

## NUEVA PORCICULTURA SOSTENIBLE.

		Fernando R. Feuchter A. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO Centro Regional Universitario del Noroeste feuchter57@yahoo.com W.WEBINARSAGROPECUARIOS.ORG
		 

### OBJETIVO.

Incrementar la rentabilidad económica financiera de la porcicultura con valores neutros de emisiones CO<sub>2</sub>e atmosféricas, en granjas ecológicamente sostenibles, mejorando los parámetros zootécnicos productivos del bienestar animal, en menoscabo de excretas y contaminantes ambientales, para satisfacción del consumidor mundial. Es una respuesta a las exigencias del consumidor mayoritario que tiene una formación urbana.

El largo encabezado de este artículo, ofrece la solución empírica buscada por el sector de la producción de carne de cerdo, para minimizar la contaminación que ocasiona la producción y oferta de alimentos nutritivos con alto valor proteínico (cárnico). El título es una invitación personal para que el lector busque información adicional actualizada para formar sus propias bases y pueda realmente enumerar y ordenar por separado las alternativas disponibles para avanzar en forma práctica a la solución de contaminantes ocasionados durante la producción de alimentos para consumo humano. Los pilares de la producción porcina son el ambiente, personal laboral, nutrición, salud, genética, sanidad, instalaciones, manejo, administración, organización, financiero, controles de aislamiento epidemiológico. Es un todo holístico que debe ser analizado en sus partes. El escrito es solo un bosquejo de su amplitud.

El Vaticano promueve en su LAUDATO SI una ecología circular integral donde los residuos no son desechos, tienen un valor reutilizable. Hay una necesidad social por una conversión ecológica, motivar las mentes a cuidar la vida y la creación. Es un enunciado moral, ético y antropocéntrico.

El presente artículo no ofrece citas bibliográficas de las referencias consultadas, ya que se invita a enlazar la página web [www.webinarsagropecuarios.org](http://www.webinarsagropecuarios.org), para ampliar las consultas y experiencias.

Para obtener actualizaciones e información extra. Dejo a la iniciativa particular de cada quien y del lector, para buscar la consulta adicional en las múltiples revistas de porcicultura, todas las novedades del sector. Estamos en la era del saber electrónico, del mundo interconectado.

En teoría si se puede, hay que hacerlo, implementarlo y dirigirlo en la realidad de la vida laboral de la producción porcina. El 5 de junio es el día Mundial del medio Ambiente.

Figura 1. Transitar de la granja rural a la modernidad y hacia la producción sostenible. ....	1
Figura 2. Componentes de la producción porcícola. ....	5
Figura 3. Mapa mundial de carne y transporte comercial de productos cárnicos. ....	7
Figura 4. Principales estados productores de cerdo en México y crianza de otras especies animales. 8	
Figura 5. Mercado exterior mexicano. ....	9
Figura 6. Interacción del uso de medicamentos en granja y su influencia con el consumidor.....	10
Figura 7. Instalación de granja, automatización tecnológica y calidad de la carne en rastro. ....	13
Figura 8. Unidades de producción porcícolas concentradas en China. ....	14
Figura 9. Tecnología aplicada para la reducción de excrementos y efluentes. ....	17
Figura 10. Aprovechamiento integral de las excretas porcinas y su aprovechamiento. ....	18
Figura 11. Reciclaje e incorporación circular de contaminantes con valor agregado. ....	19
Figura 12. Cero contaminaciones integrando la tecnología productiva. ....	20
Figura 13. La huella de carbono en la producción porcina puede ser cero. ....	20
Figura 14. Requerimientos nutricionales de vitamina D3 NRC y la genética hiperprolífica. ....	28
Figura 15. Flujo del mercado mundial de granos. ....	30
Figura 16. Mejoramiento genético de la raza Duroc y su marmoleo. ....	31
Figura 17. La huella ambiental de la producción de carne de cerdo y empleo de agua dulce. ....	33
Figura 18. Efluentes de agua porcina y sistemas de tratamiento y aprovechamiento. ....	34
Figura 19. Aprovechar efluentes contaminantes para la producción de biomasa y energía. ....	40
Figura 20. Ejemplifica la economía circular. ....	41
Figura 21. Especies y sus componentes químicos activos. ....	42
Figura 22. Integración de la información biológica para mejorar la producción. ....	44
Figura 23. Metabolismo de citrulina y arginina en cerdos. ....	48

Lista de Tablas.	Página.
Tabla 1. Parámetros productivos zootécnicos rentables deben ser óptimos:.....	6
Tabla 2. Producción mundial de cerdo.....	6
Tabla 3. Principales especies ganaderas en México.....	9
Tabla 4. Elaboración mundial de alimento balanceado y empleo de antibióticos.....	10
Tabla 5. Aditivos adicionales para reducir el uso de medicamentos.....	11
Tabla 6. Las empresas porcícolas mundiales con mayor pie de cría.....	16
Tabla 7. Índice genético de una granja comercial porcina.....	21
Tabla 8. Consumo en gramos de alimento.....	22
Tabla 9. Principales especies de hongos, su toxina característica y la fuente de origen.....	25
Tabla 10. Influencia directa del tamaño del grano molido y su eficiencia alimenticia.....	26
Tabla 11. Eficiencia alimenticia por cada especie animal doméstica.....	35
Tabla 12. Impacto de los contaminantes producidos en granja.....	35
Tabla 13. Kg de CO2 equivalentes por kilogramo de producto de producto cárnico final:.....	36
Tabla 14. Características químicas de las excretas porcinas.....	36
Tabla 15. Propiedades en miligramos por litro:.....	36
Tabla 16. Proteínas alternativas de origen animal.....	38
Tabla 17. Estructura química de las micotoxinas.....	39
Tabla 18. Análisis de la Universidad Estatal de Iowa muestra que por cada 100 gramos menos de peso al nacimiento:.....	48

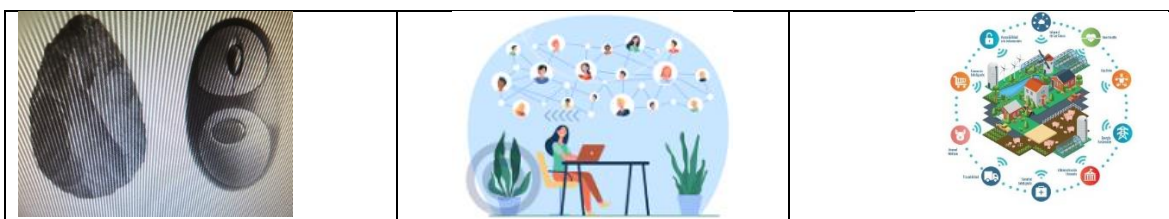
<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b><u>RESUMEN.</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b><u>ANTECEDENTES HISTORICOS.</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>TRANSICIÓN EN LA CRIANZA DE MARRANOS A PORCICULTORES.</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>IMPORTANCIA GLOBAL DEL MERCADO DE CARNE DE CERDO.</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b><u>EXIGENCIAS Y DEMANDAS DEL CONSUMIDOR.</u></b>	<b><u>10</u></b>
<b><u>MANEJO DEL ALIMENTO EN GESTACIÓN.</u></b>	<b><u>12</u></b>
<b><u>MANEJO DE EXCREMENTOS.</u></b>	<b><u>17</u></b>
<b><u>EVOLUCIÓN DE LOS ALIMENTOS Y ALIMENTACION PORCINA.</u></b>	<b><u>20</u></b>
<b><u>MICOTOXINAS IMPORTANTES.</u></b>	<b><u>25</u></b>
<b><u>ADITIVOS, ENZIMAS, SUPLEMENTOS.</u></b>	<b><u>27</u></b>
<b><u>MERCADO DE GRANOS E INSUMOS.</u></b>	<b><u>30</u></b>
<b><u>PORCICULTURA SOSTENIBLE.</u></b>	<b><u>32</u></b>
<b><u>INSUMOS ALTERNATIVOS.</u></b>	<b><u>37</u></b>
<b><u>MEDIDAS DE ACCIÓN.</u></b>	<b><u>46</u></b>
<b><u>REDUCIR PROTEÍNA DE LA DIETA.</u></b>	<b><u>49</u></b>
<b><u>REFERENCIA.</u></b>	<b><u>52</u></b>

## RESUMEN.

De ser asertiva esta afirmación en el postulado del título del artículo en la que se afirma que existe una producción sostenible de carne de cerdo ¿Por qué no se ha escrito sobre esta metodología?, ¿Es tan solo un enunciado parafraseado? ¿Acaso esta especie *Sus scrofa domestica* con sus excreciones, consumo de insumos y residuos de la matanza no contamina?, ¿A quién se quiere engañar con sostenible, sustentable, cero emisiones, ecología circular?

Para avanzar en la producción rentable y progresar hacia el futuro de la actividad porcícola, hay que ser flexibles, salir del concepto de chiquero y acelerar la innovación creando alianzas empresariales, institucionales, gubernamentales, organizacionales. Estar al tanto de los avances de investigación aplicada y ciencia teórica y darla a conocer oportunamente al sector productivo para su aplicación práctica.

**Figura 1. Transitar de la granja rural a la modernidad y hacia la producción sostenible.**



La diversidad del diseño y equipamiento en las instalaciones de cada granja obliga reconocer que el manejo zootécnico varía para cada granja porcina aun dentro de la misma empresa. Los protocolos de bienestar animal y prácticas zootécnicas difieren para cada caso. No se debe considerar como un obstáculo, sino como una manera diferente de aplicar las tecnologías y necesidades nutrimentales de los animales para cada granja y estación del año.

Las empresas internacionales de genética porcina ya no ofrecen razas comerciales, su avance genético a través de los años les ha permitido desarrollar líneas avanzadas de pie de cría como hembras reproductoras de reemplazo y líneas de machos sementales para terminación donde sus crías están destinadas al abasto de carne principalmente. Hay selección hiperprolífica para hembras del pie de cría y las altamente hiperprolíficas, con un gran número de lechones al parto. El cambio morfológico que han tenido estas hembras por su mayor capacidad reproductiva implica consideraciones diferentes de manejo y nutrición. Lo mismo que sus crías durante la lactación y destete. El cambio en el avance genético y domesticación implica adaptaciones tecnológicas para su aplicación y éxito.

El cerdo ya no consume simplemente grano de maíz, existe el conocimiento científico y la tecnología avanzada para realizar un balanceo de raciones de máxima eficiencia y aprovechamiento sostenible y rentable. Se han desarrollado prácticas de manejo ambiental,

mejores aplicaciones de bienestar animal, aditivos nutracéuticos para digestión, farmacéuticos veterinarios para minimizar las enfermedades. La era de la porcicultura sostenible se puede llevar a cabo sin brincarse escalones del proceso zootécnico.

### **ANTECEDENTES HISTORICOS.**

El cerdo tiene orígenes domésticos por 7 diferentes vías que datan con vestigios desde hace 13,000 años en Europa, norte de África y el oriente de Asia. La historia escrita en particular hace evidencia de la porcofilia o crianza de porcinos en China hace 3500 años para su consumo y la porcofobia en culturas Egipcia, Árabe, Etíope, así como en las religiones Judía y Musulmana que prohíben su consumo por ser un animal impuro que auto consume excretas y puede ser poseído por demonios, acción documentada 20 veces en la Biblia y aún transmitida verbalmente por la sociedad moderna de muy diversas culturas.

Al tiempo de su domesticación se generaron connotaciones peyorativas mundiales a la especie porcina a las que se han generalizado sobrenombres a personas, trabajos y objetos como antihigiénicas o sucias: Cochino, Marrano, Puerco, Sancho, Porquería (francés) ya que es un animal comúnmente criado en chiqueros encerrados o corral pequeño que acumula y apila sus desechos y desperdicios.

Pero aun así ha sido un animal apreciado, apegado al humano y pocas veces desdeñado en sus linajes domésticos del viejo continente, principalmente por proveer un cúmulo de grasa, uso del cuero y aprovechamiento de carne. Aún con su mala imagen por siglos y generaciones no se despegó del cuidado del hombre. Sus productos han sido usados por milenios para alumbrar, ablandar cuerdas y engrasar poleas de embarcaciones y equipo de minas. Su piel para conservar vino y transportar agua, así como saco para el acarreo de rocas y minerales en las minas de metales o piedras valiosos. De menor importancia para la alimentación ya que culturalmente en el tiempo ha sido valorada culinariamente por los menos pudientes de la sociedad.

Tiempo pasó en la cultura mundial para que su carne y grasa fuera apreciada como un alimento sano, inocuo y nutritivo en sus múltiples presentaciones de conservación, ahumado, seco, embutidos, jamones, salmueras, enlatados y cocinado a fuego lento porque su carne es delicada y de fácil digestión. Todavía mi abuela y madre hablaban de los riesgos sanitarios por consumir carne de cerdo, pero bien que nos guisaban platillos. En la sociedad hay una imagen de incrédulos que se forma persistentemente en los cuentos infantiles, periódicos y fotos del marrano en el fango.

### **TRANSICIÓN EN LA CRIANZA DE MARRANOS A PORCICULTORES.**

De esta manera la crianza de cerdos se disemina mundialmente entre muchos particulares o granjeros con pocos animales. En forma gráfica una X donde muchos productores tenían pocos animales. La intersección se da en 1950 cuando la urbanización posterior a la II Guerra Mundial crece la demanda de mano de obra industrial, el campesino deja el campo y

los servicios se concentran en las ciudades. Los norteamericanos consumieron SPAM o jamón enlatado de Minnesota, durante las trincheras y al concluir la guerra tenían nostalgia de su consumo. Las dificultades zootécnicas e instalaciones deficientes para su manejo anteriores a los cincuenta eran mayúsculas para un productor con más de 20 marranas.

Es hasta 1970 que el mercado japonés importa carne de cerdo de México estimulado la construcción de granjas de mampostería, pisos y diseños para las parideras. Las lactaciones eran de 42 días ya que no se contaba con sustitutos de leche. Las hembras se adelgazaban mucho por la lactancia prolongada, causando debilidad en los huesos por el desgaste lácteo, musculatura entumecida por poco movimiento y la deficiencia de vitaminas en el alimento de gestación ocasionaba la nacencia de lechones sanos, pero con los ojos cerrados por su baja madurez fisiológica. Los granjeros se transformaron en porcicultores con infraestructura integral para 250 hembras en gestación. Esto permitió que el gobierno federal mexicano apoyara el desarrollo de granjas porcinas en la propiedad ejidal y comunal. Para 1980 el punto de equilibrio financiero era para granjas de 450 vientres, lo que obligó a la creación de cooperativas ARIC integradas en plantas de alimento y rastros de matanza en conjunto del sector social y al llegar 1990 la viabilidad económica exigía sobrepasar los 600 vientres para producir al año 15000 cerdos al mercado. Esto desencadenó aceleradamente la compra venta de granjas porcinas entre particulares para mantenerse en la actividad. Así continuó la reducción del número de productores, pero con mayores cabezas en engorda. Se logra establecer la inseminación artificial IA y muchos sementales salen de las instalaciones para dejar solamente los verracos detectores del calor o estro, liberando espacio en la granja para colocar más hembras. En el año 2000 ya eran comunes las granjas individuales mayores a los 1000 vientres en gestación y surgen los grupos empresariales integrando a la producción más de 5000 vientres con diferentes unidades localizadas por separado. El crecimiento se debe a granjas compradas que ya estaban en producción y no a un verdadero crecimiento de desarrollo económico. El pequeño productor tuvo que vender o rentar sus instalaciones porque mantenerse activo no era económicamente costeable. De esta manera fue absorbido por el sector empresarial de la porcicultura. Las empresas porcícolas se integran en granja, planta de alimentos, rastro TIF, empaques de cortes y comercialización; dando paso en el año 2005 a la construcción de granjas de 3000 vientres. Las granjas nuevas del 2015 se construyen para 5000 vientres con comenderos automáticos, grupos de gestación de 50 hembras y los lechones pueden compartir lactaciones con las madres de cada camada. Las empresas porcícolas mexicanas que un día empezaron con una granja de 250 vientres han expandido su influencia geográfica para situar 25000 vientres en diferentes lugares.

En México aparece en 1990 la enfermedad viral del síndrome reproductivo y respiratorio PRRS la cual durante varios años fue confundida con otras enfermedades y al tiempo de aprender su control en el año 2000 se transformaron las granjas en sitios de producción I, II y III. Estableciendo distancia sanitaria entre granjas y nuevos controles de enfermedades. Ya no eran granjas todo integrado, sino que divididas en unidades de producción por separado Sitio I Gestación y Maternidad. En otro terreno separado a distancia se acondicionaron las granjas Sitio II para destetes o lechones en crecimiento y cercanos a la

fuelle de alimento y sacrificio el Sitio III a otra distancia separada del resto de las granjas, ahí se instalaron las engordas de finalización. Con estas necesidades zoonosanitarias de aislamiento estratégico, de nueva cuenta se retiran de la actividad porcicultores medianos para ser absorbidos por los corporativos porcícolas. Menos productores con mayor número de vientres.

Hay exigencias 2010 del mercado consumidor para establecer granjas porcinas con gestaciones en grupos compartidos y salones de lactación compartida. Se busca las hembras en gestación puedan expresar sus instintos maternos y sociales. También compartir 2015 el amamantamiento de camadas en grupo. Todo un cambio para las instalaciones e infraestructura de manejo a las gestaciones con corraletas individuales y las parideras separadas para lactar cada hembra su piara. Los cambios van vinculados hasta en el uso de agujas en las que se acostumbraba inyectar todo un salón de parto (por decir 100 lechones vacunados con una aguja) hasta que se acababa el filo. Hoy no más de 3 lechones vacunados con una misma aguja, se tiene que hacer el cambio.

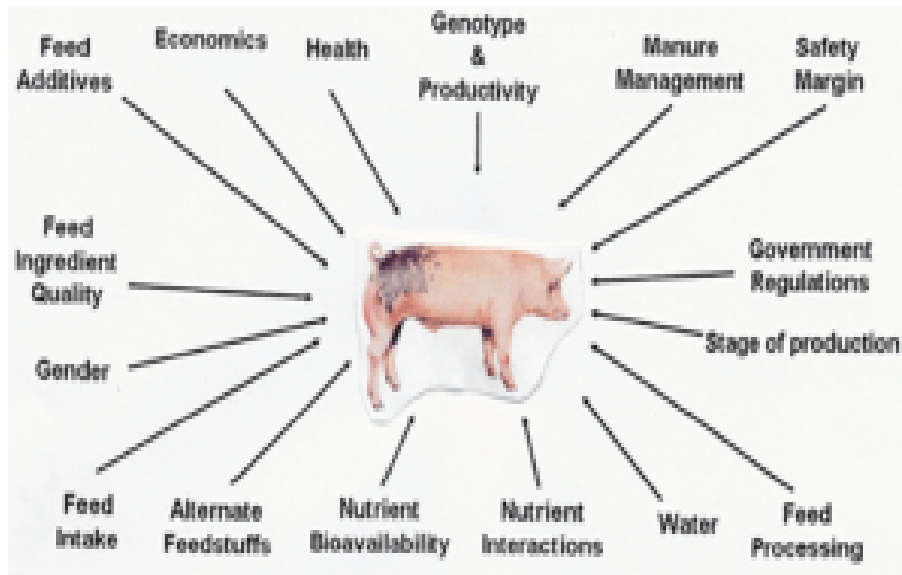
Los diferentes escenarios productivos siguen vinculados a las condiciones financieras, para dictar los apoyos crediticios y líneas de crédito para la compra de alimentos. Los indicadores más valiosos del sistema bancario. El valor neto de ganancia VNG y el retorno de la inversión ROI.

Los intentos en los años ochentas de buscar núcleos reproductores libres de enfermedades specific patogen free (SPF) implementando cesáreas para aislar los contagios, prácticas que no trascendieron a las granjas núcleo de pedigree, tatarabuelos, multiplicadoras o abuelas, parientes genéticos con inseminación y granja comerciales sitio I. Las epizootias y zoonosis se siguieron presentando, por capricho de importadores de pie de cría y con ello trajeron padecimientos exóticos, diseminando enfermedades porcinas con el uso de progenitores por todo el mundo, incluso la inseminación artificial fue un vector de la aparición de brotes severos y enfermedades exóticas.

