

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Comparación de dos complementos nutricionales en engorda de cerdos

Por:

Noé Baeza Núñez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México

Octubre, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Comparación de dos complementos nutricionales en engorda de cerdos

Por:

Noé Baeza Núñez

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



MC. Silvestre Moreno Avalos
Presidente



MC. Gerardo Arellano Rodríguez
Vocal



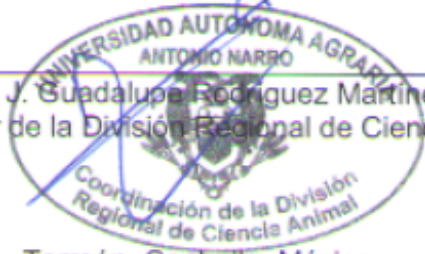
MC. Aracely Zúñiga Serrano
Vocal



MC. Carlos Raúl Rascón Díaz
Vocal Suplente



MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal


Torreón, Coahuila, México
Octubre, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Comparación de dos complementos nutricionales en engorda de cerdos

Por:

Noé Baeza Núñez

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:




MC. Silvestre Moreno Avalos
Asesor Principal



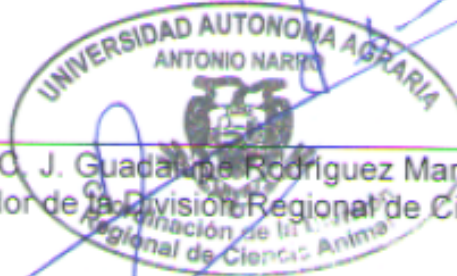
MC. Gerardo Arellano Rodríguez
Coasesor



MC. Aracely Zúñiga Serrano
Coasesor



MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Octubre, 2020

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la gracia de encontrarme el tiempo y coincidir en el espacio con los seres vivos y las cosas para compartir mi vida y el presente trabajo.

A mi Alma Mater Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por mi preparación académica.

A mi asesor, por su participación y apoyo en el desarrollo del proyecto y sobre todo y aún más importante por la inmensa amistad hacia mi persona en toda mi carrera; al Dr. Silvestre Moreno Ávalos.

Por último. Pero no menos importante quiero agradecer al “Chino” por no permitir la inanición en este proceso y su gran apoyo emocional para llegar a la conclusión del proceso.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Baeza Rangel Oscar Manuel

Y Núñez Aragón Rosario

A quienes les debo todo, por darme la oportunidad de continuar con mis estudios y por brindarme el apoyo moral y económico, pero sobre todo, por la confianza que depositaron en mí.

A mi esposa e hijo:

Por tantos desvelos y comprensión en los momentos difíciles, por mantenerse firmes a mi lado en todo momento, por ser mi fortaleza y mi motor de vida en todo este proceso.

A mis hermanas:

Fátima

Y

Marisa

Por permanecer juntos en todo momento brindándome su apoyo y cariño que a pesar de la distancia que nos separa, siempre tuvieron fe en mí, para alcanzar el objetivo propuesto.

RESUMEN

La alimentación en cerdos representa un gran porcentaje de los costos de producción, por lo tanto es considerada como una prioridad. No es suficiente que una dieta cumpla con las necesidades nutricionales de los cerdos, la formulación debe obedecer las normativas oficiales que rigen en cada país para el uso y fabricación de alimentos. Asimismo, el alimento debe ser fácil de conservar y suministrar, asumiendo la gran variedad de instalaciones (comederos y bebederos) utilizadas en las distintas etapas de los cerdos.

PALABRAS CLAVE: Cerdos, engorda, suplemento, ractopamina, núcleo.

INDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
HIPOTESIS	6
MARCO TEORICO	7
Historia	7
Porcinocultura en México	7
Anatomía y fisiología del sistema digestivo del cerdo	9
Alimentación y nutrición del cerdo	14
Requerimientos nutricionales	15
Dieta y salud intestinal	19
Consumo de alimento por etapa	20
Formulación básica de la dieta	21
Métodos de formulación	22
Calidad del alimento y posibles contaminantes	23
Consumo del alimento	24
Conducta alimenticia	25
Consumo de agua	26
Promotores de crecimiento	28
Hormonas naturales	29
Anabólicos esteroidales sintéticos	29

Inmunidad y aminoácidos	29
BIOTECAP	30
MARCO METODOLOGICO	32
RESULTADOS	33
CONCLUSIONES	35
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	36

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

<i>ILUSTRACIÓN 1 SISTEMA DIGESTIVO DE LOS PORCINOS (INATEC, 2017).</i>	9
<i>ILUSTRACIÓN 2 PARTES DEL ESTÓMAGO (INATEC, 2017).</i>	10
<i>ILUSTRACIÓN 3 PARTES DEL INTESTINO DELGADO Y SISTEMA DIGESTIVO (INATEC, 2017).</i>	11
<i>ILUSTRACIÓN 4 PÁNCREAS E HÍGADO (INATEC, 2017).</i>	11
<i>ILUSTRACIÓN 5 CUADRO DE FUNCIONES ESPECÍFICAS DEL HÍGADO (INATEC, 2017).</i>	12
<i>ILUSTRACIÓN 6 SISTEMA DIGESTIVO DEL CERDO (INATEC, 2017).</i>	13
<i>ILUSTRACIÓN 7 CUADRO DE ENZIMAS QUE PARTICIPAN EN EL SISTEMA DIGESTIVO DEL CERDO (INATEC, 2017).</i>	13
<i>ILUSTRACIÓN 8 CUADRO DE ASPECTOS IMPORTANTES EN LA ELABORACIÓN DE UNA DIETA (GARCÍA, ET AL, 2012).</i>	22
<i>ILUSTRACIÓN 9 CUADRO: CONSUMO DE AGUA EN ETAPAS DE CRECIMIENTO (KOESLAG, 1989).</i>	26
<i>ILUSTRACIÓN 10 CUADRO DE ESTIMACIÓN DE CONSUMO DE AGUA POR ESTADO FISIOLÓGICO (GARCÍA, ET AL, 2012).</i>	27
<i>ILUSTRACIÓN 11 CUADRO DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUME EN CERDOS (GARCÍA, ET AL, 2012).</i>	27
<i>ILUSTRACIÓN 12 PROGRAMA DE ALIMENTACION BIOTECAP</i>	30
<i>ILUSTRACIÓN 13 INFORMACIÓN NUTRICIONAL DE NÚCLEOS BIOTECAP</i>	31
<i>ILUSTRACIÓN 14 TABLA 1. PROMEDIO DEL PESO INICIAL DE LOS GRUPOS.</i>	32
<i>ILUSTRACIÓN 15 TABLA 2. PROMEDIOS DE PESO DE LOS GRUPOS.</i>	32
<i>ILUSTRACIÓN 16 TABLA 3. PROMEDIO DE LA GANANCIA DE PESO DIARIA.</i>	33
<i>ILUSTRACIÓN 17 GRAFICA 1 PROMEDIOS DE PESO DE LOS GRUPOS.</i>	34
<i>ILUSTRACIÓN 18 GRAFICA 2 PESO PROMEDIO DE LOS GRUPOS EN LOS ÚLTIMOS 3 PESAJES.</i>	34

INTRODUCCION

La alimentación de los cerdos debe estar basada en dietas que contengan niveles nutricionales adecuados a la genética, etapa fisiológico-productiva, estado sanitario de los animales y de la unidad de producción porcina, condiciones ambientales en donde estén alojados y al manejo al que estén sometidos los mismos (García-Contreras *et al*, 2012).

La escasez y el alto costo de fuentes de proteína obligan a la buscar alternativas para mejorar la producción animal. En México, el sistema porcino más afectado es el de traspatio o subsistencia, el que se considera importante ya que aporta el 40 % anual de cerdos vivos (Gutiérrez *et al*, 2001).

España es el cuarto productor de carne de porcino a nivel mundial, y el segundo a nivel europeo. En 1998 el censo de reproductoras es de 2,3 millones y se sacrificaron 32,5 millones de cerdos. La producción de carne fue de 2,62 millones de toneladas, y para 1999 la previsión es de 2,73 millones de toneladas. El sector porcino supone el 30% del Producto Final Ganadero y el 13% del Producto Final Agrario, lo que sitúa al sector como el más importante dentro de la producción ganadera. (Medel *et al*, 1998).

La industria europea de porcino y piensos compuestos está experimentando tiempos turbulentos. Uno de los aspectos más impactantes en este momento es el incremento del precio de los ingredientes que han alcanzado en algunos casos precios nunca vistos hasta ahora. Esto ocurre después de las crisis de 2008 y 2011 en el precio de los granos de cereales y demuestra de nuevo que los granjeros tendrán que hacer frente a niveles de precios más volátiles y más elevados tal como fue predicho recientemente (Van Hees, 2012).

Existen suficientes datos e información que indican la estrecha relación entre la nutrición y la patología digestiva de los lechones en sus distintas fases productivas de explotación y se sabe también que la carencia de determinados nutrientes en su alimentación básica puede constituir un factor limitante en su crecimiento y desarrollo corporal. Sin embargo, un manejo y hábitat apropiados pueden aumentar la utilización de los alimentos y reducir la mortalidad post-nacimiento al

disminuir considerablemente la relación entre la carga microbiana intestinal, el pienso y la incidencia de diarreas. Los lechones al nacimiento quedan expuestos a los microorganismos del medio ambiente que les rodea y a la ingestión de bacterias procedentes de las heces maternas que colonizan su aparato digestivo, principalmente su tramo intestinal. (Riopérez, 2005).

El maíz (*Zea mays*) se encuentra entre el grupo de los granos energéticos más importantes para el animal a nivel mundial. Diversas causas han motivado que en los últimos años, su precio en los mercados haya subido vertiginosamente; motivo por el cual, se hace insostenible la producción de carne y motiva la introducción de otros alimentos que abaraten los costos de producción (Lezcano *et al.* 2014).

