

ESTUDIOS PRELIMINARES DE LOS SUPLEMENTOS LÍQUIDOS DE NUTRIENTES PARA LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS DURANTE LA ETAPA DE PRECEBA

Por Lic. Dayron Martín Prieto*, Lic. Félix Ojeda García**, Ing. Rafael Herrera González***, Dr. C. Javier Arece García****, Dr. C. Giraldo Jesús Martín Martín*****

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas.

* <https://orcid.org/0000-0002-9073-6198>

E-mail: dayron.martin@ihatuey.cu

** <https://orcid.org/0000-0002-6770-4227>

E-mail: felix.ojeda@ihatuey.cu

*** <https://orcid.org/0000-0001-7902-2701>

E-mail: rafael.herrera@ihatuey.cu

**** <https://orcid.org/0009-0003-4329-0968>

E-mail: arece@ihatuey.cu

***** <https://orcid.org/0000-0002-8823-1641>

E-mail: giraldo.ihatuey@gmail.com

Resumen

En este trabajo, se estudió la biomasa foliar de las plantas forrajeras proteicas: *Morus alba* Linn, *Tithonia diversifolia* y *Leucaena leucocephala* Lam, como materia prima para extraer sus nutrientes y compuestos activos, lo cual permitió evaluar las preparaciones extraídas de la biomasa foliar como suplemento en la alimentación de cerdos de destete. Para ello la biomasa foliar se trocó y se procesó mediante la fermentación microbiana en fase líquida, suplementada con miel final de caña de azúcar, sal marina e IHPLUS-BF. Se utilizó una prensa hidráulica para separar la fracción fibrosa y la líquida, la cual se denominó: suplemento líquido de nutrientes para cerdos (SLNC). Esta fracción se mezcló diariamente con el concentrado convencional (CC) y se suministró a los cerdos una vez al día. Se evaluaron seis tratamientos: control y SLNC de morera, tithonia, leucaena, SLNC a partir de la mezcla de las tres plantas y SLNC a partir de la mezcla de morera y tithonia. Se estudiaron grupos de diez animales cada uno, con un diseño completamente aleatorizado. En esta investigación se demostró que los SLNC evitan la ocurrencia de paraqueratosis, mejoran la ganancia de peso y pueden sustituir el 10 % de la materia seca del CC en la alimentación de cerdos durante la etapa de preceba, para mejorar el crecimiento de estos animales, respecto al tratamiento control.

Palabras clave: biofermentados, IHPLUS-BF, plantas forrajeras proteicas, cerdos de destete.

PRELIMINARY STUDIES OF LIQUID NUTRIENT SUPPLEMENTS FOR FEEDING PIGS DURING THE PRE-WEANING PERIOD

Abstract

In this work, the leaf biomass of the protein forage plants: *Morus alba* Linn, *Tithonia diversifolia* and *Leucaena leucocephala* Lam, was studied as raw material to extract their nutrients and active compounds, which allowed the evaluation of preparations extracted from the leaf biomass as a supplement in the

feeding of weaning pigs. For this purpose, the leaf biomass was chopped and processed by liquid phase microbial fermentation, supplemented with final sugar cane honey, sea salt and IHPLUS-BF. A hydraulic press was used to separate the fibrous and the liquid fraction, which was named: liquid pig nutrient supplement (SLNC). This fraction was mixed daily with the conventional concentrate (CC) and fed to the pigs once a day. Six treatments were evaluated (control and SLNC from mulberry, tithonia, leucaena, SLNC from the mixture of the three plants and SLNC from the mixture of mulberry and tithonia). Groups of ten animals each were studied in a completely randomised design. In this research it was demonstrated that SLNCs prevent the occurrence of parakeratosis, improve weight gain and can replace 10 % of the dry matter of the CC in the feed of pigs during the pre-weaning stage, to improve the growth of these animals, with respect to the control treatment.

Keywords: biofermented, IHPLUS-BF, protein forage plants, weaning pigs.

I. Introducción

La crianza de animales monogástricos requiere de alimentos de calidad nutricional, suplementos vitamínicos/minerales y antibióticos, lo cual resulta una carga económica y medioambiental significativa en muchos países del mundo (Santamaría y Lübeck, 2020). En Cuba se importa gran parte de ellos, como la soya, el maíz, el trigo, entre otros, con un costo de más de 550 millones de dólares al año, que implica gastos cuantiosos de combustibles fósiles y la producción de gases con efecto invernadero en la logística de transportación.

