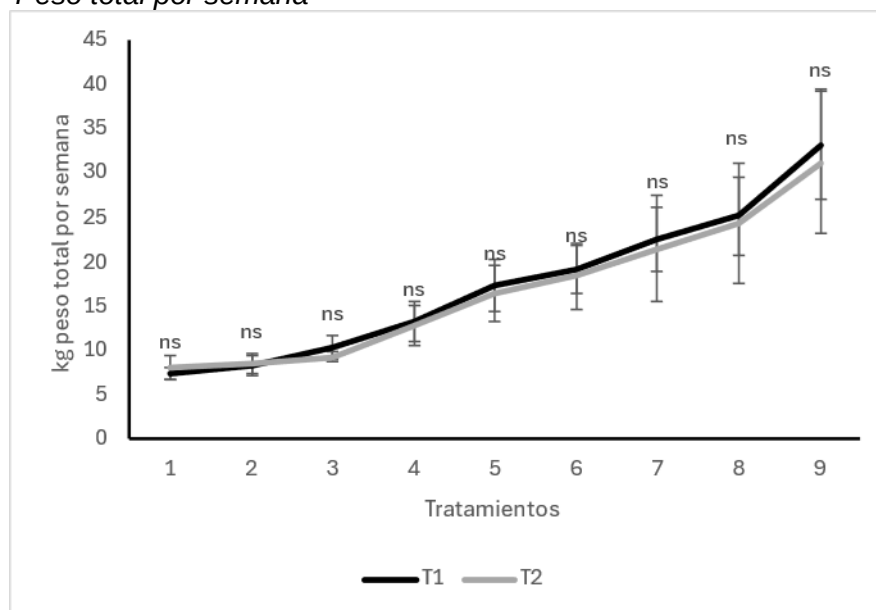
4.3 Ganancia de peso kg (semanal y total)

Los resultados demostraron que los dos tratamientos T1 y T2, mostraron un aumento constante en el peso total por semana a lo largo de las nueve semanas de observación. No obstante, no se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la ganancia diaria de peso y la eficiencia productiva, lo cual se refleja en la consistencia de los resultados entre T1 y T2. El consumo promedio diario de alimento fue comparable en ambos grupos, con un promedio de 2.5 kg por cerdo en T1 y 2.6 kg en T2.

Un aspecto clave a destacar es el mínimo rechazo del FVH de maíz por parte de los cerdos, lo que indica una aceptabilidad positiva de este suplemento alimenticio. El rechazo fue inferior al 5 % del total ofrecido, lo que sugiere que el FVH es bien recibido por los animales en crecimiento.

Figura 4.

Peso total por semana



Esto coincide con el estudio de Cisneros et al., (2020) en donde la ganancia de peso semanal de los cerdos alimentados con diferentes niveles de alimento comercial más forraje verde hidropónico de maíz tiene aceptación por parte del animal. Chararría & Castillo (2018), indican que los animales de granja consumen muy bien el forraje, lo que lo convierte en una alternativa viable durante periodos de escasez de forraje.

La buena palatabilidad del FVH es un factor clave que contribuye a su aceptación, lo que significa que los cerdos no solo lo consumen, sino que lo prefieren en su dieta. Así mismo Ariza & Duran (2023), comentaron que el FVH es rico en vitaminas y minerales, y refuerzan el sistema inmunológico, y a su vez estimulan el apetito que impulsa al crecimiento y rendimiento del animal.