Aparecen en el año 2003 las lagunas biodigestoras en las granjas porcícolas con el propósito de reducir los efluentes y carga de contaminación. Se buscó aprovechar el gas producido para calderas dentro de la granja. Otros buscaron generar energía eléctrica con motores Caterpillar y Perkins especiales para soportar el desgaste del ácido sulfúrico. Porcicultor asociado al Inversionista para vender bonos de carbono en el mercado internacional con la captura de CO<sub>2</sub> y reducción de gas metano a la atmósfera. Fallas en el diseño de los biodigestores de plástico y precios fluctuantes por tonelada de bióxido se canceló el negocio, quedaron las instalaciones.



**Figura 2. Componentes de la producción porcícola.**



Iniciando el siglo XXI, para el 2005 las nuevas granjas se instalan por separado con diseños para manejar 2000, 3000, 5000 vientres en una sola granja. Durante el siglo XX, el mejoramiento genético había pasado de raza pura autóctona en su lugar de origen con 6 lechones al parto, a retrocruzas de las 4 razas económicamente dominantes por producción de leche, cuidado materno, musculatura y docilidad, que mejoraron a 8 lechones nacidos. Se impulsa el mejoramiento genético por productividad de cada raza. Se forman cruces seleccionadas de multirazas a mutíparas prolíficas que dan origen a líneas selectas de progenitoras, reproductoras y reemplazo comercial logrando 10 lechoncitos. Actualmente las líneas hiperprolíficas formaron marcas comerciales de progenie, las cuales son de mayor tamaño, son más agresivas, exigiendo más volumen de comida, necesitan espacios más amplios y parideras mejor diseñadas. Estas comunidades de hembras hiperprolíficas forman un megagenoma porcino diferente y requiere manejo zootécnico diferenciado. Hay promedios de 15 lechones por camada, pero no son extraños los partos de 20 recién nacidos.

Un estudio de archivos en computadora promedia en el 2020 115.60 días de gestación en marranas, cuando en el 2001 se tenían 114.6 días para el parto. Típico en los cursos de zootecnia con 3 meses, 3 semanas, 3 días.

Tabla 1. Parámetros productivos zootécnicos rentables deben ser óptimos:

Mortalidad de las hembras	2-14%
Preñez a los 7 días del destete	85-95%
Pariciones del grupo gestante	82-95%
Lechones vivos por camada	10-14
Lechones destetados por marrana	10-13
Preñeces por hembra por año	2-2.5
Edad de los lechones al destete	19.28
Lechones destetados por jaula paridera	150-170
Lechones destetados/hembra/vida	50-60
Peso kg de la camada a los 21 días	54-87
Conversión alimenticia finalización	2.6-3.0
Ganancia diaria de peso kg	0.95-1.10

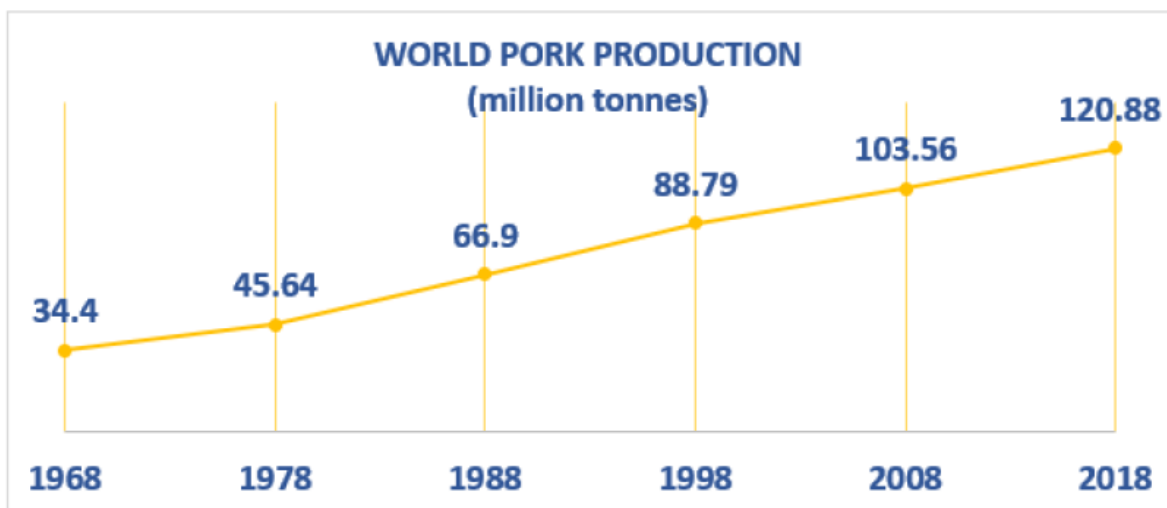
En Dinamarca se logran camadas de 33 lechones por camada, otras empresas llegan a 28 lechones nacidos, pero son más rentables. No todo son parámetros productivos técnicos, para seguir en la actividad económica se debe ser eficiente financieramente.

Hay muchas granjas porcinas que tienen parámetros productivos bajos y regulares, pero hay que transferir las mejores tecnologías y adoptar prácticas de las empresas exitosas.

### IMPORTANCIA GLOBAL DEL MERCADO DE CARNE DE CERDO.

La producción mundial de carne de cerdo en el 2020 se estimó en 110 millones de toneladas, un 0.8% menos que en el año 2019. Para el 2021 se calcula será de 104 millones de toneladas en canal. El USDA estima 102 millones de toneladas 2020.

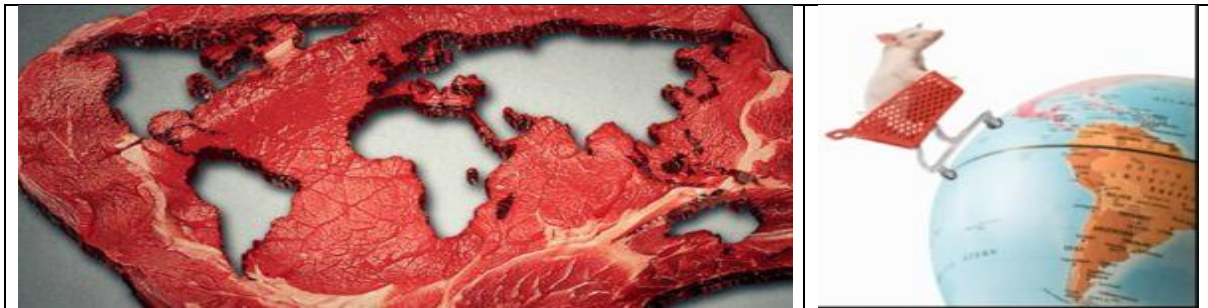
Tabla 2. Producción mundial de cerdo



El gran importador de carne de cerdo ha sido el mercado de China con el 55% de los volúmenes negociados en el mundo de un total exportado de 11 millones de toneladas 2021. Los principales exportadores al Asia son la Unión Europea, EUA, Canadá y Brasil. Juntos en el 2020 comercializaron más de 10 millones de toneladas de carne congelada, un 20% más que 2019. Así España y los EUA dominan el mercado de las importaciones asiáticas.

El crecimiento empresarial porcícola sucede en España que sigue creciendo debido al incremento de las exportaciones de carne de cerdo. Todo lo contrario a Argentina que ha cerrado la posibilidad de exportar res y cerdo, con la finalidad de impulsar el consumo de carne interno. El gremio porcícola queda estancado, ya los economistas darán los resultados. El consumo de res es de 50 kg por habitante por año, pollo 46 kg/h/a, cerdo 15.6 kg. Tradicionalmente prefieren jamones y embutidos así como la pierna navideña. Están aprendiendo a consumir carne porcina en el país. Lo mismo sucede en Chile, Perú con la cultura culinaria de carne de cerdo.

**Figura 3. Mapa mundial de carne y transporte comercial de productos cárnicos.**



Grandes inversiones de modernización se realizan en Rusia, Brasil, Alemania, Francia y Australia visualizan expandir en menor medida que lo hace España su actividad porcícola para exportación.

Una granja con 9 naves de gestación y maternidad sitio I para 35000 hembras que van a parir 15.70 lechones por marrana, con peso al nacer de 1.4 kg y serán destetados a los 7 Kg. Se presenta una mortalidad del 10.5% de los lechones nacidos. Se requieren de 32 naves para lechones destetados en sitio II donde alcanzarán un peso de 25 Kg en pie para ser transferidos a 270 corrales tipo sitio III donde alcanzarán un peso al mercado de 130 Kg en pie a una edad de 165 días. Del destete al mercado se presenta una mortalidad del 4.5%. Se producirán casi 1 millón de cerdos con un consumo promedio por cabeza de 1.52 kilos de alimento diarios. La rentabilidad recae en gran parte en el sitio III de engorda para producir más kilos en el menor tiempo y a bajo costo. La granja porcina realiza su administración con el siguiente nivel de costos en porcentaje: Alimentación 63, medicamentos 10, mano de obra 4, energía 2, sanidad 3, fletes 2, gastos 7, amortización 9% respectivamente.

México ha firmado 12 tratados de libre comercio con 46 países que abren el mercado de exportación a 194 naciones. En el 2020 México se coloca como 7mo país productor de carne (res 2.09 Ton, pollo 3.72 Ton, cerdo 1.45 Ton) en el mundo con 7.2 millones de toneladas. En carne de cerdo tiene el 8vo lugar del mundial y es tan solo el equivalente al 1.5% de la producción mundial en conjunto. Para carne porcina se exporta a Japón principalmente con 99829 toneladas, a China 38708, EUA 12043 y Canadá 1265 toneladas. Por un valor de 362 millones de dólares.

**Figura 4. Principales estados productores de cerdo en México y crianza de otras especies animales.**



En México el crecimiento del inventario reproductor porcino entre 1 millón sigue aumentando la piara reproductora a 1.2 millones de cerdas, con una prospección al 4.5% anual, ello debido a las exportaciones que generaron utilidades del 2020, lo que permitieron abonarle a los pasivos e invertir en mejoras de infraestructura. En el gremio porcicultor hay 8,000 productores y el 50% del inventario está en 15 empresas, unas con 100,000 vientres). El 85% de las granjas son tecnificadas, se logran 100 kilos a los 165 días de engorda, alcanzando 1573 kilos/hembra por año, cuando el potencial debería ser de 2000-3000 kg/h/a. El mercado necesita cerdos en pie de 95-120 kg para mejorar el rendimiento en canal.

El consumo nacional en México de proteína animal en kilos para 126 millones de habitantes: Pollo 33-35, cerdo 18-19, res 14, mariscos 13, leche 135 L per cápita (la FAO recomienda 188 litros), huevo 429 unidades. La carne de cerdo es parte de la cultura culinaria de la nación. En promedio el consumo nacional de carnes es de 65kg anuales, para un total de 8.8 millones de toneladas anuales. Se tiene el 6to lugar como consumidor de carnes equivalente al 3.3% del consumo mundial de carnes. La producción es de 7.3 por lo que se tiene que importar los faltantes, más las cantidades que se exportan.

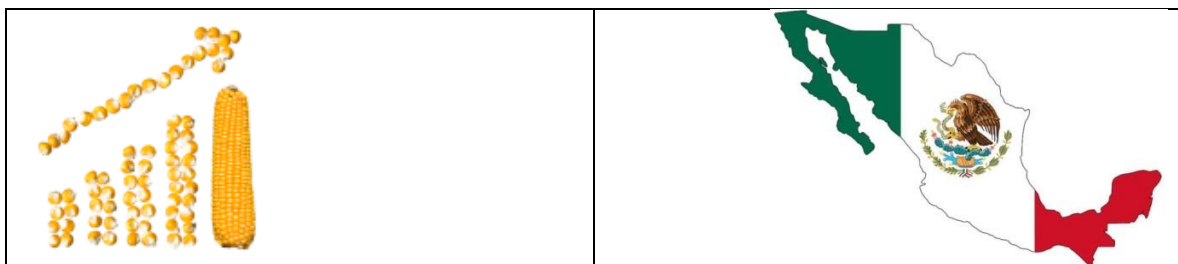
Tabla 3. Principales especies ganaderas en México.

<b>LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN MÉXICO</b> <b>INVENTARIO GANADERO</b> (Millones de cabezas)							
Especie	1970	1980	1990	2000	2010	2020	Tendencia
<b>Bovino, Leche &amp; Carne</b>	22.8	27.0	32.0	30.5	30.8	32.4	> 142.1
<b>Aves, Huevo &amp; Carne</b>	140.0	178.1	234.0	476.0	540.0	524.3	> 374.5
<b>Porcino</b>	10.2	16.8	15.2	16.0	18.0	16.2	> 158.8
<b>Caprinos, Leche &amp; Carne</b>	9.3	9.6	10.4	8.7	10.0	8.7	< 7.5
<b>Ovinos, Carne &amp; Lana</b>	6.2	6.4	5.8	6.0	7.0	8.7	> 137.1

A partir del 2018 el USDA de los EUA da apertura nacional para exportaciones mexicanas. No solo Sonora 18% y Yucatán 9% pueden exportar a través de los rastros TIF, sino que también Jalisco 15%, Puebla 12%, Guanajuato 10%, Veracruz 9%, Oaxaca, Chiapas, Guerrero y otros. En el 1er cuatrimestre 2021 se tuvo un incremento de las exportaciones mexicanas del 20% y ello coloca a México como el 2do país latinoamericano exportador de carne de cerdo, seguido de Brasil y desplazando a Chile al tercer lugar.

México exportó a China 450,000 toneladas en el año 2019 y alcanzó el año 2020 853,000 toneladas de varias carnes. \*información copiada sin verificar\*. Consolidando este mercado.

**Figura 5. Mercado exterior mexicano.**



Los mercados de insumos han ido al alza, con importaciones de los insumos (granos-pasta) a precios altos y protegidos por los precios de exportación de carne en canal y cortes a los

mercados de varios países asiáticos. En varios estados del país pero principalmente en Yucatán la empresa impulsora Kekén ha implementado con terceros un modelo de producción de aparecería en donde la empresa aporta los animales y alimento balanceado y el Porcicultor realiza en su propia granja porcina las actividades administrativas y de manejo zootécnico. Para mayor información localizar al MVZ Gerardo Joel Ávila Cerda.

Con esta majestuosidad de instalaciones y concentración de animales ¿Quién no pensaría en los contaminantes ambientales de suelo, agua, aire, polvo y vectores de enfermedades?

### EXIGENCIAS Y DEMANDAS DEL CONSUMIDOR.

Otro cambio en la producción ha sido la eliminación completa de los antibióticos usados como promotores del crecimiento desde el 2006 para prevenir diarreas desde el destete. El uso de antibióticos se había realizado cómodamente durante 50 años incluido en el alimento. Es tiempo de eliminar su uso y ser exclusivo para tratamientos terapéuticos. A partir del 2016 su uso está prohibido en la Unión Europea y ya se intensifica su aplicación en los EUA porque el FDA implementará las guías GFI 263 en las que solo los MVZ podrán administrar antimicrobianos. Hay que adaptar nuevos métodos de producción.

Tabla 4. Elaboración mundial de alimento balanceado y empleo de antibióticos.

LOCALIZACIÓN	ALIMENTO millones Ton	ANTIBIÓTICO toneladas
MUNDO	960	63500
China	20%	23%
EUA	18%	23%
Unión Europea *28	16%	13%
Otros países	46%	41%
India		4200
México		2100

Figura 6. Interacción del uso de medicamentos en granja y su influencia con el consumidor.



Los fitobióticos con propiedades antibacteriales pueden contribuir. Muchos remedios herbolarios de la tradición mexicana y china realmente no han comprobado experimentalmente ser promotores del crecimiento. Hay que tener cuidado.

Tabla 5. Aditivos adicionales para reducir el uso de medicamentos.

<b>Polyphenols</b>	<b>Carotenoids</b>	<b>Glucosinolates</b>	<b>Polysaccharides</b>	<b>Lectins</b>	<b>Terpenes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Flavanones</li> <li>➤ Flavones</li> <li>➤ Dihydroflavonols</li> <li>➤ Flavonols</li> <li>➤ Flavan-3-ols</li> <li>➤ Anthocyanidins</li> <li>➤ Isoflavones</li> <li>➤ Proanthocyanidins</li> <li>➤ Phenols</li> <li>➤ Benzoic acids</li> <li>➤ Hydrolyzable tannins</li> <li>➤ Acetophenones</li> <li>➤ Phenylacetic acids</li> <li>➤ Cinnamic acids</li> <li>➤ Coumarins</li> <li>➤ Benzophenones</li> <li>➤ Xanthones</li> <li>➤ Stilbenes</li> <li>➤ Chalcones</li> <li>➤ Lignans</li> <li>➤ Secoiridoids</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ β-carotene</li> <li>➤ Cryptoxanthin</li> <li>➤ Lutein</li> <li>➤ Zeaxanthin</li> <li>➤ Lycopene</li> <li>➤ Capsanthin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Glucoiberin</li> <li>➤ Progoitrin</li> <li>➤ Sinigrin</li> <li>➤ Gluconapoleiferin</li> <li>➤ Glucoraphanin</li> <li>➤ Glucoalyssin</li> <li>➤ Glucocapparin</li> <li>➤ Glucobrassicin</li> <li>➤ Neoglucobrassicin</li> <li>➤ Glucosinalbin</li> <li>➤ Glucotropaeolin</li> <li>➤ Gluconasturtin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cellulose</li> <li>➤ Hemicellulose</li> <li>➤ Arabinoxylans</li> <li>➤ Arabinogalactans</li> <li>➤ Polyfructose</li> <li>➤ Polydextrose</li> <li>➤ Methyl cellulose</li> <li>➤ Inulin</li> <li>➤ Oligofructans</li> <li>➤ Oligosaccharide</li> <li>➤ Gums</li> <li>➤ Mucilages</li> <li>➤ Pectins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Concanavalin A</li> <li>➤ Wheat germ agglutinin</li> <li>➤ Ricin</li> <li>➤ Peanut agglutinin</li> <li>➤ Soybean agglutinin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Cinerin I</li> <li>➤ Geraniol</li> <li>➤ Calotropin</li> <li>➤ Strigol</li> <li>➤ Caulerpenyne</li> <li>➤ Farnesane</li> <li>➤ Squalane</li> </ul>
<b>Chlorophyll</b>	<b>Alkaloids</b>	<b>Polyacetylenes</b>	<b>Allium compounds</b>	<b>Capsaicinoids</b>	<b>Betalains</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ajmaline</li> <li>➤ Berberine</li> <li>➤ Caffeine</li> <li>➤ Camptothecin</li> <li>➤ Cocaine</li> <li>➤ Codeine</li> <li>➤ Hyoscyamine</li> <li>➤ Irinolecan</li> <li>➤ Morphine</li> <li>➤ Nicotine</li> <li>➤ Noscapine</li> <li>➤ Oxycodone</li> <li>➤ Oxymorphone</li> <li>➤ Papaverine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Falcarinol</li> <li>➤ Falcarindiol</li> <li>➤ Panaxydiol</li> <li>➤ Oenanthetol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Methiin</li> <li>➤ Propiin</li> <li>➤ Isoalliin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capsaicin</li> <li>➤ Dihydrocapsaicin</li> <li>➤ Homocapsaicin</li> <li>➤ Nonivamide</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Betalain</li> <li>➤ Betaxanthins</li> <li>➤ Vulgaxanthin</li> <li>➤ Miraxanthin</li> <li>➤ Portulaxanthin</li> <li>➤ Indicaxanthin</li> </ul>

Los consumidores han presionado sobre prácticas del bienestar animal, hoy exigen cambios sobre el impacto ambiental, sobre todo en la producción industrial de alimentos balanceados.

La organización por la igualdad de los animales en México afirma que se utilizan alimentos humanos para darle de comer a los animales. Realizaron 40 demandas por daño ambiental y acusan al productor del desequilibrio ecológico, abogando por el cierre de unidades de producción porcina. Están desenmascarando al enemigo del planeta. Exigen sacar a los animales del plato y dieta en los humanos. No hay marcha atrás. Afirman que para acabar con los contaminantes porcícolas hay que dejar de consumir carne de cerdo. No se le ve otra solución, que no crezca la oferta de carne. Se promueve los vegano a rajatabla. Recomiendan el consumo de cárnicos, sin carne, así como se oye. Lo malo es que no se conocen propuestas productivas de alimentos factibles que desplacen competitivamente las carnes del mercado y que ayuden a mejorar la calidad de vida. No con ideas ficticias, sino con hechos reales incorporados a la economía actual. Existe un gran (43%) mercado de comida para perros que prefieren la inclusión de verduras en la dieta para mejorar la salud

de la mascota. Ya sale al mercado una leche materna de humano elaborada en laboratorio. ¿Será opción para lactantes de granja?

