



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente Práctico del Examen de grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo
a la obtención del título de:

MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

TEMA:

“Uso de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la alimentación
de cerdos en la fase de crecimiento y engorde”

AUTORA:

Catalina Lisbey Mosquera Suarez

TUTOR:

Dr. Juan Carlos Gómez Villalva Ph.D.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo ampliamente distribuido en diversos países, desde regiones tropicales a subtropicales. Gramínea de crecimiento rápido que necesita de un suelo rico con mucha agua para alcanzar los 5 metros, contiene una alta concentración de sacarosa; Produce más carbohidratos por hectárea que cualquier otro cultivo. Los productores atraviesan una crisis, y uno de los sectores afectados es la materia prima que se usa para la elaboración de balanceados, por ejemplo, un quintal de maíz cuesta \$14,90, pero en los países vecinos el precio oscila entre \$7 y \$13. Es por este motivo que varios autores han suministrado la caña de azúcar en diferentes presentaciones tales como: jugo de caña, tallo de caña, caña fragmentada, que han demostrado su eficacia en la alimentación del ganado porcino. El jugo de caña se compone principalmente de sacarosa y azúcares reductores, contiene 16 % hasta un 20% de materia seca (MS), de la que el 80% son azúcares solubles, tiene un contenido de proteína cruda (PC) de hasta un 2%, aunque el contenido de proteína real es casi nulo. El tallo de la caña de azúcar es bajo en proteína (0,67) y carente de aminoácidos esenciales. La caña de azúcar fraccionada en las etapas de crecimiento y acabado para reemplazo de los altos niveles de maíz en dietas balanceadas se lo puede realizar al 13% y 15 % de proteína cruda (PC), aumentando la ganancia diaria.

Palabras clave: presentaciones de caña, energía, conversión alimenticia, porcinos.

SUMMARY

Sugarcane (*Saccharum officinarum*) is a widely distributed crop in various countries, from tropical to subtropical regions. Fast-growing grass that needs rich soil with a lot of water to reach 5 meters contains a high concentration of sucrose; It produces more carbohydrates per hectare than any other crop. Producers are going through a crisis, and one of the affected sectors is the raw material used to make balanced meals, for example, a quintal of corn costs \$14.90, but in neighboring coun, tries the price ranges between \$7 and \$13. For this reason, several authors have supplied sugarcane in different presentations such as cane juice, cane stand lk, and broken cane, which have demonstrated their effectiveness in feeding pigs. Cane juice is mainly composed of sucrose and reducing sugars, it contains 16% to 20% of dry matter (DM), of which 80% is soluble, and it has a crude protein content (PC) of up to 2 %, although the actual protein content is almost nil. Sugarcane stem is low in protein (0.67) and lacking in essential amino acids. Fractionated sugarcane in the growth and finishing stages to replace high levels of corn in balanced diets can be made at 13% and 15% crude protein (CP), increasing daily.

Keywords: cane presentations, energy, feed conversion, pigs.

ÍNDICE

RESUMEN	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
Marco Metodológico.....	3
1.1. Definición del tema caso de estudio.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Fundamentación teórica.....	5
1.5.1 Generalidades de la caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) y su uso en la alimentación de cerdos.....	5
Presentaciones de la Caña de Azúcar.....	6
1.5.2 Producción porcina en el Ecuador.....	9
1.5.3 Requerimientos nutricionales de los cerdos en la fase de crecimiento y engorde.....	10
1.5.4 Conversión alimenticia.....	15
1.6 Hipótesis.....	18
1.7 Metodología de la investigación.....	19
CAPITULO II	20
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
2.1. Desarrollo del caso.....	20
2.2 Situaciones destacadas.....	21

2.3 Soluciones planteadas	21
2.4 Conclusiones	22
2.5 Recomendaciones.....	22
BIBLIOGRAFÍA	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química de la caña de azúcar entera.....	6
Tabla 2: Composición química de los tallos limpios de caña de azúcar (base fresca).....	8
Tabla 3: Concentración de nutrimentos en dietas para cerdos en desarrollo y engorde.....	11
Tabla 4: Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorde.....	12
Tabla 5: Composición y análisis químico de las dietas a base de maíz / The composition grower and finisher a corn diets.....	13
Tabla 6: Composición y análisis químico del concentrado proteico y del jugo de caña/ The composition of starter, grower and finisher high-protein diet and sugar cane juice.....	14
Tabla 7; Comportamiento de los cerdos alimentados con diferentes niveles de caña de azúcar en la fase de acabado.....	15
Tabla 8: Análisis de varianza para la variable de la conversión alimenticia a la séptima semana.....	16
Tabla 9: Medias para las variables de comportamiento productivo estudiadas de acuerdo al tratamiento.....	17
Tabla 10: Consumo y conversión de alimento de cerdos en crecimiento alimentados con jugo de caña, Azolla y niveles crecientes de harina de pescado (HP0, HP14 y HP28; grado de reemplazo [%] de la proteína de la soya con harina de pescado).....	18

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es un cultivo ampliamente distribuido en diversos países, desde regiones tropicales a subtropicales. Además, es un recurso natural renovable, porque es fuente de azúcar, biocombustible, fibra, fertilizante y muchos otros productos y subproductos que lo hacen ecológicamente sustentable (Netafim 2015).

En Ecuador la caña de azúcar es un producto que se cultiva en las provincias del Guayas (88%), Imbabura - Carchi (6%), Loja (4%) y Cañar (2%), la cosecha se realiza principalmente en los meses que van de junio a diciembre, donde se colecta el 88% de la producción (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2022).

La alimentación del cerdo por ser un animal omnívoro se basa en productos como la caña de azúcar, posee características que facilitan su manejo, posee gran capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales y de fácil reproducción, su domesticación tuvo origen en China hace 4900 años mientras que en Europa fue alrededor de 1500 antes de Cristo, donde se presentaron tres grupos inicialmente como fueron los cerdos nórdicos, los asiáticos y los mediterráneos, los primeros cerdos llegaron a América Latina en el año 1943, conformando en la actualidad una de las actividades pecuarias que permite suplementar la dieta alimenticia latinoamericana (Ramírez 2020).

