

AVANCES DEL SIGLO XXI EN LA NUTRIGENÓMICA PORCINA.



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



Objetivo.

Creando ciencia, arte y certeza para poder alcanzar la sustentabilidad y rentabilidad de la producción porcícola en el mundo, de forma eficiente con un abasto de carne suficiente.

La nutrigenómica porcina viene a alterar los métodos de selección tradicionales que se venían practicando por 50 años con tendencias lineales. Estudia el efecto del ingrediente alimenticio en la expresión del gen. Una micromatriz o chip del genoma porcino es una tecnología que evalúa simultáneamente miles de genes. Conociendo los múltiples genes que intervienen en los diferentes parámetros de producción se escogen los nutrientes de la dieta que permitan identificar la activación o recesión de las reacciones bioquímicas. Ello ha permitido una mayor presión de selección para escoger las tendencias cuadráticas del mejoramiento genético y apartando los ejemplares o descendientes con genes no deseables.

Los nutriólogos realizan aplicaciones rigurosas con teorías cuantitativas y modelos sobre necesidades nutritivas para crecimiento, reproducción, pero han sido remisos en aplicar los fundamentos hacia la inmunidad. Los Aminoácidos contenidos en las células, las proteínas protectoras del sistema inmune (no mucosa) de un animal adulto, la producción de anticuerpos, linfocitos y el incremento metabólico durante el reto de la enfermedad; reducción del consumo de alimento altera la demanda del hígado para sintetizar inmunoglobulinas, glutatión; reproducción de leucocitos, citoquinas y causa un desbalance corporal del perfil de aminoácidos con cisteína muscular, lisina; ácidos grasos, vitaminas A,D,E,C, cambios endócrinos. Prever estos cambios metabólicos altas y bajas en los nutrientes es la estrategia a seguir para optimizar la inmunidad.

LISTA DE TABLAS.

	Página
Tabla 1. Composición de la grasa dorsal del cerdo influenciado por la dieta.	12
Tabla 2. Fase de lactancia materna, sustituto de leche y el destete sin leche	16
Tabla 3. Efecto del sexo en el crecimiento del cerdo 25 Kg a peso terminado.	21
Tabla 4. Efecto de una dieta alta en proteína durante el destete.	22
Tabla 5. Concentración de homocisteína en cerdos y otras especies.	26
Tabla 6. Respuesta en el crecimiento de lechones con altos niveles de homocisteína.	29
Tabla 7. Insumos alternativos altos en proteína y aminoácidos concentrados para lactantes.	35
Tabla 8. Potencial genético productivo de la marrana moderna.	39
Tabla 9. Relación del bajo peso al nacer a los 27 días de lactación.	39
Tabla 10. Efecto del peso al nacer y el suplemento hasta el destete.	40
Tabla 11. Efecto del peso al destete y días al mercado.	40
Tabla 12. Edad durante la lactación y beneficios del consumo de suplemento.	40
Tabla 13. Cambios morfológicos de las hembras reproductoras de antaño hasta el presente.	48
Tabla 14. Avance genético de producción de 1980 a 2022.	51
Tabla 15. Registros promedio en pig champ en granjas Genesus.	51
Tabla 16. Parámetros productivos para alcanzar la rentabilidad.	52
Tabla 17. Composición nutricional de insumos proteína y aminoácidos.	55
Tabla 18. Composición de aminoácidos dietas de peces.	56
Tabla 19. Transcriptoma porcino cantidades identificadas.	58
Tabla 20. Relación de razas, peso al nacer y el número de lechones nacidos vivos.	64
Tabla 21. Crecimiento de peso diario durante la primera semana de nacido.	66
Tabla 22. Ganancia diaria de peso para Yorkshire, Landrace, Duroc.	67
Tabla 23. Ganancia diaria de peso dependiente de la raza.	70
Tabla 24. Valoración de la lisina en el desempeño 27-70 libras.	72
Tabla 25. Valoración de la lisina en el crecimiento 76 a 130 libras.	72
Tabla 26. Valoración de la lisina en el crecimiento de 127 a 188 libras.	73
Tabla 27. Valoración de la lisina y consumo de alimento de 193 a 250 libras.	73
Tabla 28. Valoración de la lisina para cerdos de 244 a 286 libras.	73
Tabla 29. Tabla de suplementación temprana con aditivos.	78
Tabla 30. Requerimientos diferentes para hembra hiperprolífica contra una altamente HP.	84
Tabla 31. Tabla de edad y ganancia diaria de peso, consumo de alimento.	86

LISTA DE FIGURAS.

	Página
Figura 1. Consumo de carne mundial varias especies.....	1
Figura 2. Número de vientres porcinos en las grandes empresas mundiales.	2
Figura 3. Dieta y las funciones genómicas.....	3
Figura 4. Nutrigenómica.	3
Figura 5. Características de la carne que demanda el mercado mundial.....	4
Figura 6. Ingreso per cápita comparativo México y EUA.	5
Figura 7. Volatilidad del mercado noviembre 2021 a marzo 2022.	6
Figura 8. Incremento de costos por volatilidad.	7
Figura 9. Crecimiento de la población humana mundial.....	7
Figura 10. Población mundial por países y predicción en el crecimiento animal.	8
Figura 11. Efecto de la dieta en la expresión genética y el microbioma intestinal.	8
Figura 12. Mapeo de genes y su variación. Cerdo 19 pares de cromosomas	9
Figura 13. Mismos genes humano cerdo en diferente cromosoma.	10
Figura 14. Genes porcinos y elementos regulatorios entre razas.	10
Figura 15. Influencia del número de parto de la marrana y el peso al nacer de la camada.	11
Figura 16. Cadena de enlace del sistema endócrino, inmune, glándulas con el cuerpo.	13
Figura 17. Influencia de la edad al destete y su mortalidad.	14
Figura 18. Universo transgeneracional desde la concepción.....	15
Figura 19. Transición de microbiota en lactación al cambio de alimento seco al destete.....	17
Figura 20. Consumo de calostro por lechón al nacer y su mortalidad.	17
Figura 21. Influencia del peso al nacer y el consumo de calostro con % de mortalidad.....	18
Figura 22. Cambios en la composición de la leche de la marrana durante el parto, calostro, leche en transición y leche de lactación.	18
Figura 23. Diferencias entre calostro, leche en transición y leche madura.	18
Figura 24. Cambio de pH estomacal en respuesta al consumo de dieta.	19
Figura 25. Respuesta comparativa de óxido de zinc contra el uso de pronutrientes.	20
Figura 26. Depósito de grasa corporal entre hembras y castrados.	21
Figura 27. Mecanismos de las proteínas alergénicas.	22
Figura 28. Mecanismos de las dietas altas en proteínas.	23
Figura 29. Mecanismos de las fibras en la dieta.....	24
Figura 30. La homocisteína influencia a la metionina en la síntesis de proteína.	25
Figura 31. Concentración de homocisteína en plasma sanguíneo del recién nacido.....	27
Figura 32. Suplementación o no en dieta de gestación y respuesta de homocisteína del lechón.	27
Figura 33. Diferencia en concentración de homocisteína en plasma del lechón.	28
Figura 34. Proliferación de linfocitos en lechones con alta y baja homocisteína.....	30
Figura 35. Cadena metabólica del triptófano y la vitamina B3 nicotinamida.	31
Figura 36. Tasa de concentración de nicotinamida en plasma y edad del lechón.	32
Figura 37. Capacidad de transformar triptófano en nicotinamida entre Pietrain y Duroc.....	33
Figura 38. Eficiencia alimenticia y sustentabilidad.....	34
Figura 39. Interacciones de la microbiota intestinal y la energía neta de producción.....	34

Figura 40. Curva de actividad enzimática por semana de nacido.	36
Figura 41. Desarrollo y actividad enzimática del lactante.	37
Figura 42. Absorción de micotoxinas.	38
Figura 43. Microbioma que actúa en la pared intestinal.	38
Figura 44. Cerdo enfermo con virus y lechón sano.....	43
Figura 45. Pirámide del mejoramiento genético y tamaño de la piara.	44
Figura 46. Razas porcinas autóctonas en Europa, España y China resaltando la variabilidad genética. 46	
Figura 47. Mejoramiento genético en número de destetados a través de los años.	48
Figura 48. Parámetros esperados en una granja de alta tecnología con avance genético.	49
Figura 49. Progresión de folículos para alcanzar más de 14 lechones nacidos vivos.	49
Figura 50. Tendencia del número de lechones nacidos en el mejoramiento hiperprolífico.	50
Figura 51. Total de nacidos, nacidos vivos, lactantes, mortalidad por cada año de mejoramiento genético.	50
Figura 52. Características del tamaño de camada Total de nacidos y total de nacidos vivos.	51
Figura 53. Causas de mortalidad.	52
Figura 54. Capacidad genética para la deposición de proteína y al peso y consumo de energía.	57
Figura 55. Identificación de genes funcionales para órganos, musculatura y grasa.....	58
Figura 56. Nutrigenómica, epigenética.	59
Figura 57. Efecto de la lisosima comparado con antibióticos.	60
Figura 58. Tendencia del mejoramiento genético para peso al nacer.....	62
Figura 59. Relación de la mortalidad con los días de nacido.	62
Figura 60. Curvas de sobrevivencia con respecto del peso al nacer.	63
Figura 61. Comparación corporal de un lechón y un retoño de bajo peso.	65
Figura 62. Crecimiento diario del lechón lactante 1-28 días.....	65
Figura 63. Gráfica para el potencial de crecimiento del lactante y durante el destete	66
Figura 64. Mejoramiento genético a partir del 2017.	67
Figura 65. Mortalidad post destete en los EUA.	68
Figura 66. Efecto de la alimentación durante el destete con previa suplementación en lactación.	69
Figura 67. Objetivos de la selección maternal y objetivos de línea terminal.	70
Figura 68. Uso de la genómica para la predicción de consumo de alimento y conversión.	71
Figura 69. Selección por consumo de alimento.	71
Figura 70. Cálculo en Excel de las recomendaciones de lisina. Swine Lysine Calculator Kansas.	74
Figura 71. Cambios en la tendencia por selección por consumo de alimento en cerdos magros.	74
Figura 72. Intensidad de selección post genómica.	75
Figura 73. Relación peso al destete y su peso al finalizar el sitio II.....	79
Figura 74. Etapa de oportunidad para recuperar lechones con bajo peso al nacer.	80
Figura 75. Caracterización de un retoño de bajo peso al nacer y su vitalidad.	81
Figura 76. Mortalidad predestete por varios autores.	81
Figura 77. Gráfica del período de concepción, gestación y lactación.	83
Figura 78. Digestibilidad de la proteína.	87
Figura 79. Selección por digestibilidad.....	87
Figura 80. Factores que influyen en la producción en granja.	89
Figura 81. Desarrollo enzimático del lechón lactante y destetado.	89
Figura 82. Causas de la mortalidad post-destete.	90