La suprema corte de justicia de la nación (SCJN) ha ejecutado el cierre de granjas porcinas en Yucatán, apoyados por salud pública, porque los niños tienen derecho a la salud.

Hay que amalgamar un estudio socioeconómico analizando que en el mundo existen 1000 millones de personas que sufren hambre. Son 2500 millones que están mal nutridas. Si hay 1500 millones de personas con sobrepeso. Solo el 10% de la humanidad puede pagar lo que consume. El mercado por adquisición de carne es muy elástico. Bajar un peso en el precio del producto incrementa el consumo en millones de personas. Hay que seguir el ejemplo de la industria avícola de postura y la acuicultura ofreciendo bajos precios al consumidor. El consumo de carne de cerdo en el mundo está promediando los 16 kilos por persona. Después de España, los EUA es el exportador a Europa principalmente.

### **MANEJO DEL ALIMENTO EN GESTACIÓN.**

Las pruebas con marranas hiperprolíficas (17 lechones nacidos vivos) sobrealimentadas por arriba de la energía de mantenimiento durante el final de la gestación 90 días de gestación al parto, para lograr un incremento en el peso al nacer de los lechones y predisponer a una mayor producción de leche. No se han logrado resultados tangibles con todas las pruebas experimentales realizadas. Los resultados han sido controversiales hasta el momento. La tasa de crecimiento fetal es dependiente de los nutrientes que transfiere la placenta así como de la cantidad de oxígeno que recibe el feto. Solo las marranas primerizas salen beneficiadas.

Una dieta normal de gestación 2.50 Mcal/kg, 0.67% SID lisina, con 15.17% de P.C. Los requerimientos son 2.3 kg en lactación días 1-21, 1.8 kg alimento días 22 al 75 durante gestación, 2.3 kg comida desde el día 76 hasta el parto. Esta dieta no queda exenta de dificultades y resultados del todo favorables. Hace falta arreglos nutricionales en la dieta con formulación especializada y no todo debe ser una simple dieta de gestación para facilitar el manejo del alimento.

Se ofrece dieta de mantenimiento a hembras hiperprolíficas con 1.8 kg desde el día 1 de gestación al parto. Las marranas pierden peso desde el final de la gestación hasta el destete, con pérdidas en los valores de condición corporal y se tuvieron que quitar lechones amamantando, hay pérdida de peso y valor en la condición corporal en parto 3 y 4. Se eliminan 25% de las hembras.

Un programa de refuerzo para marranas se sirven 2.3 kg durante 1-21 días en lactación. Se cambia a 1.8 kg diarios desde el día 22 en el momento del destete hasta 75 días durante la preñez, luego se incrementa a 2.3 kg de alimento del día 76-90 en etapa de gestación y se incrementa 3.0kg del día 91 hasta el parto. Hay mucha eliminación de pie de cría por cojeras 40% y prolapsos 40%. Lo que se quiere resaltar es la alternancia de alimento



ofrecido por día. No tiene que ser un programa de alimentación fijo, pero si pensado y programado, acorde a las necesidades de formulación de dietas específicas.

Los porcicultores que no se transforman a la actualidad tecnológica, financiera y exigencias del mercado tienden a desaparecer. Los cambios en el mercado 2019-2020 en los tiempos del confinamiento causado por el coronavirus SARS CoV2 ante una economía mundial que decayó 4%. Los granos de cereales (de CERES diosa de la agricultura) subieron más de \$5.00 dólares el bushel. El pollo se convirtió en la proteína de mayor consumo mundial. El cerdo es el bien (commodity) de mayor comercio internacional, aunado por la aparición de la Peste Porcina Africana en China, Filipinas y Vietnam que obligó a la despoblación de reproductores en muchas granjas porcinas abarcando grandes extensiones de Asia y la Unión Europea, lo que incrementó las importaciones de carne de cerdo de los países asiáticos China, Japón, Hong Kong, Corea del Sur.

El precio del huevo subió como nunca a \$3.00 dólares la docena. En este sector el 87% de las emisiones se generan por el alimento. Las dietas son de 16-19% de proteína cruda. Por ser monogástricos, no muy alejados de los requerimientos de la porcicultura.

**Figura 7. Instalación de granja, automatización tecnológica y calidad de la carne en rastro.**



Con estos cambios anteriores al 2010 los corporativos porcícolas en México deben tener al menos 10,000 vientres para estar en producción. No es extraño señalar empresas nacionales que manejan y administran inventarios de 20 a 50 mil vientres, integrados en rastros TIF, corte y empaque de carnes, transporte y planta de alimentos balanceados con

almacenamiento de granos. **El tamaño de las unidades de producción** permite establecer estrategias de múltiples formulaciones para cada edad fisiológica, con el fin de ser más eficientes en los rangos nutritivos. Alimento de gestación para primerizas o reemplazos, diferenciar con hembras multíparas, dieta previo a la monta como flushing, otra al inicio de gestación, durante la gestación normal, a los 2/3 de gestación cuando inicial el crecimiento embrionario, una semana previa al parto para preparar la glándula mamaria y lactación. Lo mismo los lechones recién nacidos pueden tener formulaciones especializadas, sin omitir la ingesta de calostro, a los 2 día con jeringa darles sustituto de leche líquida en forma manual para reducir al mínimo (2%) mortalidad de aplastados (no de 10-30% muertos que se obtienen), a la semana colocar comedero con leche caliente en creep feeding, a los 15 días cambiar a grumos. No descartar otras formulaciones especializadas en las subsiguientes fases hasta llegar al finalizado, especialmente si se logran animales muy pesados.

Se estiman 1200 kilos de consumo de alimento balanceado anual por hembra.

Nada extraño cuando 2010 en EUA una empresa China compró la porcícola Smithfield con 850,000 vientres. La lista de los Pork Powerhouses de EUA incluye 10 empresas con más de 100,000 vientres cada una. En Texas y otras regiones de EUA se instalan en 800 hectáreas de superficie 6 granjas separadas con 3,000 vientres cada una y sus sitios II y III recibiendo animales de diferentes granjas de origen. Iniciando mayo 2021 se anuncian nuevas construcciones de granjas porcinas en EUA en Dakota del sur con 10,000, 9,000 y 6,000 vientres, en Iowa 4 con 10,000 marranas, en Indiana 6,000, en Illinois 6,000, Minnesota 3,000 y 5,000 vientres.

**Figura 8. Unidades de producción porcícolas concentradas en China.**



Continuando con el Pork Mega Producer List del mundo. En China resaltan los emporios porcinos con las empresas Wens Foodsuffs y Muyuan incluyen más de 1.3 millones de vientres cada una. La CP Foods 1.1 millones, New Hope Liuhe Group y Jiangxi Zhenbang Group 500 mil hembras cada uno, con 400,000 vientres la empresa Tech Bank Food, Cofco Group 250,000 reproductoras y Twins Group con 200 mil marranas, Yangxiang 150 mil. Se construyen en China denominadas nuevas Fábricas Concentradas de Porcinos desde 2015 instalaciones hoteleras de 7 pisos integrando la producción en naves verticales, colocando en 40 hectáreas 40,000 vientres. La Muyuan Meat Food Industry construye 21 naves verticales para 5,000 vientres cada una en 200 hectáreas. Todo un reto para la sanidad animal disponible.

Tabla 6. Las empresas porcícolas mundiales con mayor pie de cría.

MEGA Producer	Country	# Sows	# Sows	Difference 2020 vs 2019
Muyuan Foodstuff Co., Ltd.	China	2,624,000	1,283,200	1,340,800
Wens Group	China	1,800,000	1,300,000	500,000
Smithfield Foods/WH Group	USA	1,225,000	1,240,000	-15,000
Zhengbang Group	China	1,200,000	500,000	700,000
New Hope Group	China	1,200,000	500,000	700,000
Charoen Pokphand Foods	Thailand	1,180,000	1,150,000	30,000
Techbank Food Co., Ltd.	China	500,000	200,000	300,000
Triumph Foods	USA	443,200	492,000	-48,800
Sichuan Dekon Group	China	400,000	100,000	300,000
BRF S.A.	Brazil	388,500	388,500	0
Pipestone System	USA	384,000	385,000	-1,000
Seaboard Foods	USA	340,000	345,000	-5,000
Twins Group	China	250,000	200,000	50,000
Yangxiang	China	250,000	150,000	100,000
Cooperl	France	245,000	245,000	0
Iowa Select Farms	USA	242,500	242,500	0
DaBeiNong	China	230,000	103,000	127,000
COFCO	China	220,000	250,000	-30,000
Vall Companys Group	Spain	213,000	213,000	0
Seara Foods	Brazil	213,000	213,000	0
Aonong Group	China	200,000	na	new on list
The Maschhoffs	USA	187,000	186,000	1,000
Miratorg	Russia	180,000	150,000	30,000
Aurora Alimentos COOP	Brazil	180,000	180,000	0
Prestage Farms	USA	178,000	180,000	-2,000
JBS	USA	169,000	168,000	1,000
Carthage System	USA	165,600	185,000	-19,400
Jiahe Agricultural	China	160,000	na	new on list
AMVC Management Services	USA	152,000	149,000	3,000
Costa Food Group	Spain	150,000	130,000	20,000
Agrosuper	Chile	140,000	140,000	0
Tecon	China	135,000	na	new on list
Olymel	Canada	134,000	106,000	28,000
HyLife Ltd./Charoen	Canada	132,000	na	new on list
Betagro	Thailand	130,000	130,000	0
Rusagro	Russia	125,000	126,000	-1,000
Frimesa Cooperativa Central	Brazil	120,000	120,000	0
Country View Farms / Clemens Food Group	USA	111,000	110,000	1,000
Elephant Agriculture	China	100,000	na	new on list
TRS Group	China	100,000	na	new on list
<b>TOTAL</b>		<b>16,496,800</b>	<b>11,560,200</b>	<b>+ 4,936,600</b>

En EUA en el 2019 se lograron 10.98 lechones por camada por parto y el mejoramiento genético al 2020 se tienen avances a 11.03 lechones obtenidos. En 1993 se sacrificaron 97.3 millones de cerdos de 111 kilos en pie, al año para lograr una producción aproximada de 10796 millones de kilos. Para el año 2020 se sacrificaron 139.4 millones de cabezas con un peso en pie de 132 kilos para obtener un peso total de 18370 millones de kilos al año.

## MANEJO DE EXCREMENTOS.

En Holanda prefieren pagarle al porcicultor para que deje de producir. Ya que existen leyes que limitan los kilos de excretas a los que tiene derecho cada ciudadano. Así que un productor necesita nietos para poder tener más cerdos en la granja. Aquí hay un reto ambiental y enfoque sustentable para continuar creciendo junto al consumidor. ¿Se podrá realizar tecnológicamente? ¿Hay conocimiento científico para hacerlo? ¿Será económicamente viable producir sin contaminar? De no ser factible la humanidad tiene que volver sus ojos a los frijoles y leguminosas para complementar la dieta con pescado, leche y huevos.

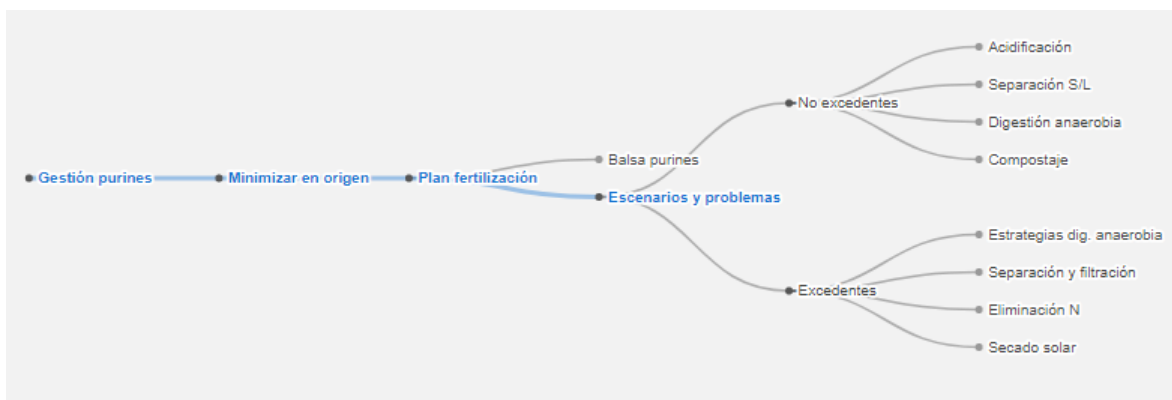
En Vietnam hay granjas porcinas que logran separar los excrementos sólidos de las orinas para reducir los olores y reacciones de descomposición de las heces que se volatilizan al aire. En Holanda 30 granjas de tamaño menor colocan separador de sólidos y líquidos para manejarlos y reciclarlos como productos individuales y poder purificar el agua.

**Figura 9. Tecnología aplicada para la reducción de excrementos y efluentes.**



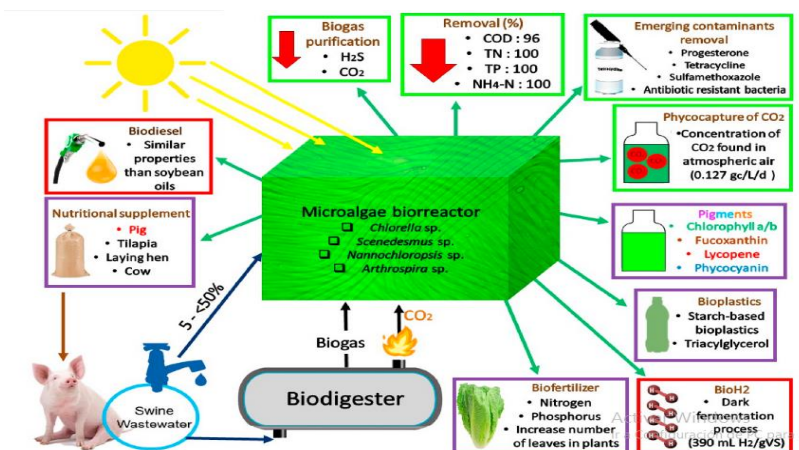
En Francia 100 granjas con pisos de slat, durante el día hacen separación frecuente de las excretas sólidas, utilizando escrepas (palas) de arrastre y colectan la porquinaza, separado el producto de la afluente de líquidos. Las 34,000 toneladas anuales de cerdaza se transportan a un biodigestor colectivo, junto a los residuos de la planta de rendimiento del rastro, para producir 7.5 millones de M3 de biogás, fertilizante seco rico en fósforo apropiado para reciclarlo en la agricultura. Al porcicultor se le pagan \$20.00 euros la tonelada de cerdaza. La integración del sistema de reciclaje hace una reducción del calentamiento global de menos -3.17%, en los residuos abióticos -14.7%, con energías fósiles -33.5% produciendo electricidad, calentamiento de calderas y fertilizante agrícola. Los ingresos de la granja mejoran 13.2%. La digestión anaeróbica del biodigestor genera \$0.20 euros por tonelada de CO2 equivalente y \$0.05 euros/gramo de S6. Para reducir las emisiones de amonio -24.6%, eutrofización -11.4% se aplica ácido sulfúrico. Los sobrantes ácidos se neutralizan con carbonato de calcio para poder incorporarlos al subsuelo agrícola.

**Figura 10. Aprovechamiento integral de las excretas porcinas y su aprovechamiento.**



Gran parte del conocimiento y esfuerzo tecnológico del siglo XX para reducir la contaminación y reciclaje de insumos se ha centrado en el manejo de excretas, incluso hay carrera de ingeniería agrícola en bioenergías renovables dedicada a este principio, porque su efecto es inmediato. La Universidad de Lleida, Universidad de Valencia y la INTERPORC de España publicaron una guía para la minimización de las emisiones de gases en las granjas porcinas con una marcada estrategia de sustentabilidad. Se busca una neutralidad climática, reducir emisiones, minimizar la huella de carbono, mejorar la eficiencia alimenticia y el mejor uso de la electricidad y ahorros del gas propano en la práctica del manejo de las instalaciones de la granja de cerdos. Incorporar circularmente los efluentes de las granjas porcinas a la cadena de valor aplicando la fertilización del suelo para nutrir los cultivos con las compostas de las excretas convertidas en fertilizante orgánico, almacenar materia orgánica en el suelo para modificar su textura y capacidad de retención de agua de riego, producción de gas metano en lagunas de fermentación anaeróbica protegidas con bioplásticos de membrana gruesa para generar energía calórica y electricidad incorporada a las instalaciones de la granja, establecer silos de fermentación de las excretas para producir etanol (gasolina orgánica), formar comprimidos de cerdaza para combustión de calderas, reciclar las excretas como alimento animal en particular para rumiantes, airear con aspas lagunas de oxigenación para disminuir olores de cerdo.

**Figura 11. Reciclaje e incorporación circular de contaminantes con valor agregado.**



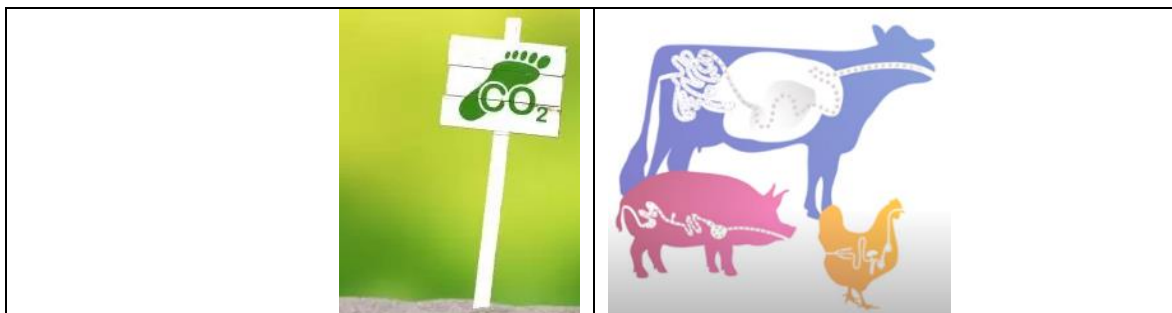
Las heces pueden ser valoradas si se les da el tratamiento adecuado a las excretas. Los purines o cerdaza tienen 93% de agua y tan solo 7% de materia seca. Como estiércol contienen 1.43 kg de nitrógeno por metro cúbico. Ya deshidratado su contenido se incrementa a 22.3 kilos de N/M<sup>3</sup>. Dos mil vientres de ciclo completo pueden fertilizar un campo de 100 hectáreas de maíz con 10 toneladas de estiércol/ha para obtener un rendimiento de 10 toneladas de grano por hectárea. Esto puede significar \$45,000.00 dólares de ahorro al año. Así 5000 cerdos en la fase de engorda pueden fertilizar 340 hectáreas. Si no se reciclan estos residuos las excretas pueden contaminar con amoníaco NH<sub>3</sub>, amoníaco NH<sub>4</sub>, nitritos NO<sub>2</sub>, nitratos NO<sub>3</sub>. La desnitrificación de nitrato NO<sub>3</sub>- a nitrógeno gas N<sub>2</sub> reduce la contaminación, ya que la composición de la atmósfera es de 78.08 % de N<sub>2</sub>.

Para los asesores del gremio porcino se tiene en este momento una oportunidad épica de contribuir al balance neutral en los ciclos del CHON mediante la ecuación matemática en la contaminación atmosférica. Hay que motivar a los Porcicultores para que sean más productivos y eficientes, implementar acciones de esta visión sustentable, que logren obtener suelos, agua, aire y alimentos más saludables para la sociedad. Hoy debemos ser parte de ese cambio en los procesos tecnológicos correctos, aplicando conocimientos científicos veraces y esfuerzos pujantes muy acertados para lograrlo. No ser un observador que solo critica los errores y promover que no se consuma carne con proteínas de calidad nutritiva.

Es tiempo de ingenios para que los obstáculos sean oportunidades de avanzar, ya que existen varias respuestas y alternativas a un mismo objetivo, que se transforme lo ordinario en extraordinario. ¡Sí!, celebrar lo que es bueno, ofreciendo las habilidades aprendidas para formar un nuevo conocimiento obtenido con la práctica. Es la manera que se genera ciencia al aplicarse el conocimiento y la experiencia. Revertir el cambio climático contaminante, al largo plazo se logrará con el trabajo de todo mundo, aportando seguridad alimenticia con la abundancia de alimentos, manteniendo un lugar digno para vivir sanamente.