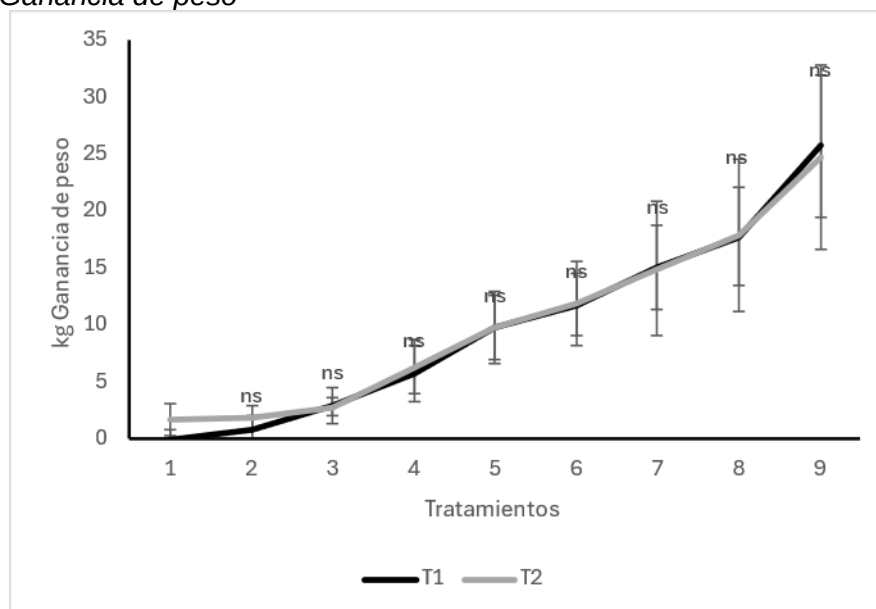
Si bien los resultados del FVH fueron positivos, fue notable que el uso de alimento balanceado también arrojó resultados positivos, corroborando los hallazgos de Villacrés et al., (2018), quienes reportaron una ganancia de peso promedio de 9.91 kg por quincena en cerdos alimentados con dietas con balanceado. Estos resultados sugieren que ambos tratamientos nutricionales pueden ser efectivos para la alimentación de cerdos.

4.4 Ganancia de peso.

La Figura 5, mostró la ganancia de peso en kilogramos a lo largo de nueve semanas, de los tratamientos T1 y T2. Ambos tratamientos, exhibieron una tendencia ascendente en la ganancia de peso conforme aumentó el número de tratamientos, lo que indica un crecimiento constante y positivo en los cerdos. Aunque se observó variabilidad en los datos, la relación entre la ganancia de peso y el consumo de alimento fue similar en ambos tratamientos. El consumo promedio diario de alimento fue comparable, con mínimas diferencias entre T1 y T2, lo que sugiere que FVH de maíz es aceptado de manera similar por los cerdos en crecimientos.

Figura 5.

Ganancia de peso



A pesar de la falta de resultados significativamente concluyentes en los tratamientos aplicados, se puede observar un fenómeno análogo en la

investigación realizado por Reina et al., (2022) donde los datos obtenidos no revelaron diferencias estadísticamente significativas en la ganancia de peso total entre los tratamientos administrados. Este estudio demostró que cada uno de los tratamientos aplicados resultó en un rendimiento similar en términos de aumento de peso total. Por lo que se infiere que la inclusión de FVH no tiene un impacto negativo en la eficiencia de utilización como suplemento de alimento. Los análisis estadísticos correspondientes corroboran que las variaciones en la composición de los tratamientos no afectan de manera adversa la capacidad de conversión alimenticia en los cerdos.

4.5 Costos de producción.

Se ha evidenciado que, aunque el Tratamiento T1 incurre en un costo total de USD 728 50 frente a los USD 828 00 del Tratamiento T2, la principal diferencia se encuentra en la inclusión de semillas y fertilizantes, elementos que no son requeridos en el Tratamiento T1. Ambos tratamientos presentan costos similares en lo que respecta a cerdos, alimentación en diferentes fases, vacunas y cloro, sin embargo, el aumento de costos en T2 se atribuye específicamente a los insumos adicionales. Este análisis resulta fundamental para evaluar la viabilidad económica y la eficiencia de cada tratamiento, ya que el Tratamiento T2 podría proporcionar beneficios adicionales en términos de crecimiento y salud animal, lo que podría justificar la inversión extra en semillas y fertilizantes.

Tabla 12.