No es suficiente que una dieta cumpla las necesidades nutricionales de los cerdos, es requisito legal y profesional conocer y aplicar en la formulación de esta, la normativa oficial de cada país o zona que rija el uso y fabricación de alimentos para las distintas etapas de los cerdos. Por su parte, los ingredientes utilizados para la formulación de alimentos tienen diversas características físico-químicas, toxicológicas, perfil nutritivo e interacciones nutritivas, nivel de inclusión, efectos productivos, así como costes que limitan su uso (García-Contreras *et al.*, 2012).

En la alimentación de animales de granjas los cereales están considerados principalmente como fuente de energía (especialmente almidón), aminoácidos y minerales. Los nutricionistas humanos sin embargo han adoptado un punto de vista más amplio y funcional sobre los cereales. Así, por ejemplo, desde una perspectiva epidemiológica se sabe que los cereales tienen un efecto protector frente a la obesidad, diabetes de tipo II, enfermedades cardiovasculares y cáncer. Los componentes relacionados con estos efectos parecen estar localizados en el salvado y en el germen del grano. Sus efectos se atribuyen a constituyentes tales como elementos traza, polifenoles (regulación génica, salud del colon), lignina y ácido fítico (protección antioxidante), donadores de grupos metilo (betaína, metionina, colina e inositol) para la salud cardiovascular y muchos más. Poco a poco, los mecanismos fisiológicos que están detrás de estos efectos están siendo descubiertos. Para la nutrición de animales de granja algunos de estos efectos

podrían no ser relevantes, como los relacionados con las enfermedades crónicas que afectan sólo a las personas de mayor edad. (Van Hees, 2012).

En comparación con la información que se ha ido acumulando sobre distintos aspectos de selección, cruzamiento, rasgos reproductivos y de la canal, e inclusive etológicos de los cerdos criollos del hemisferio occidental y aún de otros locales fuera del Nuevo Mundo, muy poco se conoce sobre la habilidad de estos animales para transformar los recursos alimentarios que han estado a su disposición, los que generalmente no son los destinados a la cría intensiva porcina, tal y como se concibe modernamente. Más bien, de lo que generalmente se ha hablado es que los cerdos criollos están adaptados al consumo de alimentos con un valor nutritivo relativamente pobre. Sin embargo, todo lo que en definitiva se cuenta, se basa más en la especulación que en datos confiables, desde el Descubrimiento. (J. Ly, 2008).

OBJETIVOS

El objetivo fundamental de la formulación de una dieta es que contenga los nutrientes necesarios en las cantidades correctas y equilibradas, considerando la etapa fisiológica, peso, edad, sexo, potencial genético, estado de salud, época del año, objetivos productivos y de producto final, así como las limitantes legales. Una vez cumplida la formulación, el siguiente paso es asegurar que ésta sea elaborada bajo condiciones que garanticen la inocuidad, trazabilidad y bajo costo de la misma. A este desafío, se añade la necesidad de cumplir con las normativas ambientales relacionadas con la alimentación y bienestar animal.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la industria porcina existen diversas técnicas de alimentar un cerdo para llegar a los niveles óptimos, en la actualidad se pretende ser más eficiente

HIPOTESIS

"La utilización de suplementos nutricionales específicos para cada etapa (núcleo) mejora la ganancia de peso y la conversión alimenticia en la producción porcina".

MARCO TEORICO

Historia

Los cerdos actuales pertenecen al género *Sus* y comprenden los cerdos asiáticos (*Sus vittatus*) de pequeño tamaño; los célticos (*Sus scrofa*) provenientes del jabalí europeo; y los cerdos ibéricos (*Sus mediterraneus*) de origen africano, de mayor tamaño que los anteriores e introducidos en todas las regiones del sur de Europa. La capacidad de adaptación del cerdo a los diferentes pisos climáticos ha determinado que su explotación se realice en todos los continentes y en casi todos los países del mundo, a excepción de aquéllos, en donde, por razones de orden cultural y religiosa su existencia está vedada. A su carácter cosmopolita está ligada su gran capacidad de adaptación a los variados regímenes alimentarios, ya que su calidad de omnívoro le permite transformar diferentes productos y subproductos, y alimentarse con recursos vegetales y animales. Puede ser explotado en forma tradicional con recursos limitados o en forma intensiva, combinando las más sofisticadas técnicas de alimentación, sanidad, reproducción, transformación y comercialización (FAO, sf).

Porcinocultura en México

En México, la porcicultura ocupa el tercer lugar en importancia como sistema productor de carne, después de la cría de bovinos y aves, su importancia reside en proporcionar un conjunto de productos de valor nutricional que incluye la producción de granos forrajeros y oleaginosas, la elaboración de alimentos equilibrados, fármacos, productos biológicos y establecimientos de sacrificio, despiezado e industrialización de la carne (Pérez, 1999).

La calidad cárnica es un concepto plural que no tiene una definición única. La importancia de los diferentes aspectos cualitativos difiere en función del segmento de la cadena cárnica que los analice. Para la carne fresca, atributos como el color, la cantidad de grasa, la terneza, jugosidad y sabor son vitales para la decisión y fidelización de la compra. Para la carne procesada, la atención se centra en factores como el pH, la capacidad de retención de agua, estabilidad oxidativa y ausencia de sabores anómalos. La importancia de cada uno de ellos también

dependerá de si el destino final del producto elaborado es para cocidos o curados (Coma y Piquer, 1999).

En la actualidad, la escala mundial de la producción porcícola ha mostrado una tendencia acelerada de desarrollo. La competitividad del mercado ha transformado el manejo de la producción de cerdos volviéndose más exigente la forma de operar granjas, una situación que afecta al mercado local. Debido a la anterior situación los productores nacionales buscan alternativas para optimizar sus recursos y hacer que sus sistemas de producción puedan competir con los precios de la carne importada. Para maximizar la eficiencia de producción porcícola es necesario elaborar e implementar estrategias y tácticas de producción en un plan de manejo zootécnico adecuado a las necesidades de la granja en sus distintas etapas de producción (García, 2015).

La alimentación de los animales puede ejercer una influencia importante en ciertos atributos de la calidad cárnica. En ciertos aspectos juega un papel determinante, pero, en la mayoría de casos, se debe considerar su interrelación con otros aspectos del proceso productivo: genética, manejo y sacrificio (Coma y Piquer, 1999).

La producción mundial de carne de cerdo ha tenido un incremento constante, y las estimaciones son que seguirá creciendo, el comercio de la carne se ha intensificado a pesar de las enfermedades y barreras sanitarias. Los principales países consumidores de carne de cerdo son los países asiáticos y europeos, en México también se ha incrementado el consumo de la carne de cerdo, pero está muy por debajo del consumo per cápita en otros países (Stephano, 2012).

La cría de cerdo es altamente productiva siempre y cuando se adopten los sistemas más indicados para sacar mejor provecho en su explotación. Para esta explotación se conocen tres sistemas: el intensivo, el extensivo y el mixto (Escamilla, 1979). En una granja el alimento es el recurso de mayor impacto dentro de los costos directos, para la generación de una buena eficiencia productiva se hace necesario que las explotaciones pongan en práctica factores críticos de éxito; entre ellos los costos de producción, la reproducción, la genética,

la nutrición, la sanidad, el manejo, entre otros; esto implica llevar un registro sistemático de sus operaciones, en cuanto a la reducción de los costos, al incremento de la productividad y a la calidad de la carne (Rodríguez, et al., 2012).

Anatomía y fisiología del sistema digestivo del cerdo

Los cerdos son animales monogástricos de características alimentarias omnívoras (pastos granos, harinas y productos de origen animal).

En el estómago se realiza la digestión enzimática y el desdoblamiento hidrolítico del alimento en nutriente digerible como proteínas, azúcares y grasas según la edad, gracias a la secreción glandular (INATEC, 2017)

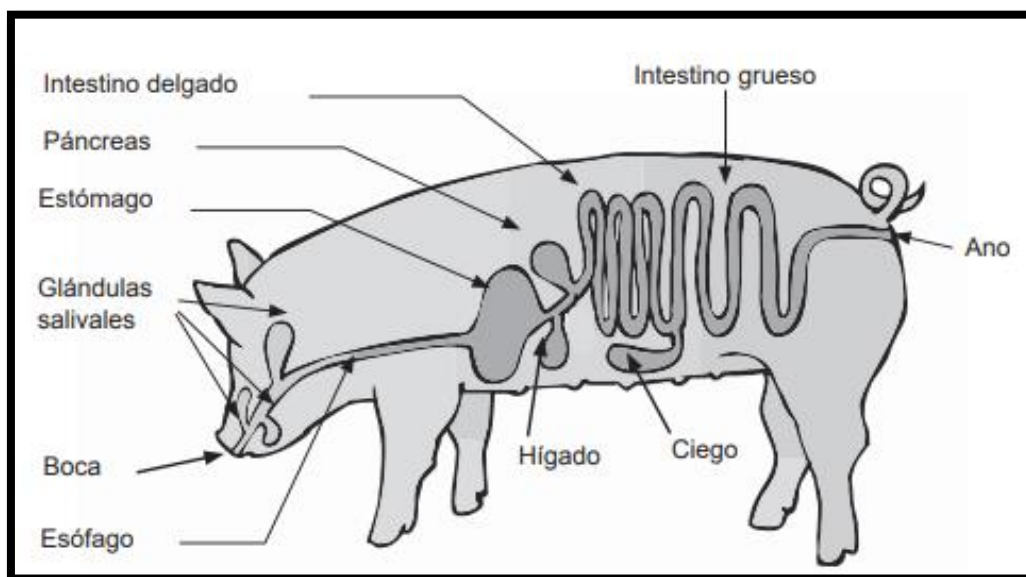


Ilustración 1 Sistema digestivo de los porcinos (INATEC, 2017).

Boca

Cumple un papel muy importante, no solo consumir el alimento si no para la reducción inicial de las partículas del alimento a través de la molienda, la primera reacción química que ocurre es cuando el alimento se mezcla con saliva (INATEC, 2017).

