

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-

CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO-

SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS CUNSARO -

IIACUNSARO-

INFORME DE GRADUACIÓN

**DIAGNÓSTICO, INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS EJECUTADOS EN
INDUSTRIA PANELERA EL TRAPICHE, JOYA SAN ISIDRO, NUEVA SANTA
ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C. A**

BYRON EDUARDO BARILLAS CRUZ

REGISTRO ACADÉMICO: 201346470

CODIGO UNICO DE IDENTIFICACIÓN: 743012191906

Asesor: M Sc. Ing. Oscar Zaldaño

GUATEMALA, ABRIL 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO-
SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA TRABAJO DE GRADUACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CACHAZA DE
CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum L.*), EN LA ALIMENTACIÓN
DE CERDOS (*Sus scrofa domesticus L.*) DE ENGORDE EN ALDEA EL
MORITO, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO- DE LA UNIVERSIDAD DE
SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

BYRON EDUARDO BARILLAS CRUZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA -USAC-
CENTRO UNIVERSITARIO DE SANTA ROSA -CUNSARO-**

SECCIÓN NUEVA SANTA ROSA

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS CUNSARO -
IIACUNSARO-**

RECTOR MAGNIFICO

Dr. Gustavo Enrique Taracena Gil

Consejo Directivo del Centro Universitario de Santa Rosa



Presidente del consejo directivo:	M.A. Ing. Cristiam Armando Aguirre Chinchilla
Secretario del Consejo Directivo:	Lic. José Luis Aguirre Pumay
Representante de docentes:	Lic. Walter Armando Carvajal Díaz
Representante de docentes:	Lic. Axel Edgardo Lone Ayala
Representante de egresados:	Licenciada Claudia Marisela González
Representante de estudiantes:	Bachiller Héctor Edmundo Pablo Solís
Representante de estudiantes:	Lic. Fredy Rolando Lemus López

Guatemala, abril 2021

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO

M.A. Ing. Cristiam Armando Aguirre Chinchilla
Director de Cunsaro y presidente del Consejo Directivo

Licenciado José Luis Aguirre Pumay
Secretario del Consejo Directivo

Licenciado Walter Armando Carvajal Díaz
Representante de los Docente del
Centro Universitario de Santa Rosa

Licenciado Alex Edgardo Leonel Ayala
Representante de los Docente del
Centro Universitario de Santa Rosa

Licenciada Claudia Marisela González Linares
Representante de los Egresados del
Centro Universitario de Santa Rosa

Licenciado en Administración de Empresas
Fredy Rolando Lemus López
Representante Estudiantil del
Centro Universitario de Santa Rosa

Bachiller Héctor Edmundo Pablo Solís
Representante Estudiantil del
Centro Universitario de Santa Rosa

Coordinación Académica

Lic. José Luis Aguirre Pumay
Coordinador Académico

Lic. Eddy René Mejía García
Coordinador de licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario,
Cuilapa

Lic. Mynor Renato Nieves Antillón
Coordinador Técnico y Licenciatura en Administración de Empresas, Cuilapa

M.A. Lic. Amelia Raquel Sopony Pérez
Coordinadora Turismo

Lic. Elman Erick González Ramos
Coordinador PEM y Licenciatura en Pedagogía, Chiquimulilla

Lic. Alex Edgardo Lone Ayala
Coordinador Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario,
Chiquimulilla

Lic. Héctor Antonio Arriaza Alvarez
Coordinador Técnico y Licenciatura en Administración de Empresas, Chiquimulilla

Lic. Selvin Minray Guevara
Coordinador PEM y Licenciatura en Pedagogía, Taxisco

Ing. Luis Roldán Castillo
Coordinador Agronomía

Lic. Obdulio Rosales Dávila
Coordinador Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario, Nueva
Santa Rosa

Guatemala, 17/11/2020.



Maestro:

Oscar Zaldaño

Coordinador de EPS y Tesis

Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARO-, Sección Nueva Santa Rosa

Universidad de San Carlos de Guatemala

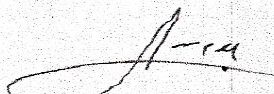
Distinguido Maestro:

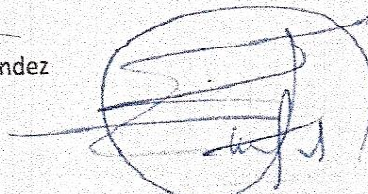
Por medio de la presente queremos manifestar que hemos tenido a la vista el trabajo de investigación titulado "EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS DE ENGORDE EN ALDEA EL MORITO, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA." como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado, del estudiante Byron Eduardo Barillas Cruz, carné 201346470, y hemos verificado que se incorporaron las correcciones solicitadas al estudiante, durante la celebración del Seminario II.

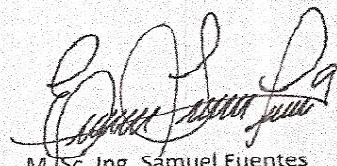
Sírvase darse por enterado y brindar autorización para que el estudiante continúe con los trámites necesarios para realizar el examen general público y acto de investidura.

Atentamente

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


M. Sc. Inga. Astrid Hernández
Terna evaluadora


Ing. Eddy Saenz
Terna evaluadora


M./Sc. Ing. Samuel Fuentes
Terna evaluadora

Guatemala, abril del 2021



Honorable Consejo Directivo
Honorable Tribunal Examinador
Centro Universitario de Santa Rosa -CUNSARO-
Sección Nueva Santa Rosa
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación realizado en la **“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum L.*), EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS (*Sus scrofa domesticus L.*) DE ENGORDE EN ALDEA EL MORITO, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA”**, de febrero a noviembre 2018; como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Byron Eduardo Barillas Cruz

ACTO QUE DEDICO

A:



A DIOS:

Por brindarme la vida, sabiduría, paciencia entusiasmo y un espíritu de valentía para alcanzar mis metas y sueños además por ser mi guía día a día. Todo lo debo a Cristo, pues es bueno para con sus hijos y fiel en todo momento.

A MI MADRE:

Por regalarme una vida con una educación extraordinaria que me han hecho un ser humano con valores y principios gracias por ser el motor de mi vida.

A MIS HIJAS Y ESPOSA:

Por apoyarme, ser mi fortaleza, mi motivo de inspiración para lograr mis sueños, por la comprensión que me han tenido y por formar parte de mis sueños hechos realidad.

EN MEMORIA DE MI AMIGO

Pedro Antonio Pocasangre por sus enseñanzas en el campo, su amor por la agricultura y la naturaleza.

AL EQUIPO DE TRABAJO DE LA UNIVERSIDAD DE NUEVA SANTA ROSA

Gracias por sus valiosos conocimientos y por formarnos como profesionales dignos de llamarse Ingeniero Agrónomo

AGRADECIMIENTOS

A:



A la Universidad San Carlos de Guatemala, por ser parte de mi formación como profesional y sobre todo al Centro Universitario de Nueva Santa Rosa por luchar en el desarrollo de nuestro municipio formando personas preparadas para ejercer en nuestro País.

Agradezco al claustro de docentes formadores Ing. Luis Roldan Castillo, Ing. Oscar Zaldaño, Inga. Astrid Hernández, Ing. Ing. Samuel Fuentes, Ing. Eddy Saenz, quienes nos han apoyado en todo momento como profesionales y como seres humanos.

A la Industria panelera El Trapiche por permitirme realizar el EPS e investigación que Dios les bendiga grandemente.

Índice General

Contenido

1. CAPITULO I: DIAGNOSTICO REALIZADO EN LA INDUSTRIA PANELERA EL TRAPICHE, EN LA JOYA SAN ISIDRO NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.....	1
PRESENTACIÓN	2
MARCO REFERENCIAL.....	3
1.2.1 Ubicación y localización:.....	3
1.2.2.1 Tanque de agua artesanal	4
1.2.2.2 Área de apronto y maquina trapiche	4
1.2.2.3 Motor estacionario	5
1.2.2.4 Tanque de decantación	5
1.2.2.5 Tren de cocimiento	6
1.2.2.6 Horno de Calderas	7
1.2.2.7 Almacén de bagazo	8
1.2.2.8 Área de producción	8
1.2.2.9 Área de almacenamiento	8
1.2.2.10 Sanitarios vestidores y comedor	8
1.2.2.11 Planta de tratamiento de aguas residuales	9
1.2.2.12 Servicio eléctrico y área de secado de bagazo	9
1.2.2.13 Cenicero	10
1.2.2.14 Vías de comunicación	11
1.2.2.15 Clima	11
<i>Tabla 1. Aspectos climáticos de Nueva Santa Rosa</i>	11
1.2.2.16 Fisiografía, hidrografía y zonas de vida	11
1.2.2.17 Suelos	12
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1 General	13
1.3.1.1 Específicos	13
1.4. METODOLOGÍA.....	14
1.5. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS	17



1.5.1.	Máquina de trapiche con desperfectos	17
1.5.2.	Perdida de calor por chimenea.....	17
1.5.3.	Área de cocimiento del jugo de la caña descubierta	17
1.6.	BIBLIOGRAFÍA.....	18
CAPITULO II.....		19
2. INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA INDUSTRIA PANELERA EL TRAPICHE, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.....		19
2.1	PRESENTACIÓN.....	20
2.2 SERVICIO 1: REDUCCIÓN EN LA CONTAMINACIÓN DEL ÁREA DE COCIMIENTO DE LAS MIELES.		21
2.2.1.	Presentación	21
2.2.2	Objetivos	21
2.2.3	Metodología	21
2.2.4	Resultados	22
2.2.5	Discusión de resultados	24
2.3 SERVICIO 2: MEJORA EN LA EFICIENCIA DE EXTRACCIÓN DE JUGOS DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>SACCHARUM OFFICINARUM L</i>) EN LA INDUSTRIA PANELERA EL TRAPICHE.		24
2.3.2	Objetivos	24
2.3.3	Metodología	25
2.3.4	Resultados	25
2.3.5	Discusión de resultados.....	28
2.4 Servicio 3: Mejorar y eficiente deshidratación de las mieles.....		28
2.4.1	Presentación.....	28
2.4.2	Objetivo.....	28
2.4.3	Metodología	29
2.4.4	Resultados.....	29
2.4.5	Discusión de Resultados	30
2.5	Bibliografía	31
3 CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharum officinarum L.</i>), EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS (<i>Sus scrofa domesticus L.</i>) DE ENGORDE EN ALDEA EL MORITO, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA.		32
RESUMEN		33

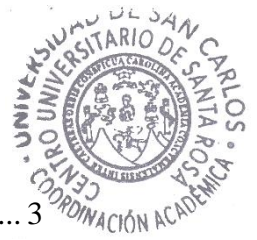


Abstrac.....	34
Presentación.....	35
3.2 Marco teórico.....	37
3.2.1 Marco conceptual.....	37
3.2.2 Caña de azúcar (<i>S. officinarum</i> L)	37
3.2.3 Composición química del jugo de caña y los Subproductos del trapiche panelero (cachaza y melote)	37
3.2.4 Cachaza	38
3.2.5 Importancia económica de la caña de azúcar y sus derivados	39
3.2.6 Porcicultura	40
3.2.7 Porcicultura en Guatemala.....	40
3.2.8 Generalidades del ciclo productivo porcícola.....	40
3.2.9 Antecedentes	41
3.3 Marco Referencial	45
3.3.1 Ubicación geográfica	45
3.3.2 Zonas de vida, fisiografía y clima	45
3.4 Objetivos.....	47
General.....	47
Específicos.....	47
3.5. Metodología.....	48
3.5.1 Material experimental.....	48
3.5.2 Descripción de los tratamientos.....	48
3.5.3 Unidad experimental.....	49
3.5.4 Manejo experimental	49
3.5.5 Identificación de cerdos	49
3.5.6 Alimentación	49
3.5.7 Frecuencia y dosis de concentrado.....	50
3.5.8 Profilaxis y suplementación de vitaminas.....	50
3.5.9 Limpieza de instalaciones	51
3.5.10 Peso de cerdos	51
3.5.11 Bebederos	51

3.5.12	Suministro de desparasitantes y vitaminas	51
3.5.6	Diseño experimental	52
3.5.7	Croquis	53
3.5.8	Variables de respuesta y formas de medición	53
3.6.	Resultados.....	54
3.6.1.	Ganancia de peso en cerdos	54
3.6.2.	Tiempo necesario para obtener el peso comercial 90.9 Kg (200 libras) en cerdos de engorde	56
3.6.3.	Análisis económico	58
3.7.	Conclusiones.....	59
3.8.	Recomendaciones	60
3.9.	Bibliografía.....	61
3.10.	Anexos	64