<i>Análisis Económico</i>					
Rubro	Valor	T1		T2	
Saco 40 kg	Unitario	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
	USD		USD		USD
<i>Cerdos (5 c/Tratamiento)</i>	60.00	5	300	5	300
<i>Balanceado fase 1</i>	31.00	1	31	1	31
<i>Balanceado fase 2</i>	37.00	1.5	55.5	1.5	55.5
<i>Balanceado fase 3</i>	43.00	2	86	2	86
<i>Balanceada fase 4</i>	32.00	3	96	3	96
<i>Vacunas</i>			160		160
<i>Semillas</i>			0	2	20
<i>Fertilizante</i>			0		7.5
<i>Cloro</i>			0		2
<i>Estructura</i>			0		70
Total, de Gastos			728.5		828

Conforme con el estudio deserrado por Zambrano (2019), en el cual fueron analizados dos dietas utilizadas en la crianza de cerdos raza Pietrain, se observó que el costo de mayor inversión lo obtuvo el tratamiento T1 (balanceado comercial) con un total de USD 542, comparado con el tratamiento T2 (mezcla de afrecho, melaza, maíz, soya, polvillo y concentrado), que tuvo un costo de USD 502 total.

El presente análisis del trabajo de Zambrano (2019), enfatiza una diferencia significativa en los costos de inversión inicial entre los dos tratamientos. A pesar de que el tratamiento T1, que utiliza un alimento balanceado comercial, conlleva una inversión económica mayor, los resultados mostraron que esta dieta fue eficiente. Por el contrario, los cerdos alimentados con el tratamiento T2, que se fundamenta en una mezcla de ingredientes más económica, exhiben un costo de inversión inferior. Sin embargo, la autora sugiere que, a largo plazo, esta última dieta podría proporcionar mejores resultados en términos de rentabilidad sin comprometer la calidad nutritiva de la alimentación porcina. El equilibrio entre costos y rendimiento es esencial para la toma de decisiones en la producción porcina.

De acuerdo con Pacheco (2021), la implementación de alimentos balanceados comerciales en la alimentación de cerdos implica un costo significativo, dado que se constata que el tratamiento T1, que se basa exclusivamente en el uso de balanceado comercial, incurre en un costo de USD 88.45 , lo cual equivale aproximadamente a USD 5.53 por cerdo.

Pacheco (2021), menciona que en zonas donde el forraje es abundante y de fácil acceso, su uso se puede representar en una estrategia viable para disminuir la dependencia de balanceado comerciales y mejorar la sostenibilidad económica la producción. Si bien el balanceado comercial proporciona una alimentación balanceada y de fácil manejo, su costo lo convierte en una opción menos rentable en comparación con sistemas de producción basados con FVHM.

Bermeo (2022), comenta que el uso de balanceados comerciales en la alimentación de cerdos representan un costo significativo en la producción. El tratamiento con balanceado premium (balanceado comercial) representa el costo más alto con USD 37.04. En comparación al tratamiento artesanal (FVH) con costo menor de USD 24.15. Se compara el FVH ya que evidencia que este puede representar una alternativa viable para reducir los costos de alimentación sin comprometer el rendimiento productivo, ya que no solo disminuye la dependencia de balanceados comerciales costos, sino que de igual manera mejora la salud digestiva en los cerdos, favoreciendo la sostenibilidad económica.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Con base a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- Los resultados conseguidos en el estudio señalan que tanto el tratamiento con forraje verde hidropónico FVH de maíz como el tratamiento con alimento balanceado comercial muestran un aumento constante en la ganancia de peso semanal en los cerdos F1 en crecimiento a lo largo de nueve semanas.
- No se hallaron diferencias significativas en términos de ganancias de peso diario y eficacia productiva entre los tratamientos, mostrando que el FVH de maíz es una alternativa viable.
- La favorable aceptación del forraje de vaina de maíz por parte de los cerdos, con un rechazo inferior al 5 %, muestra que este suplemento es bien recibido y tiene un sabor atractivo. Esto coincide con investigaciones previas que recalcan la viabilidad del forraje de vaina de maíz en épocas de escasez de forraje y su valor nutricional.
- La incorporación del forraje de vaina de maíz no impacta de manera negativa en la eficiencia de la conversión alimenticia, respaldando su uso como una opción sostenible para la alimentación de cerdos.