Estomago

Órgano muscular responsable de almacenar, iniciar la descomposición de nutrientes y pasar la digesta hacia el intestino delgado. Se encuentra situado detrás del diafragma y a la izquierda del plano medio, tiene una dirección oblicua de arriba abajo y de izquierda a derecha (INATEC, 2017).

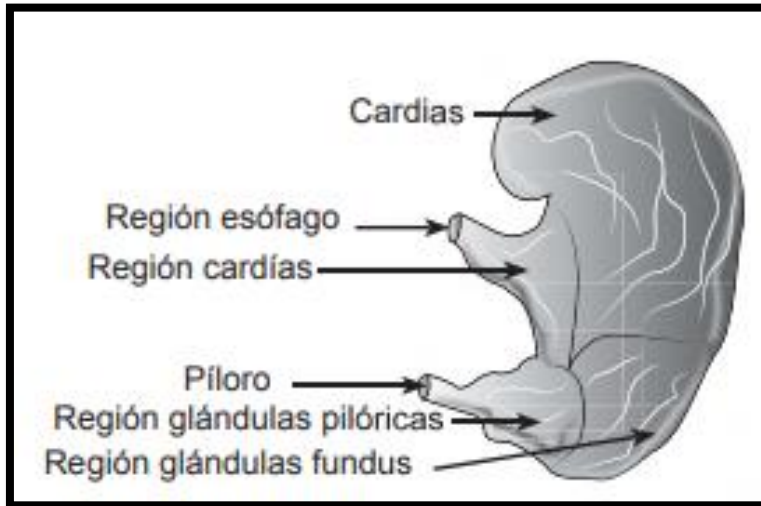


Ilustración 2 Partes del estómago (INATEC, 2017).

Intestino delgado

Es el lugar principal de absorción de nutrientes y está dividido en tres secciones:

Duodeno: tiene aproximadamente 12 pulg. De largo y es la porción del intestino delgado con los conductos hacia el páncreas y el hígado (vesícula biliar).

Yeyuno: es la continuación del duodeno, dispuesto de numerosas asas. Su función es la absorción de nutrientes.

Ileon: es la última porción del intestino delgado, se comunica con el intestino grueso formando la válvula ileocecal. Su función es la absorción de nutrientes (INATEC, 2017)

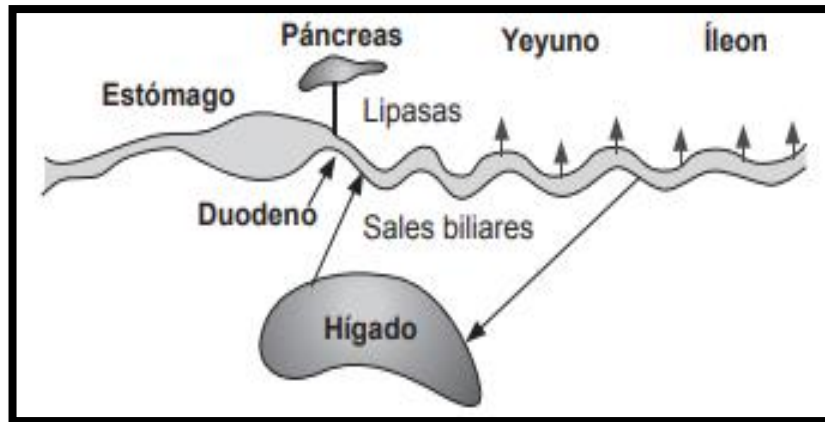


Ilustración 3 Partes del intestino delgado y sistema digestivo (INATEC, 2017).

Páncreas

Tiene la función exocrina de segregar enzimas digestivas, es responsable de la secreción de la insulina y glucagón, a los niveles altos o bajos en el cuerpo (INATEC, 2017)

Hígado

Su función más importante es el metabolismo de los nutrientes y toxinas extraídas, el hígado del cerdo también produce bilis, necesaria para descomponer las grasas durante la digestión; esta se secreta en el sistema intestinal a través de la vesícula biliar (INATEC, 2017)

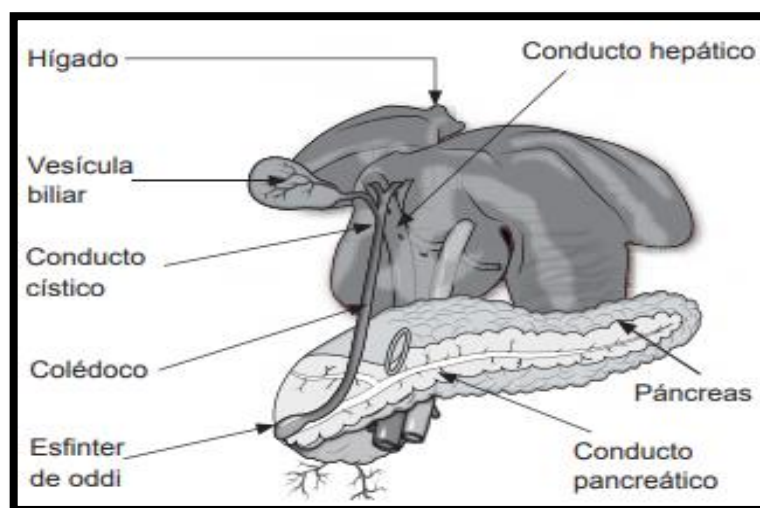


Ilustración 4 Páncreas e hígado (INATEC, 2017).

Funciones	Detalle
Desintoxicación	Descomposición del alcohol, entre otros
Regulación de la cantidad de azúcar en sangre	Se almacena glucosa como glucógeno
	Regula la cantidad de azúcar para liberar el glucógeno en forma de glucosa.
Síntesis y descomposición de las proteínas	Sintetiza y descompone las proteínas relacionadas con la albúmina y la coagulación de la sangre.
Síntesis de urea	Cambia el amoníaco en urea.
Destrucción de los glóbulos rojos	Destruye los glóbulos rojos viejos de la sangre.
Mantenimiento de la temperatura corporal	Contribuye al mantenimiento de la temperatura corporal a través de la generación de calor debido a una variedad de reacciones químicas.
Producción de bilis	Genera bilis y secreta vesícula biliar en el duodeno.
	Descarga el material no deseado producido por el hígado al exterior del cuerpo y el producto por eritrocitos ^{G6} .

Ilustración 5 Cuadro de funciones específicas del hígado (INATEC, 2017).

Intestino grueso

La función principal es absorber el agua. Es la continuación del íleon, es corto y de aspecto cerrado al final. Mientras tanto el ciego es la parte más ancha del intestino.

Debido a que es cerrado, es probable que se acumule el exceso de gas producido durante la fermentación. Posee tres partes:

Ciego: tiene forma de saco, continúa anteriormente con el colon y la demarcación entre ellos está dada por la desembocadura del íleon. La extremidad ciega está redondeada y se ubica al lado derecho de la entrada de la pelvis, relativamente pequeño, en él se descomponen los alimentos que no fueron digeridos en el intestino delgado (principalmente celulosa) por los microorganismos y los productos se absorben en el ciego y el colon.

Colon: su diámetro disminuye posteriormente. Se divide en asa inicial, laberinto y asa terminal. Se continúa con el reto.

Recto: es la parte final del tubo digestivo, recubierto por el peritoneo y termina en el ano (INATEC, 2017).

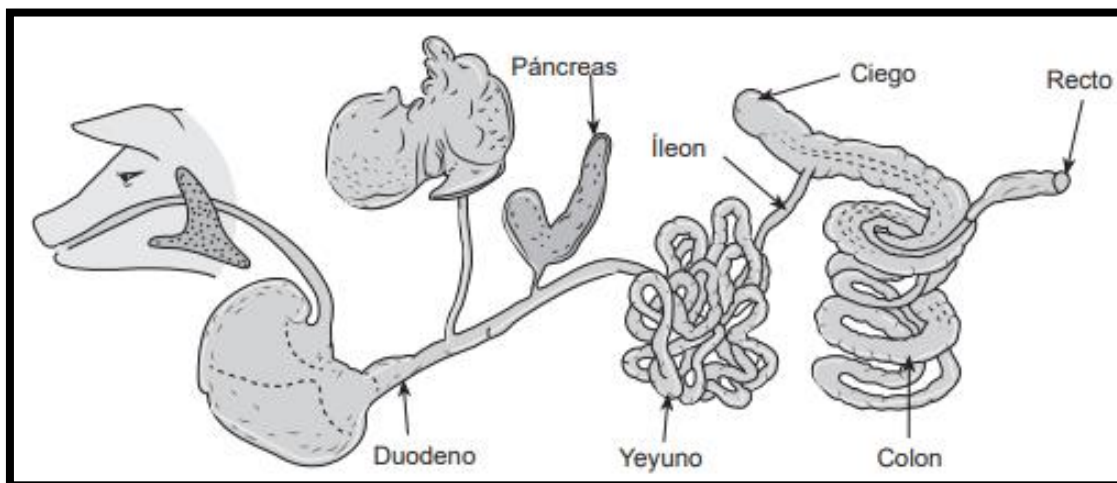


Ilustración 6 Sistema digestivo del cerdo (INATEC, 2017).

Funciones del intestino grueso

- fermentación y absorción de los productos de la digestión por una población microbiana.
- Absorción del agua.
- Formación de heces (INATEC, 2017).

Enzimas del sistema digestivo cerdo			
Sistema digestivo	Carbohidrato	Proteína	Grasa
Boca	Amilasa	-	-
Estómago	-	Pepsina, Rennet	-
Páncreas	Amilasa	Tripsina y quimotripsina	Lipasa
Intestino delgado	Sacarosa, Maltasa, lactasa	Peptidasas	-
(Sustancia de absorción)	Glucosa, Fructosa	Aminoácidos	Ácidos grasos, monoglicéridos

Ilustración 7 Cuadro de enzimas que participan en el sistema digestivo del cerdo (INATEC, 2017).