El metano CH<sub>4</sub> producido por los animales y emitido de sus excretas que no se logra controlar y escape de su reutilización, forma parte del ciclo de la vida, ya que el gas sube a la atmósfera y por efecto de la actividad solar en 12 años e impacto eléctrico de rayos se convierte en CO<sub>2</sub> que recicla de nuevo a la fotosíntesis de las plantas. Si hay manera de dejar las cuentas saldadas con las emisiones a la atmósfera y alimentar a la población del mundo.

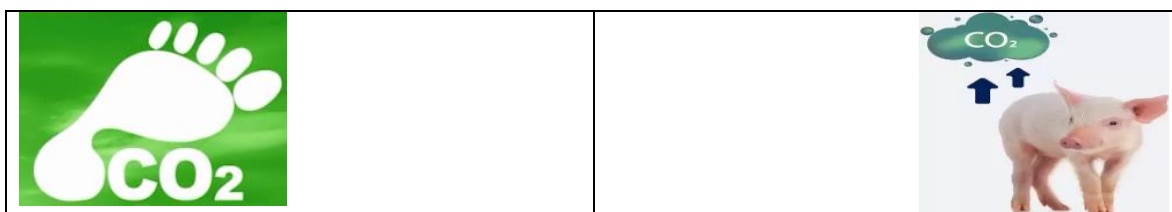
**Figura 12. Cero contaminaciones integrando la tecnología productiva.**



### **EVOLUCIÓN DE LOS ALIMENTOS Y ALIMENTACION PORCINA.**

La combustión de energía fósil encabeza las emisiones de Co<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> de origen antropocéntrico seguidos del conjunto de fermentaciones entéricas de las especies rumiantes y manejo de excrementos de los animales domésticos en la producción de proteína animal. Las granjas han trabajado por 20 años (2000-2020) para reducir la huella de carbono y metano que acumulan las emisiones de gases atmosféricos con efecto de invernadero por cada kilo de proteína producido. [W.fao.org/faostat/en/#home](http://W.fao.org/faostat/en/#home) y [/#data](http://W.fao.org/faostat/en/#data). La reducción de gases es mayoritariamente efecto del mejoramiento en los parámetros zootécnicos buscando una eficiencia productiva, aunado a elaborar una dieta balanceada, saludable y ambientalmente sustentable.

**Figura 13. La huella de carbono en la producción porcina puede ser cero.**



¿Cómo la formulación de dietas balanceadas contribuye a reducir el impacto ambiental? En la actualidad el 33% de la tierra arable en el mundo se destina para producir granos para consumo animal. Las emisiones de gases con efecto de invernadero 14.5% son atribuibles a los animales de granja. Los animales en producción consumen 8% del agua fresca potable.

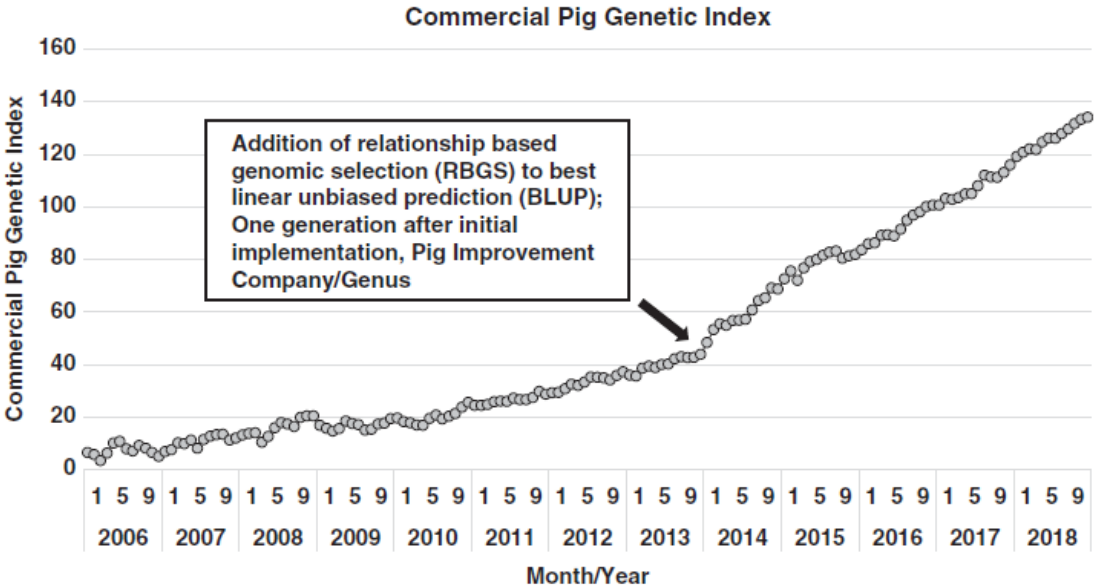


El agua requerida para la limpieza de las instalaciones porcinas: Por cabeza en cerdas al parto 120 litros diarios, lechones al destete 16 L, durante la engorda 50 L, las hembras en gestación 100 litros por cabeza al día.

Para el año 2050 se espera una población mundial de 9,000 millones de personas que necesitan alimentarse sanamente, el 70% de la proteína de alta calidad es de origen animal. Por ello comprender los ciclos biológicos del CHON y sus pérdidas son importantes. No debemos ahogarnos en contaminantes para poder comer. Es importante reconocer los ciclos del CO2 y del nitrógeno así como NOx de la combustión.

De igual forma podemos decir que históricamente las publicaciones Nutrient Requirements of Swine han evolucionado a la par de la industria porcina. Con una primera edición en 1944, seguida de cambios a 1950, 1953, 1959, 1964, 1968, 1971, 1979, 1988, 1998 con las últimas ediciones particularmente se formaron muchas generaciones y la muy esperada 11va edición actualizada del NRC 2012. En la edición el sector privado aportó la descripción de ingredientes con su disponibilidad metabólica de aminoácidos y energía neta. También Evonik y Cargill aportaron sus archivos. Se cuenta con el Agristats muy bueno para formular pero no manipula las fuentes de fibra bruta. El software CNCPS versión 6.5 está actualizado para formular raciones. Misma que sale publicada en un momento de inflexión ascendente que necesitan las hembras hiperprolíficas. Los avances genómicos en los últimos 20 años permiten una mejor y rápida selección de reproductores elite. Si bien la proteína cruda y los aminoácidos intensifican la investigación desde 1987.

Tabla 7. Índice genético de una granja comercial porcina.



Es decir los requerimientos disponibles en esta última edición no incorporan necesidades de la hembra moderna y sus instalaciones que han sido modificadas para corresponder con las

necesidades de mejorar en bienestar y comportamiento animal. Ya no se recomiendan los destetes menores a los 16 días de lactación y se promueven lactaciones al menos de 21-28 días. Adaptarse al cambio ha traído sus beneficios. A partir del 2013 por selección genética quedan deficientes los ácidos grasos en gestación y su deficiencia limita el tamaño de camada, causando infertilidad estacional. Las grasas y +ácidos grasos ayudan a mejorar la producción de leche. Los **ácidos grasos esenciales** durante la lactación influyen en la reproducción posterior para mantener la preñez, tamaño de camada. Los niveles de AGV se incrementan con la edad o cantidad de partos. Los ácido Linoleico C18:2n-6 y  $\alpha$ -Linolenico C18:3n-3 que son precursores hormonales, deben incrementarse con suplemento durante el verano caliente.

Un incremento en el tamaño de la camada con más de 14 lechones por hembra parida provoca un incremento de lechones con bajo peso al nacer. El número de lechones retrasados sube a 30-40%. El consumo de calostro por lechón se reduce afectando la capacidad de inmunidad protectora provocando afectaciones de morbilidad y riesgos por mortalidad, se destetan lechones más livianos por falta de leche materna. Los primeros 7 días de vida representan el 10% del desempeño productivo y su impacto futuro en la eficiencia y contaminación. La causa de ser camadas hiperprolíficas genera la necesidad de ofrecer comida para lechones (creep feeding) preparando fisiológicamente a los lechones para el destete. Se necesitan comederos diseñados exprofeso para esta temprana edad que requieren alimentos líquidos y sólidos en grumos. Los insumos aquí empleados deben ser muy similares al alimento utilizado en las naves sitio II para destetados. Se busca una adaptación similar de enzimas digestivas y microflora establecida sin cambios bruscos con los insumos de la dieta. El cambio de ingredientes altera la composición de las poblaciones de microbiota con riesgo de diarreas mecánicas. Los cambios tienen que ser graduales. Surge la pregunta en dónde se logra el mejor efecto fisiológico a largo plazo, donde hay menores alteraciones en la microbiota intestinal de los lechones ¿En la cantidad del consumo de alimento o en la composición de la dieta?

El Porcicultor tiene control sobre la formulación de los ingredientes y densidades de incorporados a la dieta, pero no en el consumo voluntario del alimento por el cerdo. La espectroscopía infraroja (NIRS) facilita un gran salto en la modernidad de la nutrición. Se define en forma precisa el contenido de nutrientes y proteína. Se puede verificar rápidamente lo que se formula en computadora con los que se ensaca procesa de alimento balanceado.

Tabla 8. Consumo en gramos de alimento.

Días	Creep feed	Dieta de destete	Alimento de maternidad
Predestete D 14-28 gramos/camada/día	441	393	314
Posterior al destete D14 gramos/lechón/día	328	369	333
Posterior al destete D 0-14 gramos/lechón/día	217	261	231
Ganancia de peso corporal			

Un lechón de 1.4 kilos de peso al nacer necesita un mínimo de 250 gramos de calostro el 1er día. Se reduce la mortalidad, adquiere inmunidad pasiva, se acondiciona para obtener incrementos de peso posteriores. Si 13 lechones necesitan consumir 3.3 kilos de calostro. Hay 1/3 de las hembras que no alcanzan a producir esa cantidad, ya que el rango va de 2 a 5 Kg de calostro en 24 horas, con un promedio de 3.5 kilos por marrana recién parida. Sin embargo un lechón tiene una capacidad de ingerir con mamila 450 gramos de leche, pero si está mamando directamente de las tetas de su madre solo alcanza a consumir 212 a 373 gramos de leche. Para aumentar la producción de leche y extender el período del paso de inmunoglobulinas se recurre a la inyección de 75 unidades IU de oxitocina, que también tiene sus desventajas. En forma natural la hembra obstruye paulatinamente el paso de inmunoglobulinas en la glándula mamaria después de las 24 horas. El calostro inicial poco a poco se convierte en leche materna. Considerar que el mismo lechón cierra el paso intestinal de moléculas de inmunoglobulina al 3er día, de esta manera ya no incrementa su protección inmunológica. Solo se limita a 1-2 días efectivos. Dos factores, la hembra deja de pasar inmunoglobulinas y el lechón deja de absorber inmunoglobulinas. Por ello la gran importancia del oportuno y gran consumo de calostro.

Se presenta en los lechones una fase fisiológica aguda a la llegada del sitio II desde el momento del destete hasta los 7 días posteriores en la que se da el inicio de la madurez intestinal. Esta etapa se prolonga a más de 6 semanas de edad. El lechón requiere mantener un pH ácido bajo en el estómago ayudado por la adición de ácidos orgánicos como butirato, obtener apoyo de bufferizantes incluidos en el alimento cobre y zinc orgánicos o en sal mineral, incluir glutamina en toda la fase de alimentación durante el destete ya que es una fuente de energía y repara muy bien la mucosa intestinal después de una diarrea. Utilizar betaina que incrementa la digestibilidad, ya sea en presentación líquida, anhidra o en cloruro (cada producto tiene resultados diferentes). Cisteamina recubierta de grasa para mejorar la calidad de la canal y como promotor del crecimiento magro. El ácido Guanidinoacético GAA comúnmente deficiente al utilizar pasta de soya como fuente de proteína. El GAA es precursor para sintetizar Arginina-Lisina y su suplementación ahorra energía ATP para reducir su síntesis. Lisina y metionina son precursores de carnitina. La suplementación de carnitina ahorra aminoácidos esenciales de alto precio. La carnitina interactúa con los ácidos grasos para lograr canales magras. No se descartan los compuestos fitogenéticos, enzimas, prebióticos, probióticos, inmunoglobulinas de huevo con calidad de proteína, plasma de sangre o de suero deshidratado SDPP, médula del hueso, células rojas, y el uso de antibióticos si es necesario.

La porcicultura sustentable refuerza la atención al desarrollo fisiológico del recién nacido así como su madurez embrionaria dentro del útero. Los aciertos y errores en el animal durante ambos procesos embrión-lactancias estarán manifestándose por el resto de su vida productiva o a más largo plazo reproductiva. Los cerditos nacen estériles, pero desarrollan rápidamente una microbiota establecida que se adquiere a través de la transmisión oral-fecal en su entorno posterior al nacimiento dentro de la maternidad o paridera y a través de la leche y su exposición al consumo del alimento de la madre o del sustituto de leche. La microbiota queda estable hasta el destete.

La falta de leche materna genera cambios microbianos profundos y marcados, que aparecen 7-14 días post destete. Se busca no alterar esa condición equilibrada.

Los valores incluidos en las tablas de nutrición existentes son promedios de varios resultados de investigación de años previos, nuevos meta análisis que conjuntan varios estudios realizados con anterioridad. No hay tiempo de integrar actualidades del contenido de nutrientes y surgimiento de nuevos subproductos. El desarrollo de la industria porcina va por delante de la investigación publicada.

Si en el pasado histórico a los cerdos se les daban los desperdicios de comida del hogar, alimentados con escamochas en los basurales municipales, ofreciéndoles suero de leche y granos remojados con los sobrantes de las cosechas, consumiendo subproductos alternativos de procesos agroindustriales e incluyendo el pastoreo libre. Después se les dio comida mezclada con cereales y proteínas, se fue mejorando la dieta agregando minerales y vitaminas, se mejoró la molienda de granos, su mezclado de formulación de alimento balanceado incorporando aditivos como microminerales, medicamentos y amino ácidos. Hoy se incorporan productos purificados y concentrados de ácidos grasos esenciales, lecitinas, para mejorar la digestibilidad del alimento, hay enzimas (fitasa de origen fungal o bacteriano, carbohidrasas glycosil, xylanasa, proteasa, amilasa, manasa, lipasa, pectinasa, galactocidasa, muramidasa) que reducen los factores anitnutricionales presentes en los alimentos, pero ¿Cuáles y que mezclas de enzimas emplear?, cepas de probióticos vivos para repoblar el tracto intestinal, prebióticos, minerales orgánicos enlazados con un aminoácido o glicina (Zn, Mg, Cu, Co, Fe), betaina, grasa, fibra, bufferizantes, acidificantes que se incorporan 0.5% por tonelada y que también aportan energía neta EN (ácido ascórbico 4205, A. butírico 3584, A. propiónico 3019, A. láctico 2340, A. fumárico 1772, A. cítrico 1561 EN), compuestos fitogenéticos, proteína unicelular, ácidos orgánicos butirato, glutamina, glicanos, creamina, amino creatinina, montmorillonita, antioxidantes, cimenol, ácido guanidinoacético (arginina-glicina), pronutrientes vegetales acondicionadores intestinales, moduladores de microbiota botánicos, proteína hidrolizada. No esperes efectos acumulativos al emplear todos los aditivos. Cada cual tiene su uso y se emplea para resolver o mejorar la nutrición.

La incorporación de carbohidrasa xylanasa en la dieta, si mejora la energía disponible, pero resalta la mejor viabilidad de los cerdos jóvenes, baja mortalidad, se incrementa el ácido butírico. No se conoce el modo de acción.

El mercado es casi infinitamente grande y la industria de alimentos ofrece muchísimos productos para dar solución a problemas o deficiencias que inhiben el mejor desempeño del potencial genético de cada animal. Otra línea ha sido incluir secuestrantes de micotoxinas o sustratos producidos por grandes poblaciones de hongos que crecen en el alimento. Son 6 las especies fungosas de importancia económica. Las micotoxinas causan estrés oxidativo, inflamación y así se desencadenan otros inconvenientes productivos como gasto metabólico para eliminar las sustancias tóxicas, respuesta inmune de la mucosa. Pueden aliviar la actividad tóxica la inclusión de vitamina E, vitamina C, carotenoides, selenio, y un grupo de compuestos flavonoides (polifenoles, proancianidinas, etc). La silimarina es una planta

con fosfolípidos que reducen la toxicidad de las aflatoxinas. Otros productos experimentales resaltan como lycopene, Rosmarin officinarum, hydroxytolueno, etc.

Las micotoxinas afectan la calidad el semen de los sementales, perjudican la implantación de ovocitos en las hembras, pueden causar la muerte prematura de embriones.

### MICOTOXINAS IMPORTANTES.

Tabla 9. Principales especies de hongos, su toxina característica y la fuente de origen.

HONGO	TOXINA	GRANO
Aspergillus parasiticus, nonius, pseudotamarii	Aflatoxina B1, B2, G1, G2	Cebada, maíz, sorgo, soya, trigo
Aspergillus flavus	Aflatoxina B1, B2	
Aspergillus versicolor	Ácido ciclopiazónico	
Aspergillus ochraceus	Ocratoxina A	Avena, cebada, centeno, trigo
Aspergillus clavatus, terreus	Patulina	
Claviceps purpurea, fusiformes, paspali, africana	Ergot alcaloides: Ácido lisérgico, amidas de ácido lisérgico, ergopeptinas	Centeno, sorgo, trigo
Fusarium verticillioides (moniliforme), proliferatum	Fumonisinias B1, B2, B3	Maíz, sorgo, soya
Fusarium graminearum, avenaceum, culmorum, poae, equiseti	Tricotecenos tipo A: Toxina T2, HT2, diacetoxiscirpenol	Avena, cebada, sorgo, soya, trigo
Fusarium crookwellense, acuminatum, sambucinum, sporotrichioides	Tricotecenos tipo B: Nivalenol, deoxinivalenol DON, fusarenon-X,	
Fusarium graminearum, culmorum, sporotrichioides	Zearalenona	Cebada, maíz, sorgo, trigo, ensilaje (gramíneas, leguminosas, maíz)
Penicillium verrucosum, viridicatum	Ocratoxina A	
Penicillium citrinum, verrucosum	Citrina	Avena, cebada, maíz, trigo
Penicillium roqueforti	Roquefortina, Toxina PR	Ensilaje
Penicillium cyclopiumk, camemberti	Ácido ciclopiazónico	
Pennisillum expansum, claviforme, roqueforti	Patulina	Ensilaje
Acremonium (hoy clasificada como) Neotyphodium coenophialum	Toxinas de festuca: Alcaloides de ergot, lolinas, peramina	Zacate Festuca y Lolium ryegrass
Neotyphodium lili	Toxinas de fectuca: Lolitremos, peramina, alcaloides de ergot (ergovalina)	
		Diacctoxiscispermol (DAS), neosolaniol,

Mucho se puede hacer eficiente, con el manejo del tamaño de partícula ofrecida, por cada 100 micrones en la criba de molienda se mejora la eficiencia alimenticia 1.4%. Así que un molido mediano de 900 micrones se logra una eficiencia de 2.9 Kg de alimento por 1 kilo de crecimiento. Si se reduce el tamaño de partícula a 600 micrones se mejoran 4.2% para obtener una eficiencia de 2.68. En ocasiones es bueno incluir grano entero para estimular masticación y salivación. En aves 1000 micrones puede ser ideal. Agregar valor económicos de maniobras, electricidad, tiempo de proceso por estas ventajas y obtienes la conveniencia de hacer el alimento más fino o no y según el tamaño de los cerdos.

Cómo influye la composición de la dieta, el tamaño de partícula y las emisiones de gases. A 48 cerdos en etapa de finalización se pusieron en jaulas metabólicas para colectar durante 49 días las heces y orina por separado. Las dietas con mayor fibra incrementaron el nitrógeno N en las excretas, pero liberaron menos nitrógeno en forma de gas, tienen mayor carbón C y contenido de ácidos grasos volátiles AGV totales y cúmulo de gases. Al incremental la producción de más ácidos grasos volátiles, se logra una mayor masa microbiana y resultando en una menor producción de gases. La molienda fina redujo las excretas con menos N, C, AGV, concentraciones de fenólico, findole y las emisiones de AGV.