Según Panduro, 2022 en el mundo la primera proteína de origen animal de mayor consumo es la carne de cerdo; alcanzando en el año 2019 un consumo per cápita mundial del 15,6 kg/ hab/año, los países de mayor consumo son Hong Kong (82 kg/hab./año), la Unión Europea (41,1 kg/hab/año), China (40 kg/hab/ año), Taiwan (39,5 kg/hab/año), Corea del Sur (38,2 kg/hab/año), y Estados Unidos (28,8 kg/hab/año); mientras que el Ecuador la carne de cerdo es la tercera fuente de proteína de origen animal con un consumo del 15, 4 kg de carne de cerdo mientras

que el consumo del pollo es del 25,3 kg, seguido de la carne de res con un 17,5 Kg y aproximadamente el 2,1 millones de personas se dedican a esta actividad productiva (Agrocalidad 2010).

Alvarado *et al.* (2018) concluyeron que al agregar del 20 al 30 % de tallos de caña de azúcar fraccionada en las etapas de crecimiento y acabado en reemplazo de altos niveles de maíz en dietas balanceadas al 15 y 13 % de proteína cruda, respectivamente, incrementa la ganancia promedio diaria hasta 0,702 kg/día.

La investigación es orientada por el alto costo de producción de las materias primas que son usadas en la mayoría de las dietas alimenticias, Por tal motivo se busca implementar el uso de alimentos alternativos no tradicionales como lo es la caña de azúcar en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y engorde.

CAPITULO I

Marco Metodológico

1.1. Definición del tema caso de estudio

El presente trabajo documental bibliográfico se lleva a cabo para implementar el uso de alimentos alternativos no tradicionales en la alimentación de cerdos específicamente en la fase de crecimiento y engorde, esto debido a que en la actividad pecuaria es la alimentación quien representa entre el 60 – 80 % de los costos de producción (Pic 2019), así mismo el alza de los granos (maíz, soya) más usados en la fabricación del balanceado hace necesario buscar alternativas alimenticias que hagan más rentable la producción.

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), se usa como una alternativa importante de fuente energética en la alimentación de cerdos, que no requiere de un alto costo de producción, siendo también ecológicamente sustentable (Netafim 2015).

1.2. Planteamiento del problema

Uno de los problemas más grandes que tiene el porcicultor en América Latina es el costo de alimentación, el mismo que equivale aproximadamente entre 60% y 80% de los costos totales de producción (Pic 2019)

El alto precio que tienen los granos básicos en los cuales están basados la mayoría de las dietas, maíz y soya, varían de precio según la época del año, esto hace fluctuar las ganancias que pueden llegar a tener, en especial los pequeños porcicultores; debido a esto los productores buscan alimentos alternativos con materias primas no tradicionales como yuca, batata, caña de azúcar, así también

como productos de los residuos de cosechas o subproductos de los procesos agroindustriales tales como la semolina de arroz, harina de palmiste y granos de destilería (Evan *et al.* 2019).

1.3. Justificación

La caña de azúcar se usa como alimento que ayuda abaratar los costos la cual es una alternativa energética se puede llegar a implementar en las pequeñas y medianas producciones de Cerdos, ya que este producto puede estar al alcance de los productores, es de fácil producción y suministración.

Para disminuir los costos de producción por lo general las renovaciones del cultivo de caña se realizan cada 4 a 8 años, permitiendo hacer un uso más eficiente del agua y del suelo Xandé *et al.* (2010), se requiere 12,2 a 35,1 hectáreas/año de caña de azúcar, para un plantel 1000 cabezas de cerdos durante las fases de crecimiento y finalización, lo que genera una reducción de hasta un 70% de compras de materias primas tradicionales (maíz, sorgo, soya) usadas en la elaboración de los balanceado tradicionales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Validar la información sobre el uso de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y engorde.

1.4.2. Objetivos Específicos

-  Contrastar la conversión alimenticia con diferentes suministros de caña de azúcar.
-  Analizar la mejor fuente energía en las diferentes presentaciones de caña de azúcar en la alimentación de porcinos.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1 Generalidades de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y su uso en la alimentación de cerdos.

Mabbett (1996) señaló que la caña de azúcar tuvo su origen en Asia pero se ha cultivado durante siglos en las regiones tropicales y subtropicales de América Latina, esta es una de las gramíneas de crecimiento rápido y necesita un suelo rico con mucha agua para alcanzar los 5 metros, contiene una alta concentración de sacarosa; Produce más carbohidratos por hectárea que cualquier otro cultivo en un ciclo de 12 a 20 meses.

El cultivo de la caña de azúcar tiene un gran potencial en la producción de biomasa por unidad de superficie con una mejor eficiencia de captación de la energía solar, tiene la ventaja de ser perenne, adaptable a cualquier tipo de suelo, es resistente a las plagas y no provoca erosión; además, necesita pocos insumos (Rosales 2010).

Montaño *et al.* (2016) manifiestan que el cultivo de la caña tiene un alto rendimiento de biomasa, los residuos de la pesca, la carne, los subproductos o residuos agrícolas disponibles en el medio ambiente deberían ser visto como uno de los principales recursos no tradicionales sobre los que se podría sustentar el desarrollo de la crianza en porcinos.

Según Xandé *et al.* (2010) las propiedades químicas de la caña de azúcar se caracterizan por una gran cantidad de azúcares solubles: sacarosa; y por la presencia de azúcares insolubles: celulosa, hemicelulosa y lignina; también al compararlo con los cereales mantienen un bajo nivel de materia seca, sin embargo, la superioridad que tiene la caña frente a los cereales en cuanto a rendimiento hace que este bajo nivel de materia seca no se convierta en una limitante para ser incluido en la alimentación animal de acuerdo con los datos de la tabla 1.