Figura 83. Ciclos estacionales y anuales del PRSS en Iowa.	91
Figura 84. Efecto de vacunación contra Lawsonia y zinc orgánico.	91
Figura 85. Mejoramiento genético en China por Best Genetic Group.	93

RESUMEN.

La nutrición interviene directamente en el desarrollo y eficacia del sistema inmune, como herramienta permite alterar el tipo y magnitud de la respuesta inmune. Se desconocen las fronteras y mecanismos regulatorios de la inmunología y la resistencia a enfermedades. Históricamente este vacío del conocimiento es utilizado por la mercadotecnia para incrementar los nutrientes. Están las necesidades nutricionales NRC y el propio balance individual del animal que influyen en la inmunidad. Cierta las deficiencias nutritivas en forma patológica son de laboratorio y éstas impiden la expresión de las defensas corporales. En granja se presentan deficiencias marginales que del todo no alteran el crecimiento o reproducción, pero afectan sensiblemente al sistema inmune, aun cuando no son nutrientes esenciales.

La nutrición influye en el crecimiento del animal y en la composición benéfica de la microflora intestinal o patológica. Los nutrientes deben cumplir con las necesidades ya establecidas del animal para expresar su mejor potencial de crecimiento, eficiencia alimenticia y productividad. De no ser así el animal se hace susceptible en forma perjudicial a bajar la adaptación del sistema inmune y queda susceptible a patógenos.

K.C. Klasing and V.J. Iseri, Moyers, Sordillo, Zebeli y otros han seleccionado nutrientes para predecir los resultados inmunológicos que ayuden a reducir la presencia de enfermedades y sus consecuencias negativas que van afectando los parámetros productivos. Muchos experimentos sobre la interacción nutriente y leucocitos se han hecho con roedores de laboratorio y aves de postura. Ahora los estudios de inmunidad sistémica se desarrollan en cerdos por su gran similitud con los humanos. Permiten entender la inmunidad y el desarrollo de la mucosa.

Los leucocitos son las células más sensibles a una deficiencia marginal de múltiples nutrientes y el sistema inmune es sensible a una menor cantidad, ya que intervienen otros mecanismos, excepto en el tejido de neonatos (timo). Un animal saludable tiene leucocitos inactivos por lo que no se incrementan sus necesidades de nutrientes. Varios linajes de leucocitos tienen una gran capacidad para competir contra otras células cuando se bajan los aportes nutritivos. La prioridad de los nutrientes se destina a las células que están comprometidas combatiendo una infección. Una respuesta inmune se acompaña de una movilización de nutrientes desde el músculo y otros tejidos, los cuales suplen cantidades adecuadas de algunos, pero no todos los nutrientes a los leucocitos.

Hay conjeturas, ácidos grasos polinsaturados de cadena larga PUFA, carotenoides, fitonutrientes, (ácido linoleico conjugado, chile, cúrcuma, genisteína, aceites esenciales, etc.), vitamina C, otros nutrientes que no son estructurales o son cofactores de enzimas podrían participar en la inmunidad; pero en sí, poca investigación sobre la cantidad, tamaño, peso y el contenido de los nutrientes que utiliza el sistema inmune. Los nutriólogos no le han dedicado espacio de estudio al sistema inmune.

CONTENIDO

	Página
Introducción.....	1
Historia.	45
Nutrigenómica, proteómica, trascríptomica aplicada a la porcicultura.	54
Antecedentes.....	61
Pruebas experimentales adicionales.	75
Producción de calostro y leche.	82
Rentabilidad sostenible de la producción porcícola.	88
Referencia.....	94

Introducción.

Este artículo no es una amplia revisión bibliográfica sobre la nutrición transgeneracional o de una población genómica de la piara. El objetivo es motivar al lector para reflexionar sobre los cambios actuales en los requerimientos nutricionales que permiten la continuidad económica de la actividad porcícola en el mundo. El contenido posible es muy basto, solo se resalta lo necesario. No incluye la alergia alimentaria o alteraciones del sistema inmune por la dieta, o si el lechón lactante produce alérgenos al consumir alimento de su madre. Hay que acercar a la generación Z a la actividad porcícola.

Para que el porcicultor se sostenga en el negocio hay que adaptar las actividades constantemente, ya que el entorno económico y comercial varía con frecuencia. Es menester que el personal se actualice y capacite constantemente para poder avanzar en tecnología aplicada y a su vez estar conscientes de la necesidad en atraer talento profesional, administrativo y técnico laboral de granja que contribuya a lograr una mejora de parámetros productivos.

¿Cuál es el camino que se debe seguir? El tecnológico lleva una dirección electrónica modernista hasta jugar matatena (pinyexes) con un robot, en sí no es un zootecnista sino uno electrónico que nada sabe de animales y la otra es escuchar y entender al propio cerdo para cumplir las necesidades del mercado sobre la alimentación humana que busca una dieta equilibrada para lograr prolongar la vida; de mejor calidad, sana y saludable. Jeanne Louise Calment 122 años, Kane Tanaka 119 años y en vida Lucile Randon 118 le gusta la carne de cerdo y chocolate.

Figura 1. Consumo de carne mundial varias especies.

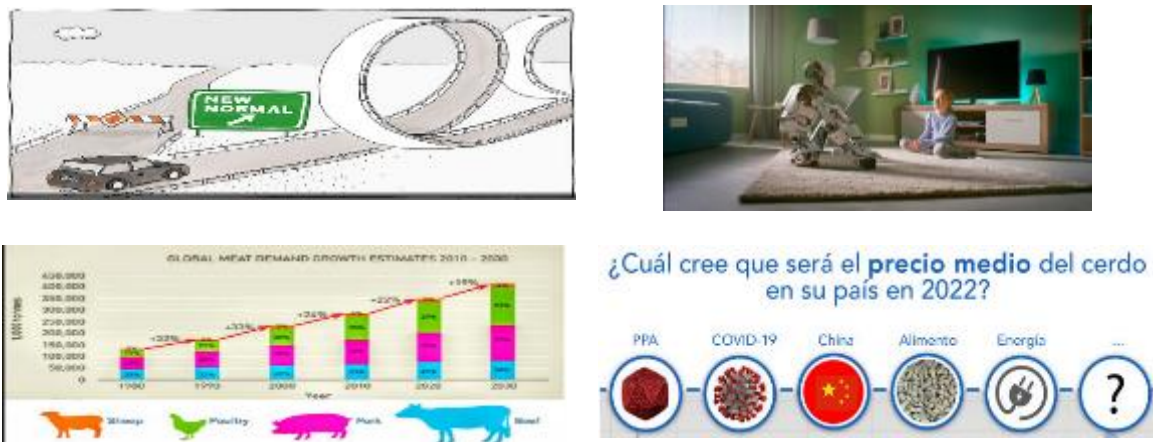
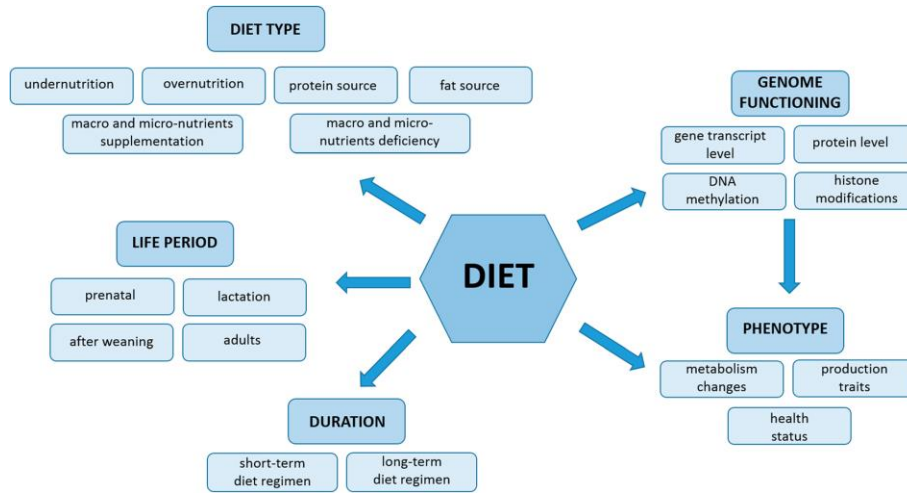


Figura 2. Número de vientres porcinos en las grandes empresas mundiales.



