

**Establecimiento de programa de alimentación para cerdos con forrajes no convencionales
en la colonia agrícola de Acacias, Meta**

Karla Norfady Rozo Murillo

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa Zootecnia

Acacias, Meta

2022

**Establecimiento de programa de alimentación para cerdos con forrajes no convencionales
en la colonia agrícola de Acacias, Meta**

Karla Norfady Rozo Murillo

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de Zootecnista

Director

Javier Alirio Martínez Beltrán

Zootecnista

Universidad Nacional Abierta y a Distancia- UNAD

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa Zootecnia

Acacias, Meta

2022

Dedicatoria

Con gran orgullo, dedico este trabajo de grado primero a Dios, a mi mamá, hermano, esposo, sobrina, familiares y amigos por su apoyo incondicional y su comprensión durante el tiempo ausente por compromisos académicos y por influir para lograr este objetivo.

Agradecimientos

Al Capitán Edgar Merchán, director de la Colonia Agrícola, por facilitar los medios de investigación.

A Javier Alirio Martínez Beltrán, director del trabajo de grado, quien no ahorro esfuerzos en su apoyo profesional y científico.

A los internos y dragoneantes del sistema productivo Porcicola de la Colonia de Acacias.

Resumen

El presente trabajo se realizó en la Colonia Agrícola, establecimiento carcelario perteneciente al Instituto Nacional Penitenciario (Inpec), ubicada a tres kilómetros vía Villavicencio en el municipio de Acacías, departamento del Meta, con una temperatura promedio de 26 °C, con una precipitación de 3200 mm/a, con una humedad relativa del 82 % y una altura de 545 metros sobre el nivel del mar.

En la actualidad, la Colonia Agrícola de Acacías es un establecimiento de reclusión único en Latinoamérica, que sustenta su proceso de resocialización mediante el trabajo agropecuario, uno de los proyectos bandera de la Cárcel Penitenciaria es la porcicultura, y para tal desarrollo debe cumplir con la alimentación y mantenimiento; en razón de ello, y por ser una empresa del estado, debe surtir un proceso de contratación del alimento a través de oferta pública, elevando los costos en comparación con una empresa privada, ya que los requisitos y parámetros de un contrato estatal debe estar respaldado por pólizas y otros aspectos que hacen que no sea lo mismo ir a la tienda agrícola a adquirir un producto, así las cosas de manera negativa el escenario pecuario se refleja en un modelo no exitoso, para ser tenido en cuenta como eje de resocialización.

Por tal razón se hace necesario proponer acciones que permitan reducir el costo a través del establecimiento de un programa de alimentación para cerdos con forrajes no convencionales en la Colonia agrícola de Acacías- Meta como alternativa de sustitución nutricional.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la implementación de un programa de alimentación para cerdos en etapa de levante y finalización, mediante el uso de material vegetal forrajero no convencional, evaluando además la reducción del costo de alimentación en el sistema productivo de cerdos de la Colonia Agrícola. Para dicho proyecto se propone un diseño comparativo entre

tratamientos formulados por método de cuadrado de Pearson, utilizando cuatro lotes de cerdos raza Landrace, cada uno con 10 animales, entrando al diseño animales en etapa de levante con un peso promedio de 30 a 45 kg, a los cuales se realiza registro diario de consumo para cada una de las especies forrajeras evaluadas. El primer lote o testigo, animales alimentados con concentrado comercial usado tradicionalmente en la granja, el segundo lote cerdos alimentados con sustitución del 25% con forrajes es decir 1350 gramos, tercer lote con 50% de uso de forraje que equivale a 2790 gramos de gramíneas y un tercer lote con el 75% de uso de forraje verde equivalente a 4230 gramos, balanceado por método de tanteo.

Finalmente se concluye que la sustitución en la dieta con gramíneas permite obtener una ganancia de peso igual a la obtenida en animales alimentados con concentrado comercial en comparación con el lote testigo y el lote 3, en el que se realizó suministro del 75% de gramíneas y 25% de concentrado a partir de estos resultados, se concluye que el uso de gramíneas ofrece resultados excelentes que muestran como alternativa para la alimentación animal en cerdos.

Palabras clave: forraje no convencional, Cuadrado de Pearson, Sustitución, botón de oro, ramio, bore y cajeto

Contenido

Introducción	10
Objetivos	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos.....	12
Justificación.....	13
Marco referencial	14
Raza Landrace	14
Principios de nutrición porcina	15
Requerimientos nutricionales del cerdo	16
Forraje Verde.....	16
Botón de oro (<i>Tithonia diversifolia</i>).....	18
Cajeto (<i>Trichanthera gigantea</i>).....	19
Ramio (<i>Boehmeria nivea</i>)	19
Alimentación del cerdo	21
Programa de alimentación en la Colonia Agrícola de Acacias	23
Diagnostico básico de la producción de cerdos en la Colonia Agrícola de Acacias.....	24
Componente social	24
Componente ambiental.....	25
Componente económico: sistema de producción e infraestructura.....	26
Potencial nutricional de los forrajes verdes utilizados en la Colonia Agrícola de Acacias	27
Materiales y métodos	29
Materiales	29
Material biológico	29
Otros materiales.....	30
Metodología	31
Plan de alimentación en la Colonia Agrícola de Acacias.....	33
Variables estudiadas.....	34
Hipótesis.....	35
Resultados y discusión	35
Programa de alimentación sugerido para la Colonia Agrícola de Mínima Seguridad de Acacias,	

Meta.....	40
Componente de nutrición	40
Componente de manejo y bienestar.....	41
Componente de sanidad	41
Conclusiones	42
Recomendaciones.....	43
Referencias	44

Lista de tablas

Tabla 1. Requerimientos de nutrientes en cerdos alimentados a voluntad (90 %) de materia seca	22
Tabla 2. Análisis de forraje utilizado	28
Tabla 3. Identificación de selección de animales a evaluar	31
Tabla 4. Parámetros zootécnicos por lote	35
Tabla 5. Consumo de concentrado	36
Tabla 6. Consumo de forraje verde en kilogramos	37
Tabla 7. Suministro y valor de concentrado	37
Tabla 8. Costo general de alimentación por tratamientos	39

Lista de figuras

Figura 1. Sistema digestivo del cerdo	16
Figura 2. Manejo y uso de forrajes	17
Figura 3. Botón de oro	18
Figura 4. Cajeto	19
Figura 5. Ramio	20
Figura 6. Bore	21
Figura 7. Valoración de forraje verde	27
Figura 8. Colonia Agrícola de Acacias	29
Figura 9. Adecuación de lotes de los cerdos a evaluar	32
Figura 10. Balance de forraje verde por método de Pearson	33

Introducción

En la actualidad, la Colonia Agrícola de Acacias es un establecimiento de reclusión único en Latinoamérica, que sustenta su proceso de resocialización mediante el trabajo agropecuario, uno de los proyectos bandera de la cárcel es la porcicultura. Sin embargo, por ser empresa del estado, debe surtir un proceso de contratación de alimento a través de oferta pública, elevando los costos en comparación con una empresa privada, ya que los requisitos y parámetros de un contrato estatal debe estar respaldado por pólizas y otros aspectos que hace que no sea lo mismo ir a la tienda agrícola a adquirir un producto. Así las cosas, de manera negativa, el escenario pecuario se refleja en un modelo no exitoso, para ser tenido en cuenta como eje de resocialización.