Alimentación y nutrición del cerdo

La alimentación representa alrededor del 65% de los costes de producción, por ello debe establecerse como una prioridad. No es suficiente que una dieta cumpla con las necesidades nutricionales de los cerdos, la formulación debe obedecer las normativas oficiales que rigen en cada país para el uso y fabricación de alimentos. Asimismo, el alimento debe ser fácil de conservar y suministrar, asumiendo la gran variedad de instalaciones (comederos y bebederos) utilizadas en las distintas etapas de los cerdos (García, et al., 2012).

Los costos de producción y eficacia de la alimentación son factores a menudo examinados por los productores de carne, en el clima económico actual, las estrategias de alimentación probadas que benefician estas dos variables son cruciales para las operaciones de engorda, supliendo dietas de ganado con un β -adrenérgico agonista, como clorhidrato de ractopamina. Se ha demostrado que la eficacia de la alimentación se beneficia por repartir los alimentos hacia la síntesis de proteínas en lugar de la acumulación de grasa (Culp, et al., 2013).

El contenido de energía de la dieta es un determinante en cerdos y es el componente más caro de la dieta, con las fluctuaciones en los costos de energía, se han planteado interrogantes sobre los efectos de la eliminación de fuentes de alta y energía primaria a partir de la dieta y las reducciones de energía alimentaria adicionales con la adición de alimentos de baja energía, la ingesta de energía impulsa la deposición de grasa hasta alcanzar el pico y un aumento más en los resultados de la energía en la deposición de grasa (Hinson, et al., 2011).

En la producción porcina moderna, las prácticas nutricionales y la formulación con dietas compuestas cada vez son más precisas y económicas, aunque el encarecimiento de la materia prima y su escasez, obliga cada vez más a tener una mayor eficiencia productiva, mediante el mejoramiento genético y la aplicación de mejores prácticas de manejo y alimentación (Herrera, 2012).

Los alimentos que consumen los cerdos representan, por lo general, más de las tres cuartas partes del costo total de la producción de carne, y a menudo ascienden al 85 por ciento de los costos cuando el precio de los piensos ha subido. Por consiguiente, es muy importante que se haga el mejor aprovechamiento posible de los piensos y que se alimente adecuadamente a los cerdos, si es que se quiere sacar un beneficio razonable de la producción de carne de puerco (Juergenson, 1977).

Las raciones y su suministro dependen de las necesidades nutritivas de cada animal, según su etapa de crecimiento y su ciclo de producción. Respecto a la energía, una deficiencia de ésta disminuye la conversión alimenticia y retarda el crecimiento. En cambio, un exceso de energía produce demasiada grasa en la canal de los animales de engorda. La cantidad de alimento consumido por los cerdos en crecimiento y alimentados está controlada principalmente por el contenido energético de la dieta (Herrera, 2012).

Respecto de las proteínas es necesario considerar no solo la cantidad, sino también la calidad de éstas. La calidad de las proteínas depende principalmente del número de aminoácidos esenciales y de la cantidad de cada uno de éstos, presentes en el alimento. Una deficiencia de proteínas, en cantidad o en calidad, causa problemas de apetito, crecimiento, anomalías en el pelo y la piel, particularmente en los animales jóvenes (Koeslag, 1989).

Requerimientos nutricionales.

Debido a la evolución de las líneas genéticas porcinas, a la mejora en la calidad y oferta de nuevos ingredientes, así como a los estados sanitarios en los diversos sistemas de producción, los requerimientos nutricionales de los cerdos se han modificado. Por ello, el especialista en nutrición y alimentación porcina debe ser sensible a la utilización y combinación de la información que ofrecen organismos como el National Research Council (NRC, 1998), l'nstitut National de la Recherche Agronomique (INRA, 1984), Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA, 2006) y el National Swine Nutrition Guide (NSNG, 2010). Estas fuentes de información cuentan con similitudes en los valores nutricionales, sin

embargo, también existen variaciones que no deben ser ignoradas por el profesional que realice la formulación de las dietas. En toda dieta debe observarse con atención a que tipo genético, edad, sexo, sistema de producción, ambiente, salud, consumo de alimento, época del año y metas de producción (ganancia de peso día-1, consumo de alimento día-1, conversión alimenticia, peso de la camada al nacimiento y al destete, días a mercado, grasa dorsal, desarrollo de cortes finos en la canal) va dirigida, sin olvidar que está directamente relacionada con el nivel nutritivo (requerimientos) utilizado, y la calidad los ingredientes. Asimismo, al realizarse el balanceo de la dieta el nutriólogo considerara un margen de seguridad adicionado al nivel de nutrientes elegido, para garantizar que la dieta apoye el logro de las metas productivas planteadas previamente. Sin embargo, para no producir un efecto adverso en la salud y producción de los animales, el valor nutritivo máximo y mínimo debe ser conocido. (García-Contreras *et al*, 2012).

Un nuevo reto impuesto a la producción porcina es la reciente prohibición del uso de promotores de crecimiento, que afecta a los lechones hasta 20 kg en los siguientes aspectos:

- Precisa de un diseño más cuidadoso de los piensos.
- El manejo, y especialmente la sanidad, van a aumentar su importancia precisándose de una higiene más adecuada.
- Existe incertidumbre si esta medida disminuirá o no el uso total de antibióticos en los piensos. Probablemente, el uso global de antibióticos como terapéutico aumente en una primera fase para irse reduciendo de forma paulatina según los ganaderos ajusten el manejo a las nuevas condiciones de producción.
- Incremento de la oferta de productos alternativos de carácter no antibiótico por parte de la industria, lo que va a crear cierta confusión en el productor.

Otro factor a considerar es el manejo y la alimentación de la cerda en lactación, ya que el peso inicial de la camada tiene una repercusión notable en los parámetros productivos de la fase de transición (Mahan *et al*, 1991). Este hecho tendrá más importancia en el futuro, ya que con la disminución del uso de promotores en el

pienso, la edad de destete se retrasará y el manejo de la alimentación de las madres será clave tanto para los rendimientos de la camada, como para la productividad en ciclos subsiguientes. (Medel *et al*, 1998).

Los ingredientes suelen variar en el contenido de nutrientes, dependiendo de la fuente (vegetal, animal o industrial), procesamiento al que son sometidos, nivel de inocuidad, etapa fisiológica y productiva en la que es utilizada, tamaño de partícula o la combinación entre ellos (García, *et al*, 2012).

Dependiendo del contenido de nutrientes, los ingredientes pueden ser clasificados en Proteínicos, Energéticos, Fibrosos, Vitamínicos, Minerales, Aditivos y Suplementos. Los que contienen proteínas se agrupan ya sea como proteínas completas o incompletas. Las proteínas completas contienen los nueve aminoácidos esenciales y se encuentran en ingredientes de origen animal. Sin embargo, la Pasta de Soya es la única proteína vegetal considerada como proteína completa. En tanto que las proteínas incompletas carecen de uno o más de los aminoácidos esenciales y siempre están asociadas a las fuentes vegetales

Proteínas

Las proteínas vegetales se pueden combinar para suministrar todos los aminoácidos esenciales y formar una proteína completa (García, *et al*, 2012).

Energía

La energía no es técnicamente un nutriente, pero es liberado por las fuentes alimenticias que contienen carbohidratos y grasas (lípidos). La principal fuente de energía alimentaria para el cerdo son los carbohidratos (es decir, almidón), que constituye a los cereales o sus productos derivados (García, *et al*, 2012).

Grasas

Las grasas o lípidos, se definen químicamente como sustancias orgánicas insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos. Los lípidos incluyen distintos compuestos que tienen en común contar con ácidos grasos en su estructura. Incluyen productos tales como triglicéridos o grasas neutras (molécula

formada por tres ácidos grasos unidos mediante un enlace éster a glicerol), lípidos estructurales (lecitinas en las cuales uno de los ácidos grasos es sustituido por un grupo fosfórico), ceras (ésteres de alcoholes de cadena larga de origen vegetal), ácidos grasos libres (procedentes de los procesos de refinado de la industria de aceites comestibles y otras) y jabones cálcicos (molécula sin glicerol y con ácidos grasos saponificados por el ión calcio). Las grasas de origen animal están consideradas dentro de las grasas poliinsaturadas (origen marino), grasas insaturadas (grasa de aves), moderadamente insaturadas (manteca porcino), saturadas (sebo vacuno) y mezclas de todas las anteriores. Otro grupo es el formado por subproductos de diversas industrias cuya materia prima original es la grasa. En este grupo están las oleínas (residuos del refinado de las grasas comestibles), Lecitinas (gomos de los procesos de refinado industrial), grasas de freiduría (resultantes del reciclado de grasas comestibles), subproductos industriales y destilados procedentes de la industria del glicerol y otros (NRC, 1994/Mateos et al, 1995/Mateos et al, 1996).

Fibras

Las fuentes de fibra cruda contienen celulosa, lignina y otros carbohidratos complejos que los cerdos digieren de forma limitada, sin embargo son utilizados frecuentemente en las dietas de los reproductores (García, et al, 2012).

Minerales

Las fuentes minerales se pueden dividir según la cantidad nutritiva necesaria en el organismo, para las funciones fisiológicas. Estas se relacionan con la cantidad que un ingrediente aporta a la dieta:

- **Macrominerales.** Constituidos principalmente por cloro (Cl), sodio (Na) calcio (Ca), fósforo (P), y a veces magnesio (Mg) y azufre (S). Casi todos los alimentos, con excepción de las grasas, contienen cantidades limitadas de estos minerales.
- **Microminerales.** Son requeridos en cantidades muy pequeñas y usualmente son incluidos como premezcla (corrector) en la dieta.

El valor de una fuente mineral está en función de la fracción o parte del compuesto mineral que es aprovechado por el animal (biodisponibilidad). Existen marcadas diferencias en la biodisponibilidad de un mineral, dependiendo de la forma química con la cual es aportado (Ejem: Oxido, Sulfato, Carbonato, Lisinato o Metionato) (Garcia, et al, 2012).