Índice de Tablas

Tabla 1:	Esquema de la priorización de los problemas detectados en la industria panelera “El Trapiche”	16
Tabla 2	Composición de la caña de azúcar (<i>S. officinarum</i> L) % base fresca.....	38
Tabla 3	<i>Efecto del nivel de proteína suministrado a cerdos de engorde recibiendo una dieta basada en jugo de caña</i>	42
Tabla 4	<i>Comparación de cerdos alimentados con jugo de caña versus alimento comercial balanceado en una finca comercial de República Dominicana</i>	43
Tabla 5	<i>Comportamiento entre melote y jugo de caña como recurso alimenticio básico para el engorde de cerdos</i>	44
Tabla 6	Resumen de peso (Kg) y tiempo (días) a obtención de peso final	54
Tabla 7	Proteína seca en %	57
Tabla 8	Análisis de costos de alimentación (concentrado comercial) y cachaza panelera.	58



Índice de figuras

Figura 1 Mapa de ubicación del municipio de Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala.....	3
Figura 2 Vista satelital de El trapiche Joya San Isidro Nueva Santa Rosa, Santa Rosa. ...	3
Figura 3 Vista Frontal al pie de la imagen tanque artesanal de agua potable.....	4
Figura 4 Imagen del área de apronto y maquina trapiche.....	5
Figura 5 Vista frontal del tanque de decantación	6
Figura 6 Imagen del tren de cocimiento	7
Figura 7 Se muestra el horno para el funcionamiento de las calderas.....	7
Figura 8 Se observa de la bagacera	8
Figura 9 Sanitarios vestidores y comedor.....	9
Figura 10 Planta de tratamiento de aguas residuales.....	9
Figura 11 Imagen de los servicios eléctricos y del área de secado de bagazo.	10
Figura 12 Imagen del cenicero de El Trapiche.....	10
Figura 13 Área de cocimientos de las mieles sin el servicio aplicado.	22
Figura 14 Área de cocimiento de las mieles antes de realizar el servicio	22
Figura 15 Área del cocimiento de las mieles con el servicio aplicado, en el cual se observa la malla que recubre el área.....	23
Figura 16 Servicio numero 1 completo.	23
Figura 17 Mantenimiento de la maquina extractora de jugo de caña de azúcar.	25
Figura 18 Nivelación de la maquina extractora de jugo de caña de azúcar.....	26
Figura 19 Mantenimiento a los cilindros alineados adecuadamente de la maquina extractora del jugo de caña de azúcar.	26
Figura 20 Maquina extractora de jugo de caña de azúcar con su mantenimiento completo ejecutado durante el EPS.	27
Figura 21 Maquina extractora de jugo de caña de azúcar con el servicio de mantenimiento y nivelación realizados.	27
Figura 22 Flujo de calor.....	29
Figura 23 Se observa el agujero al fondo de la base de la chimenea, en donde va la compuerta del flujo de calor.	30
Figura 24 <i>Cachaza panelera (espuma coloidal) que se forma en la superficie, en estado fresco (no deshidratada).</i>	39
Figura 25 <i>Ciclo productivo de los cerdos</i>	41
Figura 26 <i>Mapa del departamento de Santa Rosa e imagen satelital de El Trapiche La Joya San Isidro Nueva Santa Rosa, Santa Rosa.</i>	45
Figura 27 <i>Unidad experimental (U. E.)</i>	49
Figura 28 <i>Bebedero de los cerdos</i>	51
Figura 29 <i>Forma de pesar a los cerdos</i>	52
Figura 30 <i>Croquis del ensayo</i>	53
Figura 31 <i>Ganancia de peso semanal por tratamiento</i>	55

Figura 32 Ganancia semanal de peso promedio por tipo de tratamiento. Eje Y: Peso vivo (Kg/semana) y eje X: Tratamiento	55
Figura 33 Tiempo (días) de engorde de cerdos <i>Sus scrofa domesticus</i> L para 90.9 Kg peso vivo.....	56

Índice de anexos

<i>Anexo 1.</i> Resumen análisis de varianza para la variable ganancia de peso semanal	64
<i>Anexo 2.</i> Prueba Tukey para ganancia de peso semanal	64
<i>Anexo 3.</i> Resumen análisis de varianza para la variable tiempo	64
<i>Anexo 4.</i> Análisis Bromatológico, efectuado en Laboratorio de Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala	65
<i>Anexo 5.</i> Análisis de proteína seca de la cerdaza (%), efectuado en Laboratorio de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala.	66
<i>Anexo 6.</i> Cerdo alimentándose.	67
<i>Anexo 7.</i> División del corral entre cada cerdo.	67
<i>Anexo 8.</i> Toma de peso de cerdos.....	68
<i>Anexo 9.</i> Unidad experimental	69
<i>Anexo 10.</i> Corral de cerdos.	69
<i>Anexo 11.</i> Análisis bromatológico de la proteína que contiene el concentrado comercial para cerdos.....	71
<i>Anexo 13.</i> Cerdo en proceso de engorde.....	73
<i>Anexo 14.</i> Distribuciones al azar de los tratamientos y repeticiones.	74

RESUMEN



El presente documento contiene el informe del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- realizado en industria panelera El Trapiche, Aldea La Joya San Isidro, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa. Integra 3 capítulos: I) Diagnóstico II) Informe de servicios y III) Investigación.

Capítulo I: El Diagnóstico se realizó en la industria panelera, El Trapiche. Se llevó a cabo mediante fases, iniciando con la recolección de información, las técnicas utilizadas fueron: Observación, reconocimiento del área y entrevistas a colaboradores de la empresa. Seguidamente se ejecutó un análisis de la información colectada para la identificación y priorización de problemas, esto se efectuó con una matriz de priorización para determinar la condición actual y abordar los 3 principales problemas que influyen en detrimento de la propia industria.

Capítulo II: Servicios realizados: A) Reducción en la contaminación del área de cocimiento de las mieles al ambiente, por exposición al polvo, bagazo, insectos y animales, con la colocación de paneles con malla anti-trips. B) Mejora en la eficiencia de extracción de jugos, con la ejecución de plan de mantenimiento para la maquina extractora de jugo de caña de azúcar y ajuste de los cilindros extractores del mismo; C) Mejora y eficiente deshidratación de las mieles a través de la fabricación de un sistema de exclusas graduadas para el control de salida del aire caliente por las chimeneas.

Capítulo III: Evaluación del efecto de la inclusión de cachaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), en la alimentación de cerdos (*Sus scrofa domesticus* L.) de engorde en Aldea El Morito, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa. Como objeto de la investigación fue la inclusión de este suplemento en la dieta convencional para el engorde de cerdos, para obtener un peso vivo de 90.9 Kg/cerdo. Según los resultados la inclusión de cachaza de caña de azúcar mejora los rendimientos, siendo la aplicación de 250 ml, proporcionó los mejores resultados, por razón que redujo el tiempo de engorde a 74 días y bajó los costos de producción en un 28.87%.

Palabras clave: Caña de azúcar, cachaza, cerdos, alimentación, engorde.



ABSTRACT

This document contains the report of the Supervised Professional Exercise (EPS-), performed in panela industry El Trapiche, Aldea La Joya San Isidro, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa. It integrates 3 chapters: I) Diagnostics II) Service performed and III) Research.

Chapter I: Diagnostics was made in the panel industry, El Trapiche. It was carried out through phases, starting with the data collection, the used techniques were: Observation, recognition of the area and interviews with company employees. Then an analysis of the information collected for the identification and prioritization of problems was executed, this was done with a prioritization matrix to determine the current condition and address the 3 main problems that influence the detriment of the industry itself.

Chapter II: Services performed: A) Reduction in pollution of the honey cookment area to the environment due exposure to dust, bagasse, insects, and animals, with the placement of panels with anti-trip mesh. B) Efficiency on the juice extraction improvement through maintenance plan for sugarcane juice extraction machine and adjustment of sugarcane extractor cylinders; C) Improved and efficient dehydration of honeys through the manufacture of graduated ex-locks to control the hot air exit by chimneys.

Chapter III: Evaluation of the effect of the inclusion of sugarcane cachaza (*Saccharum officinarum* L.), on the feeding of fattening pigs (*Sus scrofa domesticus* L.) in Aldea El Morito, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa. The object of this research was the inclusion of this supplement in the conventional diet for pig fattening, to obtain live weight of 90.9 Kg/pig. According to the results the inclusion of sugarcane cachaza improves the performing being the application of 250 ml, giving the best results so it reduced the fattening time to 74 days and lowered production costs by 28.87%.

Keywords: Sugar cane, cachaza, pigs, food, fattening.

The seal of the Academia Coactemalenensis is a circular emblem. It features a central shield with a blue background. On the shield, there is a figure of a man in a red and white robe, possibly a saint or scholar, holding a book. Above the figure is a golden crown with a cross on top. To the left and right of the figure are golden lions rampant. Below the figure is a white dog. The shield is set against a green landscape with a white path. The entire seal is surrounded by a circular border containing the Latin text "ORBIS CONSPICUA CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERA".

**1. CAPITULO I: DIAGNOSTICO REALIZADO EN LA INDUSTRIA
PANELERA EL TRAPICHE, EN LA JOYA SAN ISIDRO NUEVA SANTA
ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**

PRESENTACIÓN

Según la Asociación Guatemalteca de Exportadores -AGEXPORT-, la panela es un azúcar integral de caña de azúcar, a diferencia del azúcar refinado o azúcar blanca, no sufre procesos de centrifugación ni blanqueo, por lo que conserva muchas de las vitaminas y minerales propias del jugo de caña, permitiendo así consumir los nutrientes que la planta naturalmente provee. Es un endulzante 100% natural, libre de aditivos y preservantes, que puede ser utilizado como sustituto del azúcar refinado o edulcorantes artificiales en cualquier aplicación.

Derivado de la importancia de este producto de tendencia, la Comisión de Alimentos y Bebidas de AGEXPORT el Comité de Panela han desarrollado diferentes presentaciones de este producto, con el cual busca ingresar al segmento de productos saludables de Europa y Estados Unidos. La panela es el endulzante tradicional utilizado en Latinoamérica desde hace muchos años. Tradicionalmente su presentación ha sido en marqueta, sin embargo, para satisfacer la demanda de productos se desarrolló la panela granulada, de aspecto similar al azúcar común, pero con todos los beneficios de la panela. Esta presentación facilita la incorporación de panela a distintos alimentos y bebidas, haciéndola el endulzante predilecto para el uso diario.

El cultivo de caña de azúcar en Guatemala en la actualidad, es la actividad económica, fuente de divisas y trascendental en la historia de la industria guatemalteca. Este cultivo tiene presencia desde 1536 en Amatitlán, Guatemala, donde se formaron los primeros trapiches -o molinos- en los lugares altos y praderas de Guatemala y Salamá. La demanda de panela para fabricación de aguardiente en esa época era considerablemente abundante, por lo que se construyeron molinos en cada poblado de las regiones cálidas del país (Diario de Centro América, 2014).

A continuación, se detalla el diagnóstico realizado en la industria panelera, El Trapiche, elaborado mediante la recolección de información, y análisis de la información colectada para la identificación y priorización de problemas, con el fin de identificar la condición para el año 2019 y priorizar problemas que influyen negativamente dentro de la industria.



Descripción de las áreas que conforman la Industria panelera El Trapiche:

1.2.2.1 Tanque de agua artesanal

La finca cuenta con un tanque que fue perforado en el 2015, tiene forma artesanal con una profundidad de 15 m y 1.15 m de nivel de agua, proporcionando 1800 litros de agua en 50 minutos. Luego de vaciarse se vuelve a llenar en un tiempo aproximado de dos horas este sirve para abastecer los servicios sanitarios y limpieza de las instalaciones.



Figura 3. Tanque artesanal para agua potable

1.2.2.2 Área de apronto y maquina trapiche

El apronto es el sitio donde se apila la caña se encuentra a un lateral de la máquina llamada trapiche, donde los rodillos trituran y se obtiene el jugo de la caña. Esta tiene un área de 86.5m² y está elevada en 1.70 m. Esta máquina cuenta con el número de serie 3 y construida en 1984 y fue elaborada por talleres Gómez de Guatemala.



Figura 4. Área de apronto y trapiche

1.2.2.3 Motor estacionario

El motor es de tipo de combustión interna diésel marca Peter, con 12 caballos de fuerza, diseño y fabricación hindú, el cual genera el movimiento al trapiche.

1.2.2.4 Tanque de decantación

Son tanques de acero inoxidable de grado alimenticio, se dividen en tres compartimientos, divididos por filtros de malla de acero inoxidable. La función es separar en tres partes: Reposar los sólidos en la parte baja; la materia orgánica seca, bagacillo y hojas en la parte alta; y permitir que fluya el jugo de caña en la parte media.



Figura 5. Tanque de decantación

1.2.2.5 Tren de cocimiento

Cuenta con una serie de calderas, pailas o planas construidas de acero inoxidable de grado alimenticio con un grosor de un octavo. La función de las calderas es recolectar el jugo de caña del pre filtrado, y someterlo a deshidratación mediante el calor del horno para convertirlo en miel. Está constituida por un área de 69 m².