Durante el año 2020, se dificultó el acceso a suplementos minerales y concentrado de inicio para cerdos en edades tempranas, lo que acarrió grandes afectaciones en la producción porcina, por la presencia de paraqueratosis, asociada con el desbalance entre el zinc y el calcio en el alimento.

La situación se complejizó debido a la crisis generada por la pandemia de la covid-19, que en un periodo reciente paralizó al planeta, frenando el funcionamiento del turismo y de algunas exportaciones, con la consecuente disminución de las divisas disponibles en Cuba. En el momento en que se desata la crisis en el país existían alrededor de 2 millones de cabezas de cerdo que demandaban fuentes sostenibles de alimento; animales que estaban distribuidos en granjas del sector estatal, campesinos en convenio y productores independientes (Piloto J. L., Comunicación personal, julio 2022).

La producción agrícola en el país tiene lugar en granjas estatales y con los campesinos en convenio, que producen parte del alimento en áreas de tierra que tienen en usufructo. Entre otros cultivos se siembra de yuca (*Manihot esculenta*), boniato (*Ipomoea batatas*), maíz (*Zea mays*) y soya (*Glycine max*) además de plantas forrajeras proteicas, como la morera (*Morus alba*), la tithonia (*Tithonia diversifolia*), la moringa (*Moringa oleifera*) y la leucaena (*Leucaena leucocephala*); este último grupo ha sido estudiado con el fin de utilizarlo para la alimentación porcina en Cuba, por la elevada producción de biomasa que registran durante todo el año (Contino, *et al.*, 2017; Milera, 2011; Ly, 2005).

En este tema, la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EPPFIH), ha profundizado en el desarrollo de procedimientos de utilización de dichas plantas, por

ejemplo, se emplea la biomasa foliar fresca, en ensilaje y en harinas deshidratadas (Datos no publicados). A pesar de demostrarse que las plantas forrajeras proteicas son una fuente segura de proteínas producidas a nivel local, ha existido gran escepticismo en el sector porcino, relacionado con el elevado contenido de fibras en la biomasa foliar, compuestos antinutricionales y el manejo de las plantaciones (Ly, 2005).

La biomasa foliar de las plantas forrajeras proteicas es rica en nutrientes y compuestos activos, como las proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales, y los compuestos antivirales, antibacterianos e inmunomoduladores, respectivamente, que pueden cubrir parte de los requerimientos fisiológicos en la crianza de cerdos (Gutiérrez *et al.* 2015; Thabti *et al.* 2020). En cerdos en la etapa de ceba se ha logrado sustituir entre el 10-15 % del alimento importado con la biomasa foliar en forma de ensilaje, manteniéndose buenos parámetros de ganancia de peso diaria (GPD) y conversión del alimento (Datos no publicados).

En los días posteriores a la etapa del destete, los animales demandan alimentos con porcentajes elevados de proteínas de fácil digestión y absorción, así como de vitaminas, minerales, entre otros (Blanco *et al.*, 2017; Degroote *et al.*, 2019). En este sentido, las llamadas biorrefinerías verdes integran tecnologías de procesamiento de la biomasa foliar mediante prensas que separan la fracción fibrosa o bagazo, de la fracción líquida (Santamaría Fernández *et al.*, 2017). La solución líquida de nutrientes para cerdos (SLNC) que se obtiene con estos procedimientos puede contener un conjunto de propiedades de gran utilidad para la alimentación de cerdos después del destete.

Así, los SLNC pueden constituir un alimento de alto valor para los cerdos por su contenido en carbohidratos (Almaguel *et al.*, 2010; Liu *et al.*, 2019) y proteínas (Santamaría y Lübeck, 2020; McSweeney y Mackie, 2012). También facilitan la digestión y eliminación de compuestos tóxicos (Missotten *et al.* 2015), por su función probiótica, como los *Lactobacillus* que mejoran el funcionamiento de la digestión y salud intestinal (Blanco *et al.* 2017; Ojeda *et al.*, 2016). Además incorpora compuestos antioxidantes (Degroote *et al.*, 2019), un pH ácido al sistema digestivo (Missotten *et al.*, 2015) y los ácidos orgánicos que se producen durante la fermentación microbiana pueden disminuir el consumo de alimento sin afectarse el crecimiento de los animales (Santamaría *et al.*, 2017). Su consumo incremen-

ta el contenido de vitaminas y minerales en la dieta (Santamaría *et al.*, 2017; Milera, 2011) e incorporan metabolitos secundarios que regulan el metabolismo de los animales y favorecen la producción de carnes más saludables.