Tabla 1: Composición química de la caña de azúcar entera.

Nutrientes	% MS
Materia seca	29
Proteína Cruda (N X 6.25)	2
Hemicelulosa	20
Celulosa	27
Lignina	7
Azúcares Solubles	40
Cenizas	5

Fuente: (Cuarón & Shimada 1981)

Presentaciones de la Caña de Azúcar

Los subproductos de la caña, se han visto como una alternativa de suplemento nutricional en la dieta de porcinos los de mayor interés a obtener son: jugo de caña, caña picada o fraccionada que han demostrado su eficacia en la alimentación del cerdo.

Jugo de caña

Según Xandé *et al.* (2010) citado por Menendez (2021) manifiestan que el jugo de caña se ha visto como una alternativa de suplemento energético en la dieta de los porcinos dedicados la fase de engorde; debido a que presentan materia seca en un 19,3%, azúcares 81,6%, energía digestible al 99,00% y un valor de Energía bruta de 4179 kcal/kg; mismos que nos indica valores muchos más altos de energía metabolizable y energía bruta en comparación con otros cereales utilizados en las dietas alimenticias de los cerdos.

Motta (1994) señaló que, para utilizar efectivamente la caña de azúcar en la alimentación de cerdos, se debe separar el líquido (llamado jugo de caña o guarapo) de la parte sólida llamada bagazo, la extracción se realiza mediante un proceso de molienda y prensado, el proceso proporciona una eficiencia del 97% a nivel de ingenio

industrial, pero cuando se usa un molino manual para la extracción, la eficiencia se reduce al 50% - 66% de los azúcares totales.

Según Castro & Nantipia (2007) en un lapso aproximado de 10 a 12 horas el jugo de caña se puede fermentar, para su conservación se puede agregar aditivos tales como el formaldehído al 30% que permite su conservación hasta por 72 horas, el hidróxido de amonio al 1.5% que lo conserva hasta por 6 días, también se puede utilizar benzoato de sodio al 0,15% que puede mantener el jugo hasta por 7 días; de no contar con los adictivos se puede extraer el jugo con la molienda he incluirlo en ese instante a la alimentación.

Los cerdos poseen una gran flexibilidad y no se ven afectados por los laxativos producidos por la azúcar en el uso del jugo de la caña que se usa como fuente de energía en su dieta dado que convierten el azúcar en carne y grasa animal de manera más eficiente que los rumiantes y los pollos de engorde (Orozco 2014).

Figuroa & Ly (1990) citado por Motta (1994); expresaron que el guarapo, se compone principalmente de sacarosa y azúcares reductores, contiene 16 % hasta un 20% de materia seca (MS), de la que el 80% son azúcares solubles, tiene un contenido de proteína cruda (PC) de hasta un 2%, aunque el contenido de proteína real es casi nulo.

El jugo de caña estimula el crecimiento y la actividad de los microorganismos en el cerdo, debido a que en su composición se encuentran azucares totales (11.8 - 20.5%); ácidos orgánicos (1.7 - 3.5%) y cenizas (0.3 - 5.2%), sin embargo, es deficiente en nitrógeno (0.05 - 0.08%), siendo una excelente fuente energética, por lo que se utiliza como suplemento energético en varios países, posee una alta concentración de sacarosa (13.56%) y glucosa (0.66%) que existe en su materia seca (19.50%) (Orozco 2014).

Tallo de caña

El tallo de la caña de azúcar es bajo en proteína (0,67) y carente de aminoácidos esenciales, considerado por algunos nutricionistas como cero o casi cero aminoácidos, Valdivié *et al.* (2009) asimismo, el aporte de lípidos es casi nulo al 0,3%, mientras que el aporte de calcio, fósforo y otros minerales es muy modesto, por lo que se recomienda una buena premezcla suplementada con carbonato cálcico y monobásicos o fosfatados, la caña de azúcar es la principal fuente de energía en las raciones alimenticias (Valdivié 2015).

Tabla 2: Composición química de los tallos limpios de caña de azúcar (base fresca).

Indicador	Valor, %
Materia seca	28
Cenizas	1.30
Calcio	0.09
Fósforo	0.06
Fibra bruta	7.28
Lignina	1.96
FDA	9.00
FDN	12.41
Celulosa	7.56
Hemicelulosa	5.60
Extracto etéreo	0.30
Azúcares totales	15.40
Sacarosa	14.10
Proteína bruta	0.67
Arginina	0.00
Isoleucina	0.04
Fenilalanina	0.04
Leucina	0.06
Lisina	-
Metionina + cistina	-
Tirosina	-
Treonina	-
Triptófano	-
Valina	0.06
TDN	49.26
Energía digestible (cerdos), kcal/kg	680
Energía metabolizable (cerdos), kcal/kg	560

Fuente: (Valdivié *et al.* 2009)

Caña fraccionada

Alvarado *et al.* (2018) recomendaron incluir entre el 20% y 30 % de tallos de caña de azúcar fraccionada en la fase de engorde del cerdo.

Valdivié *et al.* (2009) proponen trocear el tallo de la caña de azúcar entre 40 cm o menos, he alimentar cerdos de más de 30 kg de peso vivo, porque éstos son capaces de masticar más de 18 kg de tallo de caña limpia cerdo/día, debido a que sus mandíbulas son más desarrolladas y sus dientes se encuentran altamente capacitados para la trituración de éste alimento.

Según Sarria & Rosero (1999) citado por Valdivié (2015) se han utilizado con éxito en la alimentación de cerdas gestantes y lactantes, el tallo de caña troceado a una longitud de 10 a 20 cm; sustituyendo totalmente al maíz y otros cereales en Latinoamérica.