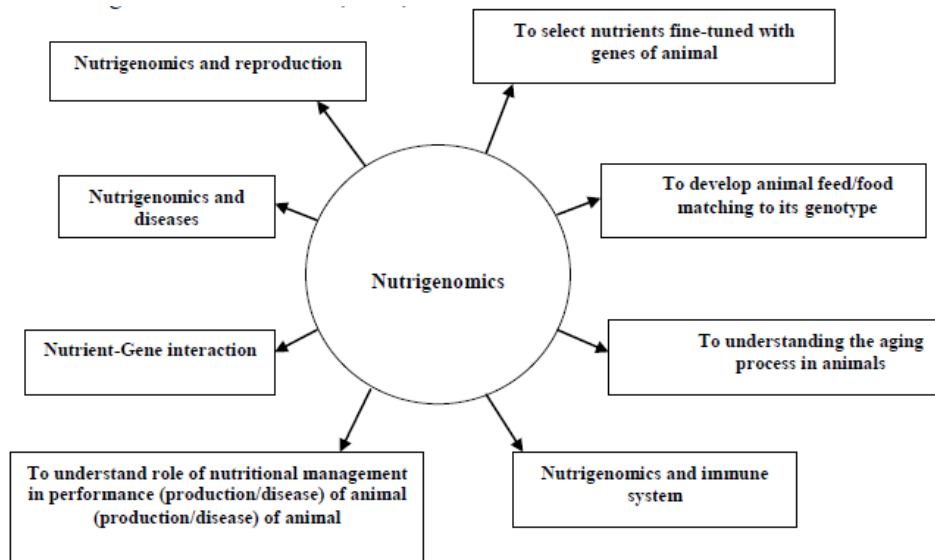
El otro extremo de la nutrigenómica como ciencia multidisciplinaria es la formación de líneas especializadas *Sus scrofa* por Linnaeus en el año 1758 doméstica por computadora, concentrando la mayor cantidad de genes que participan en la producción de carne de cerdo comercial en granjas intensivas contra la selección mendeliana, purificando razas autóctonas y conservando su comportamiento nativo donde se seleccionan genes del bienestar para la mejor aceptación del mercado consumidor. Los campos de estudio incluyen nutrición, bioinformática, biología molecular, genómica, genómica funcional, epidemiología, epigenómica (metilación de DNA y modificaciones de histone).

Figura 3. Dieta y las funciones genómicas.



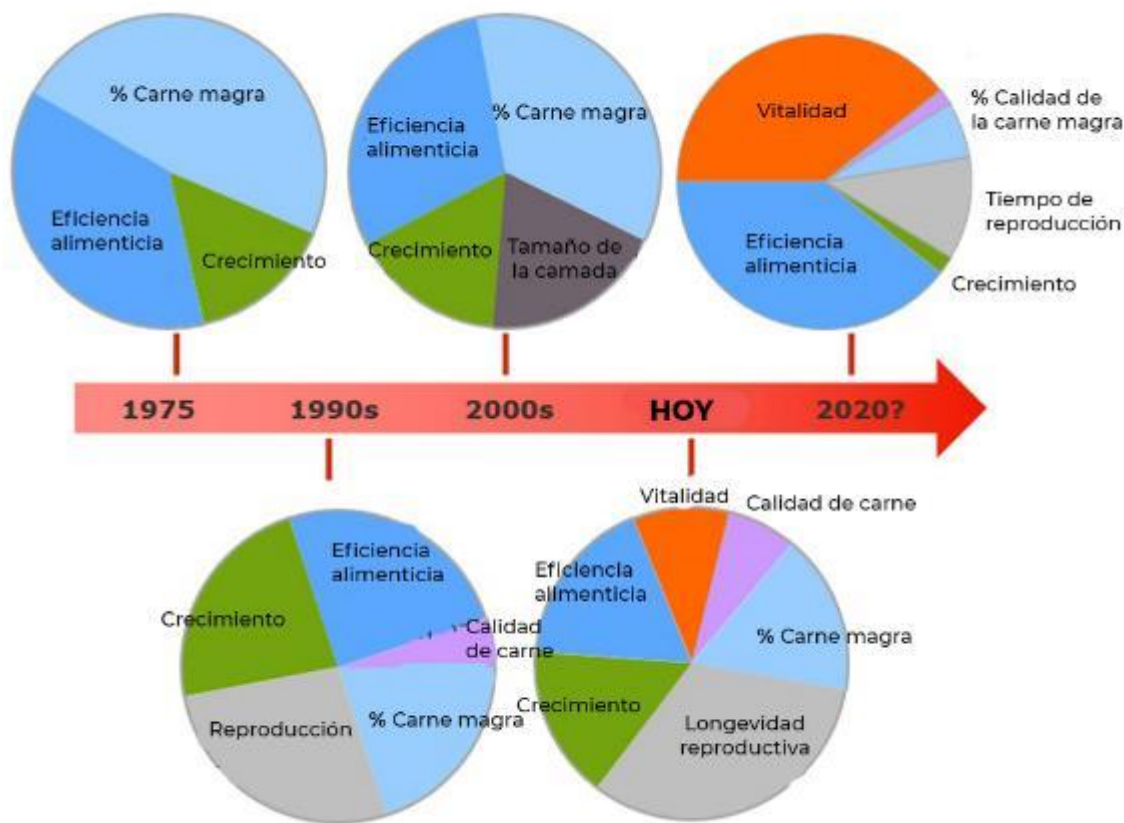
La nutrigenómica no altera el DNA o modifica los genes, los utiliza para encenderlos o identificar su participación en ciclos bioquímicos por medio de una nutrición selectiva o apagar la expresión de genes no deseados. Hay radicales libres que protegen de enfermedades actuando como antioxidantes, otras son moléculas potentes que tienen una acción hormonal o son moduladores de la salud. Ciertos fitoquímicos modifican la transcripción información del ADN y transfiere ARN de genes en el núcleo celular. Usando salvado en la dieta hay un efecto en el contenido de betaína en el plasma sanguíneo, se puede conocer su eliminación y la de la creatinina, con ello la calidad del alimento.

Figura 4. Nutrigenómica.



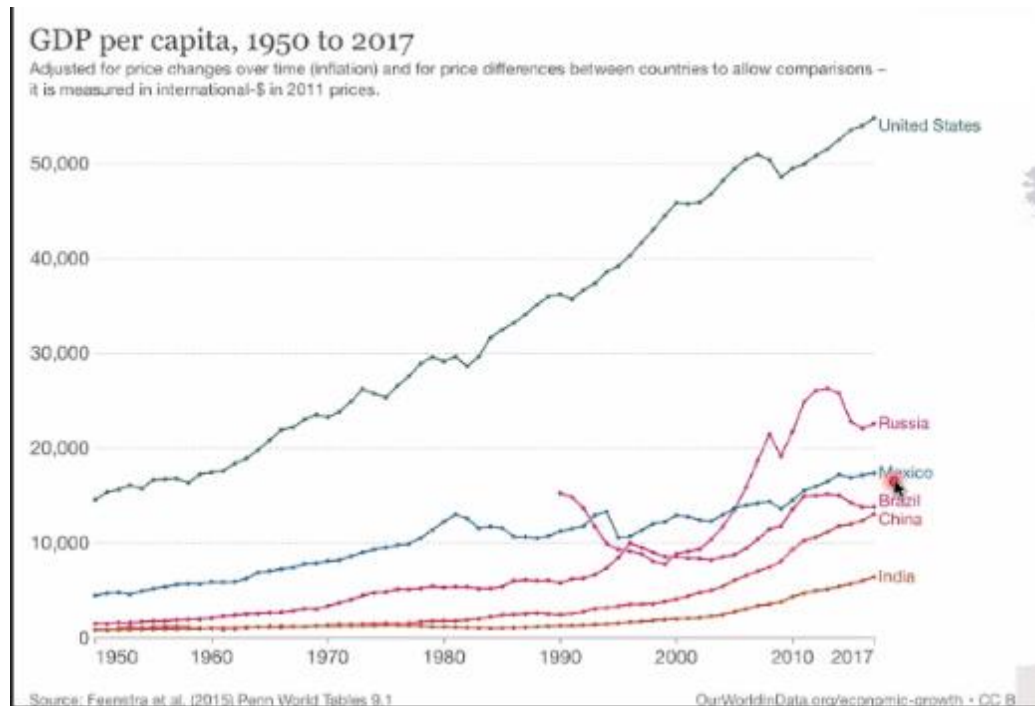
Con el siglo XX se iniciaron selecciones de líneas genéticas con pedigrí dando origen en los 60's a las marcas de reproductores. Al mejorar los procesos de registro de información se pasó a seleccionar la mejor predicción lineal imparcial BLUP. Con ello los nacidos vivos pasaron de 10 a 15 lechones por camada. El incremento de peso en 1980 era de 0.580 kg por día y para 2016 alcanzaba 0.730 Kg/día. Ambas tendencias moderna y antigua necesitan ser sustentables para estar en el mercado de carne.