Por ejemplo, *M. alba* contiene el alcaloide polihidroxiado 1-deoxynojiromicin que activa el catabolismo de las grasas, disminuyendo su contenido en el tejido animal (Liu *et al.*, 2019), entre otros no menos importantes. Por todo lo antes expuesto, el objetivo de este trabajo fue realizar la extracción de los SLNC a partir de tres plantas forrajeras proteicas: *M. alba* (morera), *T. diversifolia* (tithonia) y *L. leucocephala* (leucaena), realizar su evaluación proximal y estudiar su impacto en el peso vivo de los cerdos durante la etapa de preceba.

II. Materiales y métodos

Plantas forrajeras proteicas

La investigación se realizó entre los meses de julio y noviembre del año 2020, con características climáticas de verano. Se evaluaron tres plantas forrajeras proteicas: *M. alba*, *T. diversifolia* y *L. leucocephala*, cultivadas en los campos de la EEPFIH-Matanzas, Cuba, ubicada geográficamente en los 22° 48' 7" de latitud norte y los 81° 2' de longitud oeste, a 19,01 msnm. Las plantaciones tenían más de cinco años de establecidas, con una densidad de siembra de 20 000 plantas por hectárea, riego por goteo y fertilización con abono orgánico hecho a partir de excretas de carnero. El corte se realizó a los 70 días después de la última poda, a 10 cm del suelo para la tithonia y la morera, y a 1 m para la leucaena.

Fermentación y separación de los SLNC

La biomasa foliar de las plantas forrajeras proteicas se cortó manualmente con machetes, luego se troceó en un molino desintegrador (B616-MAQTRON-Vencedora). Se pesó la biomasa troceada, se determinó la materia seca y se depositó en tanques de plástico de 200 L. Se preparó el medio de cultivo (solución de extracción), con los siguientes componentes: miel final de caña de azúcar, sal marina, microorganismos eficientes (IHPLUS-BF) y agua potable (Tabla 1). La relación entre las cantidades de los componentes se mantuvo igual respecto a la materia seca de cada planta, de esta forma las relaciones fueron: MS/IHPLUS-BF (1), MS/Miel final (1,5), MS/Sal marina (5,6), MS/Agua potable (0,2) y MS/Volumen total (0,14). En próximos estudios se definirá la proporción más conveniente de cada uno de los componentes para mejorar su calidad.

Tabla 1. Relación de componentes para la preparación de los SLNC en un tanque de 200 L con la biomasa foliar de plantas forrajeras proteicas

Componentes	<i>T. diversifolia</i>	<i>M. alba</i>	<i>L. leucocephala</i>
Biomasa fresca (kg)	85	65	55
Materia seca (kg)	12,8	18,2	18,7
IHPLUS-BF (L)	12,8	18,2	18,7
Miel final (L)	8,6	12,2	12,5
Sal marina (kg)	2,3	3,3	3,4
Agua potable (L)	67	95	98
Volumen total (L)	91	129	133

Se mezclaron los componentes en el siguiente orden: se añadió la sal y la miel en un recipiente, se disolvieron en el volumen correspondiente de agua potable, luego se adicionó el IHPLUS-BF y se agitó para homogenizar la solución y evitar daños en las células microbianas. Se mezcló la solución con la biomasa foliar en el tanque de 200 L, quedando embebida esta última. Se agitó diariamente y de manera manual la biomasa foliar para sumergirla en la solución, durante cinco días. Los tanques de fermentación solo se destaparon para la agitación y se mantuvieron a la sombra, a temperatura ambiente que osciló entre los 20 y 32 °C.

Posteriormente, se separó la fracción líquida o SLNC, con una prensa hidráulica de palanca manual, con capacidad de generar una presión de 40 t sobre la biomasa foliar fermentada. Para esto, se creó un recipiente cilíndrico de acero con agujeros de 5 mm en el que se prensó y filtró cualitativamente la biomasa fermentada. Los SLNC se almacenaron en tanques de plástico con tapa, a la sombra, en condiciones ambientales. Se determinó la concentración de sólidos totales en los SLNC de cada planta mediante deshidratación en la estufa a 60 °C (Boxun, China).

Utilización de los SLNC como suplemento en la alimentación de cerdos

Los estudios se realizaron en la unidad de producción porcina de la EEPFIH, durante los meses de julio - septiembre del año 2020. Los cubículos de crianza (largo: 5 m y ancho: 3 m) disponían de agua *ad libitum* y comederos fijos de concreto. Los cubículos se limpiaron diariamente con agua potable a presión, al igual que los comederos. Los animales se pesaron cada diez días con una balanza digital.