La investigación busca proponer acciones que permitan reducir el costo de la alimentación de los cerdos en etapa de levante y ceba, utilizando material forrajero como botón de oro, ramio, bore y cajeto, suministrados como sustitución parcial de la dieta en un 50 % del consumo de concentrado.

La propuesta tuvo por objetivos implementar un programa de sustitución para cerdos en etapa de levante y finalización mediante el uso de material forrajero no convencional, además de reducir el costo de la alimentación del programa de cerdos de la Colonia Agrícola.

Para dicho proyecto se propuso un diseño comparativo entre tratamientos a partir de cuatro lotes con 10 animales cada uno, donde ingresaron al diseño animal de 33 a 35 kg de peso promedio, llevando registros de consumo diario de cada una de las especies forrajeras. De dicha propuesta se esperan resultados de ganancia de peso y consumos económicos, que favorezcan el fin esencial de la pena privativa de la libertad, el cual es la resocialización.

Los resultados obtenidos de la investigación sirven como referente para sugerir las respectivas recomendaciones, y su publicación como una guía práctica para la comunidad, especialmente para las personas privadas, teniendo en cuenta que es la población con la cual se ha desarrollado el proyecto, y se espera que sea un aliciente para crear conciencia donde se les muestra que fuera de los centros de reclusión hay esperanzas de trabajo en los sistemas productivos.

Objetivos

Objetivo general

Reducir los costos de alimentación de cerdos en etapa de levante, de la Colonia Agrícola de Acacías- Meta.

Objetivos específicos

Determinar mediante diagnostico básico el costo de la alimentación de los cerdos en la etapa de levante en la granja porcícola de la Colonia.

Validar el potencial nutricional de especies forrajeras como el botón de oro, el ramio, el bore y el cajeto, en la nutrición de cerdos.

Diseñar un plan de alimentación para los cerdos de la Colonia Agrícola, que contribuya al mejoramiento económico de la granja porcícola.

Justificación

La Colonia Agrícola como institución del estado, encargada de la custodia y la resocialización de las personas privadas de la libertad, ha sido un gran aliado con la UNAD, mediante un convenio de cooperación interinstitucional, el cual permite la realización de investigaciones que le apunten a resolver problemáticas de las instituciones en mención, por tal razón es necesario la realización de dicha investigación, que propone contribuir con los fines productivos en la granja porcícola, mediante la implementación de un programa de alimentación para cerdos, que permita mejorar los costos de alimentación en la etapa de levante, cumpliendo con los requerimiento nutricionales y obteniendo una misma ganancia de pesos que con la alimentación del 100 % concentrado.

Además, permitirá presentar un modelo que destaque a la Colonia Agrícola a nivel nacional para que sea tenido en cuenta en las instituciones penitenciarias sin que afecte el presupuesto de cada una de ellas y los internos puedan ejecutar actividades que ayuden a sus rebajas de pena con trabajos pecuarios donde predomina la conservación del medio ambiente, producción limpia y la formulación de programas de nutrición animal, basada en dietas no convencionales, de bajo impacto ambiental, alta rentabilidad, aplicable a la comunidad regional y mostrando una opción de trabajo productivo que logre un proceso extensivo hacia la población reclusa, de esta manera se podrá mejorar el modelo de resocialización, mediante la presentación de experiencias exitosas.

Marco referencial

El sistema productivo porcícola ha tenido un impacto evolutivo en la forma de explotación, mejorando de forma positiva y convirtiéndose en un producto pecuario competitivo, es así como en Colombia los proyectos de producción de cerdos se presentan en un sistema tecnificado o en un sistema tradicional o extensivo, aportando estos un consumo nacional. Sin perder de vista que aún encontramos explotaciones de cerdos familiares como autoabastecimiento donde utilizan desperdicios y los pocos recursos disponibles para alimentarlos, este trabajo permitirá innovar con la alimentación porcícola.

Entre las ventajas de este sistema pecuario está el aprovechamiento, pues por ser omnívoros aprovecha y transforma los productos y subproductos agrícolas, no obstante, hay que detenernos al resaltar que los desechos nos encajan allí, pues entre las malas prácticas hemos observado que aquellos desperdicios de comida humana son llevados a los cerdos y aunque puedan ganar peso, no se logra tener un buen subproducto cárnico de calidad para el consumo humano.

Es de rescatar que, en un sistema porcícola, logramos una adaptabilidad en los animales llegando a ser muy cosmopolitas, como si fuera poco, tiene un ciclo reproductivo corto y muy provechoso, obteniendo de esta explotación un retorno rápido de capital, pues es un producto con excelente calidad nutricional para el consumidor.

Raza Landrace

La raza utilizada en el proyecto es la Landrace, originaria de Dinamarca, Noruega y Suecia. Su color es blanco con excelente condición corporal y calidad cárnica. Identificamos fácilmente esta raza porque es la más común en la región, tiene orejas grandes dirigidas hacia adelante, trompa recta y larga, extremidades cortas. Su sistema reproductor es muy provechoso,

ya que al año la hembra tiene hasta 24 lechones y el macho alcanza un peso de entre de 90 a 100 kg en 147 días.

Principios de nutrición porcina

El cerdo es un animal monogástrico, omnívoro, con un aparato digestivo conformado por la boca, faringe, esófago, estómago, intestino delgado, intestino grueso, recto y ano. Las glándulas anexas al aparato digestivo son el hígado y el páncreas, entre otras. Su sistema digestivo es muy completo para permitir realizar la aprehensión de los alimentos (figura 1), cuenta con 32 dientes y una definitiva de 44, distinguidos en 4 caninos 12 incisivos y 28 molares. La boca o cavidad oral es relativamente grande, siendo su longitud influida por la raza. La lengua es larga y su punta o vértice es delgado. Las glándulas salivares son la glándula parótida, glándula mandibular y glándula sublingual.

La faringe es larga y se extiende hasta la segunda vértebra cervical. El esófago es corto y prácticamente recto. El estómago tiene una capacidad media de 5.7 a 8 litros, la mucosa se divide en cuatro regiones denominadas región proventricular, región glandular, región fúndica y región pilórica. Por ser un animal monogástrico no posee reservorios como los animales poligástricos o rumiantes lo cual significa que su capacidad para digerir la fibra es bastante reducida. Por esta razón el alimento debe ser balanceado y de fácil asimilación. El intestino delgado mide de 15 a 20 m de largo, dividiéndose en duodeno, yeyuno e íleon. El ciego es cilíndrico, de 20 a 30 cm de largo y 8 a 10 cm de ancho. El colon está dividido en ascendente, transverso y descendente. El recto está a continuación del colon descendente, rodeado por grasa. Posteriormente se encuentra el esfínter anal.

El páncreas tiene forma casi triangular. El conducto pancreático, se abre a unos 10 a 12 cm del píloro. El hígado tiene un peso promedio en el adulto de 1.5 a 2 Kg y la vesícula está unido a éste. El conducto biliar se abre en la papila duodenal a unos 2,5 a 5 cm del píloro.