Figura 5. Características de la carne que demanda el mercado mundial.



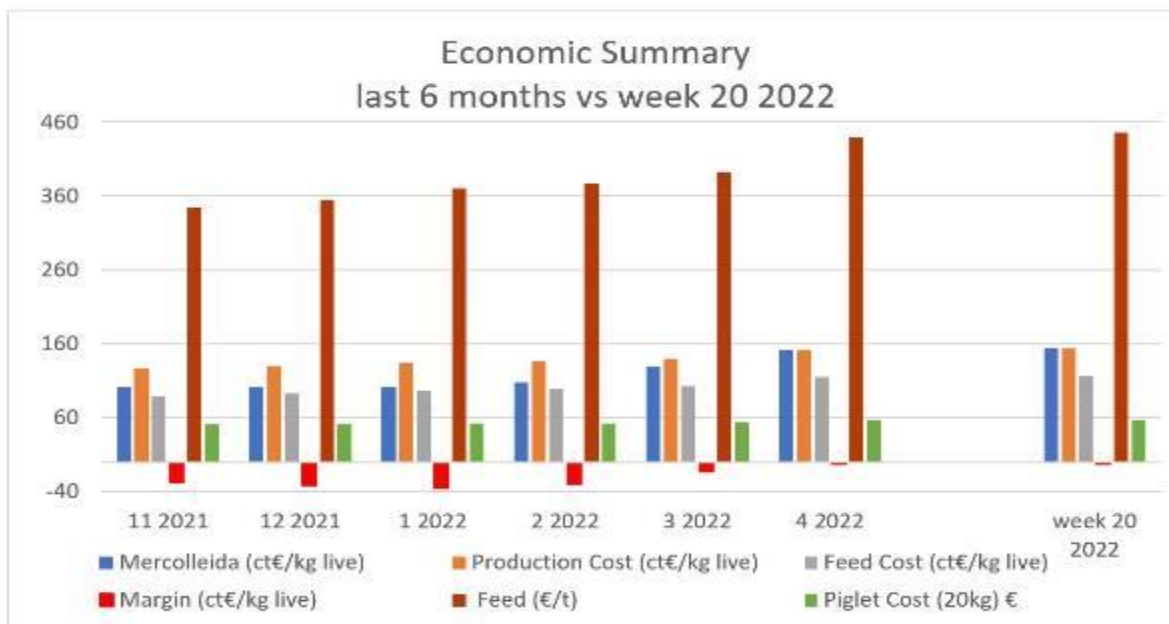
Hay muchos factores que intervienen en el proceso productivo de la porcicultura. Las enfermedades porcinas, pandemias de la humanidad, los países con altas poblaciones, influencia del clima, precipitaciones oportunas o sequía, la existencia en bodega (silos) de inventarios de las cosechas en los mercados internacionales exportadores de granos, pastas, harinas, yuca, papa deshidratada e insumos varios para el balanceo de raciones, costos de energía, fletes, disponibilidad de transporte, tasas de interés financieras, conflictos armados o guerras con afectación mundial, siniestros ambientales y sequía. Cierre de granjas por peste porcina africana y eliminación de inventarios en producción por la influencia aviar en huevo, pavo, pollo. Y sobre todo la pobre capacidad de compra de la gran mayoría de la humanidad hacen que el consumo de carne tenga un mercado sensiblemente muy elástico.

Figura 6. Ingreso per cápita comparativo México y EUA.



Al parecer en el 1er semestre del 2022 los precios internacionales del cerdo (verde) son muy atractivos para la venta de producto, pero con una gran volatilidad, contraproducentemente y simultáneamente se presenta un mayor incremento en el costo de los insumos (línea marrón) y servicios, en su mayoría granos importados. Con la inflación, devaluación y reducción del mercado que se está presentando mundialmente, en el mediano plazo se desconoce la contracción general del mercado consumidor de carne.

Figura 7. Volatilidad del mercado noviembre 2021 a marzo 2022.



No es bueno arriesgarse por el momento a crecer el número de vientres en producción, se puede decir que es mejor reducir inventario. La incertidumbre del momento 2022 se define erróneamente como inflación transitoria y existe una fase simultanea que no se identifica si hay un momento de recuperación post pandemia o se está entrando a una etapa de recesión por la guerra en Europa.

Las exportaciones cárnicas de México se apoyan en 460 establecimientos o rastros tipo inspección federal TIF. <https://comecarne.org/mercado-de-la-carne-en-mexico/>

La porcicultura anual mexicana es de 1´687,000 toneladas producidas, de las cuales en un año excelente como el 2020 se lograron exportar 260,000 toneladas, aumentando un 20% el volumen anterior a Japón, EUA, China, Corea del sur, Canadá, Colombia y otros como Singapur, Vietnam, Hong-Kong, Chile. México importa anualmente 1´383,000 toneladas de cerdo, ya que tiene un consumo per cápita de 19.40 kilos de carne de cerdo. También importa grano de maíz por 17 millones de toneladas y de trigo 5 millones de toneladas. Tan solo 20 empresas porcinas producen el 50% de la oferta de carne nacional. Pero en enero 2022 la importación de carne de cerdo en canal creció 29% de EUA, Canadá, España, Chile y otros. Así que hay muchas variables en juego para definir un crecimiento, aún con precios de la carne al alza y considerando que Cuba aprobó 30 rastros TIF mexicanos para exportar carne (bovino, porcino, avícola).

A principios del 2022 la porcicultura china venía recuperando sus inventarios de pie de cría de una despoblación severa (2020-2021) por peste porcina africana PPA y por ello, ahora redujo sus importaciones de carne de cerdo y en marzo 2022 se ha cerrado una ciudad por causa del

Omicrón COVID-19 que restringe a los trabajadores asistir a laborar en una de las grandes empresas porcícolas. No se puede especular esta incertidumbre sobre la forma que responderá el mercado internacional y la duración de su impacto.

Figura 8. Incremento de costos por volatilidad.



Cada día es más evidente la entrada de carne sintética de laboratorio para satisfacer las necesidades de alimentación humana. Se estima que esta tecnología satisfaga en el futuro inmediato en la segunda década de los 20's el 10% del consumo de proteína. Un 7% de la población mundial afirma que no se debe consumir proteína de origen animal. Las religiones judías y musulmanas (islam, mahometana, otras árabes no comen carne y derivados de cerdo). El que consume esta proteína sintética no consume carne. No desplaza el mercado agropecuario y pesquero, sino que es una nueva preferencia del consumidor. Ya en los 70's se incursionó en fabricar sustituto de carne a base de derivados del petróleo. Posteriormente se buscó hacer imitaciones con sabor a carne basados en el uso de harina de soya. De la manera que sea hay preocupación para alimentar la creciente población mundial de casi 8 mil millones de habitantes.

Figura 9. Crecimiento de la población humana mundial.