Figura 6. Tren de cocimiento

1.2.2.6 Horno de Calderas

Horno modificado con tecnología colombiana llamado ward-cimpa (Forero *et al.*, 2012), se utiliza como combustible, bagazo pre-secado, el cual al quemarse alcanza temperaturas de hasta 1000 °C, dentro de la cámara de combustión y donde el fuego no impacta directamente a las calderas.



Figura 7. Horno para el funcionamiento de las calderas.

1.2.2.7 Almacén de bagazo

Es un área de 114 m² donde se almacena el bagazo pre-secado, el cual es utilizado para el funcionamiento del horno. El almacén mantiene resguardado y seco el bagazo, y evita que sea humedecido por las lluvias.



Figura 8. Almacén de bagazo o bagacera

1.2.2.8 Área de producción

Es un área de 67m² donde son procesadas las mieles, para la obtención de producto final que puede ser panela en bloque o panela granulada.

1.2.2.9 Área de almacenamiento

Cuenta con un área de 80 m² donde se resguarda el producto final sobre tarimas y separados de la pared para protegerlos de la humedad y patógenos.

1.2.2.10 Sanitarios vestidores y comedor

La edificación se compone de dos plantas la parte de arriba cuenta con 23 m² que es el área del comedor y la parte de abajo cuenta con 23m² que son los sanitarios y vestidores. Son utilizados por el personal que labora en la empresa para cubrir necesidades personales.



Figura 9. Sanitarios vestidores y comedor

1.2.2.11 Planta de tratamiento de aguas residuales

Es una planta la cual se compone de dos tanques un tanque de polietileno donde los sólidos se reposan y la parte líquida pasa al segundo tanque que es de block en el cual las aguas se infiltran en el subsuelo.



Figura 10. Planta de tratamiento de aguas residuales

1.2.2.12 Servicio eléctrico y área de secado de bagazo

El servicio eléctrico con que cuenta la industria panelera es de 110 V. El área de secado de bagazo es de 735 m², es secado al sol en patio, donde se coloca el bagazo fresco para su deshidratación.



Figura 11. Servicios eléctricos y área de secado de bagazo.

1.2.2.13 Cenicero

Es un área de 6m² donde se almacena las cenizas que se obtienen de la combustión del bagazo para luego ser utilizadas e incorporadas en los campos de caña de azúcar.



Figura 12. Cenicero

1.2.2.14 Vías de comunicación

Dos vías de acceso conducen hacia finca del Valle A) Km 50, Ruta Interamericana CA-1 oriente; ingreso por Barberena, Santa Rosa, Km 77.5 del enlace RD-03 dirección a Jalapa. B) Km 16, ruta Interamericana CA-1 oriente; ingreso por Pavón, Fraijanes, 10 Km del enlace RN-13 dirección a Amberes, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa; Km 77.5 del enlace RD-03 dirección a Jalapa. (Álvarez, 2018)

1.2.2.15 Clima

Tabla 1. Aspectos climáticos de Nueva Santa Rosa

Descripción	Nueva Santa Rosa
Elevación (msnm)	1000
Temperatura max – min (°C)	31.1 - 16.4
Temperatura absoluta max – min (°C)	34.8 - 9.1
Precipitación (mm)	1552.3
Brillo solar total (horas promedio)	-99
Humedad relativa (%)	76
Velocidad de viento (Km/h)	2.7
Evaporación (mm)	99

Nota: Como se observa en la tabla 1, las condiciones climáticas de Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, fueron variables para el año 2018, según INSIVUMEH (2018).

1.2.2.16 Fisiografía, hidrografía y zonas de vida

Según SEGEPLAN (2018), entre los principales accidentes geográficos del territorio se encuentra, el Volcán Jumaytepeque y las montañas: El Picacho, Monte Verde, Santa Lucía y Los Papeles. Dentro de la fisiografía predominan los cerros: Chepe, El Chupadero, Pelón, Pínula, Verde, y Buena Vista. La hidrografía del municipio está constituida por 5 ríos (La Plata, Las Cañas, Los Achiotes, Los Esclavos, Chicón y Pínula), 1 Riachuelo, y

25 quebradas. Nueva Santa Rosa, se encuentra a una altitud de 1,001 msnm. Está ubicado en la zona de vida de bosque húmedo sub-tropical (templado). El municipio presenta topografía variada, cerros bien definidos, con altitudes de 700 a 1,400 msnm.



1.2.2.17 Suelos

Se consideran suelos que contienen un pH ácido, que oscilan entre 5.5% a 7.5%. Para la región de Nueva Santa Rosa, se tienen suelos de textura franco-arcilloso y algunos suelos arenosos, el tipo de estructura de los suelos pueden ser: terciaria; rocas volcánicas sin dividir predominantemente, incluye tobas, coladas de lava, material lahárico y sedimentos volcánicos. Cuaternario; rocas volcánicas, incluye coladas de lava, material lahárico, tobas volcánicas, rocas plutónicas y granitos de dioritas. (SEGEPLAN, 2018).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 General

- Realizar el diagnóstico del área de producción de la industria panelera El Trapiche, joya San Isidro, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, Guatemala, C.A.

1.3.1.1 Específicos

- Identificar los principales problemas en la industria panelera El Trapiche.
- Priorizar los problemas que se destacan en la industria panelera El Trapiche
- Presentar propuesta al menos a 3 problemas identificados en la producción de la industria panelera El Trapiche.



1.4. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la realización del presente diagnóstico consistió en:

1.4.1 Método de observación

Se realizó un recorrido para reconocer todas las áreas de industria panelera El Trapiche, donde se observaron aspectos de las instalaciones y de las áreas de trabajo, todo se anotó en la bitácora para anotar información de importancia.

Ingreso: Entrada es por camino de terracería, y se encuentra un portón de acceso y su acometida de energía eléctrica.

Área de producción: cuenta con un horno mejorado compuesto por una ventana de 30 x 40 cm, donde se introduce el bagazo de caña para ser quemado en una cámara de combustión las llamas de fuego no tienen contacto directo con las planas o pailas. A un costado del horno.

Almacén de bagazo o bagacera: Lugar donde se almacena 171 m³ de bagazo seco para protegerlo de la lluvia.

Área de molienda: Lugar donde se encuentra el apilado de la caña, el motor estacionario y la maquina trapiche, por la misma rampa el bagazo es trasladado al área de secado, a lo largo de la bagacera

Tren de cocimiento: Este está formado por cuatro planas que son recipientes de acero inoxidable de grado alimenticio donde se deposita el jugo de caña de azúcar y se pone a hervir, por medio del calor que transmite el aire caliente, que se produce en la cámara de combustión del horno, el cual fluye por debajo de ellas, en dirección a la chimenea.

Chimenea: Esta construida de ladrillo y metal, donde hay una quinta plana la que es utilizada exclusivamente para la cachaza, el mismo jugo de caña es transferido de la maquina trapiche hacía unos tanques de decantación.

Tanques de decantación: Lugar donde es separado, los sólidos (tierra, arena, materia seca, hojas y bagacillos) al salir de estos tanques el caldo llega a la plana 4.

Planas: Cuenta con 4 planas para decantación y 1 plana para cachaza, donde se encuentran dos coladores con malla de acero inoxidable luego este caldo pasa a las planas 3, 2 y 1 cae en cada una de ellas por efecto de gravedad la plana 1 es la que mayor calor recibe por tener contacto directo con la cámara de combustión, es en esta plana donde se deshidratan los caldos y pasan a mieles, después de pasar por la plana 2 y 1 para finalizar el tren de cocimiento la miel llega a su punto y es trasladada al área de producción.

Área de producción: Acá existen recipientes especiales (bateas) para el empaque del producto final, que es panela en bloque o panela granulada si es en bloque la miel cae a una sola balsa donde es batida por una espátula de madera y colocada en moldes de madera donde la miel se endurece y toma su forma particular si el producto es panela granulada hay 4 bateas pequeñas donde se reparte la miel de un cocimiento la granulada se realiza a mano con la ayuda de espátulas de acero inoxidable, la panela granulada se coloca en mesas de enfriamiento luego pasan al colador donde se aparta la panela granulada fina y la panela granulada gruesa se colocan en costales de doble pared se sellan, se pesan y se almacenan en un lugar específico.

Servicios sanitarios y área de comedor: Cuenta con servicios sanitarios en el primer piso y con comedor en el segundo nivel

Vehículos: La industria panelera cuenta con un camión marca internacional con capacidad de 10 toneladas, es utilizado para transportar la caña de azúcar de los cañaverales hasta la planta.

Pozo artesanal: La empresa cuenta con un pozo artesanal que suministra agua para el servicio de la planta y del personal.

Planta de tratamiento: Cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales semiindustrial, que consta de un tinaco de 1100 litros y en segundo plano un depósito de block y columnas de acero y concreto cuyo trabajo es la infiltración de las aguas.

Personal: En la industria panelera, laboran 17 personas, distribuidas de la siguiente manera: tres cortadores de caña, dos transportadores de caña de los cañaverales al trapiche, un apilador quien ordena y apila la caña, un operador de la molienda, quien muele la caña



en el trapiche, un encargado del bagazo verde, quien lleva el bagazo fresco al área de secado, un encargado del bagazo seco, quien le da un tratamiento al bagazo fresco y almacena el bagazo seco, un operador de la caldera, quien ingresa el bagazo y alimenta el fuego en el horno, un encargado del cocimiento o arriquín, quien se encarga de los cocimientos en las planas, un encargado de mieles o puntero, quien es responsable del punto final a las mieles, dos moldeadores o granuladores quienes son encargados del moldeado del producto final, panela en bloque o panela granulada, un empacador o colador, quien se encarga de empacar el producto final y un encargado de almacén, quien se encarga de almacenar el producto final.

1.4.2 Método de entrevistas

Se entrevistó al personal que labora dentro de la industria panelera El Trapiche, como también se entrevistó al dueño de dicha empresa y se realizaron diálogos con personas identificadas y que forman parte de la junta de paneleros en Santa Rosa.

1.4.3 Análisis de la información

Se priorizaron los principales problemas encontrados en base a las necesidades más importantes como lo son: Máquina de trapiche con desperfectos, Perdida de calor por chimenea y Área de cocimiento del jugo de la caña descubierta y se realizó una matriz de priorización de problemas con todos los problemas que afectan a la industria.

Tabla 2: Esquema de la priorización de los problemas detectados en la industria panelera El Trapiche

Problema	Causa	Consecuencia
Basura	No existe un lugar para depositarla adecuadamente	Contaminación ambiental
	Falta de concientización del personal	Ingreso de perros a las instalaciones
Área de cocimiento del jugo en descubierta	No tiene cobertura o aislamiento del entorno del lugar	Caldos y mieles contaminadas con bagazo y polvo.

Máquina de trapiche con desperfectos	Mal calibración de los cilindros	Contaminación por insectos Baja extracción de jugo de caña. Baja producción Menos salario para los trabajadores
Perdida de calor por la chimenea	Tiro de la chimenea muy amplio y directo	Mayor consumo de bagazo en la combustión Mayor tiempo de cocimiento Mayor contaminación ambiental por el humo
Mal utilización de los sanitarios	No utilizan bien los sanitarios las personas	Falta de higiene Foco de contaminación al producto final Mal aspecto
Corredor inadecuado	Poco mobiliario	Poca comodidad para comer
Poca ventilación en el área de producción	Falta de ventanas donde pueda entrar el viento	Mayor tiempo de enfriado en producción final

1.5. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS

1.5.1. Máquina de trapiche con desperfectos

1.5.2. Perdida de calor por chimenea

1.5.3. Área de cocimiento del jugo de la caña descubierta



1.6. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, A. L. (2018). *Informe de Diagnóstico de la Producción de Maíz en el Departamento de Santa Rosa, Guatemala*. Guatemala: Usac.
- BANGUAT. (11 de Abril de 2018). Banco de Guatemala. Obtenido de <https://www.banguat.gob.gt/inc/main.asp?id=3977&lang=1&aud=1>
- Forero, C. B. (2012). *hornillas paneleras Ward-Cimpa: validación de los modelos matemáticos de diseños Corpoica-UIS*. Revista Fuentes.
- Garden, M. B. (11 de abril de 2018). Trópicos. Obtenido de <http://www.tropicos.org/Home.aspx>
- Hernández, M. M. (2018). *Propuesta de plan de aprovechamiento de aguas residuales de planta empacadora, empresa Semillas del Campo, S.A., diagnóstico y servicios realizados en empresa Semillas del Campo, S.A., Municipio de Nueva Santa Rosa, Departamento de Santa Rosa, Guatemala*. Guatemala: Universidad Guatemala.
- Jardín Botánico de Missouri. (septiembre de 2013). *the plant list*. Recuperado el 10 de junio de 2018, de <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=Capsicum+annuum>
- MAGA. (11 de abril de 2018). *El agro en cifras. Guatemala, Guatemala: Planeamiento del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación*.
- MAGA. (2010). *Mapa de Santa Rosa. Guatemala*.
- SEGEPLAN. (11 de Abril de 2018). *Plan de Desarrollo Nueva, Santa Rosa, Santa Rosa. Guatemala, Guatemala: Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia*.