Aditivos

Las sustancias aditivas se incluyen directa e intencionadamente al alimento, premezclas vitamínico-minerales y al agua de bebida durante su elaboración. Los aditivos pueden tener o no valor nutritivo, pero el propósito de su uso es tecnológico (fase de elaboración, envase, transporte o almacenamiento), de salud e inocuidad, medioambiental y de bienestar animal. Con ellos se incide en características tales como: Aroma, color o sabor; estabilidad, conservación, precio y presentación. Sin olvidar su efecto en las necesidades alimenticias del cerdo y su efecto directo sobre la producción animal (Garcia, et al, 2012).

Suplementos alimenticios

Los suplementos alimenticios, son un grupo de productos que existen en el mercado con la finalidad de incrementar el consumo voluntario total, complementarlo o reemplazar alguno. Se pueden presentar en forma farmacéutica y alimentaria (Garcia, et al, 2012).

Dieta y salud intestinal

Los cerdos no tienen necesidades específicas de carbohidratos en sus dietas. Por tanto, los piensos no se formulan habitualmente con restricciones para el contenido en carbohidratos, con la excepción de un mínimo de lactosa en dietas de lechones para facilitar una transición suave desde el consumo de leche de cerda rica en lactosa a un pienso elaborado a base de carbohidratos vegetales. En cerdos en crecimiento, algunos nutricionistas proponen incluir en la fórmula un mínimo de almidón. Considerando la necesidad de reducir el uso de antibióticos, conocer las interacciones entre patógenos y componentes de la dieta tiene un papel relevante. Esto podría conducir al uso de dietas especialmente diseñadas,

libres de agentes antimicrobianos, en granjas con una alta incidencia de enfermedades. Se han publicado revisiones recientes para entender el impacto de sustancias naturales purificadas sobre, por ejemplo, la modulación del sistema inmune, y los efectos antimicrobianos de los aceites etéricos. (Van Hees, 2012).

Los estudios que se han hecho sobre la nutrición de cerdos locales o criollos se han encaminado a determinar la habilidad que pueden tener estos genotipos para digerir en mayor o menor grado los alimentos fibrosos, los cuales son abundantes y de bajo costo. Este tipo de experimento se ha ejecutado en distintos países latinoamericanos, como México y en Cuba. Esta tendencia se ha apoyado en el hecho de que en condiciones de alimentación extensiva o de traspatio, los cerdos han sido criados generación tras generación, con una gran variedad de forrajes y vegetales ricos en fibra, además de los desperdicios o sobrantes de la alimentación humana. Existe evidencia experimental de que en el cerdo, el tracto gastrointestinal se hace más pesado y voluminoso cuando ingiere alimentos ricos en fibra (Ly 2008), lo que se considera un reflejo de una mayor actividad bacteriana, característica de la degradación de la pared celular vegetal. Esto parece ser así en cerdos chinos de la raza MMeisha, en el cerdo salvaje europeo, pero no en cerdos criollos cubanos. (J. Ly, 2008).

Consumo de alimento por etapa

Los cerdos en sus distintas etapas productivas consumen voluntariamente alimento fresco, con sabor y aroma agradable. Este alimento es suministrado por sistemas como el de *ad libitum* y el restringido.

En las áreas de gestación, maternidad y sementales el suministro de alimento debe ser restringido para evitar una condición corporal inadecuada previniendo que se presente obesidad o adelgazamiento de los animales ya que objetivo es mantener a los animales sanos, productivos y eficazmente adecuados (condición corporal <CC> nivel 3) para obtener tener una CC3, es necesario suministrar un alimento con niveles nutricionales acordes a la genética, clima y etapa reproductiva (García, et al, 2012).

Formulación básica de la dieta

El objetivo de formular una dieta es combinar diferentes ingredientes, de manera tal que esa combinación cubra las necesidades nutricionales de los cerdos y contribuya a la rentabilidad de la empresa. Una dieta debe contener los nutrientes necesarios en las cantidades y proporciones correctas para alimentar a los cerdos adecuadamente, considerando la etapa fisiológica, peso, edad, sexo, potencial genético y estado de salud, época del año y limitantes legales. La formulación debe ser flexible para adaptarse a los precios de las materias primas y a las condiciones comerciales de la zona, manteniendo el equilibrio nutritivo y de inocuidad, atendiendo la regulación y normativas por parte de la autoridad sanitaria. Del mismo modo, en la formulación se deben considerar el tipo y estado físico de los ingredientes, la inocuidad de los mismos, cantidad de nutrientes y su biodisponibilidad.

De forma práctica los ingredientes de una dieta se pueden clasificar en:

- Macroingredientes con ingreso variable. Se incluyen como ejemplo, las fuentes energéticas a base de cereales, siendo los más utilizados el maíz, sorgo, trigo, en tanto las fuentes proteínicas y minerales incluyen a la pasta de soya, carbonato de calcio, fosfato dicálcico.
- Macroingredientes con uso limitado. Se encuentran la melaza, aceites y grasas. Estos productos suelen ser incluidos a intervalos de inclusión predeterminados, al igual que las fuentes fibrosas como los salvados y tercillas, y en su caso sustituto y suero de leche, el nivel fijado depende de la utilidad fisiológica y coste del ingrediente.
- Miriingredientes con valores físicos y limitados. Incluyen las premezclas vitamínicas y minerales, sal, aminoácidos sintéticos, antioxidantes, saborizantes, y todos aquellos productos que no excedan en su conjunto de 12-20% de la dieta, por lo tanto, estos ingredientes están limitados en su uso e inclusión en la dieta, lo que permite fijarlos desde el inicio de la formulación.

Es importante señalar que antes de iniciar la formulación de la dieta, se debe balancear la premezcla mineral y vitamínica por etapa productiva, edad y peso. En la premezclas no se incluye cloro (Cl), sodio (Na), calcio (Ca), fósforo (P) y colina. Es recomendable que en la formulación se utilice una base de aminoácidos y no utilizar únicamente el valor de la proteína cruda. También se puede realizar la formulación en base a la digestibilidad aparente o digestibilidad ideal real de los aminoácidos como la lisina y metionina. Sin embargo. La lisina es considerado como un elemento más limitante en la dieta de los cerdos y sus valores es un indicador del equilibrio de la dieta.

Característica		Consideraciones	Desventajas
Tamaño de partícula	>650 y <750 micrones	Mejora digestibilidad, reduce la excreción de nutrientes no digeridos. Mejora el mezclado	Úlceras de esófago y estómago, aumento de polvo,
Forma física	Pellet	Mejora conversión alimenticia, disminución de desperdicio, aumenta digestibilidad, control de polvo, menor segregación de ingredientes	Coste, pérdida de vitaminas, quelatación de minerales, distinto tamaño de pellet
	Harina	Económico, uso en todas las etapas, no hay riesgo de afectación por temperatura	Baja fluidez en comederos, tolvas. Mayor contaminación y pérdidas por desperdicio, segregación de ingredientes
Tiempos de mezclado	Según dieta y equipo	Homogeneidad de la dieta	Segregación de ingredientes
Almacenamiento	Sacos, Tolvas	Evita contaminación por roedores, pájaros, perros. Menor oxidación, rancidez, transporte específico	Inversión, mayor espacio, instalaciones y equipos

Ilustración 8 Cuadro de aspectos importantes en la elaboración de una dieta (García, et al, 2012).

Métodos de formulación

Existen diversos métodos para calcular la cantidad de cada ingrediente que se incluirá en la dieta, una vez que se ha decidido qué tipo de producto se desea producir. De ellos se da cuenta a continuación:

- Método al tanteo. Es el más simple y lento de todos. Lo que se requiere para balancear una dieta después de tener la información de los ingredientes a utilizar, así como los requerimientos de los animales a los

que irá destinado, es un papel, un lápiz y conocimientos básicos de aritmética. Este método, está sujeto a la utilización de pocos ingredientes y nutrientes. Sin embargo, cuando se utilizan hojas de cálculo, este método es bastante práctico, permitiendo balancear con 10 - 15 ingredientes y ajustar a seis nutrientes.

- Método del Cuadrado de Pearson. Permite mezclar dos ingredientes o más que tienen concentraciones nutricionales diferentes para obtener como resultado una mezcla que tiene la concentración deseada (proteína, energía).
- Ecuaciones simultáneas. Este método emplea el álgebra para calcular formulas, planteándose sistemas de ecuaciones lineales representando mediante variables a los ingredientes, cuya solución matemática constituye la ración balanceada. No obstante, cuando existe un número importante de ingredientes disponibles y los precios de los insumos es cambiante, es necesario acudir a métodos más complejos, es así que se ha utilizado la programación lineal para la formulación de raciones por mínimos costes, mediante programas computacionales.

Programación lineal, raciones de mínimo coste. Las dietas de mínimo coste están balanceadas con respecto a su adecuado nivel nutricional, empleando las fuentes disponibles más económicas y satisfactorias para proporcionar los diversos nutrientes críticos en las cantidades que se requieren.

Calidad del alimento y posibles contaminantes

Una vez cumplida la formulación de una dieta, el siguiente paso es asegurarse que ésta sea elaborada bajo condiciones que garanticen la forma física, inocuidad, y que no elimine o deteriore la calidad nutritiva de la dieta. Por ello, hay que cuidar aspectos en su elaboración. La contaminación de la dieta es factible que se produzca debido a la falta de cuidado en el control de calidad de los ingredientes durante su recepción, o fallos en el almacenamiento, mezclado y distribución. Se debe descartar la compra de aquellos alimentos o ingredientes que hayan estado en contacto con elementos de otras granjas. Parte importante de la contaminación

está relacionada con la presencia de insectos, roedores y animales domésticos o salvajes, los cuales se agudizan cuando el almacén y equipo es débilmente limpiado o desinfectado. La contaminación de la dieta por la presencia de hongos y mohos constituye un problema higiénico-sanitario a nivel mundial, algunos poseen la capacidad de sintetizar toxinas, las cuales son sustancias químicas, altamente peligrosas para la salud humana y animal. Un ejemplo de estas sustancias tóxicas son las micotoxinas. El impacto directo de estas sustancias afecta el desarrollo normal de los cerdos, además de incluir baja fertilidad en las hembras, prolapsos, mortalidad embrionaria, disminución del tamaño de camada, baja calidad seminal, disminución del consumo de alimento, entre otras características. (García-Contreras *et al*, 2012).