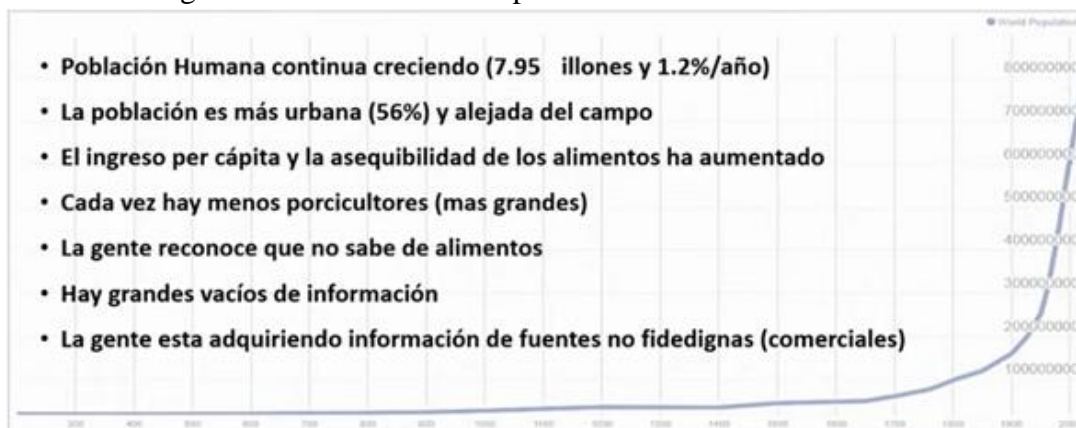
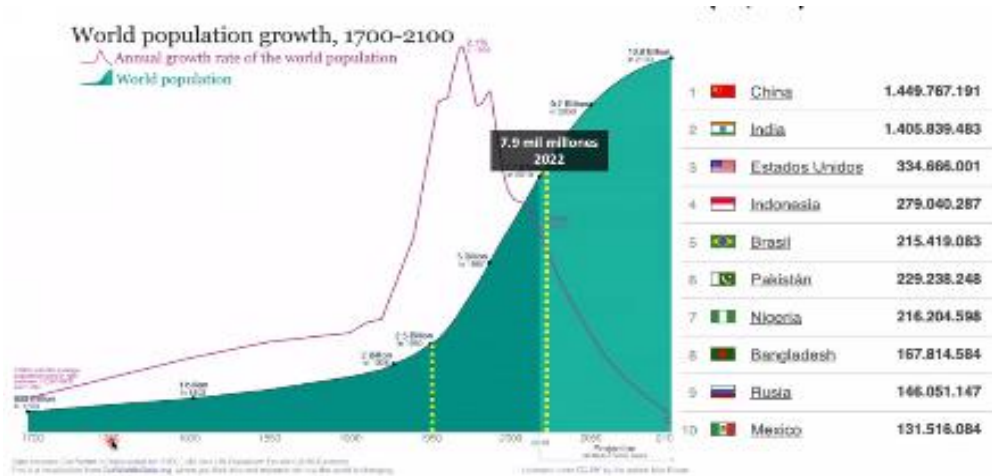
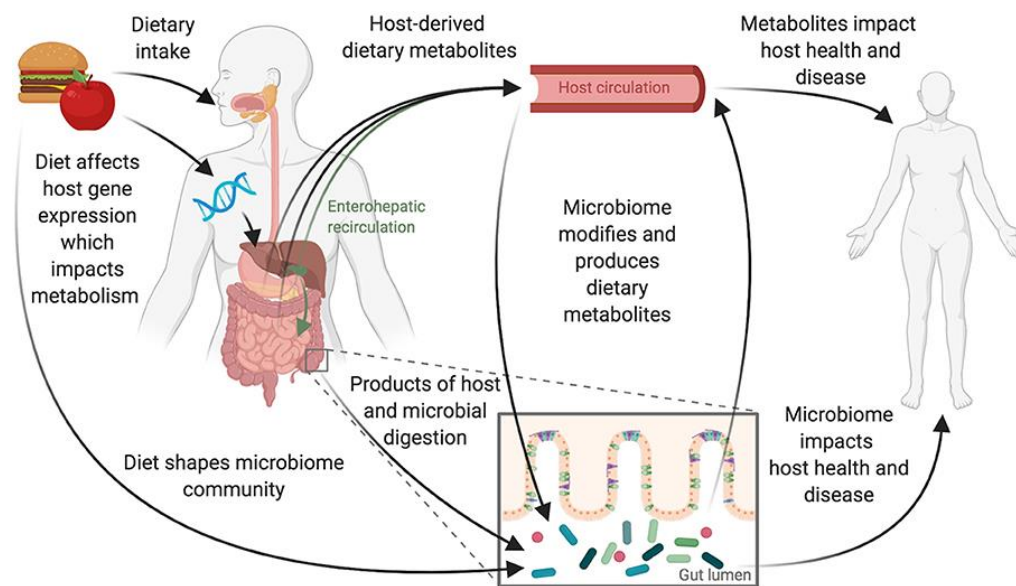


Figura 10. Población mundial por países y predicción en el crecimiento animal.



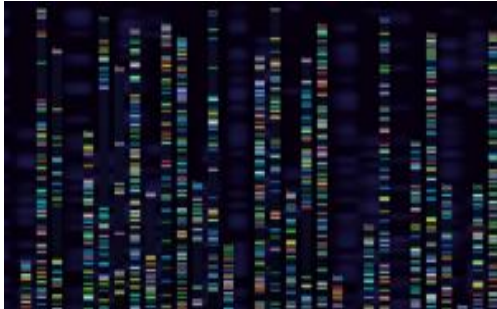
La definición para nutrigenómica tiene 2 vertientes. La humana del National Academies of Science, Engineering and Medicine 2018 con la interacción genética de riesgos (cáncer, cardiopatías, obesidad) que contiene 3mil millones de pares de bases y 30 millones de dinucleótidos para personalizar nutrientes a individuos muy variables (raza, tamaño, sexo, edad) en mantener la salud y prevenir enfermedades crónicas, considerando todavía sus hábitos alimenticios personales, culturales, religiosos y su interacción con el microbioma digestivo y metaboloma con su dinámica de metabolitos presentes en la célula. Eres lo que comes, ya que el alimento activa genes que impactan el metabolismo, modifica la comunidad de la microflora digestiva, modifica metabolitos con impacto en la salud de las personas.

Figura 11. Efecto de la dieta en la expresión genética y el microbioma intestinal.



La Nutrigenómica de animales en confinamiento controlado es un concepto de poblaciones seleccionadas genéticamente uniformes para la producción eficiente de alimentos en forma rentable. Existe una interacción compleja entre dieta, nutrición, genética y salud. Se investiga cómo los nutrientes afectan la expresión de genes complementando las proteínas y metabolitos del cuerpo con su respuesta de salud.

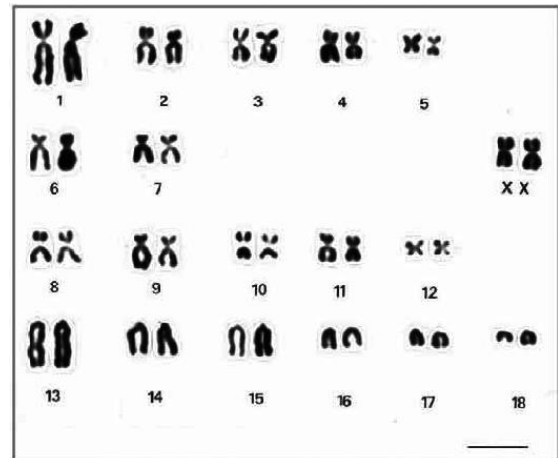
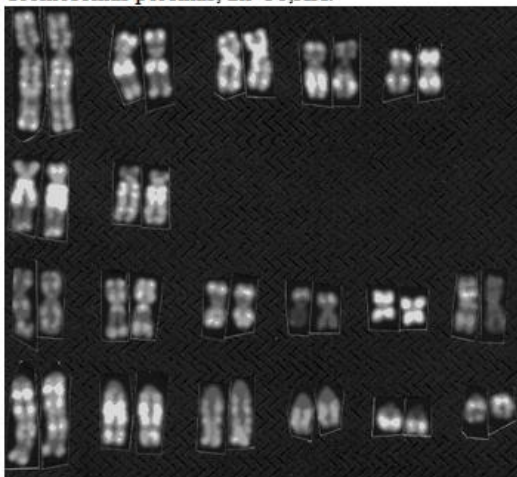
Figura 12. Mapeo de genes y su variación. Cerdo 19 pares de cromosomas



Cromosomas porcinos, $2n=38,XX$.



XX hembra



Cromosoma porcino es usado para avanzar en la salud humana. Hay muchos genes similares localizados en diferentes cromosomas resultando en fenotipos diferentes Hombre y Cerdo. Las razas LW large White, Duroc, ES Enshi black y MS Meishan permiten diferenciar los avances genéticos por medio de los elementos regulatorios cis.

Figura 13. Mismos genes humano cerdo en diferente cromosoma.

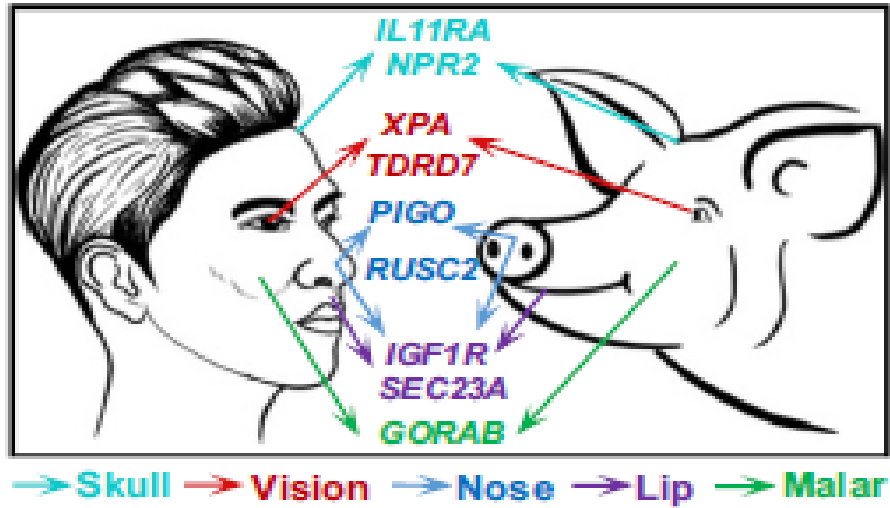
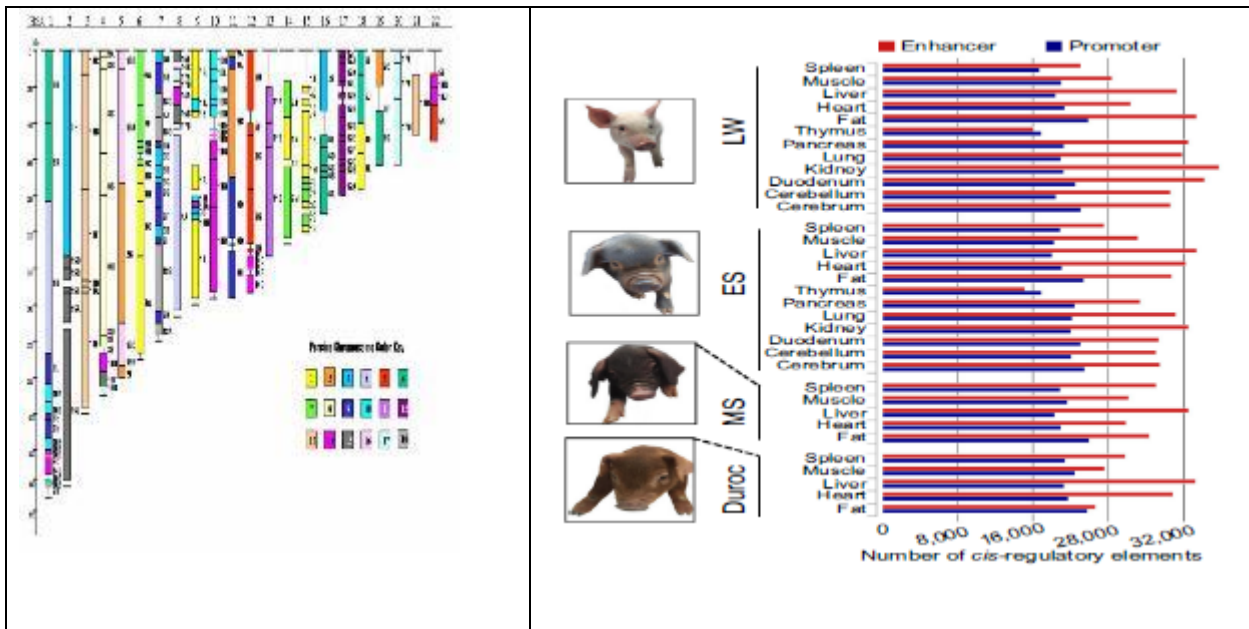