La digestibilidad es mejor cuando el tamaño de las partículas se ha molido entre 600 a 700 micras. Los beneficios de la molienda se reducen al minimizar el tamaño del grano alcanzando apariencia de harina a más de 700 o hasta 1200 micras.

Tabla 10. Influencia directa del tamaño del grano molido y su eficiencia alimenticia.

<b>TAMAÑO DE PARTÍCULA</b>	900	700	500	300
GANANCIA DIARIA KG	0.354	0.363	0.386	0.381
CONSUMO ALIMENTO KG	0.585	0.549	0.558	0.540
ALIMENTO/GANANCIA	1.55	1.52	1.46	1.53
RANGO PRODUCCIÓN T/H	4.06	2.84	1.63	0.85
<b>TAMAÑO DE PARTÍCULA</b>	1200	900	600	400
LECHONES/CAMADA	9.1	9.0	9.5	8.9
PÉRDIDA PESO KG	10.48	10.48	7.21	8.21
LECHON GANANCIA PESO KG	46.90	48.72	50.48	50.08
HEMBRA CONSUMO KG	4.19	4.24	4.40	4.43
ULCERAS VALOR	1.3	1.4	2.7	2.9

El procesado de pelletizado ayuda a mejorar la conversión alimenticia: ganancia entre 5 a 15% dependiendo de la composición de los insumos alimenticios incorporados a la dieta en específico para cada peso vivo del animal. Los mejores resultados se obtienen con animales

jóvenes. Siempre: El costo extra de pelletizar no debe ser mayor que los beneficios esperados.

### **ADITIVOS, ENZIMAS, SUPLEMENTOS.**

Hay 13 vitaminas esenciales que, aunque sean sintetizadas en el cuerpo deben incluirse suplementadas en la ración. Los aminoácidos esenciales son 12 y solo 8 de uso sintético o cristalino, los principales minerales 12, ácidos grasos 1.

Es importante valorar el empleo de la enzima a incorporar en la dieta. La inclusión de enzimas en el alimento es para desdoblar, partir o destruir compuestos anti nutritivos, incrementando la digestibilidad de los nutrientes y mejorando los rendimientos productivos. Son para degradar ácido fítico no absorbible y polisacáridos no amiláceos de la dieta, reduciendo así los efectos anti nutricional entre ambos sustratos. La fitasa se incluye entre 500 a 2000 FTU/Kg. Con libertad se puede usar el máximo rango. El nivel bajo reduce 1.61 kg de CO<sub>2</sub>/cerdo y si se incrementa la cantidad de enzima se reducen 6.19 kg por cerdo al tiempo de mercado. El 64% del total del fósforo consumido en la dieta se excreta en las heces y la orina. La fitasa puede reducir 38-76% de la cantidad de fósforo incluido en forma de minerales en la dieta, o sea 1-2 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en la ración. En la etapa de crecimiento la fitasa reduce 25% del fósforo fecal y durante el acabado o fase de engorda 17%, su acción es menos relevante porque el animal de mayor edad es más apto para digerir.

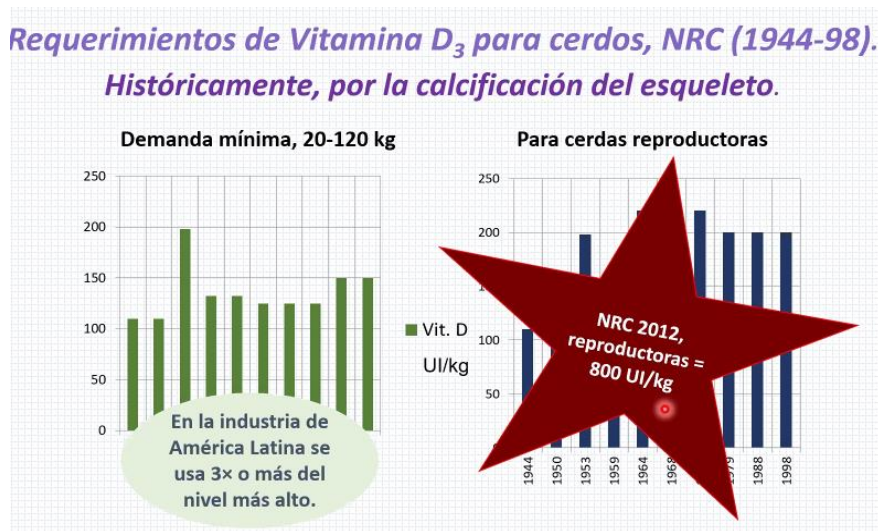
Si ofrece una mejora de 50 Kcal/kg de energía se compara con el precio del alimento energético más económico, como del aceite-manteca-grasa de la energía que se pueda incrementar. El precio del fósforo al liberar la fitasa el elemento del ácido fítico de las plantas o salvados. Los aditivos deben ser evaluados de acuerdo al retorno de la inversión, incluso el espacio o volumen que ocupan en la formulación. Las cuentas hay que sacarlas al menos dos veces al año. Considerar que hay aditivos que solo aportan mejoras en 5% de efectividad, su análisis es más difícil de apreciar su contribución. Así que su incorporación siempre debe estar alerta con un ojo abierto para determinar su empleo. El trigo y cebada tienen xilanos y betaglucanos no digestibles. Si es trigo se sugieren arabinosylasas, con cebada betaglucanos que mejoran la solubilidad de la fibra. El empleo de amilasas y manasas exógenas si son redituables. Hay varias carbohidrasas glycosyl hidrolasa como alternativa. Se espera un efecto con menor costo de alimentación, microbiota intestinal más equilibrada, aumento en la ganancia de peso corporal, aumento de la aptitud gastrointestinal, aumento en la rentabilidad.

Con precios muy elevados en insumos altos en proteína, las proteasas mejoran la digestibilidad. Las proteasas es un grupo amplio de enzimas, pero tienen a ser especializadas y específicas para su acción. Se pueden emplear lipasas para los ácidos grasos, alfa galactosidasa, pectinasas. Las muramidasa su acción contra sobre el sustrato de péptidos se realiza en el intestino. Los glicanos reaccionan contra los desechos y toxinas bacteriales.

Las vitaminas son micronutrientes con funciones en el control de diarreas, propiedades inmunomoduladoras, antimicrobiales, antioxidativas. Las vitaminas del complejo B son producidas por bacterias en el aparato digestivo que se establecieron durante la lactación. Tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantoténico, vitamina 6, biotina, folatos, vitamina 12 y vitamina K en el colón. En una granja no se encuentran deficiencias nutricionales por vitaminas, pero la presión de mayores rendimientos a su máximo potencial genético ocasiona necesidades nutritivas por arriba de los requerimientos nutricionales. La salud animal intestinal y ecología digestiva están encadenadas al sistema nervioso central, sistema endócrino y sistema nervioso parasimpático. En el intestino del cerdo hay 500-1000 especies de bacterias de importancia productiva. Durante la lactación predominan enterobacteria, bacteroidaceae, clostridiaceae. Al consumir alimento provotellaceae, ruminococoaceae. Al tiempo del destete se provoca una disbiosis intestinal y se activan las defensas intestinales. Los bacteriodetes del colón producen 90% de la vitamina B, excluyendo la vitamina B12. Nota, el uso de antibióticos afecta la microbiota establecida y cambia su composición intestinal, alterando las poblaciones naturales que inhiben infecciones entéricas.

La vitamina D influye en la composición del microbioma intestinal y tiene acciones inmunomoduladoras. El colicalciferol 25OHD3 por su absorción asegura una mejor distribución en los tejidos comparado con otras fuentes de Vit D. Una insuficiencia en útero causa XIFOSIS permanente en los lechones de engorda. Los cerdos de Europa utilizan 2000 UI/kg y se requieren 40 veces para alcanzar toxicidad. En pollos se usan hasta 10000 UI y no necesariamente se logran mejores resultados productivos. La vitamina D por ser un precursor de hormonas interviene en la calidad de los linfocitos T y B, ostioblastos, ostiocitos que actúan con prontitud a las defensas naturales. La Vit D ligado a la movilización del calcio actúa reduciendo la textura, rigidez y dureza de la carne en canal causada por el rigoris mortis.

Figura 14. Requerimientos nutricionales de vitamina D3 NRC y la genética hiperprolífica.





La vitamina A con regulación inmune y actúa en las funciones que realizan las barreras físicas intestinales.

Los aditivos estimbiótico no digeribles pero fermentables xilo-oligosacaridos 150 gramos por tonelada ayudan a la fermentación natural de la fibra presente en la dieta, produciendo ácidos grasos volátiles. Difiere de los prebióticos (fructo-oligosacáridos, galacto-oligosacáridos, manano-ologosacaridos) que son fermentados por el microbioma.

El butirato sódico protegido tiene efecto positivo sobre las vellosidades intestinales, mejora su integridad, tamaño y densidad. Ello aumenta su capacidad de absorción y digestibilidad de los nutrientes de la dieta.

Aditivos como el hidrocortisona de ractopamina (RAC) están altamente restringidas al mercado de exportación a China a un nivel de CERO existencia en la planta de alimentos balanceados, al menos por 6 meses y en tejido animal hasta partes por trillón. Medida en vigor desde enero 2021. Taiwán es un poco más tolerante. Se puede detectar en laboratorio su contenido en carne todavía 42 días del último consumo. La ractopamina incrementa la ganancia diaria de peso, eficiencia alimenticia 10% y mejora la relación carne magra con espesor de grasa, se incorpora al alimento finalizado cuando hay un consumo de 2.5 Kg diarios, un mes antes de vender el animal y representa 10-30% de las ganancias ya que su ROI es de 1:3, aun cuando el 85% del fármaco sale del cuerpo del animal en 24 horas y en 50 horas de dieta, sin alimento, se ha eliminado por completo. Quedan residuos en músculo.

El uso del RAC fue aprobado en 1999 en dosis de 5-20 mg/kg. Se reportaron síntomas de fatiga en rastro y sucedieron heridas. Incrementa el ritmo del corazón, provoca temblores cuando han manejo forzado, y en altas dosis los animales son sensibles al estrés. En el 2006 se reducen las dosis 5-10 mg/kg (4.5-9 gr/tonelada de alimento) solo en animales de finalización a los 4.21 últimos días cuando logran 20-40 kilos más de peso en ese lapso. Los animales en corral cambiaban su comportamiento. Los residuos musculares se detectaron 15 ppb en carne y en el hígado 50 ppb. Por ello no requiere restricción de retiro en el alimento. Se acumula más en riñón y ojos, además tardan más su eliminación en estos órganos. En 2014 quedó prohibido en 160 países incluyendo China, Rusia y los 28 de la Unión Europea, producto del daño que causa el clenbuterol en bovinos. El uso del RAC está aprobado en 30 países y aceptan residuos en carne 75 países. Los Porcicultores de Canadá pueden úsalo legalmente, pero los rastros exportadores solo certifican carne sin residuos, libres de RAC toda la vida del animal. Por ello NO se utiliza en Canadá.

En EUA 2013 la empresa Smithfield, en 2019 JBS y en 2020 entraron Tyson y Hormel libres de RAC. Las ferias de exhibición en EUA ahora exigen libres de RAC. También implementan el no uso de antibióticos y se pronuncian por una producción Net Zero Emissions.

Ha faltado investigación para lograr sustitutos del RAC, pero estudios iniciales tienden a señalar que el aceite de girasol y de coco sube la musculatura y baja el grosor de la grasa. Otros indican que el poco RAC residual en la carne ayuda a reducir el Parkinson

poblacional, un mal neurodegenerativo. El RAC tiene como inconvenientes a la salud humana, altos riesgos de cancerígeno y genotóxico.

Tampoco China acepta sulfato de sabutamol y 40 productos enlistados. Hay que revisar las normas y reglamentos para cada país de destino en la exportación.

No están bien documentados los resultados benéficos que aporta el uso de somatotropina para el crecimiento del cerdo y quedan dudas si ayuda al desarrollo embrionario. Por ello hay que consultar a los expertos antes de emplear este tipo de aditivo.

## **MERCADO DE GRANOS E INSUMOS.**

Son miles de barcos que transportan los granos cosechados entre los 7 mares para alimentar 1,000 millones de personas que dependen de las importaciones. Casi el 20% de la producción mundial cruza las fronteras entre países.

Figura 15. Flujo del mercado mundial de granos.



Los precios de los granos habían estado estables del 2015 al 2019 y para los poricultores tenían un rango relativamente bajo. Las distorsiones en el mercado internacional y problemática en los navíos para movilizar cosechas internacionales, aún con excedentes se suben los precios en el verano del 2020. El grano de maíz llegó a \$5-6 dólares el bushel, una situación manejable porque la carne también incrementó su valor. Pero al normalizarse los flujos mercantiles la volatilidad de los commodities será desgastante. Hay que hacer uso de los insumos regionales para sobrellevar la crisis y pasar la inestabilidad del mercado internacional de granos en el que México importa más entre 15 a 17 millones de toneladas anuales tan solo para consumo animal. Los furgones ferroviarios y buques navieros aportan contaminantes CO2 a la huella de carbono de los alimentos. }

La mejor solución para los precios altos de los insumos de la dieta es mejorar la eficiencia alimenticia. Después del pico de crecimiento y niveles de deposición de proteína muscular,

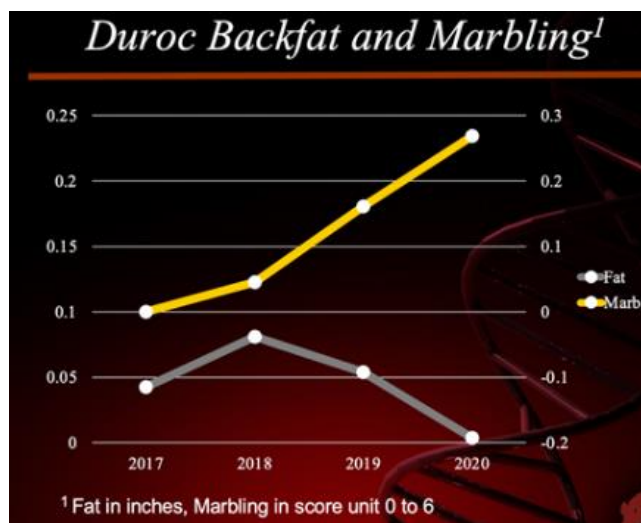
el animal empieza a depositar mayor cantidad de grasa, afectando la conversión que se tenía alimento: ganancia. El cerdo es más eficiente durante el crecimiento, después el metabolismo decrece en la fase de engorda. El peso óptimo al mercado se puede determinar con un modelo matemático de crecimiento. Las líneas de genética de cerdos magros son más eficientes en la conversión que los cerdos grasos.

Los comederos viejos tiran 25% de la comida. Los roedores, pájaros y fallas en el servicio de alimento causan mermas.

Se predicen precios altos en los granos, todavía durante el 2022. La estrategia como compras por contrato adelantadas pudiera ser solución. Es un mecanismo conocido, pero nunca los poricultores lo aceptan a largo plazo de 10 años.

La nutrición no es ya pues enfocada a que el animal coma para que produzca, o que la alimentación de los semovientes sea balanceada al mínimo costo. Hoy por hoy se dirige alimentar hacia la salud del sistema digestivo, a la mejor absorción de los nutrientes, a la calidad del funcionamiento de sus órganos y tejidos, al despertar de genes identificados de importancia económica nutrigenómicos para obtener una producción eficiente.

Figura 16. Mejoramiento genético de la raza Duroc y su marmoleo.



En el caso de lechones los problemas gastrointestinales son la principal causa de morbilidad y mortalidad. Cada día más se exige no usar antibióticos promotores del crecimiento, evitar la medicación del alimento, ya hay severas restricciones en el uso de sulfato de cobre CuSO<sub>4</sub> y óxido de zinc por arriba de los niveles de sus requerimientos nutricionales y empleados como terapéuticos para solucionar diarreas en lechones, pero las excretas contaminan los suelos. La Unión Europea prohibió para 2022 la inclusión del óxido de cinc ZnO en el alimento, por el riesgo de producir resistencia bacteriana, por ello ya no se usa sulfato de colistina en alimento ni terapéutico, solo para uso humano.

Tener en consideración que una simple diarrea al tiempo del destete repercute en 3 kilos menos al tiempo de venta al mercado. Para minimizar las diarreas se reduce la cantidad de proteína cruda utilizando insumos de mayor digestibilidad, ya que los componentes no digeribles son materia prima para la proliferación de patógenos intestinales. Al reducir el % de P.C. hacen falta aminoácidos esenciales para lograr altos rendimientos, ya que se reduce la ganancia de peso.

De la misma manera evolucionaron los sistemas de software particulares, más actualizados que los servicios oficiales de investigación para realizar dietas precisas de mínimo costo. Las plantas de alimento balanceado han diseñado suplementos que hacen mas sustentable los alimentos con la ayuda de balaceo de raciones como pilares para minimizar el impacto ambiental.

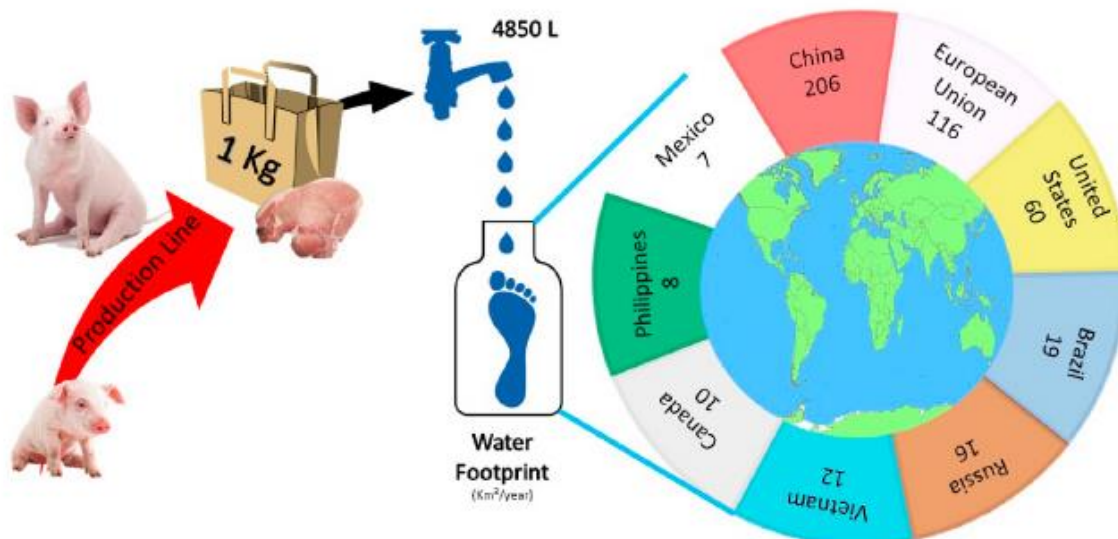
Hoy estos balanceos alimenticios se especializan en formulación de dietas en etapas específicas para los Requerimientos Nutricionales para Lactantes E-Lacto con tablas para cerdas lactantes. Precisión Amino Art 6.0 con las recomendaciones en la digestibilidad de los aminoácidos esenciales, cálculos más precisos en el contenido de fibras de la dieta. Software para formular dietas al mínimo costo así como modelos diseñados para cumplir simultáneamente lo económico como reduciendo el impacto ambiental que cumple con las normas ISO 14040/44, Naciones Unidas FAO-LEAP (livestock environmental assessment performance) y estándares PEFCR (product environmental foot print category rules) con gráficas en 3ra dimensión que permiten conceptualizar y entender la manera de complementar los requerimientos nutricionales de los porcinos. IPCC guías de cálculo. GFLI global feed LCA institute. Estas innovaciones en la formulación de raciones de alimentos balanceados prometen en el futuro reducir en forma crítica el impacto ambiental, mejorar el uso y conservación eficiente de los recursos naturales.

La plataforma Hans Blonk.Sustell son expertos en los ciclos de la vida y producción sustentable, utilizan la información de la granja para hacer los cálculos que ayuden a cumplir con los estándares internacionales.