Consumo del alimento

El consumo voluntario es probablemente el factor más importante desde el punto de vista de la productividad pecuaria; en términos generales se busca que el animal consuma más alimento, factores dietéticos, como palatabilidad, disponibilidad de pienso (a voluntad o dietas restringidas), deficiencia o exceso de algún nutriente concreto, densidad de energía, presencia de aditivos y disponibilidad de agua; la producción, diseño y localización de comederos se traduce a individuos sanos, número de cerdos por corral y espacio disponible para cada uno de ellos (Roldan, 2006).

En forma complementaria, los cálculos de conversión y de eficiencia alimenticia, así como los costos de producción, expresan la relación de los parámetros mencionados con el consumo, es decir, se espera que los animales aumenten al máximo su producción con el mínimo alimento consumido, al menor costo posible. Visto en otra forma, el comportamiento animal es el resultado del consumo de alimento, concentración energética, digestibilidad y metabolismo (Shimada, 2003).

El consumo voluntario del pienso se encuentra bajo la influencia de diversos factores: fisiológicos, incluida la genética, mecanismos nerviosos y hormonales y factores sensoriales (olor y sabor); factores medio ambientales, como temperatura, humedad, corrientes de aire (Roldan, 2006).

Conducta alimenticia

Una peculiaridad del cerdo es su hábito de hozar. El hocico es su principal órgano táctil, asociado con el olfato, que es también el más importante de sus sentidos. Los cerdos son omnívoros y hozan el suelo en busca de raíces, gusanos y larvas de insectos que ingieren junto a una enorme gama de otros alimentos, incluidos los forrajes. Sus patrones de consumo están influidos por el sistema de crianza a que estén sometidos. Algunos componentes y su proporción en la dieta influyen considerablemente en el consumo. La adición de levaduras y harina de pescado incrementa la aceptación del alimento, mientras la harina de carne provoca el efecto contrario. La aceptación del trigo es superior a otros cereales como maíz, avena, cebada y centeno. El contenido de fibra en la dieta es muy importante, así el descascarado de los cereales incrementa su palatabilidad y la inclusión de grandes cantidades de harina de forraje la deprime (Lagrega, et al., 1999).

Para disminuir la cantidad de tejido graso en la canal porcina es necesario manipular la genética del animal, lo cual es una estrategia a mediano y largo plazo, alternativamente, se pueden hacer modificaciones en el programa nutricional utilizando aditivos y/o ingredientes que promuevan una mayor deposición de tejido magro y una menor acumulación de grasa (Lindemann, et al., 1995).

En la actualidad, nuestros sistemas de producción tienen como principal objetivo obtener cerdos con un peso de sacrificio de aproximadamente 100 kg. Para alcanzar estos valores es necesario el suministro de una alimentación con una relación óptima de energía-proteína además de emplear animales con un potencial genético probado, en el que se encuentran consumos de alimento por día que van desde los 2.35 hasta los 2.85 kg/día, lo que pone de manifiesto la variabilidad que puede haber aún bajo condiciones similares de manejo y alimentación y que se traduce en consumos totales que se reflejan en conversiones alimenticias desde 2.6 a 3.3 (Herrera, 2012).

Si se les ofrece manualmente un alimento concentrado el consumo puede ocupar solo unos 10-20 minutos diariamente y si la alimentación es a voluntad, el tiempo

de comida se prolonga. Los cerdos alojados en grupos se estimulan recíprocamente en la ingestión de alimentos, por lo que si se crían juntos el consumo es mayor que cuando están aislados, conducta que tiene importancia durante el engorde (Hernandez, et al., 2004).

Consumo de agua

Entre los factores que determinan el consumo de agua se encuentran el peso vivo, el estado fisiológico y de salud, el clima y el tipo de alimento ofrecido. La frecuencia de bebida es diferente si los cerdos se alimentan a voluntad o restringidamente. En el primer caso alternan la ingestión de alimento y de agua hasta quedar satisfechos, en el segundo caso comen hasta agotar el alimento y beben el agua posteriormente. Ante una escasez de agua los cerdos reducen sensiblemente el consumo de alimentos secos y por ende se retrasa su crecimiento (LAGRECA et al., 1999).

El agua es el nutriente más importante y el más económico. Constituye alrededor del 80% del cuerpo del cerdo en el nacimiento y el 50% a mercado. Un cerdo alojado en condiciones termo-neutrales consumen entre 4.4 a 6.5 litros de agua por cada Kg de alimento seco consumido. Animales sometidos a estrés por calor aumentan entre un 15 a 75% el consumo de agua. Durante la lactancia, este consumo se incrementa de 9 a 11 L de agua por cada 2.5 Kg de alimento.

Lechones destetados	2-4 Litros
Lechones en crecimiento	4-6 Litros
Cerdos en crecimiento	6-8 Litros
Cerdos en finalización	8-10 Litros

Ilustración 9 Cuadro: Consumo de agua en etapas de crecimiento (Koeslag, 1989).

Estado Fisiológico	Consumo de agua (día animal ⁻¹) Litros
Cerda lactante y su camada	30.4
Lechones lactando	3.8
Cerdos en crecimiento	11.4
Cerdos en finalización	15.2
Cerdas gestantes	22.8
Verraco	30.4

Ilustración 10 Cuadro de estimación de consumo de agua por estado fisiológico (García, et al, 2012).

Minerales mg L ⁻¹	Valores aceptables	Otros contaminantes	Valores aceptables
Calcio	0-1000	Total de sólidos disueltos (TDS)	0-3000 ppm
Aluminio	5.0*	Nitratos	0-100 ppm
Arsénico	0.5**	Nitritos	0-10 ppm
Berilio	0.1	Sulfatos	0-1000 ppm
Boro	5.0	pH	6-8
Cadmio	0.02		
Cromo	1.0		
Cobalto	1.0	Microbiológicos	
Cobre	5.0	Cuenta bacteriana total (UFC)	0-1000 mL ⁻¹
Flúor	2.0*	Coliformes (UFC)	0-50 mL ⁻¹
Plomo	0.1	Escherichia coli (UFC)	0 /100 ml
Mercurio	0.003	Enterococcus spp (UFC)	0 /100 ml
Molibdeno	0.5	Clostridium perfringens (UFC)	0 /100 ml
Níquel	1.0		
Selenio	0.05		
Uranio	0.01		
Zinc	50.0		

Ilustración 11 Cuadro de calidad del agua para consume en cerdos (García, et al, 2012).

Asimismo, las cantidades de agua que necesitan los cerdos pueden variar según:

- Relación edad y peso.
- Condiciones climáticas: temperatura ambiente y humedad relativa. El consumo de agua aumenta con la temperatura.
- Fase del ciclo productivo. Aumento de necesidades de agua en los días posteriores al destete.
- Estado sanitario. Ciertas patologías pueden reducir hasta 30% el consumo de agua, y otras aumentarlo (diarreas de lechones jóvenes).
- Composición de la dieta. Dietas con altos niveles en sodio y proteína aumentan el consumo de agua.

- Presentación de la dieta: harina, granulado o en líquido.
- Calidad del agua de bebida tanto físico química como microbiológica
- Temperatura del agua de bebida.

Para que el agua llegue en cantidad suficiente a los animales, la tasa de flujo debe ser de 1.12 L min⁻¹, y es necesario contar con instalaciones adecuadas en capacidad, durables, con facilidad de limpieza y mantenimiento, que no eliminen o acumulen elementos contaminantes (García, et al, 2012)

Promotores de crecimiento

Se define como promotor de crecimiento cualquier compuesto o mezcla de compuestos que influyen en la función metabólica del animal para incrementar la cantidad de proteína corporal. Los agentes anabólicos son una alternativa para acrecentar la producción, pues son hormonas que influyen en las funciones metabólicas del animal, mejorando el balance de nitrógeno en el organismo y por consiguiente, incrementando la producción de proteína en el mismo. Las más usadas en la ganadería son las hormonas gonadales (esteroides), masculinas (andrógenos); femeninas (estrógenos) y las que tienen actividad progestacional. Estos anabólicos, son compuestos que tiene la capacidad de retener nitrógeno, elemento indispensable para la síntesis proteica, además favorecen la eritropoyesis (formación de glóbulos rojos), la retención de calcio y fósforo, factores que contribuyen a un aumento del peso del animal (Bavera, et al., 2002).

Los anabólicos pueden ser de origen endógeno (naturales) o sintéticos. Varios compuestos agonistas β -adrenérgicos están experimentando el desarrollo comercial como agentes de redimensionamiento de la canal. Los aumentos significativos en la eficiencia de conversión del alimento, canal de contenido magro y disminución de la grasa de la canal se ha informado de forma consistente en todas las principales razas de carne de animales. El uso de estos compuestos está en consonancia con la demanda de los consumidores de carne más magra (Peters, 1989).

Suplementos y promotores de crecimiento que contienen las hormonas esteroides se administran de forma rutinaria para el ganado vacuno para mejorar la eficiencia de la alimentación, reducir los problemas de comportamiento, y mejorar la producción (Bartelt-hunt, et al., 2012).