Figura 14. Genes porcinos y elementos regulatorios entre razas.

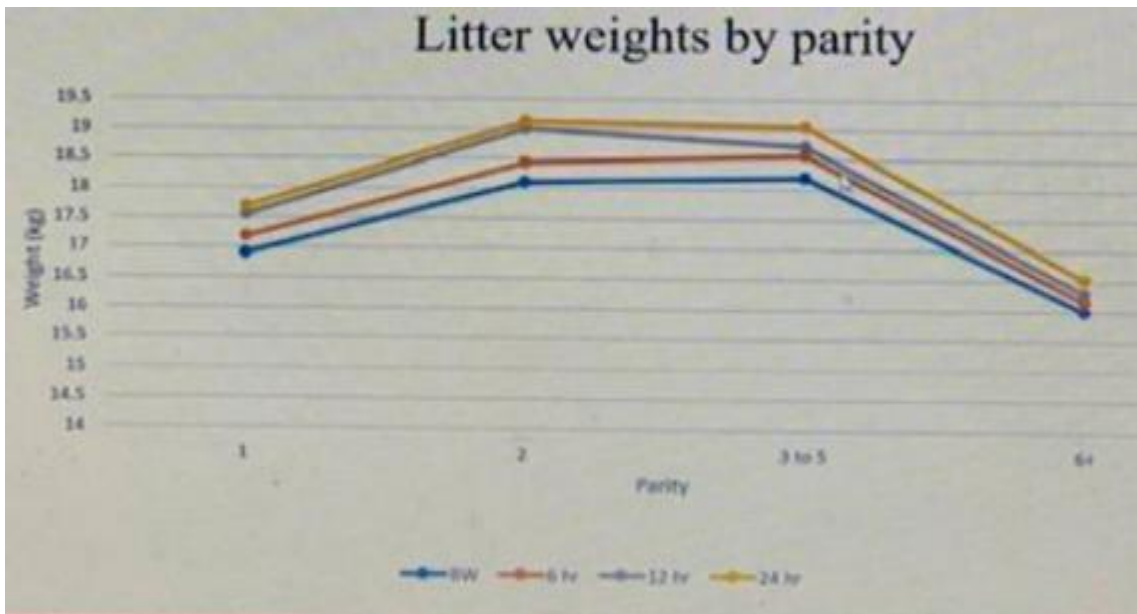


Hay una variación genética entre poblaciones de animales, ello influye en los parámetros de salud y las enfermedades que emergen. La nutrigenómica permite entender los flujos metabólicos (glucogénesis, glicólisis, lipogénesis) y sucesos fisiológicos que evitan enfermedades.

Una aproximación transcriptómica de la secuencia de RNA.Seq en la ciencia de la nutrición porcina. La metionina interviene en la maduración del ovocito, implantación del embrión

viable, su crecimiento, regula el desarrollo fetal, depósito de proteína muscular en el útero materno alterando la musculatura y grasa fetal para incrementar levemente su peso al nacer. Peso al nacer relacionado al número de parto de la marrana.

Figura 15. Influencia del número de parto de la marrana y el peso al nacer de la camada.



Restricción o incremento de dieta activa genes en el crecimiento compensatorio. Los nutrientes donadores de metilo (metionina, fólico, colina, Vit B6, B12) pueden modular y reformar genes porcinos relacionados con el metabolismo del ácido nucleico durante el crecimiento fetal con la dieta materna, a través del hígado y RNA-Seq y posteriormente con el metabolismo de los lípidos en etapas de engorda. Las diferentes fuentes de aceites en la dieta regulan la expresión de genes con factores de transcripción como peroxidasa activadora de receptores PPARs, factor del núcleo hepatocito 4 α (HNF4A), NF-kB, enlace esteárico de la proteína 1c(SREBP1c). Una dieta grasa con proteína se descubren 39 genes DEGs que intervienen en la regulación del metabolismo de los lípidos, en particular los genes del código del citocromo P45(CYP45) de una familia de proteínas (CYP2B22, CYP2C49) responsables del homeostasis de los lípidos. Una dieta rica en omega 3 y 6 tiene un efecto en los genes del hígado que expresan en la familia del citocromo P450 una relación con β -oxidación y en 7 sub familias miembros de CYP7A1 y PPAR reguladas en el hígado por el receptor LXR, desde los genes que producen la bilis y la síntesis de ácidos grasos, el metabolismo Glc y flujos de esteroides. Los genes SCA que expresan la lipogénesis como acetil CoA carboxilasa 1 ACACA y síntesis de ácidos grasos FASN disminuyen su concentración indicando una menor producción de SCFAs. De esta manera a menor ω 3 y ω 6 alteran la secuencia metabólica de las PUFA. Conjuntar el conocimiento internacional permitirá avanzar en la rentabilidad y sustentabilidad porcina.

Tabla 1. Composición de la grasa dorsal del cerdo influenciado por la dieta.

Fatty Acid Composition of Backfat from Pigs Fed Diets Containing Pomace Oil (O), Hydrogenated Oil (H), and Linseed Oil (L)^a