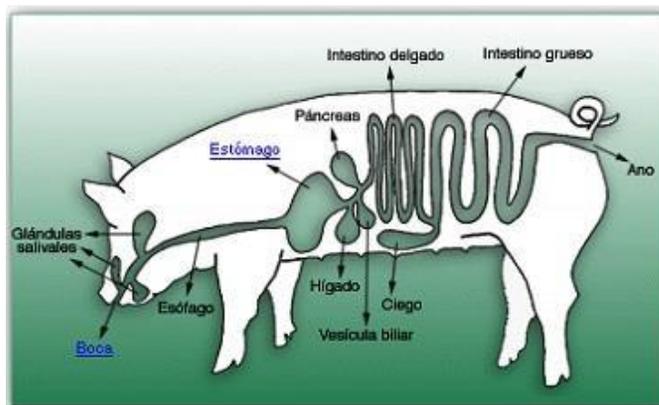


Figura 1. Sistema digestivo del cerdo
Fuente: Nutrición Animal, Ulpge, 2000

Requerimientos nutricionales del cerdo

El concepto más básico de requerimiento para cualquier nutriente se puede definir como la cantidad de ese nutriente que debe ser entregado en la dieta para satisfacer el requerimiento neto. Se entenderá por requerimiento neto la cantidad de un nutriente que debe ser absorbido por un animal normal y sano, entregado en una dieta completa, en un ambiente compatible con un buen estado sanitario, en orden a satisfacer las necesidades de manutención, incluido el reemplazo de pérdidas obligatorias, y para manifestar los ritmos de producción y reproducción. *Agricultural Research Council (ARC).*

Forraje Verde.

Con el impacto económico, la búsqueda de alternativas alimentarias ha empezado a dar valor a los forrajes disponibles para alimentación animal que cumplan con los requerimientos

para cada especie; modelo de ello ha sido el desarrollado por Preston (1986), quien ha presentado un avance sobre el tema, haciendo eco a nivel de productores y generando inquietud en la población para aprovechar los recursos forrajeros.

Habitualmente se ha hecho una relación entre forrajes y animales con rumiantes para conformar lo que se conoce como agrosilvopastoreo. Así pues, encontramos que los concentrados tienen un componente forrajero para cumplir con las nutrientes y requerimientos necesarios de cada especie. Pero un panorama diferente encontramos con las especies monogástricas por su condición digestiva, la cual no permite degradar altas cantidades de fibra. Sin embargo, tienen posibilidad de utilizar forrajes como parte de la dieta (Preston, 1996, Sarria et al., 1992, Sarria et al., 1994, Figueroa, 1996). En este orden, los forrajes que nos aportan en vitaminas A, C, y D, riboflavina y ácido fólico. Calcio, fósforo y, fundamentalmente, hierro son excelentes para prevenir entre otras cosas anemia ferropenia. Un forraje verde de buena calidad aporta nutrientes especialmente para las categorías madres, padrillos y lechones (figura 2).



Figura 2. Manejo y uso de forrajes
Fuente: Colonia Agrícola de Acacias. Autora, 2021

Botón de oro (*Tithonia diversifolia*).

Es una planta herbácea o arbustiva robusta de 1,5 a 4 metros de altura, con tallo erecto, ramificado y glabro, hojas alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de largo de bordes aserrados, inflorescencia en capítulos con pétalos amarillos. Se puede establecer en suelos ácidos hasta neutros, de la misma manera en suelos pobres hasta fértiles, además se desarrolla bien en zonas con altas Temperaturas 14 – 27 °C.

Su contenido de proteína cruda oscila entre 14 – 28 %. Además, presenta una digestibilidad de la materia seca de 72 %. Cuando se le realizan cortes cada 180 – 240 días, se pueden lograr rendimientos en forraje verde por hectárea por corte alrededor de 27 – 40 toneladas.



Figura 3. Botón de oro

Fuente: Colonia Agrícola de Acacías. Autora, 2021

Cajeto (*Trichanthera gigantea*).

Mide hasta de 15 metros de altura. Las hojas del cajeto tienen un buen balance de aminoácidos en el cual se destacan los altos contenidos de ácido glutámico, ácido aspártico, leucina y alanina.

En una caracterización completa del valor nutricional de esta planta, se encontraron los siguientes componentes por kilogramo de forraje: 178 gramos de proteína cruda, 35,4 gramos de proteína hidrosoluble (que corresponden a 19,8 % de la proteína cruda), 43,2 gramos de carbohidratos hidrosolubles, 248 gramos de almidones, 170 gramos de azúcares totales y 91,6 gramos de azúcares reductores (Rosales, M. 1997).



Figura 4. Cajeto

Fuente: Colonia Agrícola de Acacías. Autora, 2021

Ramio (*Boehmeria nivea*).

Conocida como *ramié o rhea*, es una excelente alternativa de alimentación para diferentes especies de animales. Su principal bondad es que contiene de 21 a 24 % de proteína y un abundante contenido de caroteno (140 mg/kg). Se ha adaptado de manera excelente,

especialmente en zonas con altitudes entre 200 y 1 800 msnm y con temperaturas de 17,5 a 28,0 °C.

Es una planta que tiene diversos usos, en la industria es materia prima para la fabricación de telas, y en la agricultura y ganadería para la alimentación animal, pues tiene un alto contenido de proteínas y vitaminas.



Figura 5. Ramio

Fuente: Colonia Agrícola de Acacías. Autora, 2021

Bore (*Alocasia macrorhiza*).

Se conoce como una herbácea, logra una altura de 5 metros, con propiedades bajas en calcio, su características físicas permiten identificarla fácilmente, ya que su tallo es rizomatoso subterráneo alargado y cilíndrico que se extiende horizontalmente y que alcanza gran desarrollo, Las hojas son sagitadas de color verde brillante de gran tamaño (1 m de largo por 80 cm de ancho).

Esta especie de forraje se encuentra en muchas regiones tropicales y subtropicales especialmente en el sureste de Asia y el sur de China. En Colombia el género *Alocasia* se encuentra distribuido en las zonas bajas de la costa Pacífica y Atlántica, en el resto del país en los

valles interandinos y en zonas de cordillera hasta clima medio, por ello se dice que se adapta fácilmente a varias temperaturas. Se estima una producción anual de 10 toneladas de forraje por hectárea. Sobre su valor nutricional, ya que se obtiene un alto contenido de proteína, se ha encontrado que las hojas pueden contener un 10 % de grasa y altas concentraciones de vitamina A y C y minerales.



Figura 6. Bore

Fuente: Colonia Agrícola de Acacías. Autora, 2021

Alimentación del cerdo

Los costos de alimento balanceado para animales constituyen cerca del 80 % de los costos totales de producción, siendo factor crítico de la estructura de costos en cualquier explotación de cerdos. Además, debe sumarse el costo de alimentación para los lechones en las explotaciones de cría y el lechón como insumo en las producciones de levante y ceba. El programa de alimentación en la explotación porcícola debe ser balanceado y además debe guardar la relación costo/beneficio (tabla 1).