Hormonas naturales

Las hormonas naturales incluyen el estradiol, la testosterona, la progesterona, la somatotropina y los factores liberadores de esta última. En este mismo grupo se encuentran los agonistas β -adrenérgicos, como la epinefrina y norepinefrina, secretadas por la médula adrenal y las terminaciones nerviosas simpáticas. Su mecanismo de acción consiste en aumentar la ganancia de peso y la retención de nitrógeno (Bavera, et al., 2002). Las sustancias hormonales y antibióticos promotores del crecimiento se utilizan legalmente e ilegalmente en los animales para la promoción del crecimiento de los animales de la ganadería de producción de alimentos. Las sustancias hormonales son objeto de debate en términos de sus impactos en la salud humana como el 17 β -estradiol, progesterona, testosterona, zeranol, trenbolone y acetato de melengestrol (Jeong, et al., 2010).

Anabólicos esteroidales sintéticos

Los anabólicos sintéticos incluyen el grupo de los estilbénicos (dietilestilbestrol y dienestrol) y los no estilbénicos (menengestrol, zeranol y trembolona) y los β -adrenérgicos (clenbuterol, cimaterol y fenoterol) (BAVERA et al., 2002). Por lo general son más potentes, se necesitan dosis menores de ellos y generan menos efectos negativos en el comportamiento. Se metabolizan y desactivan con rapidez, principalmente en el hígado y siguen un ciclo entero hepático (Sumano y ocampo, 2006).

Inmunidad y aminoácidos

La inmunidad nutricional es un nuevo campo de investigación que ha evolucionado rápidamente. Estudia los mecanismos básicos de inmunomodulación y su interacción con los nutrientes (Hontecillas et al., 2002). En la práctica comercial en ganado porcino es frecuente la estimulación crónica del sistema inmune debida a

niveles subclínicos de enfermedad, incluso en granjas con una aparentemente buena condición sanitaria. Esto puede tener una gran influencia sobre los rendimientos (hasta un 25%). (Van Hees, 2012).

BIOTECAP

Programa de alimentación para cerdos en ciclo completo.

Consiste en un programa de alimentación basado en cuatro núcleos para la fase de engorda y un núcleo para reproductoras (gestación y lactancia).

Producto	Etapa Fisiológica	Dosis
	15 a 30kg de peso vivo	25kg/ton
	30 a 50kg de peso vivo	
	50 a 80kg de peso vivo	
 Contiene Ractopamina	De 80kg al sacrificio	

Ilustración 12 Programa de alimentación BIOTECAP

Todos los productos contienen micro minerales orgánicos de alta biodisponibilidad que aseguran un mejor aprovechamiento y retención en tejidos para una mejor respuesta tanto productiva como reproductiva, macrominerales, aminoácidos esenciales, vitaminas, enzimas digestivas y levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*).

NC NUCLEO CERDO Iniciador		NC NUCLEO CERDO Desarrollo		NC NUCLEO CERDO Engorda		NC NUCLEO CERDO Finalización	
NÚCLEO INICIADOR 15 – 30kg PV		NÚCLEO DESARROLLO 30 – 50 kg PV		NÚCLEO ENGORDA 50 – 80kg PV		NÚCLEO FINALIZACIÓN** 80kg al sacrificio	
Ingrediente	kg/Tonelada	Ingrediente	kg/Tonelada	Ingrediente	kg/Tonelada	Ingrediente	kg/Tonelada
Sorgo Molido	660.0 675.0	Sorgo Molido	700.0 715.0	Sorgo Molido	725.0 745.0	Sorgo Molido	675.0 695.0
Pasta de Soya	265.0 290.0	Pasta de Soya	215.0 250.0	Pasta de Soya	155.0 220.0	Pasta de Soya	195.0 265.0
Pasta de Canola	35.0 -----	Pasta de Canola	50.0 -----	Pasta de Canola	85.0 -----	Pasta de Canola	90.0 -----
Sebo o Aceite	15.0 10.0	Sebo o Aceite	10.0 10.0	Sebo o Aceite	10.0 10.0	Sebo o Aceite	15.0 15.0
Núcleo Cerdo Iniciador	25.0 25.0	Núcleo Cerdo Desarrollo	25.0 25.0	Núcleo Cerdo Engorda	25.0 25.0	Núcleo Cerdo Finalización	25.0 25.0
Total	1000 1000	Total	1000 1000	Total	1000 1000	Total	1000 1000
APORTE NUTRICIONAL CALCULADO		APORTE NUTRICIONAL CALCULADO		APORTE NUTRICIONAL CALCULADO		APORTE NUTRICIONAL CALCULADO	
E. Metabolizante (Mcal/kg)	3.266 3.252	E. Metabolizante (Mcal/kg)	3.245 3.264	E. Metabolizante (Mcal/kg)	3.243 3.273	E. Metabolizante (Mcal/kg)	3.255 3.286
Proteína Cruda %	19.06 19.06	Proteína Cruda %	17.71 17.61	Proteína Cruda %	16.50 16.53	Proteína Cruda %	18.02 18.11
Calcio %	0.600 0.590	Calcio %	0.570 0.550	Calcio %	0.630 0.600	Calcio %	0.630 0.600
Fósforo %	0.510 0.500	Fósforo %	0.500 0.480	Fósforo %	0.510 0.470	Fósforo %	0.520 0.470
<p>Contiene microminerales orgánicos de alta biodisponibilidad, que favorecen su aprovechamiento y retención en tejidos para una mejor respuesta productiva. Está adicionado con probiótico, Oligosacáridos: mananos y β-glucanos y enzima Fitasa, para estimular mayor salud del tracto digestivo y aprovechamiento de los nutrientes de la dieta.</p>				<p>Contiene Cultivo de Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>), Cromo orgánico y Fitasa, que aportan nutrilitos y paredes celulares para mayor digestibilidad de la dieta y consumo de alimento por animal al día induciendo el metabolismo animal a generar una mejor calidad de la canal y reducir la acumulación de grasa.</p>		<p>**Contiene 7.5ppm de Ractopamina</p> <p>Está adicionado con Cromo orgánico y Clorhidrato de Ractopamina generando una sinergia para un mejor acabado de los animales y una mayor calidad de canal, con una menor acumulación de grasa.</p>	

Ilustración 13 Información nutricional de núcleos BIOTECAP

MARCO METODOLOGICO

El presente estudio se realizo en las instalaciones de la "Granja Núñez" ubicada en el municipio de Julimes Chihuahua (28°25'17.8"N 105°25'00.5"W).

La población estudiada la conformaron treinta lechones destetados de los cuales se formaron 3 grupos de 10 lechones.

El grupo 1 denominado GT1 se suplemento con el producto BIOTECAP, el grupo 2 denominado GT2 se suplemento con el producto SABAMEX y el grupo 3 se denomino como grupo control (GC), mismo que continuo con la dieta utilizada en la granja.

El pesaje de los animales se llevo a cabo a los 30, 60, 90, 120, y 135 días de engorda (Tabla 2).

	GT1	GT2	GC
PROMEDIO DEL PESO INICIAL (Kg)	6.2	6.3	6.27

Ilustración 14 Tabla 1. Promedio del peso inicial de los grupos.

PROMEDIOS	GT 1	GT 2	GC
Peso inicial	6.2	6.3	6.27
Peso 30 días	18.31	17.46	16.35
Peso 60 días	39.65	34.45	30.35
Peso 90 días	66.09	58	51.45
Peso 120 días	94.41	82.75	75.96
Peso 135 días	109.52	96.63	88.1

Ilustración 15 Tabla 2. Promedios de peso de los grupos.

RESULTADOS

La ganancia de peso mayor la obtuvo el grupo 1 suplementado con el producto BIOTECAP, desde el primer control de pesaje a los 30 días, hasta el final a los 135 días. En la Tabla 3. podemos corroborar el promedio de ganancia de peso diaria que se registro por medio del control de pesajes.

GANANCIA DIARIA			
PROMEDIOS	GT 1	GT 2	GC
Peso Inicial	0	0	0
Peso 30 días	0.403	0.372	0.336
Peso 60 días	0.711	0.566	0.466
Peso 90 días	0.881	0.785	0.7033
Peso 120 días	0.944	0.825	0.817
Peso 135 días	1.007	0.925	0.809

Ilustración 16 Tabla 3. Promedio de la ganancia de peso diaria.

La comparación de promedios de peso de cada grupo estudiado tuvo una diferencia aproximada de 1kg a los 30 días. A los 60 días se corroboró una diferencia mayor de promedios de peso, en los siguientes periodos de pesaje como se muestra en la grafica 1, el promedio de peso aumento de manera considerable alcanzando la mejor eficiencia con el suplemento del grupo 1 tratado con BIOTECAP.

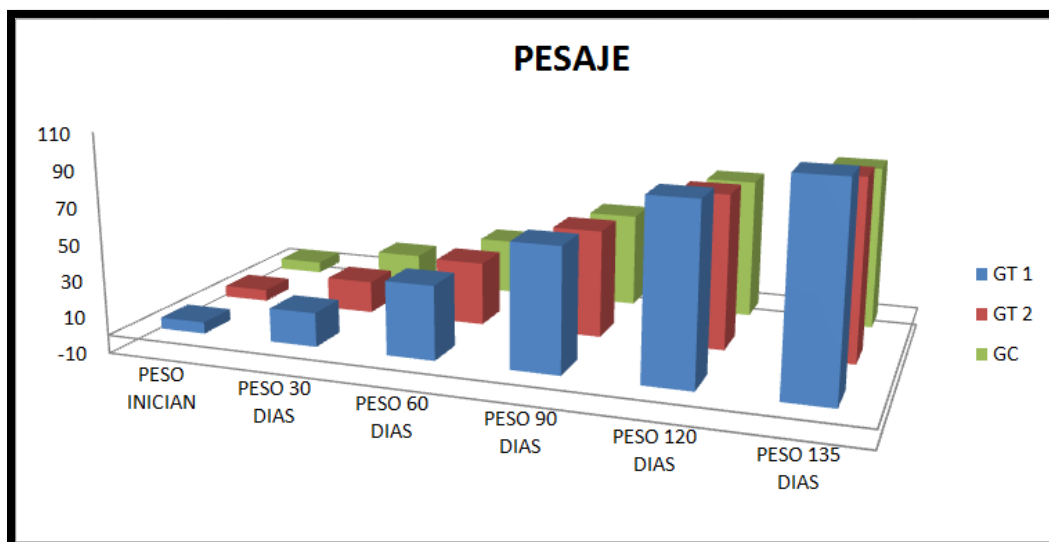


Ilustración 17 Grafica 1 Promedios de peso de los grupos.