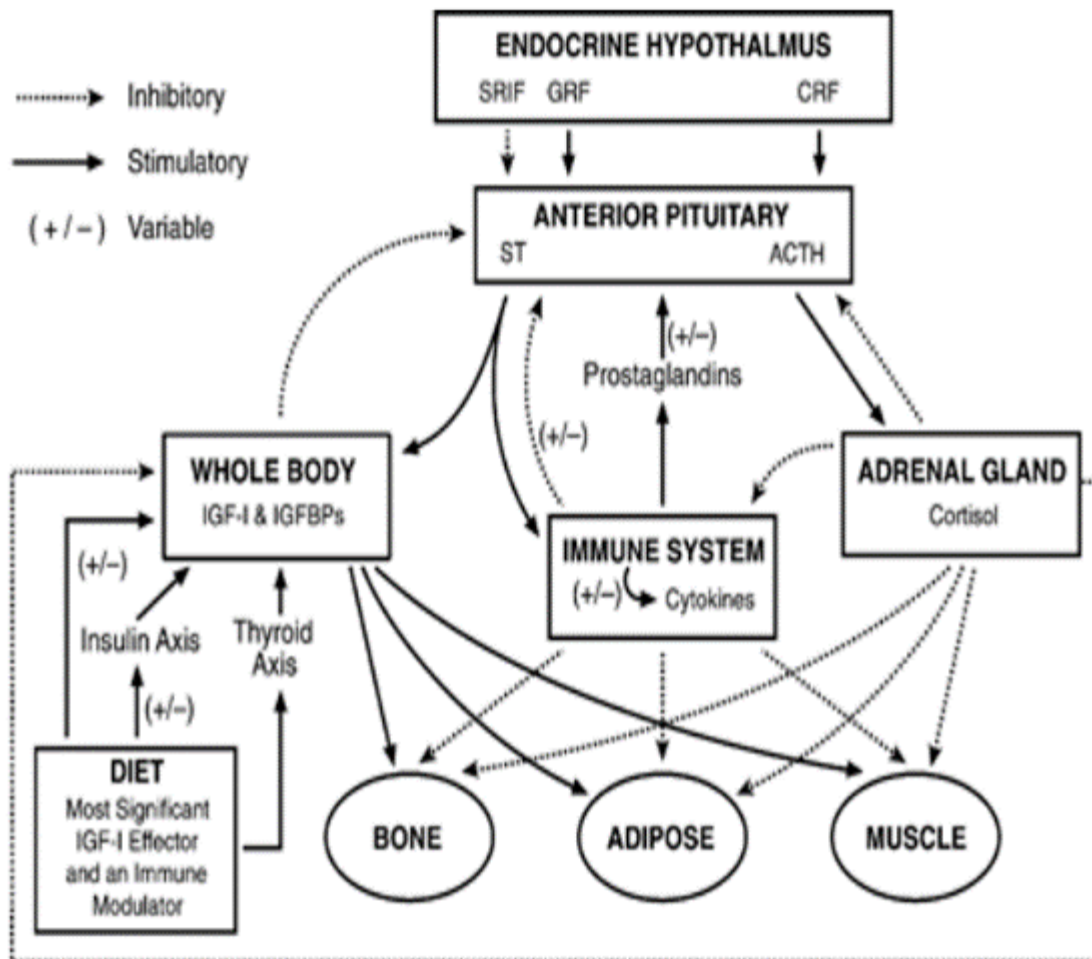
fatty acids (%)	treatment			SE	P
	O	H	L		
C10:0	0.07 ^{ab}	0.09 ^a	0.06 ^b	0.009	0.042
C12:0	0.07	0.07	0.06	0.004	0.180
C14:0	1.11 ^{ab}	1.22 ^a	0.98 ^b	0.049	0.007
C15:0	0.05	0.05	0.04	0.004	0.067
C16:0	21.41	22.01	20.50	0.527	0.120
C16:1 $n-7$ t	0.04 ^a	0.20 ^b	0.03 ^a	0.009	0.001
C16:1 $n-9$	0.41 ^a	0.36 ^a	0.23 ^b	0.017	0.001
C16:1 $n-7$	1.50 ^a	1.49 ^a	1.25 ^b	0.072	0.035
C17:0	0.29	0.29	0.24	0.020	0.108
C18:0	11.38 ^a	14.27 ^b	13.20 ^{ab}	0.651	0.018
C18:1 $n-9$ t	0.29 ^a	5.88 ^b	0.32 ^a	0.101	0.001
C18:1 $n-9$	47.08 ^a	36.47 ^b	33.47 ^c	0.547	0.001
C18:1 $n-7$	1.99 ^a	2.24 ^b	1.66 ^c	0.074	0.001
C18:2 $n-6$ t	0.07 ^a	0.60 ^b	0.07 ^a	0.016	0.001
C18:2 $n-6$	10.88 ^a	10.97 ^a	12.45 ^b	0.416	0.020
C20:0	0.22	0.26	0.24	0.013	0.071
C18:3 $n-6$	0.03 ^a	0.03 ^a	0.21 ^b	0.006	0.001
C20:1 $n-9$	0.94 ^a	0.68 ^b	0.67 ^b	0.041	0.001
C18:3 $n-3$	0.96 ^a	1.56 ^a	11.36 ^b	0.227	0.001
C20:2 $n-6$	0.57	0.54	0.62	0.024	0.053
C20:3 $n-6$	0.08	0.07	0.07	0.005	0.565
C20:3 $n-3$	0.17 ^a	0.25 ^a	1.60 ^b	0.036	0.001
C20:4 $n-6$	0.20 ^a	0.15 ^b	0.12 ^b	0.013	0.002
C20:5 $n-3$	0.01 ^a	0.02 ^a	0.11 ^b	0.004	0.001
C22:4 $n-6$	0.08 ^a	0.08 ^a	0.05 ^b	0.007	0.014
C22:5 $n-3$	0.09 ^a	0.11 ^a	0.35 ^b	0.010	0.001
C22:6 $n-3$	0.04	0.04	0.05	0.004	0.122
SFA	34.59 ^a	38.27 ^b	35.32 ^a	1.050	0.044
MUFA	51.91 ^a	41.24 ^b	37.28 ^c	0.607	0.001
PUFA	13.10 ^a	13.80 ^a	26.99 ^b	0.612	0.001
TFA	0.39 ^a	6.68 ^b	0.41 ^a	0.117	0.001
$n-3$	1.27 ^a	1.97 ^a	13.46 ^b	0.225	0.001
$n-6$	11.83 ^a	11.84 ^a	13.53 ^b	0.449	0.017
PUFA/SFA	0.38 ^a	0.37 ^a	0.77 ^b	0.031	0.001
$n-6/n-3$	9.34 ^a	6.31 ^b	1.00 ^c	0.407	0.001

^a SE, standard error. Means in the same row that do not have a common superscript (a-c) are different ($P < 0.05$).

En una granja porcina hay mejores opciones de control experimental para ofrecer nutrientes para un consumo obligado e “individualizado”. González Bulnes 2017 Implications of prenatal programming in Iberian pig production indica que desde el útero la nutrición (poca o mucha) de

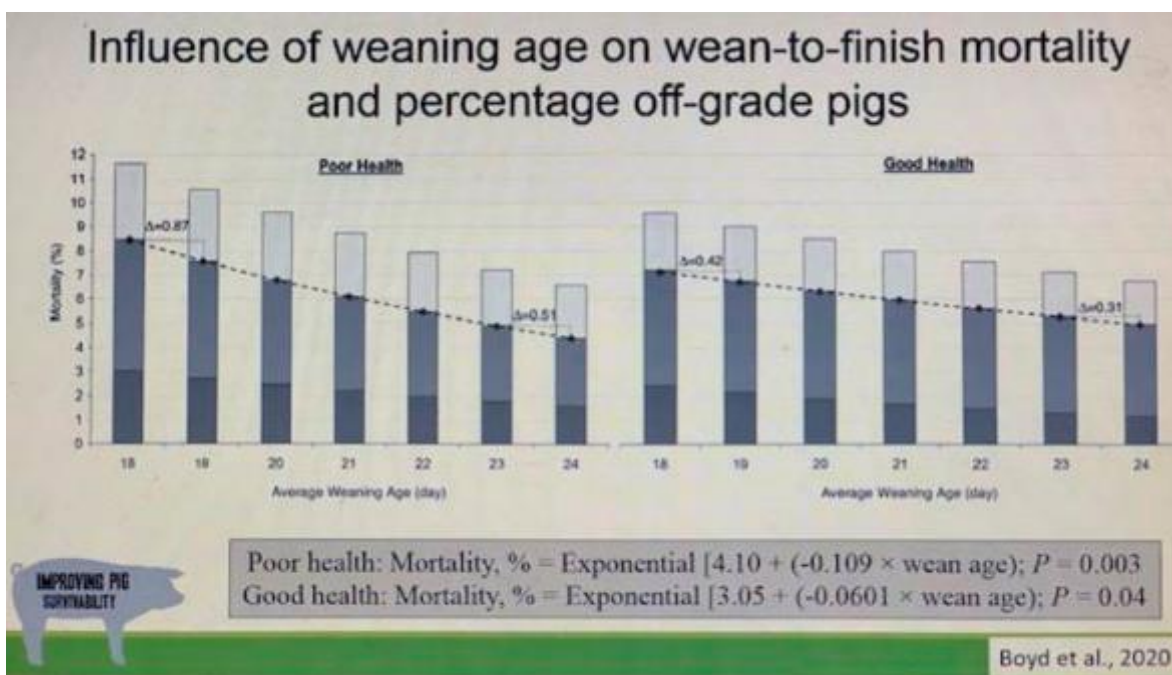
la madre y su influencia nutritiva de la placenta influye en el desarrollo corporal (grande o pequeño) y expresión genética del feto como descendencia al nacer. La morfogénesis de la glándula mamaria comienza durante el desarrollo fetal y por ende la calidad productiva del reemplazo. No se conoce si todas las crías de una misma camada reciben la misma herencia genética, ya que el fenotipo resultante, además de estar relacionado al genotipo individual del animal, tiene modificaciones en el genoma desde su implantación en el útero, resultando en un epigenotipo específico, que se puede diferenciar y separar. El retraso del crecimiento intrauterino causa que el cerdito de engorda sea más gordo con problemas metabólicos y tenga cambios en su composición intramuscular de ácidos grasos. La hembra desarrolla un crecimiento compensatorio durante la lactación. Su aplicación se determina por la ciencia y la economía.

Figura 16. Cadena de enlace del sistema endócrino, inmune, glándulas con el cuerpo.



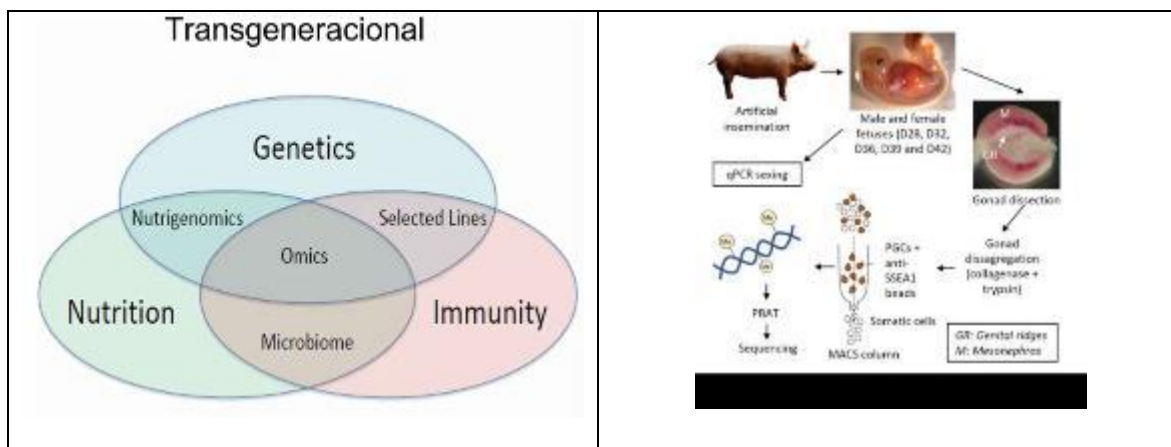
El período de lactación y el nivel de salud de la granja son determinantes para disminuir la mortalidad durante el destete en el sitio II. Durante la lactancia se pueden utilizar atrayentes con olor a queso, feromonas de cerdas, vainilla asperjadas en un tapete alejado de la hembra para reducir aplastados en las primeras 72 horas de nacidos.