Tabla 1.*Requerimientos de nutrientes en cerdos alimentados a voluntad (90 %) de materia seca*

		Peso vivo en kilogramos								
		3-5	5-10	10-20	20-50	50-80	80-120	120-150	150-200	200-300
O	Promedi	4	7.5	15	35	65	100	150	200	307
Consumo de alimento (g/día)	0	250	500	1000	1800	2500	3070	3500	4000	5000
Consumo Energía Digestible (kcal/día)	5	850	1600	3400	6300	8700	10400	12000	13500	16500
Consumo Energía Metabolizable (kcal/día)	0	820	1600	3200	6000	8400	10000	11500	13000	16000
Contenido Energía Digestible (Kcal ED/kg)	00	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400	3400
Proteína (%)		26.7	23.9	20.0	18.0	14.0	13.2	12.0	11.0	10.0
Requerimientos %minerales de la dieta										
Calcio (%)	0	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Fósforo Total (%)	0	0.75	0.60	0.60	0.50	0.40	0.40	0.35	0.30	0.25
Fósforo Disponible (%)	0	0.75	0.60	0.60	0.50	0.40	0.40	0.35	0.30	0.25
Sodio (%)	5	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.15	0.10	0.05	0.05
Cloro (%)	5	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.15	0.10	0.05	0.05
Magnesio (%)	5	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Potasio (%)	5	0.20	0.20	0.10	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.08
Cobre (mg)	4	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04
Yodo		0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.04

(mg)	4	4	4	4	4	4	4	0.1	0.17
Hierro	0	8	6	3	9	0.3	0.2	0.1	0.17
Mangan	0	8	6	3	9	0.3	0.2	0.1	0.17
eso (mg)	0	8	6	3	9	0.3	0.2	0.1	0.17
Selenio	0	0	0	0	0	6.0	5.0	3.5	3.00
(mg)	0	0	0	0	0	6.0	5.0	3.5	3.00
Zinc	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.14
(mg)	4	4	4	4	4	0.1	0.1	0.1	0.14

Fuente: NRC, 1998

Los precios del alimento preparado para cerdos crecen a un ritmo superior a los precios de la carne de cerdo, lo que implica una reducción de los márgenes con que opera la producción de carne. Esta diferencia en los comportamientos de precios ha sido enfrentada incrementando el rendimiento de carne por unidad de alimento balanceado y mediante la elaboración de su propio alimento.

De esta manera elaborar un programa de alimentación acorde a las necesidades de la granja, montar plantas procesadoras y establecer alianzas estratégicas para obtener materias primas de buena calidad son aspectos claves para disminuir los costos de producción sin afectar la producción.

Programa de alimentación en la Colonia Agrícola de Acacías

El programa de alimentación de una granja porcícola debe ser balanceado y económico, utilizando las diferentes materias primas, subproductos y alternativas de alimentación, que permitan mantener la relación costo-beneficio y conservar los niveles de productividad.

Los sistemas de alimentación que incluyen subproductos de otras actividades agropecuarias no deben intentar eliminar el alimento balanceado, sino sustituir una parte del costo que este representa. El costo final de cada kilogramo de carne obtenido debe ser menor al producido con la alimentación balanceada.

Diagnostico básico de la producción de cerdos en la Colonia Agrícola de Acacias

Componente social

La resocialización es el término clave para este punto, teniendo en cuenta que bajo la ley 65 de 1993 se expide el Código Penitenciario y Carcelario, el cual regula la función y finalidad de la pena, la cual busca que a partir del cumplimiento de una condena intramural se dé un modelo de protección y prevención a través de una curación, tutela y rehabilitación con el cumplimiento de actividades disciplinares como el trabajo, estudio, entre otros.

Así las cosas, los internos que cumplen sus penas en la cárcel de mínima seguridad Colonia Agrícola de Acacias realizan actividades que aportan positivamente en la transformación mental y social, y que permiten atender las exigencias de vivir en comunidad y ser una persona productiva en los diferentes proyectos pecuarios que se desarrollan.

Por lo anterior, el proyecto que se realizó en este trabajo de grado impactó al equipo carcelario, que fue apoyado por dos internos que realizaban las tareas de alimentación diaria en el sistema porcícola en etapa de levan ceba, previa capacitación para el suministro de forraje verde y concentrado en cada lote. Con dicha labor los internos reciben un reconocimiento económico y rebaja en su pena, y como plus están aprendiendo alternativas alimentarias en los animales monogástrico como forma de trabajo una vez se incorporen de nuevo a la sociedad.

Los privados de la libertad realizan su plan de tratamiento penitenciario realizando labores en el proyecto de porcicultura, por dicha labor reciben una bonificación diaria de 2.800 pesos y una redención de pena por día laborado de 8 horas. El proyecto les entrega los elementos necesarios para la realización de sus labores, como lo es guantes, tapabocas, delantales, elementos de aseo, entre otros. Por lo observado durante el desarrollo del trabajo de investigación, se puede evidenciar el compromiso y la responsabilidad de los condenados, hacia

la labor pecuaria.

Componente ambiental

Dentro de las políticas de las instituciones penitenciarias y carcelarias encontramos la mitigación y prevención de actividades de contaminación ambiental a través de programas de gestión ambiental y el cumplimiento de la normatividad vigente aplicable en la ley 99 de 1993.

Dentro de este programa encontramos el manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, estos últimos se clasificaban de acuerdo con la Resolución 2184 de 2019 con el color (gris, rojo, verde etc) de cada residuo para su tratamiento. En ese orden, la disposición final aprovechable se envía a la empresa contratada para la recolección de los mismo y de allí se obtiene un beneficio económico. Con relación a los residuos hospitalarios, estos son recogidos cada ocho días por la empresa licitada; y, finalmente, los residuos no provechosos son recogidos por la Espa cada tercer día.

El programa de porcicultura de la Colonia Agrícola no tiene estipulado un programa de manejo de residuos biológicos que incluya el manejo de fetos, placentas, y demás residuos biológicos, por tal razón en el desarrollo del trabajo de investigación se ha sugerido la elaboración de un programa específico que permita cumplir la norma y no generar contaminación ambiental.

Los lotes de ceba mantienen la propuesta de cama profunda utilizando cascarilla, con el objetivo de reducir el uso de agua y mejorar las condiciones de bienestar animal.

Finalmente, tenemos que el sistema hídrico esta dado a través de tubería del río Acaciñas hasta el sistema porcícola, almacenado en dos tanques de 5000 litros, que sirven de repositorio.

El manejo y disposición de aguas servidas se realiza mediante el uso de cuatro lagunas de oxidación, las cuales a la fecha se encuentran en mantenimiento. La captación de agua se realiza

con la legalidad, entregada por la corporación autónoma. No existe programa de reducción de agua y energía, la granja no cuenta con espacio propio para hacer manejo de fetos, placentas, entre otros.

Componente económico: sistema de producción e infraestructura

El sistema productivo porcícola es uno de los proyectos que se trabajan como modelo de resocialización para los internos de la Colonia Agrícola de Acacías. La explotación pecuaria porcina es muy provechosa, ya que en un corto tiempo se obtiene una retribución económica favorable. En este escenario la Colonia hace venta de los animales en pie para el sostenimiento del proyecto; no obstante, hay que resaltar que no son ventas masivas, por lo que las ganancias no son altas para el mantenimiento de las instalaciones y alimentación de los cerdos.