CAPITULO II

**2. INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN LA INDUSTRIA PANELERA
EL TRAPICHE, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA, GUATEMALA, C.A.**





2.1 PRESENTACIÓN

En el presente informe se describen los servicios realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), el cual se llevó a cabo durante los meses de febrero a noviembre del 2019, en la industria panelera El Trapiche, ubicada en el km 78, joya San Isidro, aldea El Valle, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa.

Los servicios se ejecutaron partiendo del diagnóstico el cual se llevó a cabo en la industria panelera El Trapiche, y por medio de una matriz de priorización de problemas en base a su impacto generando soluciones a corto plazo se determinó que los problemas de mayor impacto fueron: Servicio 1: Reducción en la contaminación del área de cocimiento de las mieles al ambiente, por exposición al polvo, bagazo, insectos y animales, con la colocación de paneles con malla anti-trips. Servicio 2: Mejora en la eficiencia de extracción de jugos, con la ejecución de plan de mantenimiento para la maquina extractora de jugo de caña de azúcar y ajuste de los cilindros extractores del mismo; Servicio 3: Mejora y eficiente deshidratación de las mieles a través de la fabricación de un sistema de exclusas graduadas para el control de salida del aire caliente por las chimeneas.

Cada uno de los 3 servicios de priorización en el diagnostico se describen de la siguiente manera: A) Elaboración de paneles con malla anti-trips para el área de cocimiento de mieles; Esto se realizó con el fin de reducir la contaminación del área de cocimiento de las mieles al ambiente, por exposición al polvo, bagazo, insectos y animales

B) Mejora en la eficiencia de extracción de jugos de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la industria panelera El Trapiche; realizar servicio de limpieza y mantenimiento de la máquina, eficiente el funcionamiento de la extracción del jugo de caña de azúcar.

C) Mejora y eficiente deshidratación de las mieles a través de la fabricación de un sistema de exclusas graduadas para el control de salida del aire caliente por las chimeneas, para contribuir con tecnología adecuada e innovadora que hace eficiente la producción de panela en Santa Rosa.

2.2 SERVICIO 1: REDUCCIÓN EN LA CONTAMINACIÓN DEL ÁREA DE COCIMIENTO DE LAS MIELES.

2.2.1. Presentación

El área de recepción y cocimiento de las mieles, se encontraba en condiciones expuestas al ambiente, de esta forma se corría el riesgo de contaminación del producto, por medio del polvo, bagazo, insectos y animales.

2.2.2 Objetivos

- **General**

Reducir la contaminación del área de cocimiento de mieles para evitar impurezas no deseadas en la panela, en la industria panelera El Trapiche.

- **Específicos**

Innovar en el proceso que se lleva a cabo para obtener la panela, creando formas de inocuidad adecuadas.

Garantizar un producto de mejor calidad, ofreciendo al consumidor un producto inocuo.

2.2.3 Metodología

Gestión del problema, se gestionó con industrias Blandafer, Aldea Ojo de Agua, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa la donación de 35 por tres metros lineales por tres metros de ancho de malla anti trips reciclable.

Se colocaron costaneras que formaron las estructuras para sujetar y tensar la malla.

Se colocó una puerta de ingreso y salida para el área de cocimiento de mieles.

Se colocó la malla y la puerta de acceso.

2.2.4 Resultados



Figura 13. Área de cocimientos de las mieles sin el servicio aplicado.



Figura 14. Área de cocimiento de las mieles antes de realizar el servicio





Figura 15. Área del cocimiento de las mieles con paneles de malla que protege el área.



Figura 16. Malla cubriendo el área de producción.

2.3.3 Metodología

Se desarmó la máquina y sus piezas detenidamente

Se realizó una limpieza profunda de las máquinas, con limpiadores de tela de manta.

Se armó nuevamente la máquina con un nivel de burbuja

Se orientaron los cilindros para que quedaran nivelados y alineados, horizontal y paralelamente.

2.3.4 Resultados



Figura 17. Mantenimiento de la máquina extractora de jugo de caña de azúcar.



Figura 18. Nivelación de la maquina extractora de jugo de caña de azúcar.



Figura 19. Alineación de máquina extractora del jugo de caña de azúcar.



Figura 20. Mantenimiento de máquina extractora de jugo de caña de azúcar.



Figura 21. Funcionamiento de máquina extractora de jugo de caña de azúcar



2.3.5 Discusión de resultados

Cuando existe una extracción de jugos deficiente, bajan los rendimientos respecto a la producción de panela y al mismo tiempo los trabajos de resecado de bagazo son más altos por lo que existe un mayor número de horas al día para obtener el secado, debido a que no se retenía el jugo por la maquina ex trayente.

Modificando estos factores se obtendrá un máximo rendimiento en la producción de panela ya que no se tendrán pérdidas significativas

2.4 Servicio 3: Mejorar y eficiente deshidratación de las mieles

2.4.1 Presentación

El calor que circula en el tren de cocimiento de las mieles, es generado por la combustión del bagazo seco en el horno, dicho calor circula demasiado rápido y es evacuado por la chimenea. Por el motivo de la circulación rápida del calor, es necesaria la combustión de cantidades altas de bagazo, requiriendo mayor tiempo para la deshidratación de las mieles.

2.4.2 Objetivo

- **General**

Mejorar y eficiente deshidratación de las mieles

- **Específicos**

Contribuir con técnicas innovadoras para el trapiche en el proceso de la obtención de panela

2.4.3 Metodología

Se coloca una exclusiva con diferentes porcentajes de abrir y cerrar, con abertura del 25% en las primeras horas de cocimiento que es cuando los jugos de la caña están a la temperatura ambiente y son de mayor demanda calorífica, con forme la temperatura del jugo en los tanques se eleva el flujo de calor debe de ser más rápido, se coloca la compuerta a un 50% de abertura. Con esta simple y efectiva acción de control del circulado térmico, se reducen los tiempos de cocimiento de las mieles y se minimiza la cantidad de bagazo seco para la quema en el horno.

2.4.4 Resultados



Figura 22. Ducto donde fluye el aire caliente



Figura 23. Construcción de ductos y colocación de esclusa, al fondo entrada del flujo de aire caliente a chimenea.

2.4.5 Discusión de Resultados

Un control adecuado de la circulación del aire caliente dentro de los ductos, del tren de cocimiento de mieles, da como resultado cocimientos en menor tiempo y la quema de menor bagazo. La implementación de una compuerta, válvula o esclusa, en el ducto de la chimenea con diferentes porcentajes de apertura y cierre, da como resultado un eficiente control de la circulación del aire caliente en los ductos, del tren de cocimiento de las mieles y se hace eficiente esta actividad.

Al realizar este control se ven beneficiados la industria panelera El Trapiche, ya que bajaron los costos por la baja en la cantidad de material a incinerar (bagazo) requerido para la combustión; los operarios por la disminución en el trabajo de alimentar el horno, será fácil el cocimiento y requerirá menor esfuerzo; y por consiguiente el medio ambiente se beneficia al estar incinerando menor cantidad de bagazo de caña de azúcar con esta técnica.

2.5 Bibliografía

Trapiche", I. P. (jueves de marzo de 2019). La Panela un subproducto de Centroamérica.



3 **CAPITULO III. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE CACHAZA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.), EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS (*Sus scrofa domesticus* L.) DE ENGORDE EN ALDEA EL MORITO, NUEVA SANTA ROSA, SANTA ROSA.**



RESUMEN

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), tradicionalmente se ha vinculado a la agroindustria artesanal (trapiche panelero) o tecnificada (ingenio azucarero o fábricas de derivados), siendo su destino principal la producción de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), para el consumo humano (Figuerola, 1990). Es tanto así que, en Guatemala, particularmente en el municipio de Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, existen 53 Trapiches dedicados a la fabricación de panela, donde además se obtienen subproductos, como la cachaza, actualmente está siendo desechada porque no se le ha encontrado otro uso, además de ser muy inestable, de fácil fermentación y carecer de información e investigaciones científicas que revelen los datos del valor nutricional.

En la región, México, Colombia y República Dominicana, son los pioneros en la realización de estudios con la cachaza panelera como inclusión en la dieta alimenticia para el engorde de cerdos (*Sus scrofa domesticus* L). Siendo este subproducto potencial para alimentación y tomando en cuenta que, en la zona hay disponibilidad de este subproducto y de explotaciones porcinas a pequeña escala, se planteó la investigación sobre la inclusión de este en la dieta alimenticia para cerdos.

En la presente investigación, se evaluó el efecto de la inclusión de la cachaza de caña de azúcar (*S. officinarum* L) en la dieta para el engorde de cerdos (*Sus scrofa domesticus* L), para alcanzar 90.9 Kg/animal de peso vivo para el mercado. Al incluir dicho subproducto en 400 y 250 ml se redujo el consumo de alimento concentrado, ya que se obtiene el peso de mercado que es 90.9 kg en menor tiempo, al contrario, utilizando únicamente alimentación con concentrado. Siendo al final la inclusión de 250 ml de cachaza panelera como suplemento, con mayor rentabilidad por alcanzar en menos tiempo el peso ideal y con menor costos.

Panela, Rentabilidad, Concentrado y Proteína



Abstrac

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L) traditionally it has been linked to the artisanal agroindustry (sugar mill) or technified (sugarmill or derivatives factories), being his main destination the production of sucrose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), for human consumption (Figueroa, 1990). It is so high the consumer demand that in Guatemala, specifically in Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, there are 53 mills dedicated to the panela manufacture, plus some by-products such as distillation of fermented sugar cane juice that is currently discarded because it has not been found another use, it is very unstable, easy to ferment, but the lack of information and research has no nutritional value.

México, Colombia and Dominican Republic, are the pioneers in Latin-American region in carrying out studies with the distillation of fermented sugar cane juice(cachaza) as an inclusion in the diet for fattening pigs (*Sus scrofa domesticus* L). Being this potential by-product for its use and considering that, in the area there is availability of this by-product and of small-scale pig farms, this research was proposed on the inclusion of it in the diet for pigs.

This investigation represents the evaluation effect of the inclusion of sugar cane (*S. officinarum* L) in the diet for fattening pigs (*S. scrofa domesticus* L), to reach 90.9 Kg / animal market weight. When including by-product in 400 and 250 ml, was reduce the consumption of concentrated feed, the weight obtained in 2.0 - 3.5 weeks ahead of forecast time, instead of using only concentrate feed, and the costs dropped between 20% and 32%, respectively. In conclusion 250 ml of distillation of fermented sugar cane juice(cachaza) as a supplement, has higher profitability.

Keys words: pigs, sugar cane juice, and eliminate time

Presentación

En Guatemala la panela ha cobrado auge en exportaciones a Estados Unidos y Europa, según la Comisión de alimentos y bebidas de la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT) (Vides, 2017) el comité de panela, el cual está conformado por cinco empresas guatemaltecas, ha desarrollado diferentes presentaciones de este producto para los mercados internacionales tendencia a productos saludables, los departamentos que conforman la asociación de paneleros son: Santa Rosa, Quiché, Baja Verapaz, Chiquimula, Zacapa y Retalhuleu. Los datos que existen sobre el consumo de panela son los siguientes; Colombia es de 31 Kg/persona/año, o sea alrededor de 85 g/persona/día (Velásquez et al., 2006). Costa Rica tiene un promedio de 2.94 kg/año (Frénol, 1999), para Guatemala se han realizado estudios por el Instituto Nacional de Estadística que han determinado, que el altiplano presenta el mayor consumo de 6 gr/persona/día mientras que el promedio nacional es de 3gr/persona/día (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2010).

La panela es un producto derivado de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) que goza de gran popularidad en muchos países latinoamericanos porque es un azúcar integral que, a diferencia del azúcar refinado, no sufre procesos de centrifugación, ni blanqueo, por lo que conserva muchas de las vitaminas y minerales propias del jugo de caña, permitiendo así consumir los nutrientes que la planta naturalmente provee, libre de aditivos y conservantes.