El estudio comprendió 60 cerdos de 44 días de nacidos, hijos de madres Yorkland y padres CC21 y Landrace, provenientes de la unidad Frank País del programa provincial de producción porcina. Los animales se vacunaron contra el cólera, se marcaron en las orejas, y se organizaron aleatoriamente en función del peso vivo en seis grupos de 10 cerdos, acorde a los siguientes tratamientos experimentales:

- Grupo control: consumió solo el CC.

Los otros grupos de cerdos consumieron una mezcla del concentrado convencional y el SLNC, de manera que los SLNC sustituyeran el 10% de los sólidos totales del concentrado.

- Grupo tithonia: consumió el SLNC de la tithonia.
- Grupo morera: consumió el SLNC de la morera.
- Grupo leucaena: consumió el SLNC de la leucaena.
- Grupo de la mezcla de SLNC de tithonia, morera y leucaena: consumió la mezcla de SLNC de tithonia, morera y leucaena, en partes iguales de los sólidos totales (3,3 % cada uno).
- Grupo de la mezcla de SLNC de tithonia y morera: consumió la mezcla de SLNC de tithonia y morera, en partes iguales de los sólidos totales (5 % cada uno).

Siempre se agitó previamente el SLNC para homogenizar sus componentes, se extrajo el volumen correspondiente,

se mezcló manualmente con el CC y se suministró inmediatamente a los animales.

El CC estaba compuesto por maíz, soya, trigo y suplementos minerales y vitamínicos, con un 15 % de proteínas totales. El alimento se ofreció una vez al día, en el horario de la mañana.

Análisis proximal de la biomasa foliar, los SLNC y la fracción fibrosa

Se determinó materia seca (MS), cenizas (Cen), materia orgánica (MO), fibra bruta (FB), nitrógeno total por el método de Kjeldhal (NTK), proteínas totales (PT), y la digestibilidad de la materia orgánica (DMO). Todos los ensayos se realizaron según AOAC (2016).

Análisis estadístico

Se realizó el análisis mediante el modelo lineal general, seguido por la prueba de Duncan, con una significación de 0,05 %, en el paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2004).

III. Resultados y discusión

Preparación de los SLNC

Los SLNC tuvieron colores diferentes (Figura 1), y alcanzaron valores de pH por debajo de 3,5, debido a la fermentación microbiana desencadenada por el IHPLUS-BF. Los olores producidos por los SLNC fueron similares a los olores característicos de cada planta, y no se detectaron olores fuertes a ácidos como el acético o el propiónico. Se observó la formación de una pasta de color negro con la deshidratación de los SLNC de cada planta para calcular la concentración de sólidos totales (Tabla 2), que se asoció con el alto contenido de miel final de este producto. Por otra parte, se apreció la formación de capas de levaduras en la superficie de los SLNC, después del almacenamiento en tanques plásticos.

Los SLNC de las tres plantas forrajeras proteicas tuvieron diferente concentración de sólidos totales, siendo los derivados de la tithonia los de menor valor. Se determinó que en la MS de los SLNC existió aproximadamente 77 % de MO y 23 % de Cen, debido a la presencia de la sal marina. La MS contenía entre 11 y 13 % de FB y la MO presentó una digestibilidad aproximada al 99 %. La alta digestibilidad de los SLNC los convierte en un producto apropiado para su inclusión en la alimentación de los cerdos después del destete, los cuales tienen deprimido los procesos di-

gestivos por el estrés que sufren al separarse de la madre y los hermanos (Blanco *et al.*, 2017; Degroote *et al.*, 2019).

La FF presentó mayor FB (entre 20 y 30 % de la MS), y menor digestibilidad de la materia orgánica (entre 62 y 65 % de la MO), respecto a los SLNC. La FF de las tres plantas presentó aproximadamente un 90 % de MO y un 10 % de Cen, lo cual es adecuada para utilizarse como alimento para animales rumiantes (McSweeney y Mackie, 2012).

La preparación de los SLNC, favorece la solubilización de los componentes de la biomasa foliar y la producción de biomasa microbiana de alta calidad nutricional, que se comprueba por la alta producción de gases y el descenso del pH en la solución (Santamaría y Lübeck, 2020; McSweeney y Mackie, 2012).