5.2 Recomendaciones

Con base a los resultados obtenidos en el trabajo de investigación se puede concluir lo siguiente:

- Dado que el FVH de maíz demostró ser aceptado y eficiente en términos de ganancia de peso y conversión alimenticia, se recomienda su inclusión como suplemento en dietas de cerdos F1 en crecimiento, especialmente en periodos de escasez
- Se sugiere la realización de estudios a largo plazo para evaluar los efectos del FVH de maíz en diferentes etapas de desarrollo de los cerdos, así como su impacto en parámetros de salud y calidad de carne.
- Es recomendable llevar a cabo un análisis económico detallado para comparar la rentabilidad de la producción porcina utilizando FVH de maíz frente a otros suplementos alimenticios, con el fin de determinar su viabilidad a gran escala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, P. (2022). *Devorando el planeta: cambiar la alimentación para cambiar el mundo*. Capital intelectual.
- Asociación de porcicultores del Ecuador [ASPE]. (2017). Información sobre el sector porcícola. Ecuador. <https://aspe.org.ec/estadisticas/>
- Ariza Diaz, J. J., & Duran López, C. A. (2023). Suplementación alternativa con forraje verde hidropónico de maíz en cerdos para la granja Villavel.
- Ayala Monter, Marco Antonio. (2020). Forraje verde hidropónico en dietas de cerdos en crecimiento en Pinotepa Nacional, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11(spe24), 247-253. Epub 07 de mayo de 2021. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2375>
- Badilla, D. F. Q., & Ramos, V. V. (2022). Costo y efecto de la suplementación con Forraje Verde Hidropónico: estudio de caso. *e-Agronegocios*, 8(1), 7-24.
- Brajovic. G. (2016). Los principales métodos hidropónicos. Obtenido de <http://www.hidroponic.cl/principales-metodos-hidroponicos/>
- Benítez Loja, W. W. (2024). *Impacto de la Producción de Forraje Verde Hidropónico de maíz (Zea mays L.) como suplemento en la alimentación de cerdos* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2024).
- Bernabé Tomalá. I. J. (2021). Evaluación del comportamiento productivo del conejo *Oryctolagus cuniculus* en crecimiento alimentados con diferentes niveles de forraje verde hidropónico (Bachelor's thesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2021).

Bermeo Velásquez, B. M. (2022). *Efecto de tres niveles de calidad de alimento balanceado (premium, económico y artesanal) sobre el comportamiento productivo de cerdos en etapa de preceba* (Doctoral dissertation).

Capa Astudillo, J. J. (2014). *Determinar la prefactibilidad de la producción de forraje hidropónico de maíz como una alternativa dentro de la agricultura como alimento pecuario en el cantón Pasaje provincia de El Oro* (Bachelor's thesis, Machala: Universidad Técnica de Machala).

Chavarría Tórrez, A., & Castillo Castro, S. D. S. (2018). El forraje verde hidropónico (FVH), de maíz como alternativa alimenticia y nutricional para todos los animales de la granja.

Cisneros Saguilán, P., Aniano Aguirre, H., Martínez-Martínez, R., Gómez Vázquez, A., Maldonado Peralta, MDL Á., & Ayala Monter, MA (2020). Forraje verde hidropónico en dietas de cerdos en crecimiento en Pinotepa Nacional, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 11 (SPE24), 247-253.

Ganchozo Intriago. M. M. (2022). *Caracterización de los sistemas de producción porcina en el Cantón Bolívar* (Bachelor's thesis. Calceta: ESPAM MFL).

Garzón. A. & Rivera. S. P. G. (2007). Manual Práctico Porcino. Obtenido de <https://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/ManualPracticoPorcino.pdf>

Girma. F. & Gebremariam. B. (2018). Review on hydroponic feed value to livestock production. *Journal of Scientific and Innovative Research*. 7(4). 106-109.

Google maps (2024) Progreso. Obtenido de [https://www.google.com/maps/place/Progreso/@-](https://www.google.com/maps/place/Progreso/@-2.4099437,80.3623045,712m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x902d89f4)
2.4099437,80.3623045,712m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x902d89f4

fe98606b:xe303576668792cc7!8m2!3d2.4084816!4d80.3628149!16s
%2Fg%2F11qf_t5m6n?entry=ttu

Guerrero Vera. J. P. (2024). Normas de bioseguridad en las granjas porcícolas del Ecuador (Bachelor's thesis. BABAHOYO: UTB. 2024).