Las instalaciones del sistema porcícola de la Colonia Agrícola de Acacías están diseñadas en lotes con dimensiones de acuerdo con la etapa de producción, cuentan con pisos inclinados y paredes construidas en concreto, cumpliendo con las especificaciones de la especie porcina, presentando inclinación hacia el exterior de estos.

La limpieza se realiza en la mañana y en la tarde en los lotes por uno de los internos encargados de cada etapa, iniciando con el retiro de excretas y posterior lavado, donde el drenaje es conducido por canales abiertos dispuestos a lo largo de las áreas de producción. En la etapa de levante se cuenta con un diseño de cama baja a base de cascarilla de arroz.

Para la adquisición de las materias primas, se realiza una licitación pública, ya que son recursos públicos, por lo que debe pasar a través de un periodo de precontractual y contractual para cubrir los requerimientos de alimentación y mantenimiento como concentrados, cascarillas, medicamentos de primera necesidad entre otros.

El presupuesto asignado al proyecto de cerdos, en la vigencia 2021, es de 184.000.000

millones de pesos, de los cuales se destinan 84.000.000 millones para la alimentación de los animales.

Potencial nutricional de los forrajes verdes utilizados en la Colonia Agrícola de Acacias

La Colonia Agrícola de Acacias, donde se desarrolló el proyecto, cuenta con suelos que permiten evaluar y contar con varios forrajes verdes, por lo tanto y para el desarrollo objeto de investigación productivo del sistema porcícola se escogieron gramíneas que permitieran ofrecer nutrientes y palatabilidad a los animales, realizando estudios bromatológicos del bore, ramio, cajeto y botón de oro en el laboratorio del CEAD de Acacias de la Universidad Abierta y a Distancia (figura 7). Así mismo, se realizó un análisis del porcentaje de proteína y humedad a los forrajes utilizados para identificar las propiedades que nos aportaría y diseñar la dieta, obteniendo los resultados expuestos en la tabla 2.



Figura 7. Valoración de forraje verde
Fuente: Laboratorio UNAD. Autora, 2021

Tabla 2.*Análisis de forrajes utilizados*

Forraje	Botón de oro	Cajeto	Ramio	Bore
Nombre común	Botón de oro o hierba belida	Cajeto, guitarra o palo caragay	Ramio u ortiga	Bore
Nombre científico	<i>Ranunculus acris</i>	<i>Citharexylum subflavescens</i>	<i>Boehmeria nivea</i>	<i>Alocasia macrorrhiza</i> - 115
PC	23,5 %	24,2 %	22,2 %	11,1 %
Humedad	82 % h	90 % h	84 % h	85 % h
Tiempo de corte	60 días	85 días	90 días	60 días
PC y humedad	19,5 pc 86,5 % h	17,8 pc 77% h	16,5 pc 84 % h	22,3 pc 18,9 % h
Fuente bibliográfica	Inayat y Gordon (2009) Padilla (2013)	Reyes (2017) Rosales (1997)	Elizondo, J. y Boschini, C (2002)	Reyes (2017)

Nota: Material forrajero disponible en suelos de la colonia agrícola (a los 80 días)

Fuente: Laboratorio nutrición, UNAD-CEAD Acacias, 2021.

Materiales y métodos

El proyecto se llevó a cabo en la Colonia Agrícola de Acacías (figura 8), ubicada en el piedemonte llanero con una altura de 545 m.s.n.m, una temperatura de 26 °C en promedio y una precipitación 3200 m.m.a, según Martínez Beltrán, J. (2017). El experimento se realizó entre los meses de agosto a octubre, con un total de 95 días en el año 2021. La colonia cuenta con perfectas vías de acceso y se encuentra cerca de la ciudad de Acacías.



Figura 8: Colonia Agrícola de Acacías
Fuente: Autora, 2021

Materiales

En las instalaciones penitenciarias existente una granja diseñada para el cumplimiento de los requerimientos básicos de una explotación porcina, como son la higiene y la orientación. Hay cuatro lotes, los cuales están contruidos para albergar 10 animales en ceba, cada uno con sus respectivos comederos de tolva, con capacidad de 20 kilos y bebederos que aseguran el control de la humedad.

Material biológico

- 40 cerdos

- Materias primas (botón de oro, cajeto, ramio, bore)
- Concentrado

Otros materiales

- Instalaciones
- Carretillas
- Garlanchas
- Depósito de almacenamiento de concentrado
- Elementos de protección personal
- Báscula

La selección de los animales se realizó a partir de un grupo de 80 ejemplares que se encontraban en la fase de engorde. Los criterios de selección de los animales para la experimentación fueron:

- Animales de 30-45 kilogramos promedio de peso vivo.
- Estado sanitario óptimo.
- Conformación corporal adecuada.
- 24 hembras y 16 machos, debidamente castrados.

Se obtuvieron así 40 animales que fueron separados al azar en cuatro lotes, señalizados en la parte externa de la cochera para identificar la dieta suministrada (tabla 3).

Tabla 3.*Identificación de la selección de animales a evaluar*

N.º	Testigo (100 % concentrado)		T1 (25 % fv)		T2 (50 % FV)		T3 (75 % FV)	
	N.º de Identificación de animal	Peso Inicial	N.º de Identificación de animal	Peso Inicial	N.º de Identificación de animal	Peso Inicial	N.º de Identificación de animal	Peso Inicial
1	2821	33	2839	30	2875	32	3032	34
2	2825	30	2843	32	2877	41	3028	33
3	2827	32	2845	31	2879	30	2855	41
4	2833	39	2847	41	2881	32	2837	43
5	3002	33	2849	36	2883	33	3036	35
6	3006	33	2853	35	2885	37	2835	36
7	3008	41	2857	30	2887	32	2861	39
8	3014	44	2859	40	3058	35	2841	33
9	3016	30	3030	33	3064	33	3026	30
10	3020	40	3034	30	3066	31	3038	32

Fuente: Colonia Agrícola de Acacias. Autora, 2021

Los animales referenciados mediante tatuaje hacen parte de la investigación, los cuales fueron seleccionados buscando homogeneidad en peso. Al momento de ingresar a la investigación, los animales son desparasitados con ivermectina al 1 %.

El lote testigo cuenta con alimentación exclusiva en modalidad de concentrado, garantizando el requerimiento nutricional de los animales, de acuerdo con la etapa de desarrollo. El lote 1 presenta un 25 % de inclusión de mezcla de forraje verde, el lote 2 presenta un 50 % de inclusión de mezcla de forraje verde, y el lote 3 presenta un 75% de inclusión de mezcla de forraje verde.

Metodología

La fase experimental se llevó a cabo en noventa y cinco días, los cuales incluyen 5 días de preparación administrativa y adecuación de lotes, selección de animales, desparasitación y diseño de registros a utilizar.