Entre los factores que pudieran contribuir en el desarrollo de la preparación de los SLNC se proponen:

- Se incrementó el área de accesibilidad de los tejidos vegetales al solvente acuoso, mediante la trituration de la biomasa foliar con la máquina troceadora, lo cual propicia la solubilización de sus componentes.
- Se aumentó la fuerza iónica con la sal marina para incrementar la extracción de SLNC (Datos no publicados).
- Se suplementó con miel final de caña de azúcar para estimular el crecimiento microbiano y la secreción de enzimas digestivas que hidrolizan la pared celular de las células vegetales en su medio natural (Blanco *et al.*, 2017; Ojeda *et al.*, 2016).
- Se realizó la agitación de la fermentación para favorecer la difusión de los componentes de la biomasa foliar, su solubilidad y el crecimiento microbiano, inoculado con el IHPLUS-BF.
- Se separó la fracción líquida mediante prensado hidráulico (40 t), lo cual favoreció la extracción de los componentes solubles de la biomasa foliar fermentada.

Efecto de los SLNC sobre los cerdos en la etapa de preceba

Los grupos de cerdos del experimento comenzaron el estudio con un peso promedio inferior al que teóricamente debía tener con esos días de vida (Figura 2). De manera general, los cerdos que consumieron los SLNC mostraron mejor tendencia en la evolución del peso promedio con respecto al grupo control (Figura 2).



Fig. 1. Imágenes de los SLNC de las tres plantas forrajeras proteicas en estudio después de 24 h en reposo.

Tabla 2. Composición proximal de la biomasa foliar fresca y los productos extraídos

Muestras	Concentración (g/L)	MS (%)	MO (% de MS)	MOD (% de MO)	Cen (% de MS)	PT (% de MS)	FB (% de MS)
Morera							
Biomasa fresca	-	28	88,9	62,5	11,1	21,4	15,4
SLNC	110	11	76,2	99,7	23,8	4,0	11
FF	-	44,2	90,1	65,1	9,4	-	29,8
Tithonia							
Biomasa fresca	-	17	86,4	66,8	13,6	18,2	14,3
SLNC	75	7,5	77,2	99,7	22,8	4,3	13,1
FF	-	38,9	89,1	62,9	10,9	-	20,5
Leucaena							
Biomasa fresca	-	32,3	93,1	63,9	6,9	24,5	18,7
SLNC	124	12,4	77,8	98,5	22,2	4,8	11,4
FF	-	40,5	90,9	61,8	9,1	-	24,0

Leyenda. MS: materia seca, MO: materia orgánica, PT: proteínas totales, FB: fibra bruta, FF: fracción fibrosa, MOD: materia orgánica digerible y Cen: cenizas.

Durante la primera etapa, comprendida entre el primer y el segundo pesaje (día 44-54), los animales tuvieron una ganancia de peso diaria (GPD) sin diferencias significativas (Figura 3). Entre el segundo y tercer pesaje (Día 54-61), algunos cerdos del grupo control presentaron paraqueratosis, caracterizada por lesiones en la piel y pérdida del apetito, que se ha relacionado con el desbalance entre el zinc y el calcio en el alimento animal (Wahlstrom, 1957). Esto trajo como consecuencia que la GPD disminuyó significativamente en el grupo control, respecto a los grupos que consumieron los SLNC (Figura 3). De esta forma, se comprobó que los SLNC favorecieron la nutrición al evitar la ocurrencia de trastornos en la salud animal por desbalances en minerales en el alimento, como la paraqueratosis, ya que no se observó durante toda la etapa de preceba en los grupos que consumieron los SLNC. El grupo control se afectó de manera significativa debido a este problema, por lo que se decidió incorporar en este grupo un suplemento vitamínico y mineral, llamado Destetón, para

evitar la muerte animal, teniendo en cuenta las necesidades productivas de la institución que acogió el experimento.

Entre el tercer y cuarto pesaje (Día 61-68), el grupo control se recuperó en GPD, pero quedó por debajo del resto de los grupos, aunque sin diferencias significativas (Figura 3). Entre el cuarto y quinto pesaje, todos los grupos en estudio mostraron GPD sin diferencias significativas, las cuales se mantuvieron con valores similares a la etapa anterior. Entre el quinto y sexto pesaje, también se retrasó en la GPD el grupo control respecto a algunos grupos, como los que consumieron los SLNC preparados con tithonia y morera de manera independiente. Entre el sexto y séptimo pesajes, los grupos mostraron GPD sin diferencias significativas, mientras que, entre el séptimo y el octavo pesaje, se retrasaron significativamente, el grupo control y el grupo que consumió la mezcla de SLNC de morera, tithonia y leucaena, respecto al resto.