Dentro del subproducto con bajo valor comercial derivado del trapiche panelero, se encuentra la cachaza, esta tiene un proceso en los trapiches de la siguiente manera; el jugo fresco se somete a una limpieza, en la cual se le eleva la temperatura, se le agrega cal Ca(OH)_2 hidróxido de calcio se agita con escobas hechas de plantas naturales de balso blanco (*Eleocharphus popayanensis* L) o guásimo (*Guasimo ulmifolia* LAM). En la superficie se forma una capa coloidal, con 20% de materia seca, compuesto por sacarosa, azúcares reductores, y remanente de ceniza y proteína; a este subproducto se le denomina cachaza. (Solano, 1989). La producción de cachaza por no tener un valor comercial, se desaprovecha en los trapiches, por razón, que falta de información sobre los usos en la

dieta alimenticia animal y la incorporación al suelo en programas de conservación (Rodríguez & Gottret, 2006).



La cachaza del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), puede ser utilizada como suplemento alimenticio para los animales de corral, tal es el caso de las experiencias en Colombia y República Dominicana en donde utilizan este suplemento en dietas de engorde de cerdos. En 1999 la población mundial de cerdos se estimó en 916 millones, en la actualidad sobrepasan los mil millones de cabezas. Asia es el continente de mayor producción con más de 523 millones. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO) y el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) afirman que la demanda de productos de origen animal aumentará significativamente en el ámbito mundial en los próximos 20 años, debido al aumento del bienestar de los habitantes en la mayoría de las regiones siendo la carne de cerdo y de aves las que tendrán un papel preponderante para satisfacer los requerimientos de proteína animal. En Centroamérica, se presentan dos estratos de producción porcina uno familiar y otro industrial. En el estrato familiar constituye una importante fuente de recursos para la economía familiar, tanto como fuente accesible de proteína como para su comercialización. (FAO, 2019). Debido a la demanda del consumo de carne de cerdos en siguiente investigación se evaluó la cachaza panelera como suplemento alimenticio para la dieta del engorde de cerdos. Se evaluaron 3 tratamientos el tratamiento 1 comprendía de un testigo (concentrado comercial), el tratamiento 2 de dos (250 ml de cachaza más concentrado comercial), tratamiento 3 (400 ml de cachaza más concentrado comercial), se determinó el efecto de la cachaza panelera en la dieta del cerdo, los días necesarios para alcanzar los 90 Kg/animal peso de mercado, la cantidad de proteína asimilada y para finalizar se realizó un análisis económico. Los resultados demostraron que el incluir cachaza panelera en la dieta alimenticia del engorde de los cerdos tiene un efecto eficiente ya que el tratamiento 2 con una inclusión de 250 ml de cachaza tuvo una diferencia significativa respecto a la ganancia de peso en menor tiempo siendo la variable tiempo de duración (días) de la fase de engorde, mediante un análisis de varianzas se detectó diferencias significativas ($p > 0.0001$, $\alpha = 0.05$), el tiempo promedio más bajo se registró en

el tratamiento 2 con una permanencia en la fase de engorde de 74 días. El tratamiento dos presentó una reducción de tiempo de 26 días respecto al tratamiento 1 (100.25 días) y 11.5 días respecto al tratamiento 3 (85.5 días). La reducción del tiempo puede representar en el mediano plazo, un incremento en la producción de cerdos de engorde. Con respecto a la cantidad de proteína asimilada el tratamiento 2 fue competente en asimilar con un 20.65% el tratamiento 3 19.9 y el testigo 2.38%. con respecto al análisis económico, se incrementó la rentabilidad utilizar el tratamiento 2 en la dieta de engorde de un cerdo con lo cual bajaron los costos en Q.184.9.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Marco conceptual

3.2.2 Caña de azúcar (*S. officinarum* L)

La caña de azúcar (*S. officinarum* L) es posiblemente el cultivo tropical de mayor eficiencia en la fotosíntesis y en los mecanismos de producción de la biomasa; solamente a partir del jugo de caña o con miel de caña se logra por esta vía 3,8 veces más energía que con un cereal secundario. Tradicionalmente la caña de azúcar (*S. officinarum* L) ha estado vinculado a la agroindustria artesanal (trapiche panelero) o tecnificada (ingenio azucarero o fábricas de derivados), siendo su destino principal la producción de Sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$), para el consumo humano (Figuerola, 1990).

3.2.3 Composición química del jugo de caña y los Subproductos del trapiche panelero (cachaza y melote)

La planta de caña está constituida por una fracción soluble de azúcares y otra insoluble de compuestos estructurales como son la celulosa, $(C_6H_{10}O_5)_n$, hemicelulosa y lignina. Posee muy bajo contenido de proteínas (CHON). Debido a su grado de lignificación y rigidez, requiere de cierto grado de elaboración o molienda por medio de un trapiche, para separar la parte soluble de la insoluble y darle un uso eficiente. (Preston, *et al.*, 1989)



Tabla 3. Composición de la caña de azúcar (*S. officinarum* L) % base fresca.

Descripción	%	Elemento	(%)
Humedad	51.7	Nitrógeno	0.2
°Brix	41.0	Fósforo	0.31
Pol	34.6	Potasio	0.32
Pureza	35.0	Calcio	0.49
Azúcares reductores	6.8	Magnesio	0.14
Sacarosa	30.0	Elemento	(ppm)
Proteína	3.5	Manganeso	65
Grasa	3.1	Zinc	48.8
Ceniza	2.5	Hierro	92.5
pH	6.3	Cobre	10.1

Fuente: (Preston *et al.*, 1989)

3.2.4 Cachaza

La cachaza es el residuo que se obtiene como consecuencia de la filtración o limpieza superficial del jugo en la producción de panela (García, *et al.*, 2011). Derivado del trapiche panelero, es un subproducto de la fabricación de panela, industria artesanal ampliamente distribuida en Colombia y otros países de Sur América.

De acuerdo a Sarria *et al.*, (1990), la cachaza se forma del jugo fresco de la caña que se somete a una limpieza, en la cual se le eleva la temperatura, se le agrega cal $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y se agita. En la superficie se va formando una capa de naturaleza coloidal con un 20% de materia seca, compuesto por sacarosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), azúcares reductores (grupo carbolino intacto), remanente cenizas y proteína (CHON); a este subproducto se le denomina cachaza fresca. Esta es sometida a 60°C del horno para ser deshidratada y convertirse en

cachaza panelera o melote que es un producto más estable, de poca fermentación (García, 1996).



Figura 24. Cachaza panelera (espuma coloidal) que se forma en la superficie, en estado fresco (no deshidratada).

3.2.5 Importancia económica de la caña de azúcar y sus derivados

El cultivo de caña de azúcar (*S. officinarum* L) en Guatemala es en la actualidad una de las actividades económicas y fuente de divisas importantes del país y ha sido trascendental en la historia de la industria guatemalteca (Diario de Centro América, 2014). La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), considera a la caña de azúcar (*S. officinarum* L.) el cultivo agrícola más importante del planeta. (UNESCO 2,014)

El cultivo de la caña de azúcar (*S. officinarum* L) ocupa una superficie de 283,898.85 hectáreas. A nivel de América Latina y El Caribe, Guatemala es el segundo productor y a nivel mundial es el cuarto país exportador y el tercer productor por hectárea (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2016). La industria de la caña de azúcar utiliza el bagazo de la caña para la producción del 25% de la energía eléctrica en la época



de zafra en el Sistema Nacional Interconectado -SNI-. Además, se ha convertido en uno de los principales fabricantes de alcohol (C_2H_5OH) originario en Centro América (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2016).

Según la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA), el cultivo del azúcar (*S. officinarum* L) crea 425,000 empleos de forma directa e indirecta, de los cuales 32,000 son de cortadores de caña. Además de representar el 3% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional y el 15.36% de las exportaciones totales de Guatemala (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2016)

3.2.6 Porcicultura

Porcicultura, es la práctica de la crianza de ganado menor denominado porcino, también conocido como puerco o cerdo (*Sus scrofa domesticus* L) El cerdo animal cuadrúpedo de nombre científico (*Sus scrofa doméstica* L.), con una altura promedio de 60 centímetros y 120 centímetros de largo (Porcicultores, 2014). La Porcicultura es la rama de la Zootecnia que trata de la cría, reproducción y explotación de los cerdos, desde el cuidado genético, la nutrición, el manejo, y la sanidad para producir carne de cerdo de la mejor calidad para el consumo humano (Zert y González, 1979).

3.2.7 Porcicultura en Guatemala

De acuerdo con la Asociación de porcicultores de Guatemala (APOGUA) (2012), la porcicultura en Guatemala es la segunda línea de producción animal de importancia en el país, antecedido por la avicultura y muy similar a la ganadería vacuna, aportando un 1.7% del Producto Interno Bruto (PIB) y con el 15.8% del Producto Interno Bruto Agrícola (PIBA). Genera 10,000 empleos directos y 60,000 indirectos; además, genera más de US\$100 millones anualmente (APOGUA 2012). En Guatemala tenemos el cerdo salvaje el cual se le conoce como el pecarí (*Tayassuidae: Artiodactyla*), el cual es distinto al jabalí de África (*Suidae: Artiodactyla*)

3.2.8 Generalidades del ciclo productivo porcícola

Es la secuencia de periodos productivos, desde que el cerdo nace hasta que este está listo para el mercado y el consumo humano. Contempla los diferentes tipos de alimento

balanceado que se utilizan en cada una de estas etapas, de acuerdo a sus requerimientos para que estos sean lo más eficientes en su desarrollo y producción como lo describimos a través de las fases descritas en los párrafos anteriores, teniendo en cuenta la Cría (Cerdas de reemplazo, cerdas en gestación primerizas lactancia primerizas, cerdas de 2 gestaciones en adelante, lactancia, destete y servicio de monta), El precebo de lechones desde el destete hasta los 32 kg de peso y el levante (engorde hasta el momento de la salida al mercado), teniendo en cuenta si el sistema de producción es de genética, tecnificada o tradicional, para lo cual es determinante el tipo de producto a suministrar (Morales *et al.*, 2014).

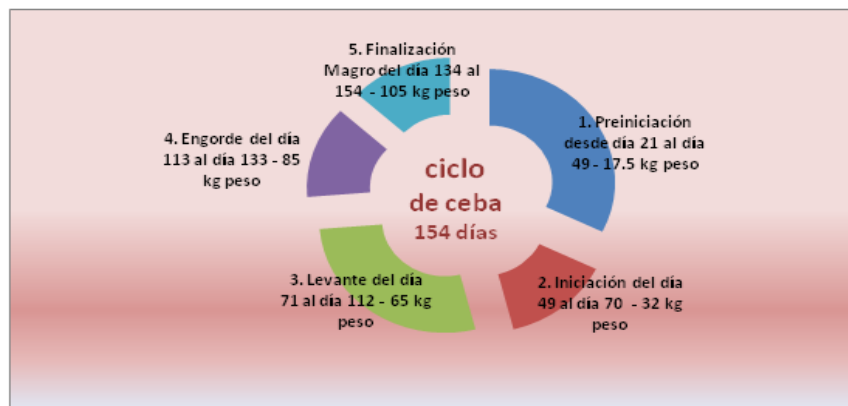


Figura 25. Ciclo productivo de los cerdos, por Salazar (2014).

3.2.9 Antecedentes

Según Mena *et al.*, (1981) los primeros ensayos sobre el uso del jugo de caña en la alimentación de cerdos se realizaron en México. Sin embargo, la primera aplicación de esta tecnología en fincas de productores fue en la República Dominicana, la investigación realizada tuvo los resultados que se presentan a continuación.

Tabla 4. Efecto del nivel de proteína suministrado a cerdos de engorde recibiendo una dieta basada en jugo de caña

Suplemento protéico (40% N x 6.25) (g/d)			
Peso vivo (Kg)	900	675	454
Inicial	77.2	102.5	76
Final	106	93	103
Ganancia diaria	0.82	0.79	0.78
Consumo alimento (Kg/d)			
Jugo de caña	18	18	18.8
Suplemento proteico	0.9	0.67	0.45
Materia seca total	4.4	4.2	4.17
Conversión alimenticia	5.38	5.33	5.35

A nivel mundial se evidencia una falta de conocimiento respecto a los usos alternativos que se puede proporcionar a la cachaza. Así mismo en Guatemala no existe evidencia científica de su uso como inclusión en la dieta alimenticia para cerdos de engorde.

Otra investigación realizada en República Dominicana comparó el peso vivo (Kg) de cerdos alimentados con jugo de caña y alimento comercial (Preston et al., 1989). Los resultados obtenidos pueden visualizarse en la siguiente tabla.