1.5.2 Producción porcina en el Ecuador.

Manifiesta el Ministerio de Agricultura y Ganadería (2017) que la porcicultura en el Ecuador se ha vuelto cada vez más importante en los últimos años, a su vez la carne de cerdo es la tercera fuente de proteína de origen animal con un consumo del 15, 4 kg de carne de cerdo mientras que el consumo del pollo es del 25,3 kg, seguido de la carne de res con un 17,5 Kg y aproximadamente el 2,1 millones de personas se dedican a esta actividad productiva; con una población 1'527,115 cabezas de cerdos, de los cuales 90% se crían en condiciones de manejo tradicional (Agrocalidad 2010).

Según Ramírez (2017) citado por Gutiérrez *et al.* (2017) a pesar del aumento del consumo de carne en el país, los productores atraviesan una crisis, debido a que la producción de la materia prima para la elaboración del balanceado tradicional es costosa, por ejemplo: un quintal de maíz cuesta \$14,90 y va en aumento debido a que se produce una escasez de maíz en los primeros meses del año llegando a costar \$18,00 un quintal, mientras que en los países vecinos el precio oscila entre \$7,00 y \$13,00.

Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca (2022) fijó el precio de comercialización del maíz amarillo duro al productor es de \$ 16,89 dólares por quintal, de 45,36 Kg, con 13% de humedad y 1% de impurezas, a pagar en condiciones

de bodega/vendedor, además cosechar una tonelada de maíz localmente tiene un precio de \$360; mientras que el precio de la tonelada de caña de azúcar aumento del \$31.70 a \$35.05 dólares, el precio sube luego de haberse mantenido durante siete años (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2022)

Gutiérrez *et al.* (2017) mencionan que la alimentación de los cerdos depende del nivel de tecnificación de las granjas, en un sistema de producción tecnificada la alimentación está basada en balanceado, y en una producción traspatio la alimentación se basa en desechos de cocina, subproductos de la industria molinera.

La principal fuente de alimentación de los porcinos en Ecuador es el alimento balanceado con un promedio ponderado del 73%, seguido de la categoría otros alimentos con el 12,7%, granos enteros o molidos 8,6% y el forraje verde 5,3% (Ministerio de Agricultura y Ganadería 2017)

Ramírez *et al.* (2016) señala que los altos costos del maíz y soya obligan a algunos institutos de investigación como el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP) a realizar estudios que permitan encontrar fuentes alternas de proteínas, energía y minerales con la finalidad de reemplazar al máximo posible el uso de estos cereales.

1.5.3 Requerimientos nutricionales de los cerdos en la fase de crecimiento y engorde.

En la producción de cerdos la alimentación comprende entre el 80 -85% de los costos totales de producción de la granja (Campabadal 2009) ; en la etapa de crecimiento es donde existe una mayor síntesis de tejido magro y en la de engorde donde prevalece la deposición de grasa, por lo que las dietas deben estar bien balanceadas para obtener una conversión de alimento eficiente.

El consumo de alimento se ve influenciado por algunos factores fisiológicos, ambientales y nutricionales, que determinan la ingesta diaria de estos, ya que se debe

hacer formulaciones con dietas equilibradas y fraccionadas para las fases de crecimiento y engorde, con los nutrientes necesarios, en las cantidades adecuadas donde no haya un exceso o déficit de aminoácidos en la dieta; ya que una mala formulación conlleva a una reducción en el consumo de concentrado lo que afecta el crecimiento y engorde del cerdo, pero si existe un excesivo consumo de proteína o aminoácidos se encaminará a una alta deposición de grasa. (Herradora, 2015)

Se presentarán los requerimientos nutricionales de los cerdos en la forma tradicional en la siguiente tabla 3.

Tabla 3: Concentración de nutrimentos en dietas para cerdos en desarrollo y engorde.

Nutrientes	Crecimiento	Engorde
Proteína (%)	16,00	14,00
Lisina (%)	0,90	0,75
Calcio (%)	0,75	0,60
Fosforo aprovechable (%)	0,35	0,30
Energía digestible (Mcal/Kg)	3,25	3,30
Energía metabolizable (Mcal/Kg)	3,20	3,25

Fuente: (Campabadal 2009)

Es importante conocer el consumo de alimento en los cerdos en fases de desarrollo y engorde en la tabla 4 se presenta un consumo promedio para estos animales.

Tabla 4: Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorde.

Peso del cerdo (kg)	Cantidad (kg/día)
30 a 40	1,18
40 a 50	2,20
Promedio	2,00
50 a 60	2,60
60 a 70	2,80
70 a 80	3,10
80 a 90	3,50
Promedio	3,00

Fuente: (Campabadal 2009)

Tabla 5: Composición y análisis químico de las dietas a base de maíz / The composition grower and finisher a corn diets.

	Tipo de dieta		
	Crecimiento I (15-30 kg)	Crecimiento II (30-60 kg)	Finalizació (60-100 kg)
Ingredientes (%)			
Maíz	70,81	74,55	75,88
Harina de soya	19,90	15,90	19,30
Harina de pescado	6,00	6,00	1,90
CaCO ₃	1,48	1,70	1,10
CaPO ₄ H.2H ₂ O	0,91	0,83	0,90
NaCl	0,40	0,40	0,40
Vitaminas y minerales ¹	0,50	0,50	0,50
DL-metionina	-	0,02	0,02
Análisis químico (%)			
Materia seca	89,05	90,75	90,42
Cenizas	7,70	5,86	5,33
Fibra cruda	3,88	2,98	3,01
Extracto etéreo	4,74	5,08	5,08
Nitrógeno	3,48	3,58	3,33
Energía bruta (kjoule/g)	15,17	15,35	15,50
Composición química estimada			
ED. Cerdos (kjoule/g)	14,19	14,01	14,15
Nitrógeno (%)	3,08	2,81	2,68
Fibra cruda (%)	2,72	2,81	2,78
Fósforo (%)	0,44	0,60	0,34
Calcio (%)	1,08	1,33	0,83
Lisina (%)	1,08	0,95	0,85
Lisina Digestible (%)	9,94	0,85	0,75
Metionina (%)	0,37	0,35	0,30
Metionina Digestible (%)	0,34	0,32	0,27
Ac. Linoleico (%)	1,42	1,45	1,51
Relación Ca/P	2,43	2,22	2,44