De manera general, se apreció que el grupo con mayor tendencia a retrasarse en la GPD en las diferentes etapas

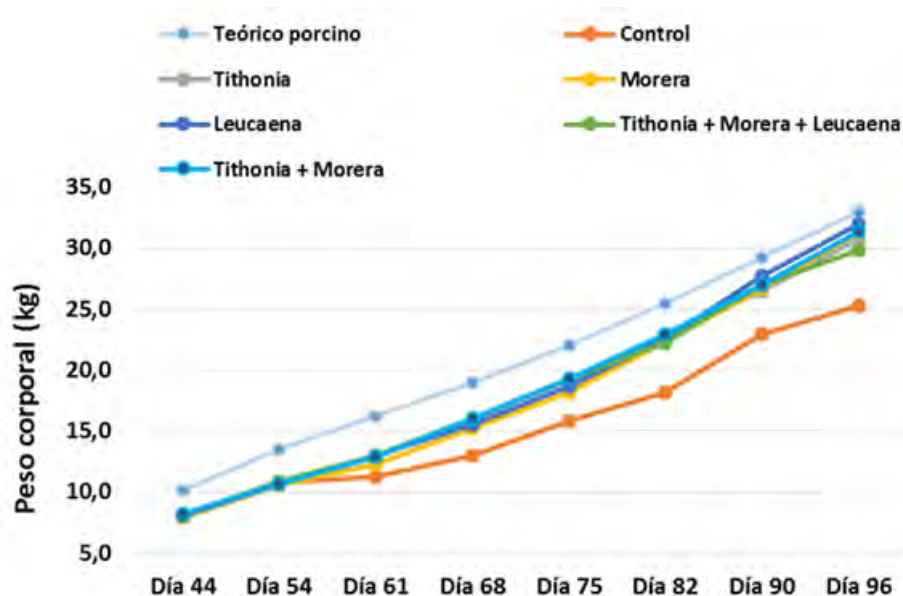


Fig. 2. Comportamiento del peso vivo promedio de los cerdos durante la etapa de la preceba (día 44 y 96 de vida).

de pesajes fue el grupo control. Así, se observó que los SLNC de la morera, la tithonia, la leucaena, y las mezclas evaluadas, favorecieron el crecimiento de los cerdos durante la etapa de preceba.

Por otra parte, los grupos de cerdos que consumieron los SLNC mostraron valores con tendencias a ser mejores que en el grupo control, del peso vivo final, la ganancia de peso en toda la etapa preceba, así como la conversión estimada del alimento en peso vivo (Tabla 3). No obstante, no se detectaron diferencias significativas para estos valores generales mediante el análisis según el modelo lineal general.

Los SLNC permitieron ahorrar concentrado convencional respecto al grupo teórico porcino (Tabla 3). De esta forma, se

comprobó que los SLNC tienen la capacidad de complementar la composición del concentrado convencional.

En cuanto a las enfermedades, la disentería estuvo presente en todos los grupos, siendo los más afectados los que consumieron el SLNC de la tithonia, la mezcla de tithonia, morera y leucaena y el grupo de la mezcla de tithonia y morera, con el 60 % de los animales afectados. Esta enfermedad se caracterizó por la presencia de heces fecales líquidas, con sangre y pequeños fragmentos de la pared intestinal, y disminución en el consumo del alimento, la cual se trató con antibióticos (metronidazol y tilosina intramuscular). Debido a la disentería murieron dos animales durante la preceba, uno en el grupo que consumió el SLNC resultante de la