Para el desarrollo de la presente propuesta se realizó una metodología de tres fases, la primera fase o fase diagnóstico busca determinar el costo real de la alimentación de cerdos en etapa de levante y ceba del programa de porcicultura de la colonia, la segunda fase o fase de análisis de proteína en laboratorio de las especies forrajeras con potencial nutricional en cerdos basada en la literatura, y, finalmente, la fase tres o fase de diseño experimental pretende evaluar 4 lotes (figura 10) con un total de 40 animales raza Landrace con un peso promedio de 30 a 45 kilos en alojamientos de 4 x 4 que tiene destinados en la Colonia de Acacias. El primer lote testigo son animales alimentados con concentrado comercial usado tradicionalmente en la granja, el segundo lote son cerdos alimentados con sustitución al 25 % con forrajes, el tercer lote con 50 % de uso de forraje y un cuarto lote con el 75 % de uso de forraje verde. Además, con el fin de obtener la cantidad de proteína cruda que aportan a la dieta adecuada, se realizó un balance de forraje verde por método de cuadrado de Pearson.



Figura 9: Adecuación de lotes para los cerdos a evaluar
Fuente: Colonia Agrícola de Acacias. Autora, 2021

Plan de alimentación en la Colonia Agrícola de Acacias

Teniendo en cuenta que ya teníamos los datos bromatológicos, se procedió a diseñar el plan de alimentación para determinar la cantidad de forraje a suministrar, basado en el método de Pearson con cuatro ingredientes (figura 9).

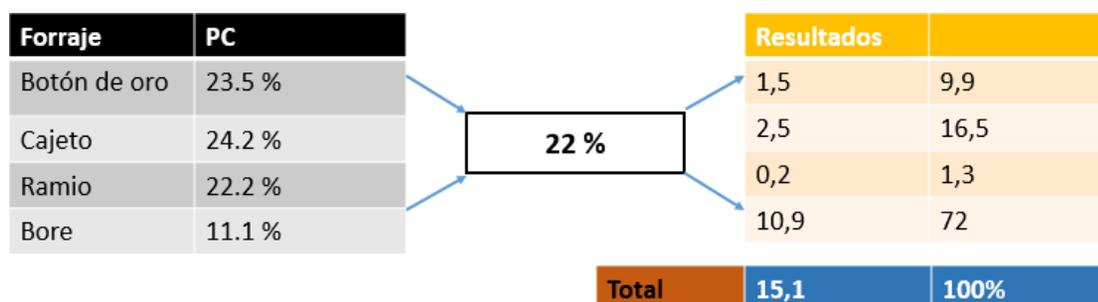


Figura 10. Balance de forraje verde por método de Pearson
Fuente: Colonia Agrícola de Acacias. Autora, 2021

Para encontrar el mejor nivel de proteína cruda de los forrajes se suministró 1,5 % de bore, 2,5 % de ramio, 0,2 % de cajeto y 10,9 % de botón de oro, para un cumplimiento del 100 % de proteína cruda. Ahora bien, con relación al consumo de las dietas en cada lote, se tuvieron en cuenta los siguientes tratamientos:

Lote Testigo: Cerdos alimentados con concentrado comercial.

Lote 1: Cerdos alimentados con dieta al 25 % de forraje verde y 75 % de concentrado

Lote 2: Cerdos alimentados con dieta al 50 % de forraje verde y 50 % de concentrado

Lote 3: Cerdos alimentados con dieta al 25 % de forraje verde y 75 % de concentrado

Para llevar a cabo este proyecto se contó con el apoyo de dos reclusos, los cuales se encargaron de la alimentación y el aseo, con previa capacitación. Los integrantes del proyecto de investigación tomaron los datos, que fueron consignados en los respectivos registros, como

suministro de forraje por lote día a día, consumo y peso corporales, de manera mensual. Se realizó seguimiento diario de los procesos de alimentación y el estado sanitario de los animales en experimentación.

Finalmente, al calcular el valor de la alimentación a suministrar se realizó la sumatoria entre el valor de los gramos de concentrado más el valor de los gramos de la mezcla de forraje verde, teniendo como referencia los datos suministrados por el Departamento Contratación de la Colonia Agrícola de Acacias, quienes cuentan con los precios de cada sustitución

Variables estudiadas

La evaluación zootécnica se obtuvo mediante el análisis de los registros que permitieron analizar el nivel de producción de una explotación. Los índices de producción más comunes en una piara, y que fueron tenidos en cuenta en la investigación, fueron:

- Ganancia diaria de peso: consumo de alimento / peso corporal promedio.
- Consumo de forraje verde: kilogramos consumidos por periodo evaluado.
- Valor del consumo por lote: sumatoria de consumo total de cada lote, por el valor tanto del concentrado como de la mezcla de forraje verde, la cual se determinó por el valor individual de cada forraje verde, sumando los diferentes componentes. Es de resaltar que la colonia cuenta con datos específicos de costo de producción para algunos forrajes verdes, entre ellos el botón de oro (\$220 kg), cajeto (\$280 kg), ramio (\$290 kg), el bore (290 kg), entre otros.

Las variables estudiadas deben:

- Ser cuantificables.
- Servir de base para la evaluación de parámetros productivos.
- Ser de utilización práctica en un sistema de análisis estadístico.

Hipótesis

H0= A mayor porcentaje de sustitución de forraje verde la conversión alimenticia de los cerdos disminuye.

H1= mayor porcentaje de sustitución de forraje verde la conversión alimenticia de cerdo aumenta.

Resultados y discusión

En el tabla 3 se presentan los datos finales de los tratamientos evaluados en cada lote, siendo confrontados de manera simultánea en condiciones de manejo similares. El consumo promedio de alimento no presenta diferencias con los lotes que presentaron sustitución parcial de la dieta con forraje verde, sin embargo, es de anotar que el consumo fue suministrado atendiendo los requerimientos diarios de los animales según su etapa productiva.

Los lotes alimentados con sustitución parcial con forraje verde registraron la mejor ganancia de peso total fueron las del lote 1 y 3, siendo ganancias similares a las obtenidas con el lote testigo. Estos resultados se pueden atribuir a que la dieta balanceada con la sustitución parcial de la mezcla de forrajes verdes presenta contenido adecuado de energía y proteína digestible, similares al concentrado comercial.

Tabla 4.

Parámetros zootécnicos por lote

Promedio	Lote testigo	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Peso inicial	35,5	33,8	33,6	35,6
Peso final	54,2	52,1	47	54,5
Ganancia de peso	18,7	18,3	13,4	18,9

Consumo total	117 kg	117 kg	117 kg	117 kg
Índice de conversión	de 6,2:1	6,3:1	8,7:1	6,1:1

En la tabla 4 se evidencia que el mejor lote en relación con el costo de alimentación fue el lote 3, el cual obedece a la sustitución de concentrado con la mezcla de forraje verde en un 75 %. Uno de los parámetros zootécnicos de mayor importancia en la producción animal es la ganancia de peso total, que para el lote número tres fue de 18,9 kg, comparado con el lote testigo, el cual tenía un consumo del 100 % concentrado y el cual arrojó una ganancia de 18,7. Además, se logró evaluar que el lote 3 muestra una reducción económica del 22 % en relación a los costos de alimentación al suplir las necesidades de concentrado comercial implementado la dieta alternativa, ya que el costo es de \$1.673.308 (tabla 8), a diferencia del lote testigo que es de \$2.131.600.