Provee de lo siguiente por kg de dieta: 600 UI de vitamina A; 160 UI de vitamina D3; 20 UI de vitamina E; 2 mg de tiamina; 3 mg de riboflavina; 15 mg de pridoxina; 5 mg de pantotenato de calcio; 25 ug de vitamina B12; 300 mg de cloruro de colina; 0,5 mg de ácido fólico; 2mg de bisulfato sódico de menadiona; 0,4 de cobalto; 10 mg de hierro; 0.5 de iodo. (González *et al.* 2006)

Tabla 6: Composición y análisis químico del concentrado proteico y del jugo de caña/
The composition of starter, grower and finisher high-protein diet and sugar cane juice.

	Tipo de Concentrado Proteico			
	Jugo de Caña	Crecimiento I (15-30 kg)	Crecimiento II (30-60 kg)	Finalización (60-100 kg)
Ingredientes (%)				
Harina de soya	-	78,95	84,29	83,03
Harina de pescado	-	14,47	8,87	10,98
CaCO ₃	-	0,80	1,43	0,98
CaPO ₄ H ₂ O	-	3,83	2,84	2,31
NaCl	-	0,97	1,02	1,10
Vitaminas y minerales ¹	-	1,20	1,27	1,37
DL-metionina	-	0,18	0,28	0,27
Análisis químico (%)				
Materia seca	23,10	90,51	90,90	90,82
Cenizas	4,97	14,82	12,55	14,54
Fibra cruda	-	4,58	4,58	4,20
Extracto etéreo	-	2,22	2,18	2,19
Nitrógeno	-	7,82	8,36	8,25
Energía bruta (kjoule/g)	16,14	14,44	14,91	15,00
Composición química estimada				
ED. Cerdos (kjoule/g)	-	14,01	14,83	14,92
Nitrógeno (%)	-	3,04	2,80	2,65
Fibra cruda (%)	-	1,37	1,38	1,25
Fósforo (%)	-	0,50	0,38	0,32
Calcio (%)	-	0,83	0,78	0,65
Lisina (%)	-	1,27	1,18	1,10
Lisina Digestible (%)	-	1,14	1,03	0,98
Metionina (%)	-	0,32	0,28	0,27
Metionina Digestible (%)	-	0,29	0,25	0,24
Ac. Linoleico (%)	-	0,10	0,10	0,10
Relación Ca/P	-	1,88	2,11	2,03

Provee de lo siguiente por kg de dieta: 600 UI de vitamina A; 160 UI de vitamina D3; 20 UI de vitamina E; 2 mg de tiamina; 3 mg de riboflavina; 15 mg de pridoxina; 5 mg de pantotenato de calcio; 25 ug de vitamina B12; 300 mg de cloruro de colina; 0,5 mg de ácido fólico; 2mg de bisulfato sódico de menadiona; 0,4 de cobalto; 10 mg de hierro; 0.5 de iodo. (González *et al.* 2006)

1.5.4 Conversión alimenticia

Cantidad de alimento requerido para producir una unidad de ganancia de peso, se calcula dividiendo el consumo de alimento entre la ganancia de peso, ambos parámetros deben estar en una misma unidad y se dan por día o por período; la conversión alimenticia de toda la granja, se calcula al dividir la compra total de alimento entre los kilogramos producidos de carne, este valor debe ser menor a 3 unidades (Campabadal 2009).

Alvarado *et al.* (2018) encontraron que la inclusión del 35% de niveles de caña de azúcar fresca fraccionada, suministrada en la fase de acabado del cerdo obtuvo la mejor conversión alimenticia del 2,19 kg/kg ($P < 0,05$), misma que se puede observar en la tabla 5.

Tabla 7; Comportamiento de los cerdos alimentados con diferentes niveles de caña de azúcar en la fase de acabado.

Variables	Niveles de inclusión			
	0 %	25 %	30 %	35 %
Número de cerdos	5	5	5	5
Duración del experimento (días)	42	42	42	42
Peso promedio inicial (kg)	48,30	48,62	50,10	48,70
Peso promedio final de la fase de acabado(kg)	75,80 ^c	79,50 ^b	83,80 ^a	82,40 ^b
Ganancia promedio diario de peso (kg)	0,620 ^c	0,662 ^b	0,702 ^a	0,702 ^a
Consumo promedio diario de alimento (kg)	1,84 ^a	1,68 ^b	1,72 ^b	1,54 ^c
Conversión alimenticia (kg)	2,98 ^a	2,54 ^b	2,45 ^b	2,19 ^c

Promedios con letras iguales, no difieren estadísticas según Duran ($P < .05$)

Fuente: (Alvarado *et al.* 2018)

Orozco (2014) demostró que al usar 7 litros de jugo de caña de azúcar más un núcleo proteico en cerdos de engorde y un F- cal 13,37 se obtiene una conversión alimenticia del 3,41 kg/kg con lo cual es significativo al 1%, estos resultados se hicieron visibles a la octava semana de la suministración, misma que se puede observar en la tabla 6.

Tabla 8: Análisis de varianza para la variable de la conversión alimenticia a la séptima semana.