## **PORCICULTURA SOSTENIBLE.**

La Comisión europea exige controles, hay instituciones y asociaciones que acreditan los niveles de contaminantes generados y etiquetan los productos cárnicos con certificados de calidad y compromiso ambiental. Existen mercados mundiales que exigen estas valoraciones, ya cuentan con metodologías para calificarlas y tienen analizados los alimentos con los que se alimentan los animales domésticos en producción y es alimento para consumo humano. Para su consulta está la British Pig Executive and the Environment (BIPEX) y la Universidad estatal de Iowa publicó un estudio realizado en granjas chinas sobre la huella ambiental IASTATE carbón footprint assessment of large sale pig production systems in China.

Figura 17. La huella ambiental de la producción de carne de cerdo y empleo de agua dulce.



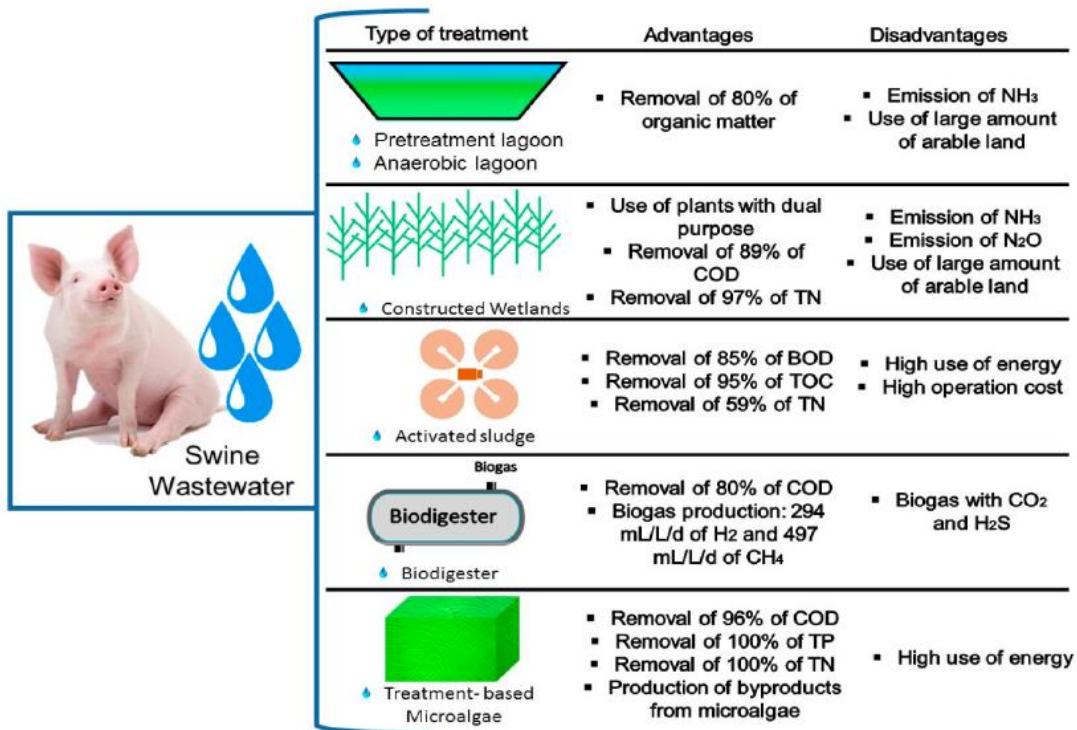
Un análisis publicado en el Journal of Environmental Management 278(2021) 111534 describe que por cada kilo de carne de cerdo se necesitan 4850 litros de agua fresca.

Cultivando microalgas (*Chlorella vulgaris*, *Chlorella zofingensis*, *Tetraselmis*, *Scenedesmus*, *Chlorococcum*, *Parachlorella*, etc) Cada microalga especializa en la producción de biodiesel, biohidrógeno, bioelectricidad, biogás. Una laguna de biodigestión anaeróbica puede reducir 80% del contenido de materia orgánica. Se genera metano CH<sub>4</sub> 1.234-1.679 L/L/d. Agregando ASBRE se producen 294 mL/L/d de hidrógeno H<sub>2</sub> y 497 mL/L/d de CH<sub>4</sub>, cuando el sustrato tiene un COD de 8600/L/d. Por cada 25 litros de excremento un biodigestor en 42 días produce 1.67 L/L/d de biogás compuesto de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S. Los afluentes aplicados a una pradera de Maralfalfa *Pennisetum purpureum* aprovechan 90% de los residuos porcinos.

La demanda mundial de carne de cerdo es inmensa y por lo tanto indiscutiblemente sus grandes volúmenes de producción causan impacto ambiental. Se le atribuyen deficiencias en la sustentabilidad ambiental, producción de gases efecto invernadero, contaminación del subsuelo y recursos hídricos con agua subterránea y superficiales, los lodos acumulados de las excretas afectan los recursos abióticos, hay una acidificación, eutrofización en las unidades de producción, se contamina el aire, se incrementan los desperdicios, tiene una alta demanda al consumo de granos causando la pérdida de biodiversidad con la apertura de tierras agrícolas para satisfacer la producción de cereales y pastas de soya, influye en el cambio climático. Tan solo en los EUA los números de producción son exorbitantes.

Las actividades pecuarias deben agendarse la NOM 001-W3COL-1996 06/01/1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de agua residuales. Las instalaciones de biodigestores ayudan mucho en el proceso.

Figura 18. Efluentes de agua porcina y sistemas de tratamiento y aprovechamiento.



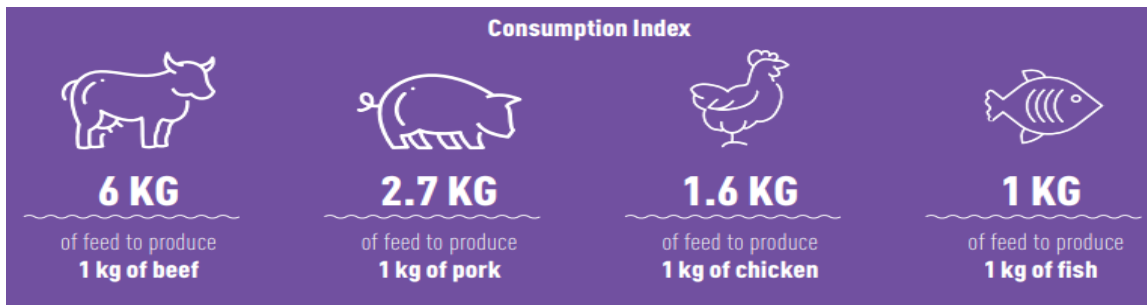
Cada empresa debe conocer su situación en términos de reducir el impacto ambiental. Desde los novatos curiosos, investigando, conociendo a la competencia, aplicando monitoreo, explorando nuevas vías, hasta las porcícolas maduras que implementan fuertemente medidas para reducir su impacto ambiental.

Se puede calcular a detalle el impacto ambiental determinando todas las emisiones de bióxido de carbono equivalentes CO<sub>2</sub>e en el cambio ambiental. Hay modelos acreditados del grupo intergubernamental de trabajos IPPC sobre contaminantes ambientales.

Como producción estándar se consideran 6 Kg de CO<sub>2</sub>, con manejo se puede lograr bajar a 1.6 Kg de CO<sub>2</sub> y aplicando la metodología circular con reciclajes bajar un 40% más del total. Incorporando una tecnología integral de la granja con energía de aspas eólicas y paneles solares lograr la neutralidad e incluso se puede establecer un banco de almacenamiento de CO<sub>2</sub> utilizando insumos originales de la agricultura orgánica y certificando la producción orgánica de cerdos mediante muy bajas emisiones de CO<sub>2</sub>.

La humanidad tiene preferencia de consumo en un mercado global de proteínas en las que se identifican para 2018-2025: **Acuicultura 74%**, huevo y leche 26%, carne 23%, plantas 14%, pesca 9%. En los que se incluyen ovinos, caprinos, búfalo.

Tabla 11. Eficiencia alimenticia por cada especie animal doméstica.



En EUA el consumo de huevo en 1998 era de 133 blanquillos por habitante para el 2018 alcanzó 168 unidades. Las ventas de alimentos en los EUA vienen incrementándose ascendentemente 2016 1.5%, 2017 1.3%, 2018 1.9%, 2019 2.2%, 2020 11.4%. La pandemia del COVID-19 hace un cambio coyuntural del comportamiento, impactando los mercados, en el 2019 era de \$ 845,800 millones de dólares y en el 2020 La nostalgia, trabajo en casa, aislamiento, las ventas en comida alcanzaron \$ 944,100,000,000.00 dólares. Es pues una gran señal de que el mundo sigue alimentándose con productos primarios de la agricultura en todos sus sentidos.

Tabla 12. Impacto de los contaminantes producidos en granja.

Bióxido de carbono CO<sub>2</sub> 450 kg por año  
 Amoniaco NH<sub>3</sub> 50 ppm causa queratoconjuntivitis  
 Ácido sulfúrico H<sub>2</sub>S 200 ppm induce al edema pulmonar.  
 Monóxido CO 200 ppm reduce el crecimiento de los cerdos en 25%  
 Metano CH<sub>4</sub> su acumulación encerrada causa la muerte  
 Polvo considera que 1 gramo contiene 800000 colibacilos  
 Microbios CFU/M<sup>3</sup> 430000 unidades son nocivas para la salud  
 Otros contaminantes Óxido nitroso N<sub>2</sub>O, Hidro fluoruro carbonos HFC, Perfluoruro de carbono PFC, hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub>.

Pero la porcicultura no está sola ya que en el mundo se estiman 677 millones de cabezas y las demás actividades relacionadas con la producción de alimentos de origen animal presentan los mismos retos ambientales. Por su alcance de contaminación por especie esta la res de engorda, establos lecheros, ovinos de lana y carne, la porcicultura y las granjas de pollo de engorda y de postura con huevo de plato.

Tabla 13. Kg de CO2 equivalentes por kilogramo de producto de producto cárnico final:

Carne de vacuno 59.60  
 Carne de ovino 45.50  
 Porcino 7.30  
 Carne de ave 4.70  
 Huevo de plato 3.70  
 Litro de leche 2.80

La formulación de los alimentos en cerdos representa el 70% de las emisiones, aquí se pueden manipular muchos aciertos. Para comprenderlo un poco mejor un cerdo típico criado a los 115 kilos en pie ha producido 28 kg de CO2. Esto es aproximado al recorrido de un automóvil utilizando combustible por 100 kilómetros. Donde la alimentación aporta el 23% de los contaminantes y las excretas o purines el 41% de la huella de carbono total de la producción porcina.

Tabla 14. Características químicas de las excretas porcinas.

Edad	Kg peso	Kg/día excreta	Agua %	Sólidos Kg	Volátiles Kg	N Kg	P2O5 Kg	K2O Kg
Destete	11	1.22	89	0.13	0.11	0.01	0.0045	0.0045
Engorda	68	4.31	89	0.48	0.38	0.04	0.0227	0.0181
Gestación	125	3.40	91	0.31	0.26	0.02	0.0181	0.0181
Lactación	170	10.21	90	1.02	0.92	0.08	0.059	0.0635
Semental	159	3.27	91	0.29	0.26	0.02	0.0181	0.0181

Un afluyente de granja porcina se puede caracterizar con un rango de condiciones: Acides pH 7.22-8.95.

Tabla 15. Propiedades en miligramos por litro:

COD 1963-20180  
 BOD 1285-9400  
 TOG 571  
 Carbón inorgánico total 336  
 TN 340-1435  
 TP 18-87  
 Ácidos grasos volátiles 1040  
 Conductividad ms/cm 7.32  
 Minerales Cu, Zn, Mg, Mn, Ni 10-22  
 Coliformes fecales CPU/gramo 8.8 X 10<sup>7</sup>

La agenda de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) establece 17 objetivos que deben cumplirse 2016-2030. No pobreza, \*Cero hambre, \*Salud y bienestar, \*Calidad de le



educación, equidad de género, agua limpia y potable, energías renovables y limpias, trabajo laboral y crecimiento, \*industria-innovación e infraestructura, apertura igualitaria, sustentabilidad urbana, consumo responsable, \*acciones climáticas, cuidar océanos y lagos, tierra-vida, paz-justicia e instituciones fuertes, asociaciones y trabajo en conjunto para lograr las metas.

Hay guías prácticas que se pueden incorporar al manejo de la granja y cuidado del bienestar animal para lograr cero emisiones de contaminantes. Existen disponibles muy buenos estándares y guías con información para apoyar la toma de decisiones. Es pues una agenda mundial para implementar la porcicultura sustentable. Implica más rendimiento alimenticio y crecimiento corporal a su capacidad genética, buscar reducir el amoniaco y otras emisiones, aumentando la digestibilidad de los nutrientes y la retención de la proteína.

Para las granjas se prioriza en: 1.- Salud, seguridad alimenticia, alimentos sanos; 2.- Bioseguridad; 3.- Programas de mejoramiento genético equilibrados; 4.- resaltar la importancia del manejo zootécnico; 5.- transparencia, comunicación y compromiso.

Sin mediciones, registros y conteos no se avanza. La porcicultura de precisión, automatización y robotización. El análisis de datos asegura que las generaciones futuras tengan asegurado recursos naturales limitados pero suficientes para vivir en armonía. Omitir la toma de datos es fallarle a las próximas generaciones. Es necesario documentar y rastrear el progreso, para cuantificar ofertas e intercambios y beneficios. Los ciclos vitales enmarcan la información e interpretación de éstas medidas.

### **INSUMOS ALTERNATIVOS.**

El empleo de un nuevo ingrediente requiere conocerse su origen y calidad. Composición de los principales nutrientes al igual que toxinas o alérgenos y contenido de micotoxinas específicas de la región de origen del producto por almacenamiento. No estará de más agregar un poco más de metionina e incorporar otros productos específicos para contrarrestar las toxinas producidas por hongos de los alimentos. La metionina apoya la implantación de embriones, incrementa la producción de leche, no así con las primerizas, que continúan en crecimiento.

Tabla 16. Proteínas alternativas de origen animal.

Fuente CONAFAB 2021		
Proteínas Premium & altas en costo (PC %)	Proteínas Sustentables & Económicas (PC %)	Precio comparativo (proyectado) Promedio -
Harina de Sardina 64%	Harina de Tilapia - 50%	\$1.6 / \$0.6 = - \$0.9
Harina krill	Harina de Jaiba - 44 %	\$ 4 / \$0.5 = - \$3.9
Harina de Anchoqueta 66%	Harina de Salmon 52 %	\$ 1.8 / \$0.9 = - \$0.9
Harina Ave prime 62%	Harina de Ave local 54 %	\$ 1.2 / \$0.6 = - \$0.6
Harina de cerdo 58%	Harina de carne 53 %	\$ 0.95 / \$0.75 = - \$0.20
Harina de Soya 54%	"	\$0.51

Los factores antinutricionales en los granos que afectan la eficiencia alimenticia, reduciendo la digestibilidad y disponibilidad de las proteínas: Ácido Fítico, inhibidor de la proteasa, inhibidor de la amilasa, inhibidor de la tripsina, taninos, lecitina, alcaloides, oxalato, gluco cianuros, fenoles libres, saponinas, aminoácidos tóxicos, antivitaminas, gossipol, goitrógenos, azúcares complejos que producen flatulencias (rafinosa, stachiosa, verbascosa), ácido clorogénico, haemaglutininas, lisinoalanina, estrógenos. La pasta de frijol soya debe contener mínimas cantidades trazas de factores antinutricionales, existentes de forma natural en el grano, ya que afectan negativamente la absorción de nutrientes y menor eficiencia alimenticia. Por otro lado una buena calidad del producto reduce los riesgos de diarrea mecánica e intestinal. Ciertamente en las plantas también hay metabolitos secundarios benéficos y nutraceuticos. La harina de pescado puede contribuir aportando proteína de buena calidad.

Por fuera durante el cultivo y almacenamiento los granos se contaminan con secreciones fungosas que producen múltiples micotoxinas. La lista de micotoxinas es larga, 800 metabolitos hay agentes anti micotoxinas estrogénicas y absorbentes de metabolitos tóxicos. No todas las minas de zeolitas y arcillas son efectivas para este uso.

Tabla 17. Estructura química de las micotoxinas.

MICOTOXINA	HONGO PRODUCTOR	ESTRUCTURA QUÍMICA
Aflatoxina B1, B2, G1 y G2	<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus parasiticus</i>	GRUPO CUMARÍNICO
Sterigmatocistina	<i>Aspergillus versicolor</i> <i>Penicillium nidulans</i>	
Fumonisina	<i>Fusarium moniliforme</i>	GRUPO AMINOALCOHOL
Ocratoxina	<i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Penicillium viridicatum</i>	GRUPO LACTÍNICO
Zearalenona	<i>Fusarium tricinctum</i> <i>Fusarium roseum</i> <i>Graminearum</i>	GRUPO LACTÓNICO
Tricotecenos Nivalenol DON T2 Diacetoxicirpenol	<i>Fusarium spp.</i> <i>Trichothecium spp.</i>	GRUPO SESQUITERPENO

Para realizar un primer cambio con un grano alternativo es asegurar los volúmenes de existencia para no hacer cambios frecuentes de dietas y formulaciones. Estos alimentos emergentes o productos cambian su precio rápidamente y sus bodegas son de poca capacidad. Por decir el % de proteína cruda en sorgo blanco o taninos 8-12 % P.C., trigo 11.2, triticale 10.7, cebada 9-13 requiere enzimas  $\beta$  glucanasas y pentosanosas, centeno 9.4 contiene polisacáridos no de almidón soluble y pentosanosa, avena 9.9 con pentosas y  $\beta$  glucanos requiere el uso de enzimas con monogástricos, arroz blanco para lechones lactantes, granos considerados organismos genéticamente modificados GMO, proteínas concentradas de la fermentación del etanol granos de destilería secos (DDGS), gluten de maíz, el bagazo de cervecería podría acondicionarse su incorporación a las dietas porcinas (los efluentes de la cervecería se tratan con alga *Scenedesmus obliquus*), proteína concentrada de maíz (CPC), barreduras de los silos con grano, maíces nativos de colores que aportan antioxidantes, entender que el maíz es muy bajo en sodio, la biotina biodisponible del trigo es muy pobre, salvado, sémola, cemitilla, pasta de sopas, nixtamal, subproductos deshidratados de la industria de jugos, puré de tomate, desperdicios de la industria panadera, galletas, frituras, azúcar, yuca-tapioca-cassava, soya cruda en grano contiene fitoquímicos promotores de salud, como isoflavones (antiinflamatorio), fenoles (antioxidantes), saponinas (reduce tumores), canola, girasol, cártamo, harinolina (algodón), chícharo, lenteja, cacahuete y crema de maní, papa cocida, papa en polvo, trigo sarraceno, chíá, quinoa, nopal, sábila. Incluir polisacáridos no amiláceos no estructurales como la pulpa de remolacha o la cascarilla del grano de soya, ambos estimulan las bacterias intestinales para producir ácidos grasos volátiles, bajando la urea en la orina y el pH intestinal, con menos nitrógeno excretado en el ambiente. Subproductos agroindustriales del rastro como grasas, manteca, harina de sangre, harina de carne, gelatina de origen animal y vegetal, harina de plumas hidrolizada, harina de carne de aves, grasa de aves,

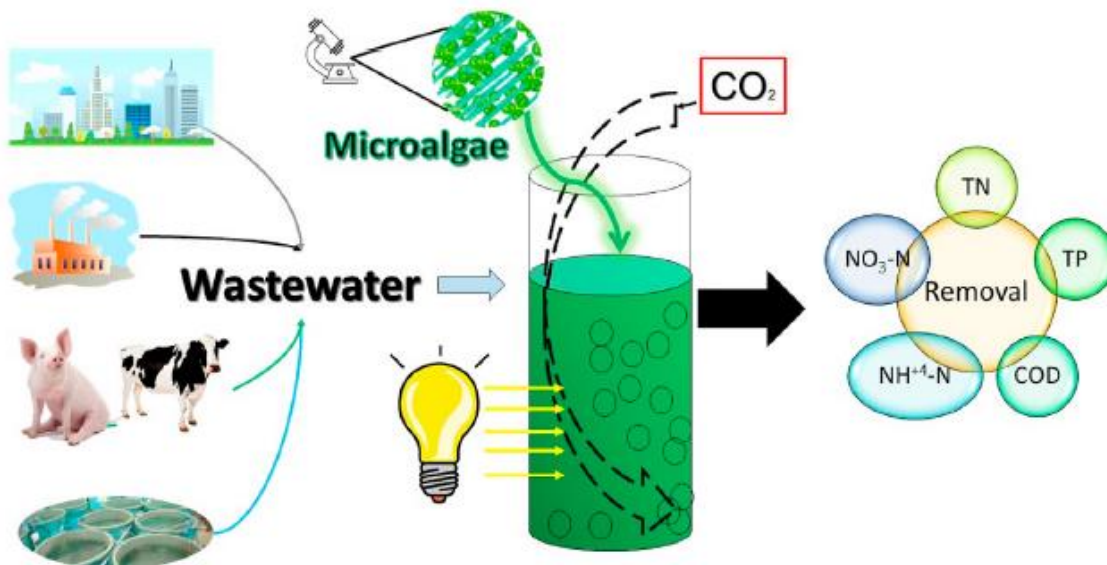
subproductos o pastas, salvados, cascarillas y aceites de la industria de oleaginosas, industria del cocotero copra de palma y de la palma de aceite palmiste, aceites omega de la industria sardinera, harina de pescado, proteínas lácteas 40%, grasa de leche 20%, suero de leche concentrado, Otros productos y por lo regular son altos en fibra.