Tabla 5.

Consumo de concentrados

Lote	Consumo total de concentrado (kg)	Consumo en bultos	Valor concentrado utilizado
TESTIGO	1170	29,25	\$ 2.131.600,000
Lote 1	877,5	21,9375	\$ 1.598.700,000
Lote 2	585	14,625	\$ 1.072.370,000
Lote 3	292,5	7,3125	\$ 532.900,000

Se observa en la tabla 5 que el consumo de concentrado utilizado en el lote testigo obedece a un suministro total de 29, 25 bultos, lo cual representa que para 10 animales en un mes el costo de la alimentación a base de solo concentrado comercial es de dos millones ciento treinta

y uno mil seiscientos (\$ 2.131.600,000), que, comparado con los lotes 1 a 3, permite inferir que el uso del forraje verde como sustitución de la dieta tradicional refleja una disminución significativa de hasta un 60 % en los costos del concentrado implementado en la dieta de los cerdos de la colonia.

Tabla 6.

Consumo de forraje verde en kilogramos

Lote	Consumo de fv x animal dia	Consumo total de fv	Valor de fv utilizado
Lote 1	1,5 Kg	1350 Kg	\$ 363.960
Lote 2	3,1 Kg	2790 Kg	\$ 752.184
Lote 3	4,7 Kg	4230 Kg	\$ 1.140.408

En la tabla 6 podemos ver que el suministro de forraje verde es más bajo en el lote 1 y más alto en el lote 3, generando este último un costo de un millón ciento cuarenta mil cuatrocientos ocho mil (\$ 1.140.408), concluyendo entonces que la dieta con sustitución del 25% de concentrado tiene un costo de alimentación bajo y mantiene los índices productivos comparado con la dieta testigo, sin embargo, el lote 2 tiende a disminuir la ganancia diaria de peso. Con lo anterior, este proyecto entrega resultados de ganancia de peso que permiten tomar decisiones en relación con la mejor opción para el programa de alimentación de la Colonia Agrícola de Acacias.

Tabla 7.

Suministro y valor de concentrado por lote

Distribución	% de uso	Número de animales	Consumo en bultos / kg	Valor concentrado utilizado
Lote 1	75%	10	21,9375	\$1.598.700
Lote 2	50%	10	14,625	\$1.072.370

Lote 3	25%	10	7,3125	\$532.900
Lote testigo	100%	10	29,25	\$2.131.600

Con la tabla 7 se observa que el precio de concentrado para animales en fase de ceba, siendo diferente y conforme al porcentaje de sustitución con forraje verde, por consiguiente, la cantidad de suministro por bultos disminuye. Para el manejo presupuestal del INPEC se presentan variables negativas asociadas a los procesos internos propios de la colonia para la adquisición de los insumos, relacionados a la obligatoriedad de contratar el suministro de alimento para cerdos por portales autorizados por el estado, permitiendo un incremento sustancial en la oferta de los piensos utilizados en la alimentación animal.

La evaluación del consumo de forraje verde en cada lote permite establecer que la cantidad de alimento requerido para alcanzar el peso para el sacrificio para la producción de la colonia no se ve alterado al usar la sustitución con forrajes verdes, ratificando entonces el uso parcial en dietas para cerdos ya que además contribuye a reducir los costos de alimentación.

Así las cosas, el aprovechamiento de los forrajes verdes son económicamente positivos, sin dejar de lado el cumplimiento de los requerimientos nutricionales, teniendo en cuenta que los valores dados por los forrajes son de la colonia y están disponibles allí mismo. Finalmente, se cuantificaron los costos totales de la alimentación para cada lote evaluado según las dietas alternas propuestas, como lo indica la tabla 8.

Tabla 8.*Costo general de alimentación por lotes*

Lote	Descripción	Consumo de alimento (g x animal día)	Costo de producción alimentación	de Días en evaluación	de
Lote testigo	100 % concentrado	1.300 gr	\$2.131.600	90	
Lote 1	25 % forraje, 75 % Concentrado	975 g concentrado + 325 g de Forraje verde	\$1.962.660	90	
Lote 2	50 % forraje, 50% concentrado	500 g concentrado + 500 g de forraje verde	\$1.824.554	90	
Lote 3	75 % forraje, 25 % concentrado	325 g concentrado + 975 g de forraje verde	\$1.673.308	90	

La tabla 6 resume el valor total de la alimentación con relación a las diferentes dietas propuestas para cada lote, obteniendo de forma positiva una ganancia de peso con una dieta del 75 % de forraje verde y un 25 % de concentrado. Se concluye que, si bien es cierto, se obtiene un ahorro en alimentación y una ganancia de peso, no se da en un tiempo corto ya que no el suministro de concentrado referenciado está por debajo del que se debe cumplir para ser competitivo en el mercado.

En general, sobre los valores promedio y consumo de los animales para los lotes evaluados se resalta la ganancia de peso entre los animales alimentados con la sustitución de concentrado por forraje verde, como es el caso del lote 3, que es el que mayor ganancia de peso obtuvo comparado con el lote testigo. En relación al índice de conversión alimenticia los lotes 1 y 2 arrojaron datos superior a los obtenidos en el lote testigo, por otra parte el lote 3 obtuvo una conversión alimenticia de 6,1:1 inferior en un decimal, lo cual no es significativo pero mantiene el índice productivo para los cerdos de la Colonia Agrícola de Acacias; esto comparado con el plan de alimentación actual permite proponer que la sustitución en la dieta con un 75 % de forraje

verde para los animales disminuye considerablemente los costos de la alimentación.

Teniendo en cuenta los datos antes discutidos, la hipótesis planteada se rechaza, por cuanto no existen datos de referencia que permitan comparar o determinar unos datos productivos que se acerquen al modelo productivo porcícola en el contexto penitenciario, ya que es la única granja pecuaria en Latinoamérica; además, es de señalar que los datos nos permiten consolidar que el plan de alimentación planteado refleja una reducción económica del 50 % en los costos de adquisición de concentrado, los cuales se contratan por medio de licitación pública en donde generalmente se aumentan los costos hasta en un 32 %; por otra parte, se destaca un aumento del 60 % de la ocupación de los privados de la libertad que contribuye al fin esencial de la pena privativa de la libertad como es el aporte al componente social.

Programa de alimentación sugerido para la Colonia Agrícola de Mínima Seguridad de Acacías, Meta

Con los resultados de la investigación y teniendo en cuenta la experiencia en el desarrollo de la investigación, donde se cuenta que la Colonia Agrícola es una empresa del Estado y que presenta dificultades con relación al modelo actual de contratación que favorece al comercio externo, generando inconvenientes en el manejo económico del sistema porcino de la colonia por la adquisición de los piensos con un incremento porcentual en el valor, dejando sin rumbo en competitividad con empresas particulares dedicadas a la porcicultura.

Además, los sistemas de producción del INPEC son con fines exclusivos a la resocialización, por tal razón el modelo sugerido de alimentación y nutrición para la granja se sustenta de la siguiente forma en los distintos componentes.