Tabla 5. Comparación de cerdos alimentados con jugo de caña versus alimento comercial balanceado en una finca comercial de República Dominicana

Peso vivo (Kg)	Alimento comercial balanceado	Alimento con jugo de caña
Inicial	16	16.2
Final	73	93
Ganancia	0.579	0.781
Consumo alimento (Kg/d)		
Balanceado	2.57	
Jugo de caña		9.47
Suplemento proteico		0.801
Materia seca total	2.24	2.51
Conversión alimenticia	3.82	3.40

Fuente: (Preston *et al.*, 1989)

De acuerdo con Preston *et al.* (1989) una investigación realizada en Colombia utilizando jugo de caña y cachaza en la alimentación de cerdos consistió en introducir la tecnología del uso del jugo de la caña en la alimentación de cerdos. En esta investigación se decidió validar los resultados obtenidos en la República Dominicana respecto a las posibilidades de reducir el aporte de proteína a un nivel constante de 200 gr/animal/d. Los resultados mostraron una ligera ventaja para la utilización de cachaza, pero en ambos casos el nivel de comportamiento logrado justificó la decisión de trabajar con niveles restringidos de proteína, como se muestra a continuación.

Tabla 5. Comportamiento entre melote y jugo de caña como recurso alimenticio básico para el engorde de cerdos

Descripción	Jugo	Melote
Peso vivo (Kg)		
Inicial	25	29
Final	91	98.7
Ganancia diaria	0.64	0.78
Consumo alimento (Kg/d)		
Jugo de caña	10	
Melote		4
Suplemento proteico (40% de N x 6.25)	0.5	0.5
Materia seca total	2.4	2.8
Conversión (base seca)	3.8	3.7



3.3 Marco Referencial

3.3.1 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en el municipio de Nueva Santa Rosa que está localizado a una latitud $14^{\circ}22'50''$ y longitud $90^{\circ}17'10''$. Dista 30 kilómetros de la cabecera departamental y 73 de la ciudad capital. Geográficamente limita, al norte con San Rafael Las Flores, Casillas, Santa Rosa, y Mataquescuintla, Jalapa; al este con Casillas, Santa Rosa; al sur con Cuilapa, Santa Rosa y al oeste con Santa Cruz Naranjo, Santa Rosa de Lima, Santa Rosa. (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), 2018)

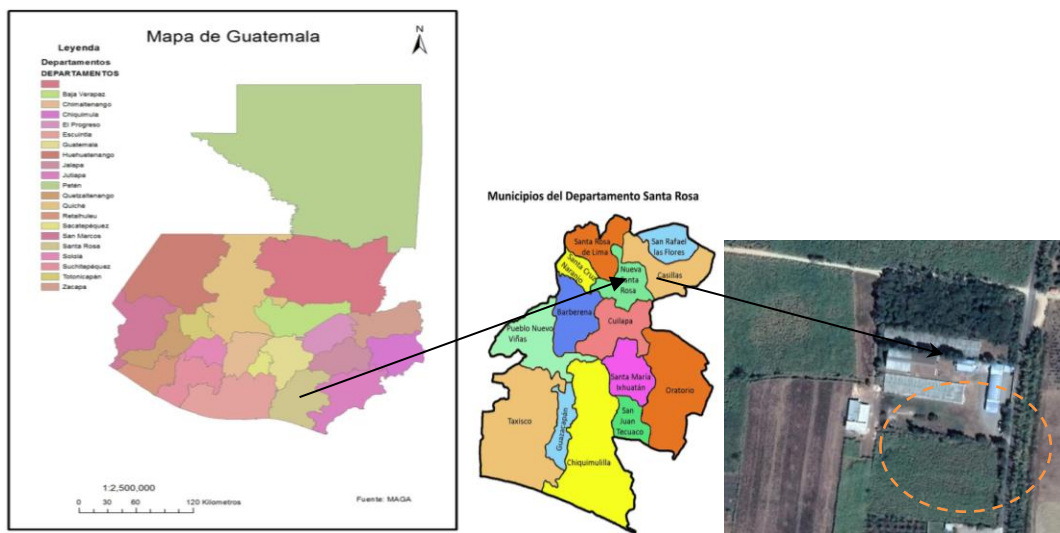


Figura 26. Mapa del departamento de Santa Rosa e imagen satelital de El Trapiche La Joya San Isidro Nueva Santa Rosa, Santa Rosa, tomada de Google Earth (2017).

3.3.2 Zonas de vida, fisiografía y clima

Posee un clima de templado a frío está ubicado en la zona de vida de bosque húmedo subtropical. La temperatura media de 15°C a 25°C . La precipitación anual promedio entre 1,500 a 2,500mm. El municipio presenta topografía variada, cerros bien definidos con altitudes de 700 a 1400 m.s.m. (SEGEPLAN, 2007)

Según la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) (2007), entre los principales accidentes geográficos del territorio se encuentra, el Volcán Jumaytepeque y las montañas: El Picacho, Monte Verde, Santa Lucía y Los Papeles. Dentro de la fisiografía se resaltan los cerros: Chepe, El Chupadero, Pelón, Pínula, Verde,

y Buena Vista. La hidrografía del municipio está constituida por 5 ríos (La Plata, Las Cañas, Los Achiotes, Los Esclavos, Chicón y Pínula), 1 Riachuelo, y 25 quebradas. Nueva Santa Rosa, se encuentra a una altitud de 1,001 msnm. Está ubicado en la zona de vida de bosque húmedo subtropical (templado). El municipio presenta topografía variada, cerros bien definidos, con altitudes de 700 a 1,400 msnm.

Las características del clima para el año 2018, en Nueva Santa Rosa, fueron: precipitación pluvial 1552.3 mm, velocidad del viento 30 Km/h, brillo solar promedio 99 h, humedad relativa (HR) 76%, evaporación 99 mm y temperatura 16.4°C a 32.1°C, elevación 1000 msnm (De la Cruz, 1982).



3.4 Objetivos

General

Evaluar el efecto de la inclusión de cachaza de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L), en la dieta para engorde de cerdos (*Sus scrofa domesticus* L).

Específicos

- Establecer la ganancia de peso de cerdos para engorde con la inclusión de cachaza de caña de azúcar en la dieta alimenticia.
- Determinar el tiempo necesario para obtener el peso comercial 90 Kg (200 libras) en cerdos de engorde.
- Realizar un análisis comparativo de costos.



3.5. Metodología

3.5.1 Material experimental

Para la fase experimental de la investigación se utilizó el material experimental que se describe a continuación:

A) Cachaza:

Espumas e impurezas que se generan del cocimiento del jugo de caña de azúcar (*S. officinarum* L) al someterlo a la acción del fuego. Posteriormente es deshidratada para convertirla en cachaza panelera, un producto concentrado en sacarosa y de consistencia estable.

B) Concentrado:

Se utilizó un concentrado comercial que contiene: proteína mínima 18%, grasa mínima 6%, fibra máxima 12%, humedad máxima 12%, calcio mínimo 0.9% máximo 1.25%, Fósforo mínimo 0.7%, Sal (NaCl) mínimo 0.05% máximo 0.25%.

C) Cerdos:

Cruces de razas mixtas (yorkshire, landrace, large wite y pietrain) cuyas características son: crecimiento rápido, un incremento de peso en menor tiempo, rendimiento en canal y carne magra, contenido de grasa bajo, así como temperamento animal dócil y poco agresivo.

3.5.2 Descripción de los tratamientos

El diseño experimental de campo contempla tres tratamientos, con cuatro repeticiones, para un total de 12 unidades experimentales. Los tratamientos utilizados se detallan a continuación:

Tratamiento 1: Testigo absoluto, para el cual se utilizó concentrado comercial sin inclusión de cachaza.

Tratamiento 2: Dosis de 250 ml de cachaza panelera más la cantidad de concentrado comercial requerido según su etapa de crecimiento.

Tratamiento 3: Dosis de 400 ml de cachaza más la cantidad de concentrado comercial requerido según su etapa de crecimiento.

3.5.3 Unidad experimental

La unidad experimental consistió de un cerdo introducido en un corral artesanal con piso de mampostería y paredes de madera, con un área de 1.5m².



Figura 27. Unidad experimental (U. E.)

3.5.4 Manejo experimental

El experimento inició el ensayo cuando los cerdos tenían 49 días de nacidos, es decir comenzando la etapa iniciadora. En este día los cerdos fueron pesados esto se llevó a cabo sobre una jaula de metal con un peso bruto 50 Kg, la cual tenía en su parte alta una balanza de reloj con capacidad máxima de 181.8 Kg, al peso total se le restó el peso de la jaula (tara) y se obtuvo el peso inicial para el experimento.

3.5.5 Identificación de cerdos

Posteriormente, los cerdos fueron identificados con aretes y un código designado a cada uno según su lugar en el corral, basados en el croquis establecido.

3.5.6 Alimentación

La alimentación de los cerdos se suministró 2 veces al día a las 7:00am y a las 4:00pm. Las dosis de concentrado aumentaron según la etapa respecto a las dosis de cachaza fue

la misma para todas las etapas. La cachaza se mezcló con el concentrado. Los comederos fueron hechos de concreto en dimensiones de 0.25m x 0.30m x 0.15m.



3.5.7 Frecuencia y dosis de concentrado

El alimento balanceado se suministró según la etapa de desarrollo de los cerdos, como se describe a continuación:

a) Etapa Iniciador (Duración 3 semanas del día 49 al día 70)

Para esta etapa se suministró 0.45 Kg de concentrado comercial al día, 0.227 Kg por la mañana y 0.227 Kg por la tarde más las dosis de cachaza por cada tratamiento.

b) Etapa de Crecimiento (Duración 4 semanas del día 70 al día 98)

Para la etapa de crecimiento, se suministró 0.90 Kg de concentrado comercial al día, 0.45 Kg por la mañana y 0.45 Kg por la tarde y las dosis de cachaza para cada tratamiento en investigación.

c) Etapa de Desarrollo (Duración 4 semanas del día 98 al día 126)

Para la etapa de desarrollo, se suministró 1.80 Kg de concentrado comercial al día, 0.90 Kg por la mañana y 0.90 Kg por la tarde y la dosis de cachaza para cada tratamiento en investigación.

d) Etapa Final (Duración 4 semanas del día 127 al día 155)

En la etapa final, se suministró 2.72 Kg de concentrado comercial al día, 1.36 Kg por la mañana y 1.36 Kg por la tarde y la dosis de cachaza para cada tratamiento en investigación. Así mismo se brindó agua *ad libitum*, para ello se dispuso de bebederos de acero inoxidable tipo chupete.

3.5.8 Profilaxis y suplementación de vitaminas

El plan de profilaxis consistió en la aplicación de desparasitante a los 55 y 75 días de nacidos, también se suministró 4 ml de multivitamínico (complejo B) por animal para mitigar el estrés que pudo ocasionar la manipulación cerdos, durante la fase de traslado y

pesaje inicial, así mismo, se suministró vitaminas a los 50 y 80 días de vida de los cerdos, a razón de 3 cc/cerdo.

3.5.9 Limpieza de instalaciones

Esta actividad se realizó todos los días, aplicando abundante jabón y aplicando suficiente agua con manguera de riego.

3.5.10 Peso de cerdos

Los cerdos fueron pesados dos veces por semana, los días lunes y jueves con una pesa de reloj colocando los animales en una jaula metálica.

3.5.11 Bebederos

Los bebederos utilizados eran de acero inoxidable, conocidos comúnmente como chupetes o pitones. Con este tipo de bebederos el cerdo podía beber el agua fácilmente ya que se complementa a un flujo constante de agua por tubería de PVC.



Figura 28. Bebedero de los cerdos, fotografía por Juárez (2017).

3.5.12 Suministro de desparasitantes y vitaminas

Los cerdos se desparasitaron a los 55 y 75 días de nacidos con ivermectina al 1%. Así mismo se suministró vitamina a los 49, 60 y 80 días de nacidos. La vitamina aplicada fue complejo B y extracto de hígado en dosis de: 2 ml, 4 ml y 6 ml.



Figura 29. Forma de pesar a los cerdos

3.5.6 Diseño experimental

El diseño estadístico fue Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y cuatro repeticiones. El modelo estadístico que se utilizó es de:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

En donde:

Y_{ij} Variable respuesta de la ij -ésima unidad experimental

μ Efecto de la media general

t_i Efecto del i -ésimo tratamiento

ε_{ij} Efecto del error experimental asociado a la i -ésima unidad experimental.