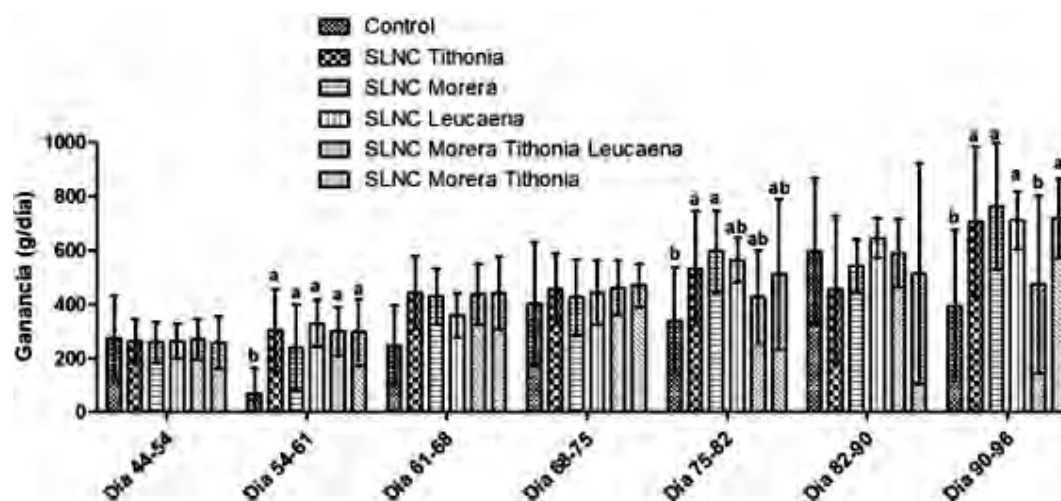


Fig. 3. Comportamiento de la ganancia de peso diaria (GPD) de los cerdos, durante siete etapas de la preceba. Se comparan las GPD en cada periodo del estudio utilizando el modelo lineal general, seguido por el test de Duncan, en el programa SPSS.

Tabla 3. Comportamiento de los cerdos alimentados con SLNC durante la etapa de preceba (Día 44-96 de vida de los animales. En este análisis se usan 10 cerdos por cada tratamiento)

Variables	Control	Tithonia	Morera	Leucaena	Mezcla de 3	Mezcla de 2	TP
Peso inicial, DE (kg)	8,01 ± 1,57	8,07 ± 1,03	7,94 ± 0,85	8,04 ± 1,44	8,13 ± 1,20	8,18 ± 1,16	10,1
Peso final, DE (kg)	25,30 ± 10,15	30,74 ± 8,42	31,28 ± 6,29	32,0 ± 4,92	29,78 ± 5,52	31,36 ± 6,26	33
Peso total (kg)	252,95	307,40	312,77	287,96	267,99	310,95	-
Ganancia/día/animal, DE (kg)	0,33 ± 0,17	0,44 ± 0,15	0,45 ± 0,11	0,46 ± 0,07	0,42 ± 0,09	0,44 ± 0,09	0,44
Ganancia/periodo/animal (kg)	17,29 ± 8,94	22,67 ± 7,72	23,34 ± 5,70	23,96 ± 3,67	21,64 ± 4,65	23,05 ± 4,91	22,9
Ganancia total en el periodo (kg)	172,85	226,70	233,42	215,16	194,79	230,45	-
CCO/animal/periodo (kg)	61,33	62,34	61,61	62,49	62,49	62,34	70,31
SLNC/animal/periodo (L)	0	38,82	40,13	34,30	37,30	38,22	0
Total sólidos ofrecidos (kg)	55,20	59,00	58,92	59,13	59,13	59,00	63,28
Conversión (kg sólidos totales/kg peso animal)	4,02 ± 2,12	2,95 ± 1,21	2,70 ± 0,82	2,52 ± 0,40	2,85 ± 0,65	2,68 ± 0,64	2,76
CC Ahorrado (kg/animal)	8,98	7,97	8,70	7,82	7,82	7,97	0
Enfermos de paraqueratosis (u)	6	0	0	0	0	0	-
Enfermos de disentería (u)	2	4	2	2	6	6	-
Animales muertos (u)	0	0	0	1	1	0	-

DE: desviación estándar, TP: teórico porcino, CCO: concentrado convencional ofrecido, CC: Ahorrado: concentrado convencional ahorrado, Peso total: es la suma de todos los pesos vivos, Ganancia total en el periodo: es la suma de las ganancias de cada animal por grupo. Total de sólidos en alimento: es la suma de los sólidos del CCO (90 % MS) y los sólidos del SLN (En este trabajo el CC ofrecido es lo mismo que CC consumido).

mezcla de la tithonia, morera y leucaena, y otro en el grupo que consumió el SLNC de leucaena. En el momento del estudio, la unidad porcina que desarrolló la investigación no había diagnosticado la presencia de disentería entre sus animales. Por tanto, los animales involucrados en el estudio se encontraban infectados desde el inicio, ya que se comprobó la incidencia de la misma en los primeros días del experimento. Así se observó que los SLNC evaluados no logran erradicar la bacteria *Brachyspira hyodysenteriae* que provoca la enfermedad de la disentería, no obstante, se apreció que pudieran atenuar la incidencia de esta enfermedad en el grupo que consumió el SLNC de morera con solo el 30% de los animales enfermos.