PARAMETROS	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
Numero de cerdos	5	5	5
Peso inicial	30,6 Lb	36,8 Lb	34,4 Lb
Peso final	80,9 Lb	93 Lb	96 Lb
Consumo de alimento	NP(339,52 Lb) JC(926 Lt)	NP(344,95 Lb) JC(1570 Lt)	NP(344 Lb) JC(2098 Lt)
Ganancia de peso	13,73 Kg	14,76 Kg	16,18 Kg
Conversión alimenticia	1,96	2,67	3,41

Fuente:(Orozco 2014)

Según González *et al.* (2006) en su trabajo donde probó los diferentes tratamientos de jugo de caña mas concentrados proteicos frente a una dieta balanceada, donde se obtuvo la mejor conversión alimenticia del 2,26 cuando lo indujo al 8% , misma que se puede observar en la tabla 7.

Tabla 9: Medias para las variables de comportamiento productivo estudiadas de acuerdo al tratamiento.

Variable	Dieta balanceada				Jugo de caña + Concentrado proteico				p	ES
	T1 0%M	T2 8%M	T3 16%M	T4 24%M	T5 0%M	T6 8%M	T7 16%M	T8 24%M		
Peso inicial (kg)	41.9a	42.1a	39.3b	38.4b	38.8b	41.1a	39.8ab	39.7ab	.02	1.2
Peso final (kg)	60.5ab	62.3a	56.5b	53.5c	58.3ab	61.8a	55.7b	54.6c	.01	1.2
Consumo MS total de alimento (gMS/d)	1467c	1668a	1613ab	1469c	1643ab	1675a	1546b	1479c	.00	1.6
Consumo de jugo de caña (g MS/d)	—	—	—	—	1420a	1455a	1354b	1329b	.00	1.0
Consumo de concentrado proteico (g MS/d)	—	—	—	—	223	220	192	150	.44	4.0
Consumo de proteína (g MS/d)	242a	261a	246a	234a	94b	91b	75b	60b	.00	0.2
Ganancia de peso (g/d)	664ab	723a	614ab	542b	695ab	741a	568b	533c	.02	8.2
Conversión de alimento (g/g)	2.21	2.31	2.63	2.71	2.36	<u>2.26</u>	2.72	2.77	.11	1.2
Costo alimentación (\$/kg peso ganado)	0.73 b	0.72 b	0.79 a	0.76 a	0.65 c	0.60 c	0.70 c	0.67 c	.00	7.6

Medias con letras iguales en una misma fila no son diferentes al ($P < .05$) y/o ($P < .01$).

Tn = tratamientos.

0% M; 8% M; 16% M; 24% M = niveles de inclusión de harina de follaje de morera.

P = probabilidad estadística.

ES = error estándar de la media.

Fuente: (González *et al.* 2006).

Santini *et al.* (2005) señalan que existe una mayor conversión alimenticia 3,4 al usar la proteína de la harina de pescado misma que sustituyó la proteína de la harina de soya en proporciones de 28%, donde el jugo de caña y azolla en un intervalo de 7,5 litros y 4,8 kg, respectivamente suministrado a voluntad en bebederos tipo chupón, misma q se puede observar en la tabla 8.

Tabla 10: Consumo y conversión de alimento de cerdos en crecimiento alimentados con jugo de caña, Azolla y niveles crecientes de harina de pescado (HP0, HP14 y HP28; grado de reemplazo [%] de la proteína de la soya con harina de pescado).

Ingredientes, kg	HP0	HP14	HP28
Animales por corral	3	3	3
Consumo promedio de alimento por animal/ día			
Jugo de caña, litros	7,8	7,7	7,7
Aceite crudo de palma, g	76,6 ± 60	83,3 ± 56,6	86,6 ± 56,6
Azolla, kg en base fresca	4,8	4,8	4,6
Núcleo proteico, g	433 ± 100	433 ± 100	400 ± 66,6
Consumo total, kg MS	1,7 ± 0,4	1,6 ± 0,4	1,6 ± 0,4
Conversión, en base seca	3,2	3,5	<u>3,4</u>
Aporte proteico, g			
Suplemento	187	185	174
Azolla	43,7	43,5	42,2
Consumo total de proteína	230	229	217

Fuente: Santini *et al.* (2005)

1.6 Hipótesis

H.A. = El uso de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y engorde mejora los índices productivos.

H.O. = El uso de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y engorde no mejora los índices productivos.

1.7 Metodología de la investigación

El presente trabajo de investigación, se realizará por el método inductivo-deductivo, documental bibliográfico, donde la información obtenida será de artículos científicos, repositorios de las Universidades (Dspace), bibliografías de Google Académico, tesis, teniendo en cuenta que es la técnica exploratoria de recolección de datos, sobre el uso de la caña de azúcar en la alimentación de cerdos como alternativa de fuente energética en la fase de crecimiento y engorde.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad del presente trabajo documental bibliográfico se basa en recolectar información referente a el uso de la caña de azúcar como subproducto alternativo principalmente usado por ser fuente de energía, ya que posee un alto nivel de sacarosa, principalmente en la fase de crecimiento y engorde en la alimentación de cerdos, buscando así el remplazando del uso de los granos tradicionales como el maíz, brindando así información a los interesados en la producción de los porcicultores.

Se analizaron resultados de estudios experimentales realizados por diversos autores, teniendo como referencia un estudio publicado en el 2018, el cual relata la efectividad del empleo del uso de la caña de azúcar troceada en la fase de crecimiento y engorde en la alimentación de cerdos.

En la actualidad la alimentación porcina constituye uno de los desafíos más importante para el porcicultor, ya que representa entre el 60 – 80 % de los costos de producción (Pic 2019), a su vez de este factor depende el éxito de su producción final; debido a que mucho de la materia prima usadas en la elaboración de balanceado es importada o producida a nivel nacional, pero usada en la dieta alimenticia de las personas haciendo no factible el uso de ciertas materias primas por el alza de sus precios, buscado así subproductos en el medio que nos rodea, que haga la producción más sustentable.

Es por este motivo que hacemos énfasis en el uso de la caña de azúcar como suplemento en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y engorde, puesto que sus niveles energéticos son altos, pero no superiores a los cereales; su digestibilidad es mucho más elevada y es aprovechada al máximo por parte del

organismo del porcino; dicha dieta debe incluir suplementos proteicos, debido a que los niveles de proteína bruta (PB) en la caña de azúcar son casi nulos.