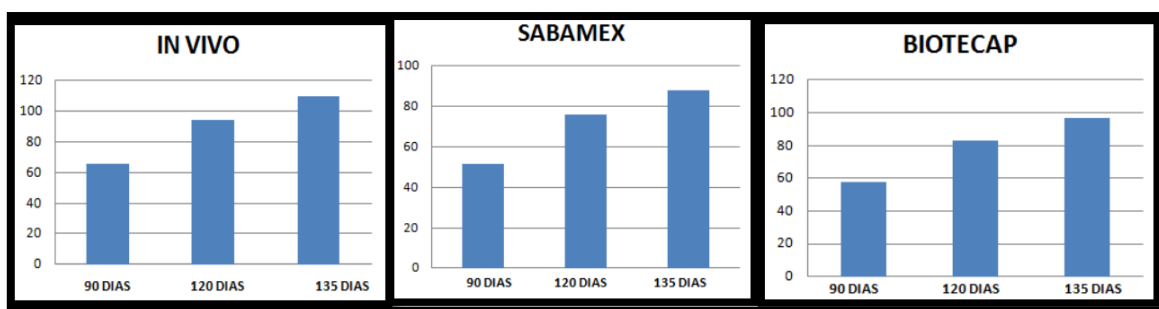


Ilustración 18 Grafica 2 Peso promedio de los grupos en los últimos 3 pesajes.

CONCLUSIONES

La prioridad se concentra en nutrientes de importancia económica, tales como aminoácidos, energía y minerales. Alternativamente, dietas ricas en fibra pueden utilizarse para incrementar la saciedad, reducir el comportamiento explorador y posiblemente también los vicios de comportamiento. El manejo adecuado de alimento y agua, puede mejorar el confort y rendimiento de los animales, disminuyendo el desperdicio y acumulación de residuos. Como conclusión práctica podemos añadir, que dada la estrecha relación entre la nutrición y la patología digestiva del lechón en sus diferentes fases productivas y ante la inminente restricción o prohibición de la mayoría de los agentes antimicrobianos comerciales utilizados en la alimentación de cerdos, se ha despertado un gran interés científico para comprobar la eficacia de distintos aditivos administrados al pienso con fines terapéuticos, capaces de sustituir sistemáticamente a los antidiarréicos y promotores del crecimiento prohibidos actualmente o en un futuro próximo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., Petryna, A. 2002. Promotores del crecimiento y modificadores del metabolismo. Cursos de Producción Bovina de Carne, FAV. UNRC. 1-4.
2. Coma, J., Piquer, J. 1999. Calidad de la carne en porcino: efecto de la nutrición. Avances de nutrición y alimentación animal.
3. Escamilla, L.A. 1979. El cerdo, su cría y explotación. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México DF. 7
4. FAO. (sf). Los cerdos locales en los sistemas tradicionales de producción. <http://www.fao.org/3/a-y2292s.pdf>
5. FEDNA, 2006. Necesidades nutricionales para ganado porcino. Normas FEDNA. Fundación Española para el desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España.
6. García, 2015. Diseño de un manual de buenas prácticas de manejo porcicola en la graja de agua tibia villa de san francisco, honduras. Tesis de licenciatura. Escuela agrícola panamericana. Zamorano. Honduras. 74.
7. García, C. A. C., de Loera, O. Y. G., Yague, A. P., Guevara, G. J. A., García, A. C. 2012. Alimentación practica del cerdo. Revista computense de ciencias veterinarias. 6 (1): 21-50.
8. García, C. A. C., De loera, Y. G., Yagüe, A. P., Guevara, G. J. A., García. A. C. 2012. Alimentación practica del cerdo. Revista computense de ciencias veterinarias. 6(1): 21-50.
9. Gutiérrez, K., Sangines, L., Perez, F., Martínez, L. 2001. Estudios del potencial de la planta acuática Lemna gibba en la alimentación de cerdos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 35, No. 4.
10. Hernandez, A. A., Avila, M., Cama, M. 2004. Formas de la conducta del cerdo doméstico (*Sus Domesticus*). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad Agraria de la Habana.

11. Herrera, R.N. 2012. Evaluación de una dieta para cerdos de Crecimiento – Engorda, Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana De San Nicolás de Hidalgo.
12. Hinson, R.B., Wiegand, B.R., Ritter, M.J., Alle, G.L. Carr, S.N. 2011. Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *J Anim Sci*, 89, 3572-3579.
13. Hontecillas, R., Wannemuehler, M.J., Zimmerman, D.R., Hutto, D.L., Wilson, J.H., Ahn, D.U. Y Bassaganya-Riera, J. 2002. *Journal of Nutrition* 132, 2019-2027.
14. INRA, 1984. L'alimentation des animaux monogastriques: pore, lapin, volailles. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France.
15. Instituto nacional tecnológico. 2017. Manejo productivo y reproductivo en porcinos y aves. Manual del protagonista. 5: 33-93.
16. Jeong, S.H., Kang, D., Lim, M.W., Kang, C.S., Sung, H.J. 2010 Risk assessment of growth hormones and antimicrobial residues in meat. *Toxicol Res*, 26, 301-313.
17. Juergeson, E. M. 1977. Producción porcina. Editorial México: Centro Regional de Ayuda Técnica. 97
18. Koeslag, J. H. 1989. Alimentación y consumo. Manuales para la educación agropecuaria Porcinos. México D.F. Editorial Trillas. 57-58.
19. Lagreca, L., Marotta, E., Muños L. A. 1999. Cerdo: fisiología del comportamiento. *Porci SEP*; ISSN: 11308451.
20. Lezcano Perdigon, P., Berto D., Bicudo, S., Curcelli, F., González, P., Valdivie, M. 2014. Yuca ensilada como fuente de energía para cerdos en crecimiento. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 18(3): 41-47.
21. Lindemann, M.D., Wood, C.M., Harper, A.F., Kornegay, E.T. y Anderso, R.A. 1995. Dietary chromium picolinate additions improve gain:feed and carcass characteristics in growing-finishing pigs and increase litter size in reproducing sows. *J Anim Sci*, 73: 457-465.

22. Ly, J. 2008. Una Aproximación A La Fisiología De La Digestión De Cerdos Criollos. Revista Computadorizada de Producción Porcina. Volumen 15 (número 1). P.12:23.
23. Mahan, D.C. Y Lepine, A.J. 1991. J. Anim. Sci. 69: 1370.
24. Mateos G.G., Rebollar P.G., Medel, P. 1996. Utilización de grasas y productos lipídicos en alimentación animal: grasas puras y mezclas. Memorias XII Curso de especialización FEDNA.
25. Mateos, G.G., Piquer, J., García, M. 1995. Utilización de grasas y subproductos lipídicos en avicultura. Memorias XIV Congreso Avicultura. Santiago de Chile. 42-50.
26. Medel, P., Latorre, M.A., Mateos, G.G. 1998. Nutrición Y Alimentación De Lechones Destetados Precozmente. Departamento de Producción Animal. Universidad Politécnica de Madrid.
27. NRC, 1994. National Research Council. Nutrient requirements of poultry. Washington, DC: National Academy Press.
28. NRC. 1998. National Research Council. Nutrient requirements of swine. 9th Edition, Washington, DC: National Academy Press.
29. NSNG. 2010. National Swine Nutrition Guide. Tables on nutrient recommendations, ingredient composition, and use rates. Pork center of excellence. Iowa State University. USA.
30. Pérez, E.R. 1999. Porcicultura intensiva y medio ambiente en México. Instituto de Investigaciones Económicas, Universidad Nacional Autónoma de México. (Online). Consultada el día de 07 de diciembre 2014 <http://www.fao.org/docrep/X1700T/x1700t03.htm#TopOfPage>
31. Peters, A.R. 1989 Beta-agonists as repartitioning agents: a review. Vet Rec, 124, 417-420.
32. Peters, A.R. 1989 Beta-agonists as repartitioning agents: a review. Vet Rec, 124, 417-420.
33. Riopérez, J. 2005. Nutrición y patología digestiva del lechón y del cerdo en crecimiento-cebo. Dpto. de Metabolismo y Nutrición. Instituto del Frío. CSIC.

34. Rodríguez, M. G., Rodríguez, C., Belkis, V., Amaló K. 2012. Costos de producción en explotaciones porcinas de ciclo completo en el Municipio Mara, estado de Zulia, Venezuela*. Revista venezolana de Gerencia (RVG). 17 (60):709-729.
35. Roldán, G., JUAN, C. 2006. Manual de Explotación y Reproducción en Porcinos. Editor Grupo Latino Ltda. 423.
36. Shimada, M.A. 2003. Nutrición Animal. Trillas. Distrito Federal de México, Pag. 39
37. Stephano A. 2012. Situación de la porcicultura mexicana. Los porcicultores y su entorno. No. 86 marzo 2012.
38. Sumano S.L., Ocampo L.F. 2006. Farmacología Veterinaria. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Mexico. 379.
39. Van Hees, Hubert. 2012. Avances Recientes En Nutrición De Cerdos En Crecimiento: Efectos Nutricionales Y Funcionales De Ingredientes Alimenticios Y Nutrientes. Nutreco R&D, Boxmeer, The Netherlands. Xxviii Curso De Especialización Fedna. P.249:268.
40. Grupo Biotecap. Programa de Alimentación para Cerdos en Ciclo Completo. <http://www.biotecap.com.mx/programas%20de%20nutricion/Programa%20de%20Alimentacion%20para%20Cerdos%20en%20Ciclo%20Completo.pdf> (Enero 2020).