Guillen-de la Cruz. P. Velázquez-Morales. R. de la Cruz-Lázaro. E. Márquez-Quiroz. C. & Osorio-Osorio. R. (2018). Germinación y vigor de semillas de poblaciones de maíz con diferente proporción de endospermo vítreo. Chilean journal of agricultural & animal sciences. 34(2). 108-117.

De La Cruz Nuñez, J. (2022). Parámetros productivos del parto al destete en cerdos comerciales F1 en condiciones ambientales de Ayacucho 2700 msnm.

Hernández Malueños, L. G., Masís Ríos, R. R., Suazo Robleto, G. E., & Borge, M. I. (2020). Usos del forraje verde hidropónico en pollos de engorde.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2024). Manual de buenas prácticas y lecciones aprendidas para la agricultura sostenible [Manual INIA]. Santiago. Chile Obtenido de <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/4710/Informativo%20INIA%20N%C2%B0%20056?sequence=1&isAllowed=y>

Mejía, D. A., & Reyes, A. N. (2020). Exploración para la producción de forraje verde hidropónico de maíz y sorgo para la alimentación de ganado lechero: Revisión de Literatura.

Mojica Conde, J. F. (2021). Forraje verde hidropónico de maíz Zea mays y ramio Boehmeria nivea como sustituto del concentrado en dieta para conejos en fase de engorde.

- Muñoz-Ron, I. P., Suárez-Cedillo, S. E., Larrea-Poveda, A. F., & Poma, J. (2020). Diagnóstico de la producción, comercialización y consumo de productos porcinos en el cantón Sacha, Orellana. *Polo del conocimiento*, 5(4), 3-32.
- Orrala Tomalá, A. A. (2022). *Análisis documental de la producción de forraje verde hidropónico en Ecuador y su efecto en la alimentación de animales pecuarios* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2022).
- Pacheco Terán, C. Y. (2021). Respuesta productiva de cerdos criollos en crecimiento alimentados con productos agrícolas de la zona de Mocache, en el recinto Los Pantanos.
- Pertierra-Lazo, R., Balmaseda-Espinosa, C., & Villacrés-Matías, J. (2020). Factibilidad técnica y económica de la suplementación del ganado caprino con *Zea mays* L. hidropónico en Santa Elena, Ecuador. *Pastos y forrajes*, 43(4), 326-336.
- Ponce Chuto. M. B. (2021). Elaboración y caracterización de un preparado microbiano a partir de *Lactobacillus* sp. del tracto digestivo del cerdo.
- Pozo Rosales. C. O. (2021). Evaluación de la producción de biomasa y composición nutricional del forraje verde hidropónico *Zea mayz* frente a la aplicación de silicio. Si (Bachelor's thesis. La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2021.).
- Ramírez Víquez. C. & Soto Bravo. F. (2017). Efecto de la nutrición mineral sobre la producción de forraje verde hidropónico de maíz. *Agronomía Costarricense*. 41(2). 79-91.