3.5.7 Croquis

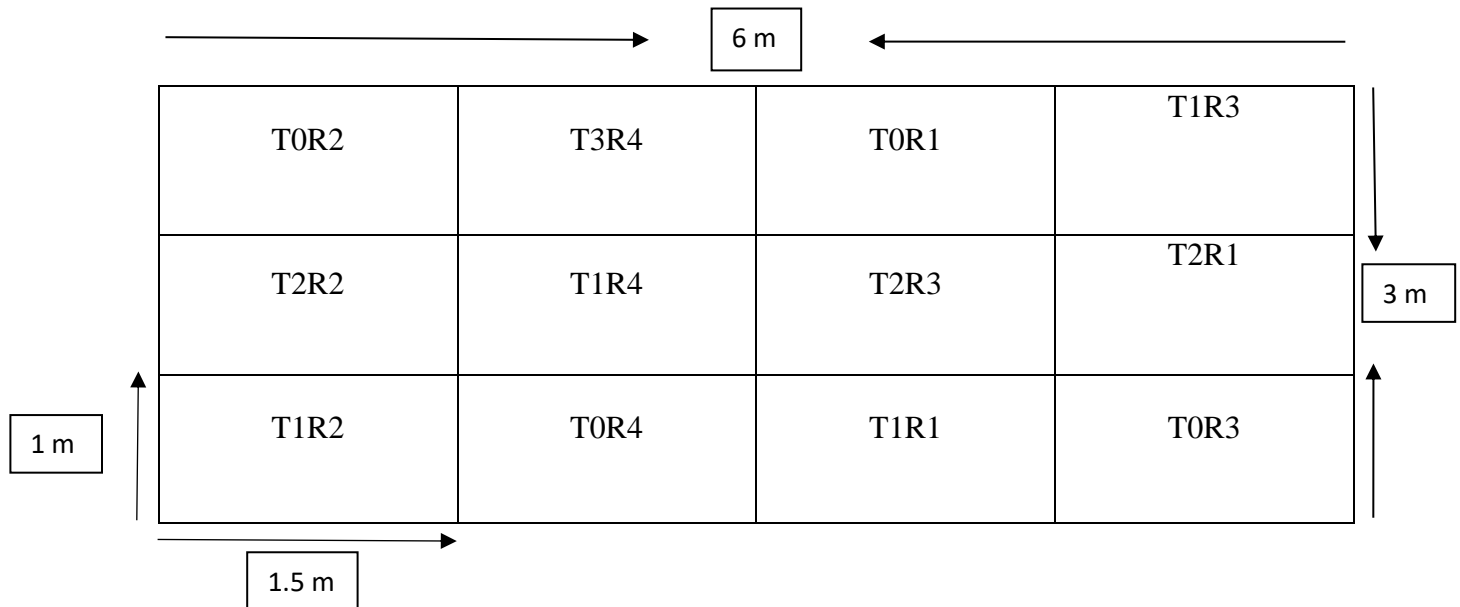


Figura 30. Croquis del ensayo

El área total del corral utilizada para la investigación fue de 18 m² y cada unidad experimental de 1.5 m², para facilitar la aplicación de la alimentación de concentrado y cachaza según el requerimiento de cada unidad experimental. Se utilizó divisiones con tablas de madera (lepas), altura de pared de 1.2 m. Así mismo, el suelo tenía base de cemento fundido con inclinación 4% a favor de la cuneta de desagüe, para facilitar limpieza. El techo fue de láminas de zinc con soporte de costaneras de metal de 75x50 mm y seis metros de largo, con modalidad de un agua.

3.5.8 Variables de respuesta y formas de medición

Las variables de respuesta medidas fueron:

- Peso vivo de los cerdos: se pesaron los cerdos 2 veces por semana, los días lunes y jueves con una pesa de reloj colocando los animales en una jaula metálica
- Días necesarios para alcanzar el peso final de mercado de 90.90 Kg por cerdo vivo.

3.6. Resultados

3.6.1. Ganancia de peso en cerdos

Se obtuvo semanalmente el peso de cada uno de los cerdos y se registró en forma de tablas para su análisis, de tal forma que se pudo observar el comportamiento de la ganancia de peso por tratamiento. En la tabla 7 se resumen los datos obtenidos de los pesos iniciales de cada unidad experimental, así como el peso final y el tiempo que transcurrió hasta el peso óptimo para la venta. Se puede observar que el tratamiento 2 presenta la menor cantidad de tiempo hasta el peso final (90.9 Kg en 74 días).

Tabla 6. Resumen de peso (Kg) y tiempo (días) para obtener el peso final

Tratamiento	Peso inicial (Kg)	Peso final (Kg)	Tiempo (días)
T1-R1	17.23	93.44	45.81
T1-R2	18.14	91.62	44.45
T1-R3	16.32	90.71	45.81
T1-R4	16.32	92.07	45.81
T2-R1	23.13	94.34	33.11
T2-R2	19.05	91.62	34.92
T2-R3	18.14	91.17	33.11
T2-R4	21.31	92.07	33.11
T3-R1	19.05	93.44	38.10
T3-R2	18.14	92.53	39.46
T3-R3	15.87	90.71	39.46
T3-R4	20.41	93.44	38.10

El comportamiento de ganancia semanal de peso (Kg/semana) se presenta en la figura 31, donde podemos observar que entre la cuarta y quinta semana se presentó un descenso en la ganancia de peso, lo cual puede coincidir con el cambio de alimento balanceado (concentrado etapa iniciadora a etapa de crecimiento). En términos generales, la ganancia de peso tuvo un ritmo creciente, y pudiéndose observar que el tratamiento 2 presenta la mayor ganancia de peso hacia su última semana de manejo (semana 11).



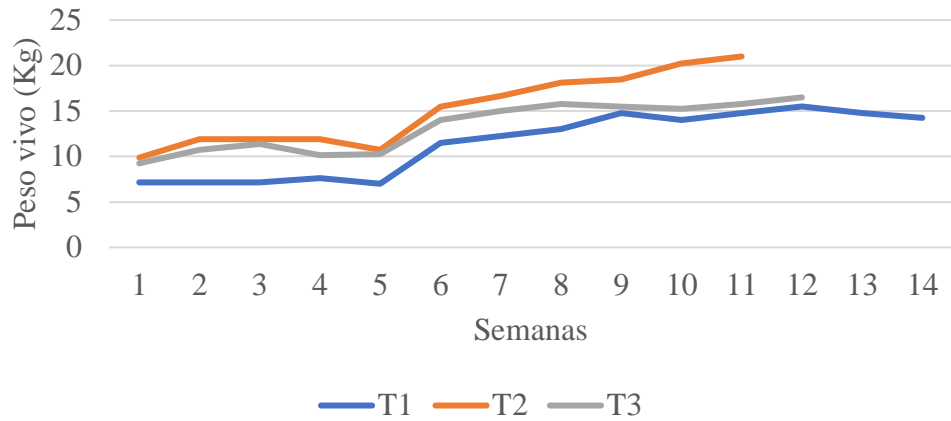


Figura 31. Peso por semana

Para detectar diferencias en la variable ganancia de peso semanal, se realizó un análisis de varianzas y se determinó que existen diferencias significativas ($p=0.043$, $\alpha=0.05$), por lo que se realizó una prueba de Tukey para establecer el mejor tratamiento.

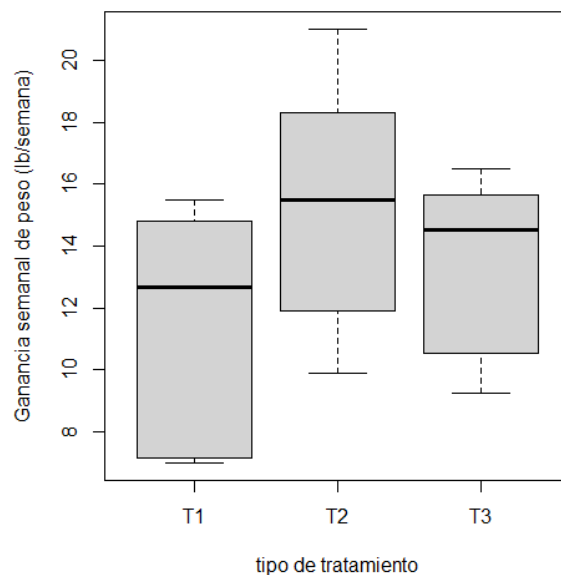


Figura 32. Peso promedio por semana

Nota: Eje Y: Peso vivo (Kg/semana) y eje X: Tratamiento

En la figura 8 se puede apreciar que los tratamientos con inclusión de cachaza presentan una ganancia de peso respecto a la alimentación convencional (T1), lo cual permitió reducir el tiempo de la fase de engorde. Según el análisis Tuckey, el mejor tratamiento es la inclusión de 250 ml de cachaza.

3.6.2. Tiempo necesario para obtener el peso comercial 90.9 Kg (200 libras) en cerdos de engorde

La variable tiempo se midió en días de duración de la fase de engorde, mediante un análisis de varianzas se detectó diferencias significativas ($p > 0.0001$, $\alpha = 0.05$), la disminución de tiempo se registró en el tratamiento 2 con una permanencia en la fase de engorde de 74 días. El tratamiento dos presentó una reducción de tiempo de 26 días respecto al tratamiento 1 (100.25 días) y 11.5 días respecto al tratamiento 3 (85.5 días). La reducción del tiempo representa retorno de la inversión a mediano plazo en el engorde de cerdos de 90.9 Kg (200 Lb) de peso vivo.

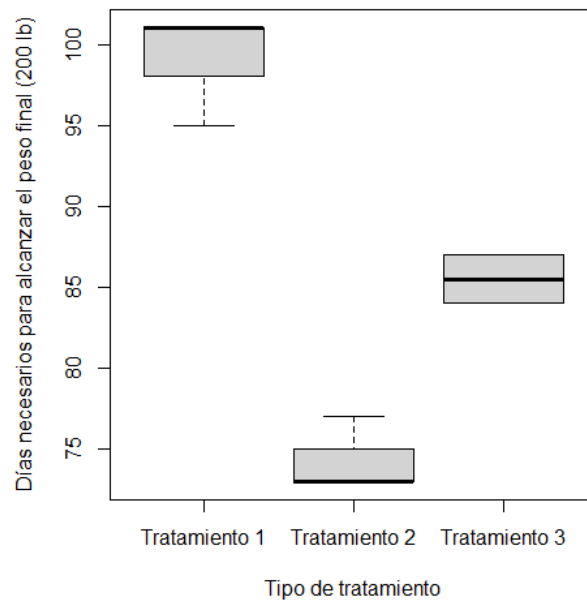


Figura 33. Tiempo (días) de engorde de cerdos (*Sus scrofa domesticus* L) para 90.9 Kg (200 Lb) peso vivo

Tabla 8. Proteína seca (%).

Proteína Seca	Testigo (T1)	Tratamiento 2	Tratamiento 3
De concentrado (%)	18	18	18
De cachaza (%)	0	20.53	20.53
Total, suministrada (%)	18	38.53	38.53
En cerdaza (%)	-15.62	-17.88	-18.54
Asimilada	2.38	20.65	19.99

En la tabla 8, se muestra el porcentaje de la proteína seca asimilada por el cerdo incluida en la dieta de concentrado comercial y cachaza de caña de azúcar, esta se obtuvo de la relación de resta entre porcentaje de proteína seca suministrada, y porcentaje de proteína seca de la cerdaza. Este análisis se efectuó en cada uno de los tratamientos, el testigo asimilo 2.38% de proteína seca, el tratamiento 1 el 19.99% y el tratamiento 2 el 20.65%. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual se realizó en la etapa final del experimento. Los cerdos asimilan mejor el alimento con la inclusión de 250 ml de cachaza, que con la inclusión de 400 ml de cachaza o la no inclusión de la misma.



3.6.3. Análisis económico

Tabla 1. Análisis de costos de engorde de cerdos (*Sus scrofa domesticus* L) con concentrado comercial y cachaza panelera.

Descripción	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Semanas totales para 90.9 Kg/cerdo	21	17.5	19
Semanas del peso final comercial	14	10.5	12
Consumo de concentrado comercial (Kg)	130.45	85.91	98.64
Consumo de cachaza panelera en (L)	-	14.8	33.6
Costo concentrado consumido (Q)	574	378	434
Costo cachaza panelera (Q)	-	11.10	25.20
Costo concentrado y cachaza (Q)	574	389.10	459.20

Los costos presentados se realizaron en el tiempo del ensayo, es decir después de que los cerdos cumplieran 49 días de nacidos. El costo total del cerdo se le suma el precio del lechón de Q. 400.00, más los alimentos de la fase de pre inicio de Q. 245.00. El precio de venta en el mercado local de cerdo en pie es de Q. 15.95 por kilo. Como resultado se demostró que, aunque no existió diferencia significativa entre los tratamientos si hubo incremento en el tratamiento 2 ya que fue el que en menor tiempo logro alcanzar los 90.9 Kg (200 Lb), la inclusión de cachaza de caña de azúcar (*S. officianrum* L.) en la dieta de engorde de cerdos (*S. scrofa domesticus* L.) incrementa la rentabilidad, que no incluir. Como se muestra en la tabla 8, el análisis de costos determina que el tratamiento 2, redujo el tiempo para alcanzar los 90.9 Kg (200 Lb) de peso vivo de los cerdos (*S. scrofa domesticus* L.) disminuyendo el consumo de concentrado comercial, con la inclusión de 250 ml de cachaza panelera. Por lo que el tratamiento 2 es el que se observa con incremento de la rentabilidad por obtener el peso en menor tiempo y bajos costos.