Como aprendizajes adicionales en este estudio se tiene que:

- Los SLNC se mantienen estables, sin cambiar los olores que producen.
- Los animales desarrollan un periodo de adaptación en el consumo de los SLNC, de 10 a 15 días, que se caracterizó por una disminución en el consumo del CC.
- Los SLNC de la leucaena no dañaron el comportamiento de los cerdos, ni se observaron síntomas severos de intoxicación por la mimosina.
- Se reprodujeron las respuestas de mejoras en el crecimiento de los cerdos que se obtuvieron en trabajos anteriores con menos animales, datos sin publicar.
- La mezcla de los SLNC de las tres plantas de este trabajo: morera, tithonia y leucaena, mostró tendencia a ser menos efectiva que los SLNC de cada una por separados, o la mezcla de los SLNC de morera y tithonia.
- La respuesta efectiva de los cerdos se observó con todas las plantas forrajeras evaluadas, lo cual les da mayor flexibilidad a los productores para escoger cual planta establecerá.

IV. Conclusiones

- Los SLNC pueden sustituir el 10 % del concentrado convencional y se comportan como mejoradores de la evolución de los cerdos durante la etapa de preceba. Se supone estos puedan tener efecto probiótico.
- Los SLNC se producen con materias primas y recursos locales por lo que representan una alternativa para contribuir con la soberanía alimentaria.

V. Referencias bibliográficas

Blanco, D., Ojeda, F., Cepero, L. y Estupiñan, L.J. (2017). Effect of the bioproduct IHplus ® on the productive and health indicators of pre-fattening pigs. *Pastos y Forrajes*, 40(3),187-91.

Contino, Y., Herrera, R., Ojeda, F., Iglesias, J.M. y Martín, G.J. (2017). Evaluación del comportamiento productivo en cerdos en crecimiento alimentados con una dieta no convencional. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 152-57.

Degroote, J., Van Noten, N., Wang, W., De Smet, S., Van Ginneken, C. y Michiels, J. (2019). The effect of dietary quercetin on the glutathione redox system and small intestinal functionality of weaned piglets. *Antioxidants*, 8(8),1-21.

Gutierrez, R., Ballada. M. y Patacsil, M. (2015). The antibacterial property of Tithonia diversifolia (Wild Sunflower) extract

from Baguio-Benguet areas in the Philippines, in response to exposure to vehicular traffic. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences*, 17(1), 43-52.

Liu, Y., Li, Y., Peng, Y., He, J., Xiao, D., Chen, C., Li, F., et al. (2019). Dietary mulberry leaf powder affects growth performance, carcass traits and meat quality in finishing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 103(6), 1934-45.

Ly, J. (2005). Conferencia Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina Use of tropical tree foliage in pig feeding. *Pastos y Forrajes*, 28(1), 11-28.

Missotten, Joris A.M., Joris Michiels, Jeroen Degroote, y Stefaan De Smet. (2015). Fermented liquid feed for pigs: An ancient technique for the future. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 6(1), 1-9.

Milera, M. (2011). *Morera, un nuevo forraje para la alimentación del ganado*. Editorial Universitaria. <https://isbn.cloud/9789591609397/morera-un-nuevo-forraje-para-la-alimentacion-del-ganado/>

Ojeda, F.; Blanco, D.; Cepero, L.; Rosales, M. (2016). Effect of the inclusion of a biopreparation of efficient. *Pastos y Forrajes*, 39(2), 119-24.

Santamaría, M.; Mette Lübeck. (2020). Production of leaf protein concentrates in green biorefineries as alternative feed for monogastric animals. *Animal Feed Science and Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114605>.

Santamaría, M., Molinuevo, B., Kiel, P., Steinfeldt, S., Uellendahl, H. and Lübeck, M. (2017). Lactic acid fermentation for refining proteins from green crops and obtaining a high quality feed product for monogastric animals. *Journal of Cleaner Production*, 162(June), 875-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.115>.

Thabti, I., Albert, Q., Philippot, S., Dupire, F., Westerhuis, B., Fontanay, S., Risler, A., et al. (2020). Advances on antiviral activity of Morus spp. plant extracts: Human coronavirus and virus-related respiratory tract infections in the spotlight. *Molecules*, 25(8), 1-13.

Wahlstrom, R.C. (1957). *Parakeratosis: A Nutritional Disease of Swine*. Agricultural Experiment Station Circulars. Paper 134. http://openprairie.sdstate.edu/agexperimentsta_circ/134

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución de los autores:

Autores	% de participación
Dayron Martín-Prieto	60
Félix Ojeda-García	10
Javier Arece-García	10
Rafael Herrera-González	10
Giraldo Jesús Martín Martín	10

Agradecimientos

Se agradece la participación de Jaime Rivero Cáceres y Julqui Menéndez Pinilla, auxiliares de experimentación agropecuaria, por su decisiva participación para la realización de esta investigación.

Recibido: 25 de septiembre de 2023
Aceptado: 8 de octubre de 2023