- Reina-Rivas, Juan Jacinto, Azum-Gonzales, José Luis, Barcia Anchundia, Johnny Xavier, & Mendieta Mendieta, José Darwin. (2022). Uso de yuca (*Manihot Eseulenta* Crantz) ensilada como alternativa en la ceba de cerdos. *Revista colombiana de ciencia animal recia*, 14 (1), 02. Epub 02 de marzo de 2023. <https://doi.org/10.24188/recia.v14.n1.2022.870>
- Reyes Núñez, R. E. (2023). *Evaluación del efecto de follaje de yuca (Manihot esculenta) como suplemento alimenticio en la etapa de crecimiento de cerdos* (Doctoral dissertation, PUCE Ibarra).
- Rezabala Zavala, H. J. (2022). *Rendimiento productivo a diferentes tiempos de oreo, de gramíneas y leguminosas como forraje verde hidropónico, para alimentación animal* (Bachelor's thesis, Jijipijapa. UNESUM).
- Ross, N. (2017). *Hidroponía: La Guía Completa de Hidroponía Para Principiantes*. Babelcube Inc..
- Sánchez Gonzalez. F. C. & Guevara Luquez. T. V. (2020). Complementación de cobayo (*Cavia porcellus*) con nacedero (*Trichanthera gigantea*) y forraje verde hidropónico de maíz (*Zea mays*) (Doctoral dissertation. Universidad Nacional Agraria).
- Taipe Cando, E. M. (2023). *Estudio comparativo de la alimentación en el rendimiento productivo de cerdos de engorde alimentados con balanceado de la línea exibal y balanceado comercial en la etapa inicial, crecimiento y engorde, en el cantón Chambo–Chimborazo* (Bachelor's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi,(UTC)).
- Tera Fit Rayani. Yuni Resti y Ratih Kemala Dewi. (2021). Kuantitas dan Kualitas Fodder Jagung. Padi dan Kacang Hijau dengan Waktu Panen yang Berbeda Menggunakan Forraje hidropónico inteligente: cantidad y calidad de forraje de maíz. arroz y frijol mungo con diferentes

tiempos de cosecha utilizando forraje hidropónico inteligente. Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan 19 (2). 36-41. <https://doi.org/10.29244/jintp.19.2.36-41>

Tomalá Flores, N. M. (2021). *Producción de forraje verde hidropónico bajo la aplicación de biofertilizantes* (Bachelor's thesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2021.).

Valdez Ganchozo, C. D. (2024). *Harinas de alternativas alimenticias locales y su incidencia en los parámetros productivos del cerdo de engorde (Sus scrofa domesticus)* (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum).

Vargas. M. (2016). El forraje verde hidropónico y su uso en la crianza de cuyes. Obtenido de <http://www.rmr-peru.com/forraje-verdehidroponico.htm>

Vera. M. & Orley. K. (2021). Estudio del jugo de caña (*Saccharum officinarum*) como alternativa de fuente energética en dietas para cerdos en la etapa de crecimiento (Bachelor's thesis. BABAHOYO: UTB. 2021).

Villacrés-Matías, Julio, Villón-Gabino, Edison, & Ortega-Maldonado, Lourdes. (2018). Evaluación de dietas balanceadas en cerdos de engorde en la comuna Bellavista del Cerro, parroquia Julio Moreno, provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE (RCTU)*, 5(2), 22-29. <https://doi.org/10.26423/rctu.v5i2.343>

Zambrano, E. (2019). Análisis económico de dos dietas alimenticias en cerdos de razas Pietrain en condiciones estabuladas, en el Cantón Buena Fe.

Zuñiga. C. (2019). Análisis bromatológico en pollos camperos con alimentación del germinado del maíz hidropónico.