La inclusión de lisofosfolípidos (LPL), lipidol, lisofosfotidil colina y el apoyo de enzimas exógenas permiten que la membrana intestinal sea más fluida con el paso de energía, debido a una acción detergente que modifica la permeabilidad. Reducen la viscosidad del almidón del trigo, mejorando la digestibilidad de la harina.

La suplementación con Daidzeína o compuestos de isoflavones presentes en las leguminosas, actúan como fitoestrógenos que activan genes para mejorar la ganancia diaria de peso, elevan la insulina, testosterona, superóxido dismutasa y capacidad antioxidante. Se pueden incorporar lisolecitinas en la ración.

Las soluciones nutricionales de insumos novedosos de bajo perfil demandante. Harina de cáñamo, hoja de mora, moringa, neem, extractos de proteína de hojas vegetales (alfalfa, trébol, pastos) del cloroplasto y enzima rubisco, donadores de metilo CH<sub>3</sub> (colina, betaina, B12, ácido fólico, B6 coenzyma, Zncofactor), harina de plátano, fuentes de proteína fermentable, acondicionadores nutricionales, alimentar con insectos deshidratados son 7 (mosca soldado, larvas de harina (similar a pasta de soya), grillo (su limitante es metionina y arginina), chapulines, langosta, lombriz, gusano de seda, aceite de insectos, leche de cucaracha, espirulina, microalgas cultivadas producen pigmentos, polisacáridos, lípidos, ácido nucleico, ATP y proteína, logran mejorar la mucina digestiva.

Figura 19. Aprovechar efluentes contaminantes para la producción de biomasa y energía.



Macro algas marinas aportan yodo y mejoran la salud intestinal, cultivos de levaduras, semillas de uva y gabazo de la vid en la elaboración de brandy y vino. Usar frutillas deshidratadas (fresa, zarzamora, mora, arándanos, frambuesa). Emplear la pasta cocida de calabaza Cucurbita pepo. No pasar por alto los licuados o papillas de alpiste, linaza y ajonjolí utilizando cuando escasea metionina importada. El extracto de semillas de la fruta de *Dimocarpus longan* Lour., se puede incluir 20% de la dieta, contiene polifenoles (carilagin, gallic, glicósidos flavonoides, ellagitaninos). Extractos de *Lupinus angustifolius*, aceite esencial, otras proteínas emergentes que surgen de procesos químicos o fermentados biológicamente, cereales extruidos, hojuelas, cereales reventados como palomitas.

Reciclando el valor nutricional de subproductos y pro insumos a través de un proceso de fermentación de sólidos (frutas, peces, semillas, hojas, sesos). Existe la necesidad de incorporar ingredientes alimenticios en las raciones para reducir la huella ambiental de la porcicultura y apoyar al Porcicultor al manejo de sus costos. Los alimentos fibrosos tienen una inclusión limitada por su volumen de saciedad. Para mejorar la eficiencia nutritiva se requieren aplicar procesos de transformación para que insumos no convencionales, puedan concentrar los nutrientes importantes.

En Dinamarca se extrae del zacate cosechado el jugo verde de clorofila y se deshidrata para obtener un concentrado en polvo de proteína que sustituye la cantidad de pasta de soya de la ración. Se genera un proceso de bioeconomía circular para reducir costos y disminuir el impacto ambiental.

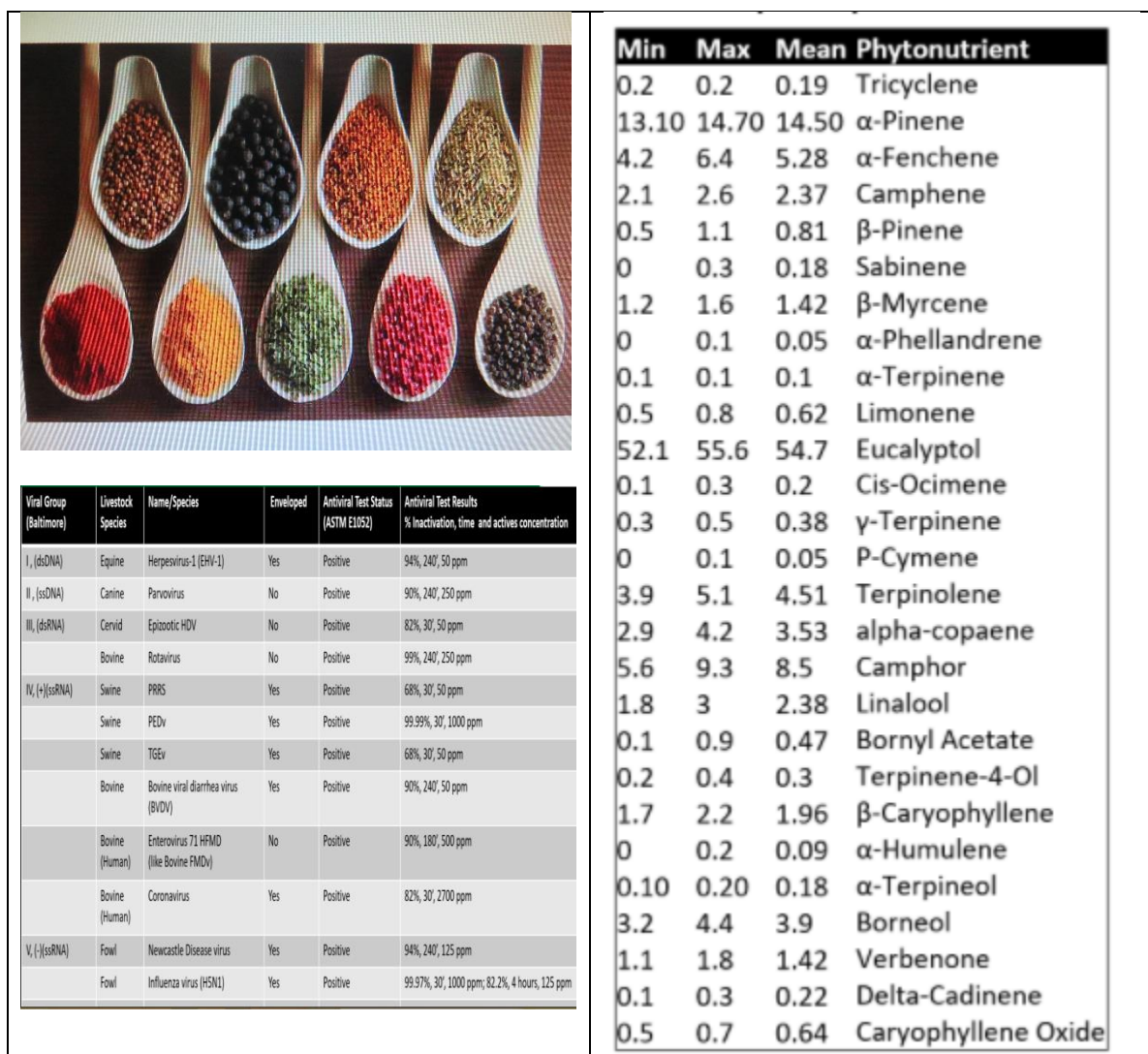
Figura 20. Ejemplifica la economía circular.



La espirulina o alga azul contiene C-Fitococianina, un pigmento proteico que promueve actividades antioxidantes, antiinflamatorio y anti tumor. Ayuda a bajar 70% de las citoquinas pulmonares en pacientes que se detectan con COVID-19.

Los aceites esenciales tradicionalmente han sido carvacol y thymol, pero a partir del 2015 las alternativas se han ampliado a 40 ingredientes, con mayor concentración y efectividad. Los eubióticos botánicos pueden incluirse. Las plantas aromáticas (orégano, tomillo, cilantro, zacate limón, albahaca, chile, menta, hierba buena, jengibre, clavo, canela, anís, cítricos, fennel, cúrcuma, pimienta negra, salvia, té, laurel, romero, alforfón, epazote, ajo).

Figura 21. Especies y sus componentes químicos activos.



Como aditivos en los alimentos animales poseen factores nutricionales, estimulan las secreciones digestivas, absorción de nutrientes, minimizan el estrés por patógenos en el intestino, tienen propiedades antioxidantes, refuerzan el sistema inmune, tienen actividad como promotores del crecimiento. En los extractos hay terpenos que son líquidos hidrofóbicos con compuestos aromáticos volátiles de múltiples orígenes y variada composición química. Mejoran 10% la ganancia de peso y 3% en la conversión alimenticia.

No son estables al pelletizado de 58°C se reduce su actividad. Ofrecen resultados 5% menor a un antibiótico promotor del crecimiento. Los lechones, destetados con un cambio de olor y sabor pueden rechazar el consumo de alimento.

Pero 2100 marranas próximas al parto y durante la lactación incrementaron su consumo de alimento al incorporar 2 gr/kg de ácidos aromáticos. Perdieron menos peso en lactancia, destetaron lechones más pesados. Lo mismo pasó con aceite de orégano 1 gr/kg, logrando más consumo, bajó la mortalidad, destetaron lechones más pesados al incrementar la secreción de leche, menos neonatos muertos. Otros aceites esenciales han resultado prometedores. Son anti gram positivos, E. Coli, C. perfringens, Eimeria, anti hongos, tienen actividad anti viral in vitro, pero también pueden afectar lactobacillus benéficos en heces. No se conocen los mecanismos metabólicos de acción de estos compuestos. Tampoco está claro el complejo sistema natural del aparato digestivo, sus funciones, nivel oxidativo, sistema inmune. Menos la interacción compleja de todos los ingredientes consumidos.

Muchos de ellos en boga de las dietas para adelgazar en humanos, serán incorporados a las formulaciones de animales. El Instituto Politécnico Nacional encabeza mucha investigación.

Las levaduras y sus derivados se han utilizado por 70 años, aportan proteína de calidad y beta glucanos, azúcares como mananos y chitina. Otros cultivos unicelulares ha sido los *Sacharomices cerevisiae*, *Candida utilis*, *Kluyveromices marxian* (lactosa fermentada).

La industria avícola del pollo de engorda ha avanzado mucho en la crianza “nunca con antibióticos” en un 50% del mercado. Pero en 2020 ha iniciado de nueva cuenta la inclusión del ionoforos como anticoccidostatos. Pronto volverá a retomar el camino de no usar antibióticos desde la incubadora. Hay mucha experiencia aprendida para lograrlo.

Al utilizar melaza de azúcar en la formulación se debe eliminar matemáticamente su valor de proteína cruda. El cerdo es monogástrico. Nunca se deben usar azúcares en dietas para lactantes. A partir de dietas 10 días después del destete con inclusiones del 2% de melaza y con cambios de dietas subir a 4% al acercarse su salida del sitio II. Al pasar a la dieta de crecimiento incorporar solo hasta 6%, ya que su contenido de cenizas suelta el espesor de las heces y puede causar diarrea mecánica. En maternidad hay riesgo que el lechón lactante pruebe el alimento de su madre.

Hay productos naturales para lechones lactantes considerados como almidones resistentes que actúan como fibra o prebiótico, al incluir su consumo desde el inicio se mejora la salud intestinal al desarrollarse rápidamente una microbiota favorable, incrementa las poblaciones benéficas del tracto digestivo, baja el pH del sistema digestivo, crean un ambiente desfavorable para los patógenos, apoyan el sistema inmune, ofrecen un ambiente seco y cálido para el recién nacido. Su baja digestión forma una cubierta en el intestino, alimenta las células absorbentes (colonocytes) que son una primera línea de defensa. Los disacáridos (lactitol, lactulose, xilitol), oligosacáridos (fructo, galacto, xylo y soya; inulina). Se ha detectado que la microbiota produce 578 metabolitos nutritivos, 367 son desconocidos y 211 se conocen su composición y funciones.

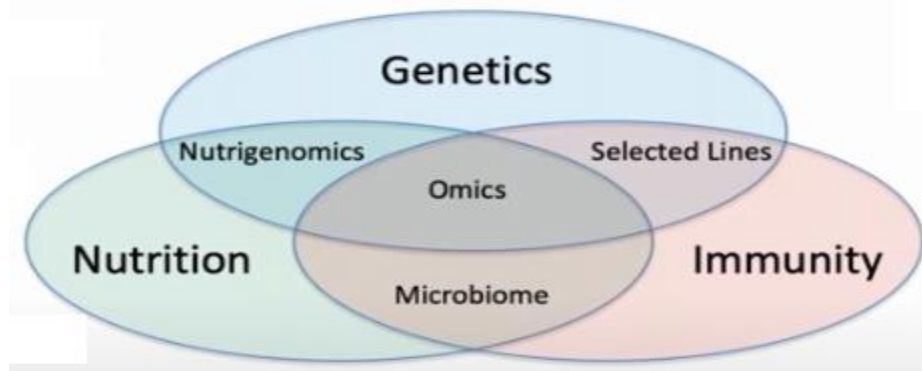
La inclusión de Inulina en 1.6% de la dieta, incrementa la fibra soluble de polímeros de fructosa que ayudan a reducir el tiempo de labor al parto, con ello se reduce el estrés oxidativo, causa mejor lactación y apetito durante la lactancia y los lechones se destetan más pesados. Se ofrece al menos 90 días de gestación al tiempo de parto.

Una dieta balanceada requiere comparar los modelos de crecimiento o estado fisiológico con tablas de los requerimientos nutricionales. Un nutriólogo puede bajar costos reduciendo los excesos, cubriendo las deficiencias o ambas revisiones.

En Brasil hay 18,100 granjas porcinas que utilizan en promedio 172 microgramos de antibiótico para producir 3,200 kilos de carne por marrana por año. Las granjas que incrementan o reducen la cantidad de antibióticos alcanzan una producción de 2,700 Kg de cerdo al mercado/hembra/año. Brasil está regulando el uso de antibióticos promotores del crecimiento. Se prohibió el uso de (cloranphenicol, nitrofurano, olaquinox, carbadox, amfenicol, tetraciclina,  $\beta$ -Lactam (penicilina, benzympenicilina, cefalosporina), quinol, sulfonamida, spiramicina, eritromicina, colistin, tylosin, lincomisin, tiamulin. Siguiendo las especificaciones de la World Organization for Animal Health (OIE). Se obliga la prescripción del MVZ para recetar (cetiofur 40%, amoxilin 24%, gentamicina 16%, methicilina 10) el uso de antibióticos. Se ha emitido un manual Rational use of antibiotics, biosecurity and animal welfare 2021. Muy pronto en boga para otros países y lenguas.

Otras formas de valorar los ingredientes son hacia un enfoque y resultados específicos celulares, genéticos, al útero materno, e incluso dirigir la alimentación a la microflora intestinal. La nutrición transgeneracional, nutrición fetal, epigenética ambiental, estudian los cambios genéticos por tres generaciones causadas por una mala alimentación durante la gestación, ya sea con excedentes o deficiencias nutricionales que ocasionan cambios uterinos y en el metabolismo de la cría, que a la postre afectan su desempeño en el crecimiento (menor adaptación, obesidad y desorden metabólico) y posterior etapa de reproducción, es decir una generación siguiente más que hereda una alteración alimenticia. Los cambios epigenéticos le influyen 3 generaciones: En la marrana, al feto y a las células de las crías de reemplazo a la edad adulta. ¿Se teme pudiera influir en al consumidor?

Figura 22. Integración de la información biológica para mejorar la producción.





Las diferentes ciencias (genómica, epigenómica, transcriptómica, proteómica y metabolómica) obtienen diversos resultados e informes que contribuyen a la búsqueda de soluciones para mejorar la producción sostenible.

Se busca no simplemente el proceso digestión, absorción, metabolismo sino a través de la salud intestinal con aditivos naturales y compuestos poliherbales, causar efectos de engrosamiento o capa de ácidos grasos de cadena media y densidad en la mucosa intestinal para eliminar patógenos y peptidoglucanos producidos por bacterias gram negativas en forma mecánica sin el uso de antibióticos promotores del crecimiento. Las soluciones integrales para eliminar el uso de antibióticos consisten en mejorar el manejo del alimento, de la granja, de la salud de los animales, de la sanidad ambiental, de la zootecnia, potenciar la digestión y absorción de las grasas y cuidados que son aún mejores que los antibióticos.

Hay aditivos naturales (ácidos orgánicos, incorporar enzimas, probióticos, prebióticos) y ácidos grasos esenciales, aceites esenciales, plantas aromáticas, oligosacáridos que producen resultados económicos de conversión alimenticia y rendimiento zootécnico satisfactorios. No sustituyen a los antibióticos promotores del crecimiento porque los parámetros logrados son menores. Ofrecen mejor equilibrio de la microbiota intestinal seguida con marcadores genéticos 16SrRNA, favorecen los procesos de digestión y absorción de nutrientes y contribuyen a un sistema inmunológico fortalecido y eficaz. ¿Qué tanto de las afirmaciones es realidad? ¿Cuánto es mercadotecnia?

Los aditivos como saborizantes, colores y otros que aportan olor, casi en su mayoría tienden a ser pura pérdida de tiempo.

Cuidar la salud intestinal, prevenir la transmisión de enfermedades y contagios. Varias acciones múltiples combinadas para ese fin. Los glicéridos reducen la inflamación intestinal, minimizan la acción de los macrófagos, baja producción de óxido nítrico NO, inhiben las funciones de las células T. Los glicéridos del ácido laurico actúan contra virus que tienen capa cubierta de grasa, como la peste porcina africana (ASF) y el PRRS. Tan solo con alimentar en los niveles óptimos de proteína cruda se reducen las diarreas causadas por exceso de proteína. Hay alimentos que contienen compuestos que ayudan a mejorar la actividad inmunomodulatoria al influir en los macrófagos de la mucosa y células dendríticas.

La vitamina A con su ácido retinoico es un potente inhibidor de la actividad bacteriana. Si una vitamina actuando como protección contra bacterias. Los creaminos apoyan durante el estrés calórico. La creatinina aporta energía para fortalecer los músculos del corazón en días calurosos. Los ácidos orgánicos tienen acción buffer, tratamiento térmico del alimento, pH del agua debe ser ácido, pH ácido del estómago aumenta la enzima proteolítica pepsina que mejora la eficiencia digestiva. Ácido butírico, ésteres de ácidos grasos. Hay prebióticos que producen ácidos grasos de cadena corta y media con efectos antibacterianos, colina, colina polih herbal, eubióticos para sustituir antibióticos (ácidos orgánicos, probióticos, prebióticos, aceites esenciales, cannabidiol (CBD), minerales, otros), ácidos húmicos. Incorporar el uso de aspirina durante el implante embrionario, incrementar los niveles de yodo por arriba de los requerimientos nutricionales con fines antioxidantes y

nutracéuticos. Para subir el sodio se utiliza sal, pero también bicarbonato de sodio. Otros antioxidantes contra el estrés oxidativo de los radicales libres de los aceites rancios (ácido ascórbico, glutatona, sales de proteína y varias enzimas).

Se puede usar biocarbón de residuos agroindustriales, que contienen muchos minerales.