3.7. Conclusiones

Los resultados sugieren que la cachaza panelera tiene un efecto positivo utilizada como inclusión en la dieta alimenticia de cerdos (*S. scrofa domesticus L.*) para engorde. Con una inclusión de 250 ml de cachaza panelera (*i. e.*, tratamiento dos) en la dieta de engorde de cerdos (*S. scrofa domesticus L.*) se obtiene el peso vivo de 90.9 Kg.

Al incluir 250 ml de cachaza panelera en la dieta de engorde para cerdos (*S. scrofa domesticus L.*) a los 74 días se alcanza el peso comercial 90.9 Kg (200 Lb) siendo el más eficiente en comparación de los otros tratamientos ($p > 0.0001$, $\alpha = 0.05$), la disminución de tiempo se registró en el tratamiento dos.

El tratamiento dos presentó una reducción de tiempo de 26 días respecto al tratamiento uno (100.25 días) y 11.5 días respecto al tratamiento tres (85.5 días). El análisis de costos establece que con la inclusión de 250 ml de cachaza panelera en la dieta de engorde de cerdos (*S. scrofa domesticus L.*), el costo es de Q.389.10 y reduce los costos en 28.87% (Q.574.00) comparado con el tratamiento uno (testigo) y un 15.26% (Q.459.20) comparado con la el tratamiento tres (400 ml de cachaza panelera). La reducción del tiempo representa retorno de la inversión a mediano plazo en el engorde de cerdos de 90.9 Kg (200 Lb) de peso vivo.



3.8. Recomendaciones

Utilizar La inclusión de 250 ml de cachaza panelera en la dieta de engorde cerdos (*S. scrofa domesticus* L.) por ser rentable, alcanza el peso vivo de 90.9 Kg (200 Lb) de los cerdos en menor tiempo que al incluir únicamente concentrado comercial.

Aprovechar la cachaza panelera y promoverla como un suplemento alimenticio para engorde de cerdos y de esta manera bajar costos en la explotación porcina.

Promover la investigación científica con el fin de determinar otros usos alternativos para la cachaza panelera.

3.9. Bibliografía

- A.C. P. (2014). *Fondo Nacional de la porcicultura, temas económicos. producción porcina y consumo per cápita. Colombia.*
- América, D. d. (26 de septiembre de 2014). *Guatemala endulza su economía. Guatemala.*
- APOGUA. (Abril de 2012). *Situación actual de la porcicultura en Guatemala. Asociación de poricultores de Guatemala.*
- AZASGUA. (2016). *Asociación de azucareros de Guatemala Cultivo de la caña de azúcar. Departamento de Agricultura y Protección del consumidos producción y sanidad animal.*
- (2018). *Recuperado el 2019, de la Organización de las naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO: http://www.fao.org/ag/Againfo/img/homes_bg:themes.gif*
- De la Cruz, R. (1982). *Clasificación de las zonas de vida a nivel de reconocimiento, Guatemala.*
- Escudero, Forero, Peralta, y Salazar, M. (1987). *La producción de alimentos concentrados para animales en Colombia, cuadernos de agroindustria y economía rural 19:117-145. Colombia, Bogotá: Universidad Javeriana.*
- Figuroa, V. (1990). *La caña de azúcar como base de la producción porcina en el trópico. In taller, regional sobre la utilización de los recursos alimenticios en la producción porcina en América latina y el caribe. habana, cuba: Instituto de Investigación porcina.*
- Forero, F. E. (2010). *Revista UDCA. Recuperado el 25 de mayo de 2019, de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/711>*
- García, Ríos Leal, Martínez, Ramos Cruz y Cuevas, R. (2011). *Uso de Cachaza y bagazo de caña de azúcar en la remoción de hidrocarburos en el suelo contaminado. Revista Internacional de contaminación ambiental, 21-39.*



González, G. M. (2006). *Jugo de caña de azúcar en dietas de crecimiento y finalización para cerdos: efectos en el comportamiento productivo y rasgos de canal*. *Revista Científica* 16 (4) ,315-324.

González, González, Machacho y Mendoza, D. (2006). *Jugo de caña de azúcar en dieta de crecimiento y finalización para cerdos: efectos en el comportamiento productivo y rasgos de canal*. *Revista científica* 16 (4), 406-413.

HR, G. (1996). *Elaboración y usos de melote de la caña de azúcar*.

INCAP, & Guatemala, I. N. (2010). *Boletín, sobre la crianza de cerdos, con diferentes dietas*.

MAGA. (2014). *El agro en cifras, la caña de azúcar Guatemala*.

Mena., A. (1989). *La producción de cerdos con base en la caña de azúcar. Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales*.

Morales, Rebatta, y Ramos, R. (2014). *Caracterización de la crianza no tecnificada de cerdos en el parque porcino del distrito de Villa el Salvador. Lima, Perú*.

Mujica, M. V., Guerra, M., & N., S. (2008). *Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada*. *Interciencia*.

PNUD. (2016). *Informe nacional del desarrollo humano, Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Guatemala*.

Preston, , T. (1989). *the of the provate sectorin tenchnology trasnfer: a case study in colombia. In: integration of livestock whit crop in response to increasing population pressure on available resources*.

Rodríguez y Gottret, G. (2006). *Impacto de la tecnología de la panela. Colombia*.

Salazar, C. (08 de abril de 2019). *cachaza fresca de caña de azúcar, desechada*. (B. Barillas, Entrevistador)

- Sánchez, Carrera y Castillo, S. (2007). *Variables que afectan la calidad de la panela procesada en el departamento del Cauca.*
- Sarria, Solano, y Preston, P. (1990). *Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. livestock kresearch for rural development.*
- SEGEPLAN. (2018). *Plan de desarrollo de Nueva Santa Rosa, Guatemala: secretaria de planificación y programación de la Presidencia.*
- Solano, L. (1989). *Jugo de caña dos fuentes de proteína y dos niveles proteicos en la alimentación de cerdos de levante-ceba.*
- Velásquez, H. I., Janna, F. C., & Aguedo, A. F. (2006). Recuperado el 25 de mayo de 2019, de <https://www.redalyc.org/html/1470/147019422003/>
- Vides, A. (13 de junio de 2017). *Guatemala innova su oferta exportable con variedades de panela. AGEXPORT HOY.*
- Zérega, L. (1993). *Manejo y uso agronómico de la cachaza en suelos cañameleros/caña de azúcar. Venezuela.*
- Zúñiga Escobar, O., Osorio Saravia, J. C., Cuero Guependo, R., & Peña Ospina, J. A. (2011). *Revista Facultad Nacional de Agronomía de Medellín.* Recuperado el 25 de mayo de 2019, de <https://www.redalyc.org/html/1799/179922364003/>



3.10. Anexos

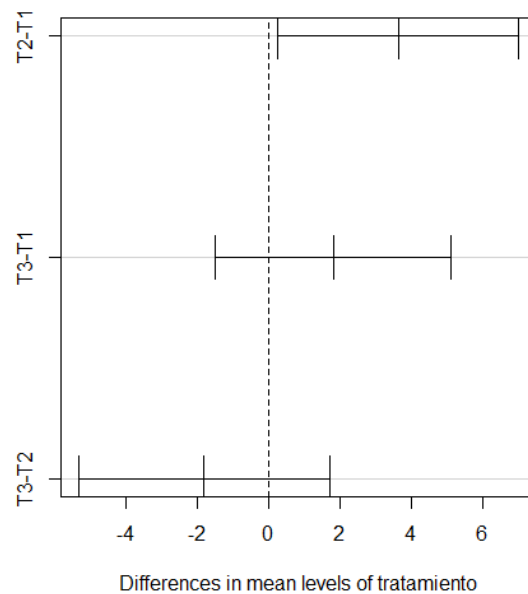
```

          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
tratamiento  2   81.3   40.64   3.455  0.043 *
Residuals  34  399.9   11.76
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 1. Resumen análisis de varianza para la variable ganancia de peso semanal

95% family-wise confidence level



Anexo 2. Prueba Tukey para ganancia de peso semanal

```

          Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
trat      2  1305   652.3   122.3 2.99e-07 ***
Residuals  9    48    5.3
---
Signif. codes:
0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Anexo 3. Resumen análisis de varianza para la variable tiempo



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M5, 2º Nivel, Ciudad Un
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono:
E-mail: bromato2000@yahoo.com

No. 432

Ciudad, Guatemala

Dirección
BYRON BARILLAS,

DEL 07- AL 10-10-2019.

Fecha de realización:
01-10-2019.

Solicitado por:

Fecha de recibida la muestra:

Reg.	Descripción de la muestra	BASE	Agua %	M.S.T. %	E.E. %	F.C. %	PROTEINA CRUDA %	Cenizas %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.N.D. %	Lignina %	Dig. En KOH %	A.G.L. %	TND %	E.D. kcal/Kg
586	TRATAMIENTO 1 CERDAZA	SECA	83.81	16.19	.....	.....	15.62	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		COMO ALIMENTO	.....	.....	.....	.....	2.53	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
568	TRATAMIENTO 2 CERDAZA	SECA	80.35	19.65	.....	.....	18.54	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		COMO ALIMENTO	.....	.....	.....	.....	3.84	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
569	TRATAMIENTO 3 CERDAZA	SECA	76.90	23.10	.....	.....	17.88	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
		COMO ALIMENTO	.....	.....	.....	.....	4.13	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	SECA	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
.....	.....	COMO ALIMENTO	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
TOTAL DE MUESTRAS RESULTADOS EN ESTA HOJA 3																		

DISERVACIONES: Dichos resultados fueron calculados en base a materia seca total y fresca. Se prohíbe la producción pagadal o total de este informe, para mayor información comunicarse al teléfono 24188307.

T. U. José A. Morales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología





Anexo 6. Cerdo alimentándose.



Anexo 7. División del corral entre cada cerdo.



Anexo 8. Toma de peso de cerdos.



Anexo 9. Unidad experimental



Anexo 10. Corral de cerdos.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Administración Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M5, 2º Nivel, Ciudad Vieja
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24150307 - Telex: 3114
E-mail: bromatol@guatemala.com.gt

Solicitado por: **SECCION BARRILES** Dirección: **CIUDAD, CAJETAL** Ref. 053
Fecha de entrega de muestra: **07-02-2008** Fecha de autorización: **08-03-08**

Nº	Descripción de la muestra	MOJE	Agua %	M.S.T. %	E.F. %	F.C. %	NEUTRALIZ. %	Centrose %	E.L.N. %	Calcio %	Fósforo %	F.A.D. %	F.R.D. %	Lignina %	Dis. en KOH %	A.B.A. %	TND %	E.D. kcal/Kg
61	CONCENTRADO PARA CORDEROS	SECA	12.76	85.24	—	—	18.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	—	—	31.17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		SECA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		SECA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		SECA	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		COMO ALIMENTO	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Observaciones:
Valores resultantes basados en base a materia seca total y base. Se justifica la configuración por tal y cual en cada columna, para mayor información comunicarse al teléfono: 24150307.

T. L. HERRERA A. MESA R.
Laboratorista

UIC, Miguel Ángel Guzmán
Jefe Laboratorio de Bromatología



REFERENCIA	MATERIAS PRIMAS	ANÁLISIS	UNIDADES	RANGO	REMARKS
ADAC 100	ADAC 100	4.8.2	%	0.5 a 2.0	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.3	%	7 a 8	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.4	%	20 a 30	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.5	%	1 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.6	%	1 a 80	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.7	%	0.4 a 80	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.8	%	1 a 10	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.9	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.10	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.11	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.12	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.13	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.14	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.15	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.16	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.17	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.18	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.19	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.20	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.21	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.22	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.23	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.24	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.25	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.26	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.27	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.28	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.29	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.30	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.31	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.32	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.33	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.34	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.35	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.36	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.37	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.38	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.39	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.40	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.41	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.42	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.43	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.44	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.45	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.46	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.47	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.48	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.49	%	0.4 a 200	
ADAC 100	ADAC 100	4.8.50	%	0.4 a 200	

MATERIALES EN LOS QUE SE REALIZARON LOS ANÁLISIS ACREDITADOS

1. Heno, rastrojos y cascarrillas
2. Forrajes verdes
3. Ensilados
4. Alimentos concentrados (menos del 15% de humedad)
5. Frutas y verduras de consumo humano
6. Carnes y subproductos cárnicos
7. Leches y subproductos lácteos
8. Plantas con otros fines diferentes de la alimentación humana o animal
9. Suelos
10. Fertilizantes orgánicos e inorgánicos

Anexo 11. Análisis bromatológico de la proteína que contiene el concentrado comercial para cerdos



Anexo 12. Cerdos listos para entrega de mercado local con un peso de 90.9 kg libras



Anexo 13. Cerdo en proceso de engorde.



Anexo 14. Distribuciones al azar de los tratamientos y repeticiones.