ANEXOS

Anexo 1. Estructura para colocar las bandejas con FVH



Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

Anexo 2. Estructura para colocar las bandejas con FVH



Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

Anexo 3. Estructura para colocar las bandejas con FVH



Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

Anexo 4. Bandejas con semillas de FVH



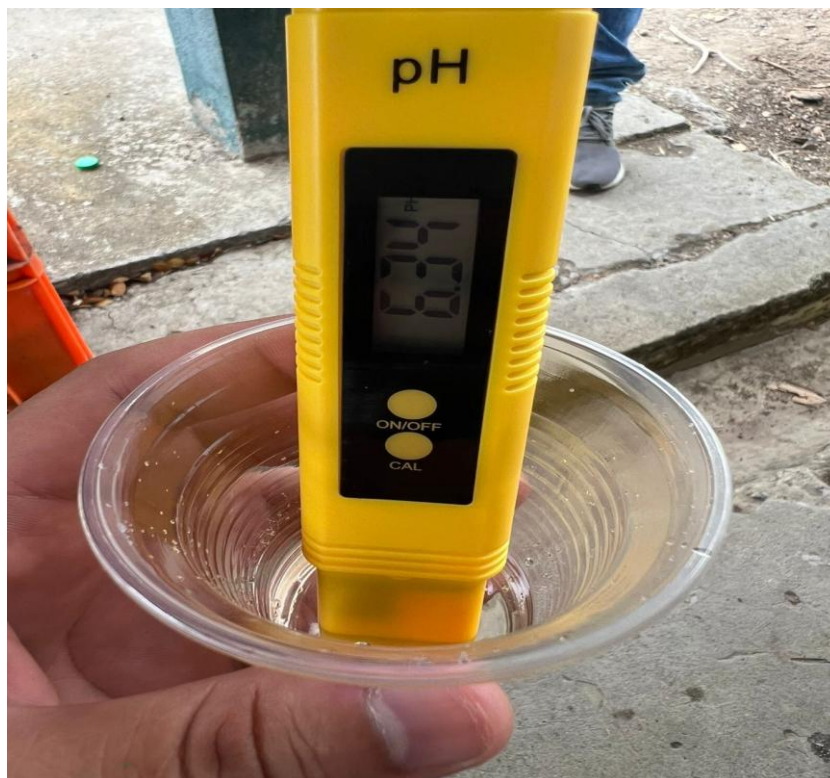
Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

Anexo 4. Bandejas con semillas de FVH



Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

Anexo 5. pHmetro



Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

Anexo 6. Toma de datos



Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

Anexo 7. Toma de datos



Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

Anexo 8. Toma de datos



Nota. Elaborado por El Autor, 2025.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Morocho Gonzalez, Galo Elian**, con C.C: # **0951038942** autor del trabajo de titulación: **Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz como suplemento alimenticio en cerdos F1 en crecimiento en Finca Experimental Universitaria San Isidro, prov. Del Guayas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agropecuario** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **18 de febrero** de 2025

f. _____

Nombre: **Morocho Gonzalez, Galo Elian**

C.C: **0951038942**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Evaluación del forraje verde hidropónico de maíz como suplemento alimenticio en cerdos F1 en crecimiento en Finca Experimental Universitaria San Isidro, prov. Del Guayas		
AUTOR	Morocho Gonzalez, Galo Elian,		
TUTORA	Ing. Pincay Figueroa, Paola Estefanía		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Agropecuaria		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agropecuario		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	18 de febrero de 2025	No. DE PÁGINAS:	39 P.
ÁREAS TEMÁTICAS:	Cerdos F1, Forraje verde hidropónico de maíz, Nutrición, Producción agrícola, Recursos alimenticios, Zootecnia.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	<i>Cerdos F1, Dietas porcina, Forraje verde hidropónico de maíz (FVHM), Rendimiento productivo, Suplemento alimenticio, Rechazo de alimento.</i>		

RESUMEN: La presente tesis está centrada en evaluar el forraje verde hidropónico (FHV) de maíz como suplemento alimenticio en cerdos F1 en crecimiento en la Finca experimental Universitaria San Isidro, provincia del Guayas. Los resultados demostraron que ambos tratamientos, T1 y T2, presentaron un aumento constante en el peso total por semana durante las nueve semanas de observación, sin diferencias significativas. El consumo promedio diario de alimento fue similar en ambos grupos, con una buena aceptación del FVH de maíz con un rechazo inferior al 5 %. El estudio concluye que la inclusión de FVH de maíz no afecta negativamente la eficiencia en la utilización del alimento y ofrece una alternativa viable y potencialmente rentable para la producción porcina. Los análisis estadísticos corroboran las variaciones en la composición de los tratamientos, ya que no afectan de manera adversa la capacidad de conversión alimenticia. Los hallazgos obtenidos sugieren que el FVH de maíz puede ser utilizado eficazmente en la alimentación de cerdos en crecimiento, proporcionando una opción sostenible y nutritiva en la formulación de dietas para porcinos.

ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO
CONTACTO CON AUTOR	Teléfono: +593995295547	E-mail: galo.morocho@cu.ucsg.edu.ec
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Caicedo Coello, Noelia Carolina	
	Teléfono: +593-4-(registrar teléfonos)	
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec	

SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

Nº. DE REGISTRO (en base a datos):	
Nº. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	