2.2 Situaciones destacadas

Alvarado *et al.* (2018) demostraron que el uso de caña troceda se puede incluir en la dietas para cerdos en la fase de crecimiento y engorde mejorando los costos de producción de los mismos.

González *et al.* (2006) señalaron que el uso jugo de caña se puede dar opcional en fase temprana del crecimiento del cerdo , y que se puede reducir el suministro de proteína sin ningún rasgo de comportamiento o canal de interés económico.

Camino *et al.* (2015) comprobaron que la dieta de miel B de caña de azúcar y nuprovim-10, puede sustituir el pienso y a su vez no influye de forma negativa sobre los rasgos de la canal.

Mireles *et al.* (2020) sugieren que el consumo de hasta 15 % de harina de follaje de albizia más miel de caña del tipo B en la dieta de cerdos en crecimiento, puede determinar cambios apreciables.

2.3 Soluciones planteadas

Las propiedades químicas que tiene la caña de azúcar permite que los productores obtén por utilizar este producto como suplemento energético Orozco (2014) en la producción de porcinos, con el fin de sustituir el maíz por sus costos elevados de producción, sin verse afectados en la parte productiva ya que se obtiene niveles adecuados de ganancia de peso al implementarla en la dieta alimenticia.

Los pequeños y medianos productores deben ser capacitados sobre las ventajas que se obtiene al implementar la caña de azúcar en la alimentación de cerdos principalmente en la fase de crecimiento y engorde, como fuente energética, claramente esta debe de estar acompañado de suplementos proteicos que

complemente el nivel escaso de proteínas González *et al.* (2006) que tiene la caña; cabe aclarar que los resultados son observados al final de la producción de los cerdos.

2.4 Conclusiones

Se concluye que, al suministrar cualquier presentación de caña de azúcar en la alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y engorde este se debe complementar con un núcleo proteico, para así obtener mejores resultados al finalizar la producción.

Además, se pudo concluir que se obtiene un mejor resultado al usar jugo de caña de azúcar, ya que este no contiene fibra, aunque este puede llegar a oxidarse en un lapso aproximado de 10 a 12 horas dependiendo la temperatura haciendo que baje el consumo en el porcino.

2.5 Recomendaciones

Se recomienda que se hagan otros estudios con caña troceada en la fase temprana de crecimiento de los porcinos con un menor largo los trazos de caña de azúcar mas un nucleó proteico.

Se sugiere realizar un estudio con jugo de caña de azúcar usando benzoato de sodio al 0,15% para evitar la oxidación del jugo, y si existe alguna repercusión en la obtención final de la canal.

BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2010). *Programa Nacional Sanitario Porcino. Población de referencia asociada a la producción de ganado porcino*. Obtenido de <https://fliphtml5.com/wtae/imfi>
- Alvarado Álvarez, H. J., Gómez Villalva, J. C., Rodríguez Alava, J., López Aguayo, N., Filian Hurtado, W., & Vera Suárez, M. (03 de Septiembre de 2018). Saccharum officinarum L. in Swine's Diet. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-79202018000100002&lng=es&tlng=en.
- Camino, Y., Abeledo, C., López, M., Rodríguez, D., Reyes, Z., & Orozco, M. G. (2015). Rasgos de la canal en cerdos sementales CC21 jóvenes alimentados con miel B de caña de azúcar y nuprovim. 22(4). Recuperado el 12 de 09 de 2022, de <http://dSPACE.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/370>
- Campabadal, C. (2009). *Guía Técnica para Alimentación de Cerdos*. Costa Rica: Imprenta Nacional. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-7847.PDF>
- Castro, J., & Nantipia, E. (2007). *Evaluación del efecto de jugo de caña de azúcar más concentrado vs. balanceado comercial en la alimentación de cerdos en etapa de crecimiento y engorde*. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dSPACE.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/459/1/06665.pdf>
- Cuarón, M., & Shimada, A. (1981). Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para corderos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 15: 177-182.

- Daniel, A., & González, D. (Consultado 01 sep. 2022. de 08 de 2012). *La caña de azúcar en la alimentación de cerdos. Nutrición Porcina*. Obtenido de https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/35-cania_azucar.pdf
- Evan, T., Cabezas, A., Fuente, J. d., & ., M. C. (2019). *Efecto de la inclusión de subproductos agroindustriales en la alimentación de corderos de cebo*. Obtenido de https://oa.upm.es/65032/1/INVE_MEM_2019_323340.pdf
- Figueroa, V., & Ly, J. (1990). Alimentación porcina no convencional a partir del cultivo de la caña de azúcar. Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba. Obtenido de <file:///C:/Users/PERSONAL/Desktop/TESINA/TESINA%20DOCUMENTOS/CPA-1994-T044.pdf>
- González, D., González, C., Machado, W., Mendoza, J., & Ly, J. (Julio de 2006). Jugo de Caña de Azúcar en Dietas de Crecimiento y Finalización para Cerdos: Efectos en el Comportamiento Productivo y Rasgos de Canal. *Scielo*, 16 (4). Recuperado el 2022 de Septiembre de 10, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592006000400010&lng=es&tlng=es.
- González, D., González, C., Ojeda, A., Machado, W., & Ly, J. (2006). *Comportamiento productivo de cerdos en crecimiento alimentados con jugo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) y harina de follaje de morera (Morus alba)*. Instituto de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, El Limón, Maracay, Venezuela.: Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. Obtenido de <http://www.bioline.org.br/pdf?la06006>
- Gutiérrez, F., Guachamin, D., & Portilla, A. (2017). Valoración nutricional de tres alternativas alimenticias en el crecimiento y engorde de cerdos (sus scrofa

domestica) Nanegal- Pichincha. La Granja. *Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 142-154. Obtenido de <https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.12>

Herradora, M. (2015). *Alternativas para la alimentación del cerdo en granjas a pequeña escala*. (Vol. Capitulo 6). Mexico: Primera edición . Obtenido de https://fmvz.unam.mx/fmvz/publicaciones/archivos/Alternativas_Porcina.pdf

Mabbett, T. (1996). Plagas en la caña de azúcar. Año 11. No 2 Agricultura de las Américas. . *Séller International Publishing comp .. E.U.A.* , 20.