Componente de nutrición

- Suplir nutricionalmente las necesidades de los animales en sus diferentes etapas, garantizando el desarrollo y la producción de la granja.

- Sustituir más del 50 % de la dieta con forrajes no convencionales en base fresca.
- Por manejo productivo en contextos penitenciarios, el modelo de producción porcícola de la colonia debe migrar a un modelo de independencia nutricional, donde la granja sea capaz de producir los insumos necesarios para la alimentación de sus animales.

Componente de manejo y bienestar

- Garantizar la disponibilidad de agua de excelente calidad y a temperatura consumible.
- Garantizar zonas húmedas y secas al interior de los lotes mediante el uso de cascarilla de arroz (camas profundas).
- Suministrar el forraje verde en mezcla, utilizando los comederos adecuados y en las alturas sugeridas, de acuerdo con la etapa de desarrollo y teniendo en cuenta el estado fisiológico a implementar.
- La granja debe fortalecer la siembra de forrajes requeridos para la sustitución de pienso, teniendo en cuenta que el forraje actual hace parte del inventario de ganadería.

Componente de sanidad

- El programa de alimentación y nutrición animal debe ser fuerte en prevención, por tal razón el esquema de vacunación debe ser estricto.
- La disposición de fetos, placentas, mortalidad, al igual que jeringas, guantes, biológicos y demás, deben tener su lugar de disposición final, de acuerdo con la normatividad actual.

Conclusiones

El uso de forrajes verdes (hasta en un 75%) en la alimentación de cerdos en la Colonia Agrícola de Acacias, se determina como una excelente alternativa que permite reducir costos y aporta variables determinantes en la consolidación de un modelo exclusivo de producción de cerdos en contextos penitenciarios, teniendo en cuenta que la producción de forrajes está constituida en la Colonia y no depende de procesos contractuales o de contratación.

Los resultados del trabajo de investigación le aportan al proceso de resocialización de los condenados, puesto que se presentan experiencias exitosas.

Existe diferencia dada en el costo de alimentación en relación con el tratamiento testigo, teniendo en cuenta que el costo total de la alimentación de ese lote fue de \$ 2.131.600 por mes y el costo del tratamiento 3, fue de \$ 1.673.308 por mes.

El potencial de los forrajes utilizados en la presente investigación representa variables de gran interés asociadas a proteína cruda, humedad, digestibilidad y costo de producción, que coadyuvan al componente económico de la granja.

Se presenta al INPEC una alternativa de mejora en los costos de alimentación de los cerdos en la Colonia Agrícola de Acacias, con la sustitución de forrajes disponibles en el establecimiento penitenciario, que aportan en la consolidación de modelos exclusivos.

El proyecto aplicado realizado deja la puerta abierta a futuras investigaciones en contextos penitenciarios, teniendo en cuenta que existen otras producciones con especies diferentes.

Recomendaciones

Elaborar un modelo de producción porcícola propio para la Colonia Agrícola, donde se incorporen los resultados de la investigación.

Evaluar los costos del concentrado mediante licitación frente al uso de forrajes verdes.

Generar uso de los forrajes disponibles en la Colonia Agrícola de Acacias con el fin de bajar el costo de producción en los diferentes sistemas productivos que se explotan.

Aunque se presenta la proteína cruda en forraje verde, el concentrado la presenta en materia seca, el buen balance de ración realizado genera datos de gran interés en la producción.

El cultivo de forrajes es una alternativa interesante para mejorar la seguridad alimentaria, teniendo en cuenta la naturaleza del sistema digestivo de los animales monogástricos y poligástricos.

Referencias

- Basto, G., Sabogal, O. y Arango, A. (1993). El Bore (*Alocasia macrorhiza*) reduce costos en la alimentación de cerdas. *Revista Carta Ganadera* , 30(9), 27-30.
- Elizondo, J. y Boschini, C. (2002). Calidad nutricional de la planta de ramio (*Boehmeria nivea* (L) gaud) para alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana*, 13(2),141-145
- Gómez, M. E. (2000). Una revisión sobre el Bore (*Alocasia macrorrhiza*). En M.D. Sánchez y M. Rosales Méndez (Eds.), *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina - II - Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica (Agosto de 2000-Marzo de 2001)*. Recuperdo de: <https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s0i.htm#bm18>
- Martínez Beltrán, J. A. (2017). *Ocupación Laboral y Resocialización para las Personas Privadas de la Libertad: Estudio de caso del Programa de Ganadería en el Centro Penitenciario Colonia Agrícola de Acacias, Meta*. (Tesis doctoral). Universidad de los Llanos, Villavicencio.
- Ortiz González, A., *et al.* (diciembre, 2014). Digestibilidad aparente de *Tithonia diversifolia*, *Gliricidia sepium* y *Cratylia argentea* en juveniles de *Piaractus brachipomus*, Cuvie 1818. *Orinoquia*, 18(supl.1), 214-219.
- Preston, T. R. (julio, 1986). Molasses as animal feed: an overview. En Sugarcane as feed. *FAO Animal Production and Health Paper 72*. Proceedings of an FAO Expert Consultation held in Santo Domingo, Dominican Republic from 7–11 July 1986
- Preston, T. R., Murgueitio, E. y Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (1996). *Strategy for sustainable livestock production in the tropics*. Cali, Colombia: Consultorias para el desarrollo rural integrado en el trópico.
- Requerimientos de Nutrientes de los Cerdos. (1998). *Requerimientos de Nutrientes de los Cerdos*.

- Restrepo, T., *et al.* (1988). La porcicultura en Colombia. Bogotá, Colombia: Corporación de Estudios Ganaderos y Agrícolas e Instituto Agropecuario.
- Reyes, A. M. (2017). *Evaluación de harina de bore (Alocasia macrorrhiza) y harina de cajeto (Trichanthera gigantea) en la producción de pollo de engorde fase final.* (Proyecto de especialización). Recuperada de <https://bit.ly/3M9RtqE>
- Rosales. (1997). *Trichanthera gigantea* (Humboldt & Bonpland.) Nees: A review. *Livestock Research for Rural Development*, 9(4). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd9/4/mauro942.htm>
- Sarria, P. (1993). Palatabilidad de *Trichanthera gigantea* y *Urera caracasana*.
- Sarria, P. (2000). *Forrajes arbóreos en la alimentación de monogástricos.*). En M.D. Sánchez y M. Rosales Méndez (Eds.), *Agroforestería para la Producción Animal en América Latina - II - Memorias de la Segunda Conferencia Electrónica (Agosto de 2000-Marzo de 2001).* Recuperado de: <https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s0j.htm#bm19>
- Sarria, P. y Rosero, M. C. (1999). *Desarrollo de Sistemas Sostenibles de Producción de cerdos usando recursos tropicales disponibles a nivel de finca.* Cali, Colombia: Cipav y Pronatta.
- Sarria, P., Villavicencio, E. y Orejuela, L.E. (1991). Utilización de follaje de nacedero (*Trichanthera gigantea*) en alimentación de cerdos de engorde. *Livestock Research for Rural Development*, 3(2), 51-58.