## **MEDIDAS DE ACCIÓN.**

Existe la necesidad de incluir ingredientes en las raciones para reducir la huella ecológica en la producción porcina. Hay una extensa revisión bibliográfica e investigación internacional para nutrir los animales con insumos alternativos cuando el mercado de granos e insumos tiene precios altos. Se pueden pensar en diferentes acciones que aporten reducciones de contaminantes:

- 1.- Bajar el peso de venta al mercado de los cerdos en finalización. La conversión alimenticia después de los 80 Kg se incrementa la grasa dorsal así que un cerdo de 115 Kg en pie a la venta puede ser adecuado en lugar de alcanzar 125-130 kg al sacrificio, que se utiliza para amortizar infraestructura.
- 2.- Alimentar en naves o corrales por separado a las hembras de los machos castrados. Considerar incluso la no castración o buscar la inmunocastración dos veces durante el ciclo de engorda. Todo va a depender de la demanda y restricciones del mercado. Los cerdos no castrados pudieran no ser aceptados en ciertos mercados especializados y obtener rechazos.

La conversión alimenticia es mayor para los lechones castrados, requieren más alimento consumido por kilo de incremento en pie. Se puede restringir el alimento ofreciéndoles a los lechones castrados una dieta más fibrosa y reduciendo el nivel de aminoácidos principalmente lisina hasta que alcanzan los 75 Kg de peso en pie. La suplementación de aminoácidos sintéticos y proteasas exógenas mejora el perfil óptimo de proteína ideal para cada estado fisiológico productivo. El patrón de aminoácidos ideales se ha estudiado para la etapa de crecimiento. Lisina, hidroximetil análogo L o DL metionina, triptófano, treonina, L-valina, L-isoleucina, L-histidina y aminoácidos con azufre. Los aminoácidos comercialmente disponibles en el mercado son los 5 primeros. Se puede conseguir isoleucina y L-Fenilalanina todavía a un precio alto. Los principales fabricantes de aminoácidos Ajinomoto animal nutrition, Degussa (Evonik), Rhone Poulenc-Hoechst (Adisseo) Francia y empresas de China y Japón.

En los EUA se busca mayores utilidades y en la Unión Europea deben seguir la legislación para reducir los excedentes de nitrógeno. China usa mucha lisina, la UE 5 aminoácidos y EUA incluye lisina.

El uso de aminoácidos sintéticos puede reducir la proteína de la ración en 2%. Una dieta de destete con 20% de proteína cruda usando maíz-pasta de soya. Se puede formular con un patrón de proteína ideal a 19% incorporando lisina, metionina, treonina y triptófano. Una dieta de 18% de P.C. requiere lisina, metionina, treonina, triptófano, valina 400 gramos por

tonelada de alimento, e isoleusina 100 gr/ton, arginina, leucina casi no se usa del todo con aminoácidos sintéticos. Una dieta de pasta de soya, grano de maíz por lo general es excedente de Fenilalanina y Leucina. Con la inclusión de 3% de harina de carne no se requieren aminoácidos sintéticos. Incluir treonina, metionina y cisteína no hay mayor crecimiento muscular, sino que participan en conservar la salud y procesos oxidativos fisiológicos. Si en la dieta queda alto el potasio por la pasta de soya los excrementos son más suaves. Para mejorar la respuesta a la inclusión de aminoácidos cristalinos se incorporan sales acidificantes, se adicionan fibras altamente fermentables, juntos actúan bajando la emisión de amonio.

3.- Generar múltiples etapas. Pre-iniciación, iniciación, destete, crecimiento, engorda, lactación reproductora, sementales. Al menos 3 etapas escalonadas en el proceso de engorda a finalizado. Reducir diferentes niveles del contenido de energía y lisina en las raciones durante su estancia en las naves de engorda.

En la etapa final de engorda se puede prescindir de las proteínas utilizando aminoácidos sintéticos. Minimizar las vitaminas liposolubles y bajar los minerales que se almacenan en el tejido óseo. Por decir 1 kilo de lisina HCL artificial aporta 780 gramos de lisina digestible, comparado con la pasta de soya que contiene 25 gramos de lisina orgánica. Se pueden sustituir 31 kilos de pasta de soya.

En el destete no es raro usar 0.65% de L-Lisina HCL sin bajar la tasa de crecimiento, si la dieta contiene treonina, metionina, triptófano y valina.

Para completar los requerimientos de aminoácidos de una ración se utilizan pastas de oleaginosas. Hay países importadores que prohíben la inclusión de proteínas de origen animal sean acuáticos o terrestres, por ello hay que utilizar aminoácidos artificiales para incrementar el perfil ideal con 0.1 a 0.3% de la dieta, lo que permite disminuir 3% el nivel de proteína de la dieta.

La identificación de la Arginina como aminoácido esencial para lechones destetados tiene 60 años. Los cerdos mayores de 25 kilos en pie, los adultos y las hembras gestantes pueden sostener sus fetos en dietas sin arginina debido a que puede ser sintetizada o formar precursores (creatina, poliaminas, homoarginina). Los cerditos destetados tienen un crecimiento pobre por falta del aminoácido. La suplementación mejora la salud, supervivencia, crecimiento, desarrollo, lactancia y reproducción de cerdos.

Las hembras hiperprolíficas han incrementado sus requerimientos nutricionales de arginina, suplementando 1% de arginina sintética HCL, debido al aumento en el número de fetos en gestación, buscar incremento en el peso al nacimiento, reducir mortalidad, posterior ganancia de peso durante la lactación y al formular dietas bajas en proteína cruda tratando sí de bajar precio del alimento y al reducir la cantidad de nitrógeno en la orina y excretas.

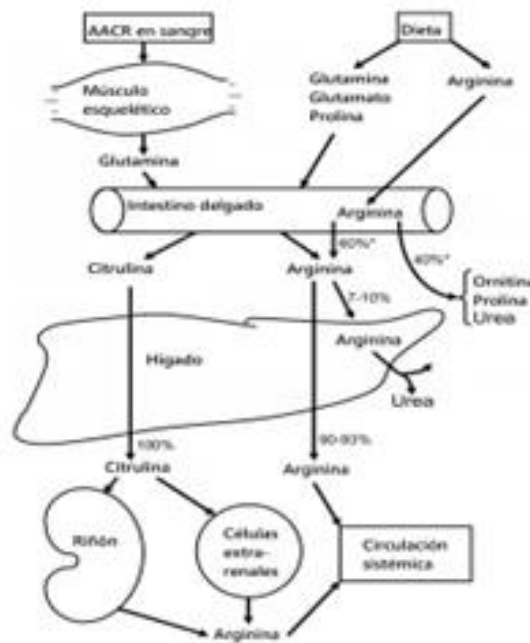
Tabla 18. Análisis de la Universidad Estatal de Iowa muestra que por cada 100 gramos menos de peso al nacimiento:

- La mortalidad predestete se incrementa 3%
- La mortalidad postdestete se incrementa 2%
- El peso al mercado se reduce 1.63 kilos
- El precio por calidad de la canal se reduce 2%

Las glándulas mamarias de las cerdas lactantes absorben una gran cantidad de arginina, sin embargo, su contenido en la leche es muy bajo. El tejido mamario degrada la arginina para formar prolina, poliaminas y óxido nítrico. El óxido nítrico mejora el flujo sanguíneo y la producción de leche, se sintetizan proteínas en el epitelio mamario.

No hay síntesis neta de arginina en el hígado debido a su rápida hidrólisis por la enzima arginasa. Por lo tanto, el eje intestinal-renal (riñón) provee arginina a los lactantes. Los aminoácidos de cadena ramificada son extraídos de la sangre arterial por el músculo esquelético para la síntesis de glutamina, que se libera posteriormente en la circulación sanguínea.

Figura 23. Metabolismo de citrulina y arginina en cerdos.



La glutamina de la sangre arterial, así como la glutamina de la dieta, el glutamato y la prolina son utilizadas por los enterocitos para la producción de citrulina, el precursor

inmediato de arginina. La citrulina pasa por el hígado y se convierte en arginina en los riñones y células extrarenales (incluyendo células endoteliales y macrófagos), mientras que el 7-10% de la arginina en la vena porta es extraída por el hígado en el 1er paso de la gráfica.

El crecimiento de los lechones es muy sensible al aporte en la dieta de arginina. Una deficiencia en lechones por debajo de los  $\leq 26 \mu\text{M}$  de inmediato causa hiperamonia o muerte de neonatos. La leche materna es deficiente en arginina, hay que suplementarla con jeringa y creep feed, al pasar el consumo de calostro, no antes. Con arginina los cerdos desarrollan más el intestino hasta los 45 días de edad. Al inicio del destete bajan el consumo. A esta edad ya pueden aprovechar la citrulina de la dieta para sintetizar arginina.

Durante el crecimiento y engorda se utiliza una dieta de maíz pasta de soya, baja en arginina 0.07% de arginina. Desde los 30 días de edad suplementar 1% de arginina mejoran los parámetros de conversión alimenticia, mantiene el funcionamiento del intestino, se utiliza la proteína de la dieta para la maduración intestinal y crecimiento corporal. Se bajan los triglicéridos 20% y grasa subcutánea 11%, incrementa músculo esquelético en todo el cuerpo en un 5.5%, sin afectar la ganancia de peso corporal. Resalta un aumento de la lipólisis y reducción de lipogénesis en el tejido adiposo. Se estimula la oxidación de ácidos grasos y glucosa en el músculo esquelético.

Por lo tanto la arginina puede regular la partición de energía en el organismo de cerdos de engorda para favorecer la reducción de la grasa y el aumento de tejido magro, mejorando la calidad de la carne.

Los requerimientos de Treonina para lechones de 7-11 kg en pie es de 0.95% y de 11-25 kg se reducen a 0.87%. Se puede muy bien sustituir la L-lisina HCL pura por la L-lisina sulfato. De igual manera el estudio arrojó similares resultados indicando que el fermento granulado de Treonina sulfato con 75% del contenido de treonina, producto de cepas especializadas para producir el aminoácido., con un coeficiente 100% digestible.

La metionina hidroxí análogo (MHA) y DL-Metionina se pueden incluir.

### **REDUCIR PROTEÍNA DE LA DIETA.**

La proteína ofrecida en a dieta de los cerdos en crecimiento, solo el 35% del nitrógeno es retenido en el animal, las reproductoras retienen 23%, los destetados 48%. Con alimentos de baja digestibilidad tienen menor aprovechamiento. El nitrógeno sobrante se elimina en la orina ya que con agua se eliminan los excesos de nitrógeno en forma de urea y el resto del nitrógeno por las heces junto a tejido endógeno y bacterias. La síntesis proteica se interrumpe con el primer aminoácido limitante, así que el resto de la proteína se desecha. No debe haber deficiencias de aminoácidos.

**UTILIZANDO AMINOÁCIDOS SINTÉTICOS, SE PUEDE LLEGAR A REDUCIR 30% DEL NITRÓGENO EXCRETADO.** Pero no todo el ciclo de vida se puede sostener con aminoácidos sintéticos.

- 4.- Aplicar formulaciones alternativas. Buscar alimentos con precio atractivo para incorporarlos a la dieta. Realizar muestreos bromatológicos frecuentes para reducir la variabilidad de estos insumos, principalmente proteína cruda, almidón y grasa.

No está demás incorporar a la consulta del NRC de cerdos de los EUA, las tablas de requerimientos nutricionales y contenido de nutrientes de los alimentos del Feedstuffs, FEDNA2013 españolas, Brasil, Francia, de la UNAM de México, Argentina, Australia, del Reino Unido y muchas más disponibles gratuitas en internet, o especializadas y actualizadas de paga, ya que hay empresas que han acumulado análisis de información desde 1996 con datos de laboratorio Eco-eficientes. Hay insumos que tienen un uso regional y se carece de información difundida ampliamente. Yuca, plátano, papa, etc.

La harina de yuca *Manihot esculentum* muy bien sustituye 20% del grano de maíz. Se vende en polvo, pellet y hojuela deshidratada y cocida para reducir los glucósidos cianogénicos HCN. El tubérculo contiene 400 mg/kg de HCN, la pulpa cruda 200 mg/kg la cáscara 800 mg/kg, los hojas verdes todavía más dependiendo de las variedades entre 75-1000 mg/kg. El proceso horneado o secado al sol reduce la toxina en 90% 31-27 mg/kg. La harina de yuca no contiene pigmentos como el maíz amarillo.

Las lecitinas son una fuente económica de energía que aporta fosfolípidos que son absorbidas con la ayuda de enzima.

- 5.- Para el uso de aditivos incorporados a la dieta se debe conocer el período de efectividad. Por decir al mes final del período de engorda se eliminan las vitaminas liposolubles y algunos minerales, ya que hay niveles óptimos almacenados en los tejidos de reserva.
- 6.- Fósforo y fitasa. Reducir niveles de fósforo mineral y agregar enzimas para liberar la fitina o fósforo de las plantas. La fitasa tiene 20 años en el mercado y es una de las enzimas que mejor responde a su valor económico y aporta sustentabilidad por su inclusión en la formulación.

Para cada enzima hay un proceso de elaboración diferente según el fabricante. Su efectividad es variable, aun cuando sea el mismo objetivo. Hay que conocer la acción de cada cual.

Hay que resaltar la importancia de entender las formas y funciones de la fibra cruda y el empleo correcto de enzimas principalmente como objetivo las celulosas, hemicelulosas y arabidosas que actúan hidrolizando el sustrato en el intestino del cerdo. En muchos alimentos existen barreras naturales que disminuyen la fermentación de la fibra. Se requieren hasta 9 enzimas para hidrolizar la fibra de polisacáridos no de almidón (NS), que ayuda al equilibrio de la microbiota. Xilanasas ( $\beta$  glucanasa,  $\alpha$ galactosidasa,  $\beta$  monnasa, pectinasa), xilosa, arabinosa, ácido glucurónico, ácido ferrólico, ácido cumárico, galactosa, O-acetyl, endoxilanasas, estearosa. En el 2005 el costo de incluir enzimas era de \$2.00 dólares la tonelada en el 2001 es de \$0.60/Ton. Unas son presentaciones líquidas otorgadas en el agua de beber.

Comparando el porcentaje de fibra digestible (%TDF) el grano de maíz 10.76% con el subproducto del etanol (destiled dry grains DDG) solubles 34.66%

- 7.- Procesado de alimento. Pelletizar para reducir mermas, mejorar la utilización de los nutrientes, no moler extra fino. La forma en que se diseña el alimento hace la diferencia minimizando el impacto ambiental Costo-Nutrición-Ambiente.
- 8.- No todo se puede arreglar incrementando el nivel de fibra de la ración. Ya hay procesos enzimáticos, de fermentación, cocción, calentamiento en seco y húmedo, deshidratación que incrementan los valores nutricionales como de absorción de los nutrientes.
- 9.- Las empresas agropecuarias deben ser pragmáticas holísticas y ambiciosas. Para mitigar el cambio climático necesitan una visión integradora colaboración de las cadenas de valor hasta el consumidor. Conocer los estudios y alianzas de conservación. Al rastro hay que llegar con animales uniformes para que el proceso de sacrificio, deshuesado y cortes sea rápido.

La neutralidad del carbón es una exigencia de los mercados internacionales para el año 2025, no se alcanzará simplemente reduciendo las emisiones, se necesitan vías adicionales para secuestrar carbón. Se busca implementar un ETIQUETADO AMBIENTAL de la carne. Hay que mostrar las evidencias de reducir el impacto ambiental, ser amigable con el ambiente y generar cero desperdicios.

Reducir el estrés laboral en todo el sistema de la cadena de valor, incluyendo la remuneración económica laboral y administrativa. Implementar prácticas de mantenimiento eficiente en toda la industria porcícola incluyendo su modernización tecnológica. Las consecuencias de un atraso generacional sería perder los mercados y ser desplazados por otras alternativas de proteína animal o vegetal. Incluso se vislumbra la competencia brutal con la producción de CARNE artificial.

Se puede aprender de los australianos. De 1980 a 2020 redujeron 70% de las emisiones por kilo de peso vivo puesto en granja. Bajó 80% el consumo de agua dulce, hay ahorros del 42% en el gasto de energía fósil, se minimiza 63% el espacio de tierra ocupada en la actividad. Hay incrementos en la productividad del hato, cambios de diseño en las instalaciones de la granja, se profesionaliza el manejo de excretas, han mejorado los sistemas de producción de alimento balanceado, los parámetros zootécnicos productivos y reproductivo son envidiables, la eficiencia alimenticia y conversión se ha logrado con menos alimento, hay reducción en el volumen de excrementos.

- 10.- Aplicar medidas de manejo para realizar diligentemente el embarque, cuidados de confort por espacio y ambiente durante el transporte, realizar acciones de descanso y dieta previos al sacrificio. Permiten reducir el porcentaje de pérdidas de peso en pie y exudado de las canales durante el enfriamiento.
- 11.- La cría de la mosca soldado negra *Hermetia illucens* forma parte de las alternativas para aprovechar las excretas y residuos orgánicos de las granjas porcinas. Contiene proteínas muy similares a la pasta de soya, aminoácidos comparados con harina de

pescado y grasas adecuadas para la alimentación animal. Ya hay mucha experiencia ganada en los centros reproductores de insectos benéficos (CREOB) utilizados para la agricultura en el control de plagas.

- 12.- Si se presenta el estrés calórico durante la gestación los lechones que sobreviven tienden a producir grasa dorsal más gruesa. Estas y otras consecuencias se han estudiado por 50 años pero es hasta ahora que la Teriogenología está desmenuzando los procesos de la gestación, reproducción, fisiología, patología que tienen repercusiones a largo plazo. La mayoría de las afecciones previenen la expresión productiva de genes benéficos, reducen la rentabilidad por varias generaciones, reduce el peso al nacer, minimiza la ganancia de peso, afecta la eficiencia reproductiva, comprometen la salud, afectan el bienestar, animal, afectan la inmunidad, presentarse enfermedades teratogénicas.
- 13.- Considerar que hay cosas que se pueden hacer con tecnología disponible, pero no todas moralmente DEBERÍAN de aplicarse. Hay que dejar un momento a la reflexión y éticamente decidir su empleo.
- 14.- Otro aporte de gran trascendencia al siglo XXI es la sincronización ovulatoria con inyección vaginal a marranas destetadas que han concluido su período de lactación y el empleo de una sola dosis con inseminación artificial colocando profundamente el semen post cérvix, al final anterior del cuerno y cerca del sitio de fertilización del oviducto. Se aplica un gel de triptorelin (GnRH agonista) a hembras recién destetadas para inducir la ovulación.

### **Referencia.**

- Bin Yang 2017 Genome wide SNP data unveils the globalization of domestic pigs.  
<https://gsejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12711-017-0345-y>
- Edison S. Magalhaes 2021 Whole herd risk factors associated with wean to finish mortality under the conditions of a Midwestern USA swine production system.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34801793/>
- Jack C.M. Dekkers PhD, Nicholas Gabler PhD, Laurent Roger MS, Liza Bruggling 2022. Shaping the future of piglet care. Support resilience: Enhancing digestive efficiency.
- Jordan T. Gebhardt 2021 Postweaning mortality in commercial swine production  
<https://academic.oup.com/tas/article/4/2/462/5841627>
- Klasing KC and Iseri VJ 2013 Recent advances in understanding the interactions between nutrients and immunology in farm animals. DOI:[10.3920/978-90-8686-781-3\\_124](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-781-3_124)



Tom Rathje 2022 The interactions between nutrition and genetics. Balchem. DNA Genetics, LLC

EFESA 2021 Ability of different matrices to transmit African Swine Fever virus. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2021.6558>

Feuchter A.F.R. 2022 A review of the nutrition and growth of the suckling baby pigs by providing creepfeeding supplements to reduce piglet mortality and minimize post-weaning syndrome.

Feuchter A.F.R. 2022 Avances del siglo XXI en la nutrigenómica porcina.

Knox RV 2017.08.021 Theriogenology 112 pág. 44-52.

[www.webinarsagropecuarios.org](http://www.webinarsagropecuarios.org)

Resistencia natural a los desafíos causados por PRRS. <https://www.facebook.com/visionporcina/videos/303325328541855/> AMVECAJ y Visión Porcina.

<https://www.pigprogress.net/webinar-accelerate-your-piglet-vision/>

W.CFSPH.IASTATE.EDU sobre peste porcina africana

W.FIELDEPI.ORG/SDRS

W.FIELDEPI.ORG/SDRS

[www.fao.org/global-perspectives-studies/food-agriculture-projections-to-2050/en](http://www.fao.org/global-perspectives-studies/food-agriculture-projections-to-2050/en)

<https://www.pigprogress.net/webinar-accelerate-your-piglet-vision/>