MAG, M. d. (27 de Junio de 2022). *agricultura.gob.ec*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/luego-de-siete-anos-aumenta-el-precio-de-la-tonelada-de-cana-de-azucar/>

Menendez, K. (2021). *“Estudio del jugo de caña (Saccharum officinarum), como alternativa de fuente energética en dietas para cerdos en la etapa de crecimiento”*. Babahoyo: Universidad Tecnica de Babahoyo. Recuperado el 1 de Septiembre de 2022, de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/10319/E-UTB-FACIAG-MVZ-000052.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ministerio de Agricultura y Ganadería, (. (2017). *Memoria tecnica, Censo Nacional porcicola del Ecuador Continental, Escala1:50.000, 2010*. (G. d. ecuatoriano., Ed.) Obtenido de <https://fliphtml5.com/wtae/imfi>

Ministerio de Agricultura, G. A. (06 de 2022). *agricultura.gob.ec*. Obtenido de <https://www.agricultura.gob.ec/magap-fija-precio-de-maiz-amarillo-duro-para-junio/>

Mireles, S., Ly, J., Caro, Y., & Grageola, F. (15 de 09 de 2020). Foliage of Albizia lebbeck (L.) Benth for feeding pigs. 1. Feed intake pattern indices and growth

performance. *Bio Ciencias*, 7. Obtenido de <https://doi.org/10.15741/revbio.07.e940>

Montaño, C., Quiñonez, L., Iglesias, K., & Sagaró, F. (2016). Alternativa de alimentación para cerdos en ceba. Condiciones locales de producción. *Scielo, Investigación y saberes*, 5 (2), 78-83.

Netafim. (2015). *Caña de azúcar*. Obtenido de <http://www.sugarcane crops.com/s/introduction/>

Orozco, C. F. (2014). *Utilización de jugo de caña (Saccharum officinarum) como alternativa de fuente energética con un núcleo proteico en dietas para cerdos en la etapa crecimiento*. Sucumbíos, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/7005>

Padilla, M. R. (Octubre de 1994). *Suplementación Proteica para Cerdos de Crecimiento y Engorde Alimentados con Jugo de Caña de Azúcar*. EL Zamorano, Honduras: Tesis, Presentada a la Escuela de Agrícola Panamericana.

Panduro, J. (2022). *Implementación y administración de indicadores de gestión para una planta de corte de cerdo*. Lima, Perú. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5416>

PIC. (Diciembre de 2019). *Análisis de la industria Porcina en Latinoamérica*. (No.17, Ed.) Obtenido de <https://latam.pic.com/wp-content/uploads/sites/19/2019/06/ANALISIS-INDUSTRIA-PORCINA-dic2019.pdf>

Ramírez, G. (2020). *EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA PRODUCCIÓN PORCÍCOLA COMO FACTOR DE INTEGRALIDAD EN EL TERRITORIO* (Primer Edición ed.). Obtenido de

https://www.intep.edu.co/Es/Usuarios/Institucional/CIPS/2020_1/MemoriasInvestigacion/symposium_I_Edicion.pdf#page=41

Ramírez, S. (2017). Líderes. Obtenido de Available at: <http://www.revistalideres.ec/lideres/produccion-porcina-pais-estadisticas-baja.html>

Ramírez, V., Peñuela, L., & ., M. P. (2016). Los residuos orgánicos como alternativa para la alimentación en porcinos. *Revista de Ciencias Agrícolas.*, 34(2): 107-124. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.22267/rcia.173402.76>

Santini, L. P., Escobar, A., Messa, H. F., & Silvera., C. R. (2005). Evaluación de tres núcleos proteínicos en la dieta de cerdos alimentados con jugo de caña de azúcar y Azolla sp. *Livestock Research for Rural Development*(17(5)). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Pinto-Santini-L/publication/294406760_Partial_substitution_of_soya_bean_meal_by_fish_meal_in_a_diet_for_growing_pigs_composed_of_sugar_cane_juice_palm_oil_and_azolla/links/588d2c86a6fdcc8e63c98292/Partial-substitution-

Sarria, P., & Rosero, M. (Septiembre de 1999). Sistemas campesinos de Producción Porcina. *Centro de investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.*, 5 - 7. Obtenido de http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3923/1/2006112717750_Sistemas%20campesinos%20de%20produccion%20porcina.pdf

Valdiviá, M. (2015). Alimentación de cerdos con tallos de caña de azúcar: Una reseña corta. *CENPALAB - Centro Nacional para la Producción de Animales de Laboratorio.*, 72 - 73. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/342697171>

Valdivié, M., Mora, L., & La O, A. (2012). *Tallo de caña (limpio de hojas y paja)*. In: *Alimentación de Aves, Cerdos y Conejos*. Universidad Autónoma de Nuevo León.

Valdivié, M., Mora, L., & O, A. (2009). Alimentación de aves, cerdos y conejos con tallos de caña. *Revista de la Asociación Cubana de Producción Animal (ACPA)*, 3: 53-55. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/342697171>

Xandé, X., Régnier, C., Archimède, H., Bocage, B., Noblet, J., & Renaudeau, D. (2010). Valores nutricionales de los productos de la caña de azúcar en cerdos de engorde del Caribe local. En *Animal* (Vol. 4, págs. 745 - 754). Francia. Obtenido de <https://doi.org/10.1017/S175173110999173X>