Figura 17. Influencia de la edad al destete y su mortalidad.



El INIA de España investiga la influencia de interacciones genoma-nutrición sobre rutas del metabolismo de lípidos, fisiología y calidad de la carne. Los estudios que enfatizan las propiedades organolépticas 1985-2010. El estudio genómico les ha permitido detectar QTL, GWAS, secuenciación masiva y cambios en la microbioma, metaboloma o epigenoma. Estudios prenatales nutrigenómica, alimentado a las marranas influyen en la respuesta de un nutriente en la variabilidad genética. El DNA tiene modificaciones químicas y estructurales principalmente durante la diferenciación sexual.

Figura 18. Universo transgeneracional desde la concepción.



En la revista BM Editores Guadalupe E. Beltrán R. y colaboradores publicaron 4 artículos complementarios sobre el mejoramiento genético en la pira porcina. Describen el esquema Genética. Ambiente. Manejo, Nutrición, Sanidad y Administración GAMNSA.

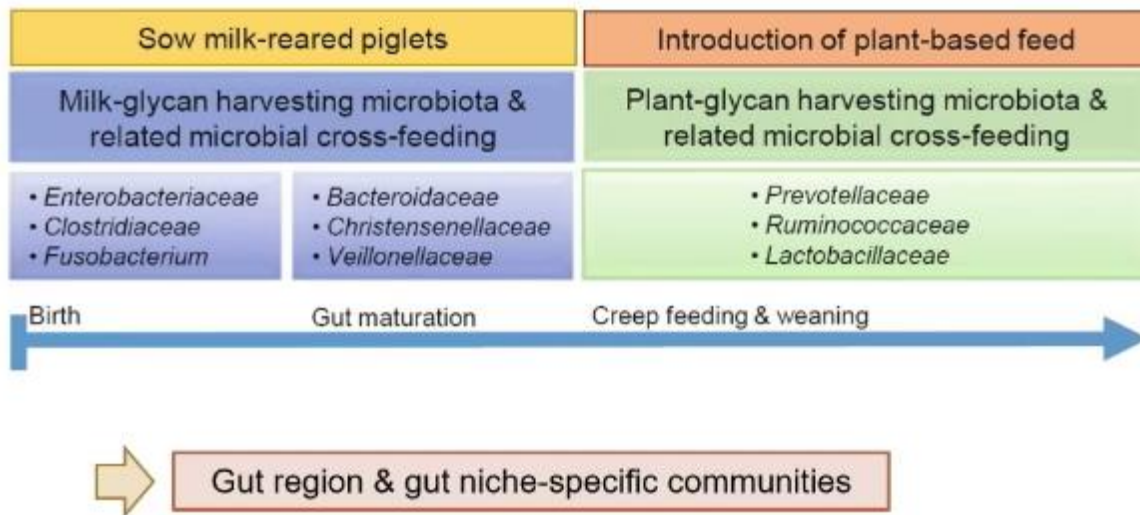
Para desarrollar el presente análisis de la nutrigenómica y nutrición transgeneracional porcina le anteceden otras publicaciones complementarias para dar sustento a los cambios de manejo en alimentación y nutrición de los cerdos. **a)** A review of the nutrition and growth of suckling pigs providing creep-feeding supplements to reduce piglet mortality and minimize post weaning syndrome. **b)** La producción de cerdos de vida sana, sin antibióticos y transgénicos. **c)** Nueva porcicultura sustentable y su impacto ambiental para reducir emisiones contaminantes. **d)** Producción y comercialización de productos pecuarios de vida sana para exportación. **e)** El uso del código de barra en tercera dimensión para la exportación de carne de cerdo. **f)** Los avances de la investigación del pasado al futuro. **g)** La ganadería del futuro: Del pasado al presente.

El artículo Nueva Porcicultura menciona los sistemas de formulación de uso europeo de mínimo costo que calculan, grafican y programan un mínimo de emisiones de gases contaminantes con afectación de invernadero. No se descartan las formulaciones por Web allix3, A-Systems kalaux, Bestmix, Indigo (Ara, Brill), Afos Inc.

No perder de vista la clasificación de los alimentos: International Feed Identification System Nutrients (IFISN) dividida en 8 clases y la Association Feed Control Official (AFCO). <https://www.swineinnovationporc.ca/animal-nutrition> Para los alimentos emergentes nuevos en el mercado de insumos hay que continuar generando información en su composición, nutrientes y procesos de elaboración en el mercado de insumos. Grano de maíz alto en aceite, opaco dos, maíz alto en flavonoides son fuentes energéticas. Granos fermentados mediante ensilaje, nixtamalización, acidificación de cereales altos en humedad (27%), con inóculos de bacterias de ácido láctico, granos secos preservados con ácido propiónico, fosfórico, fórmico de potasio, benzoico. Avena, yuca, maicena, papa en polvo, sémola, plátano deshidratado, camote, ñame, yame o malanga, sago, arrurruz (*Moranta arundinacea*), adaptógenos (Chaga,

Rhodioloa, Schisandra, Reishi) y leguminosas (frijoles, chícharos, cacahuete cocidos) para consumo humano pueden ayudar a los lechones en las primeras dietas de lactancia y destete. Lo mismo incluir calostro de vaca descremada.

Tabla 2. Fase de lactancia materna, sustituto de leche y el destete sin leche



La dieta modifica la región que coloniza la microflora a lo largo del tracto digestivo. Cambios bruscos en insumos y repentinos sin proceso de adaptación o acondicionamiento de la dieta alteran el perfil de los patrones moleculares asociados a patógenos MAMP que activan los respectivos receptores de patrones de reconocimiento PRR de la inmunidad innata, por lo que se puede perder la tolerancia inmune. La disbiosis intestinal en lechones destetados está asociada con la disminución de la tolerancia inmune, debido a la sobre reacción del sistema inmune del cuerpo del animal hacia la nueva composición microbiana.

Figura 19. Transición de microbiota en lactación al cambio de alimento seco al destete.

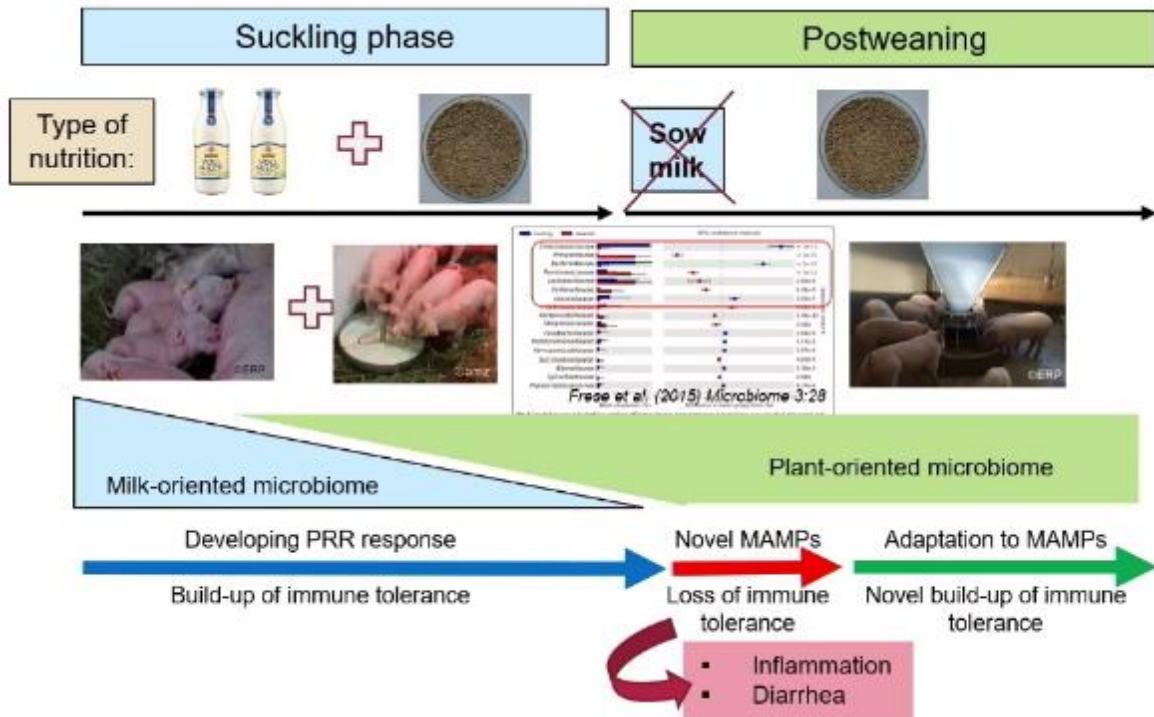


Figura 20. Consumo de calostro por lechón al nacer y su mortalidad.

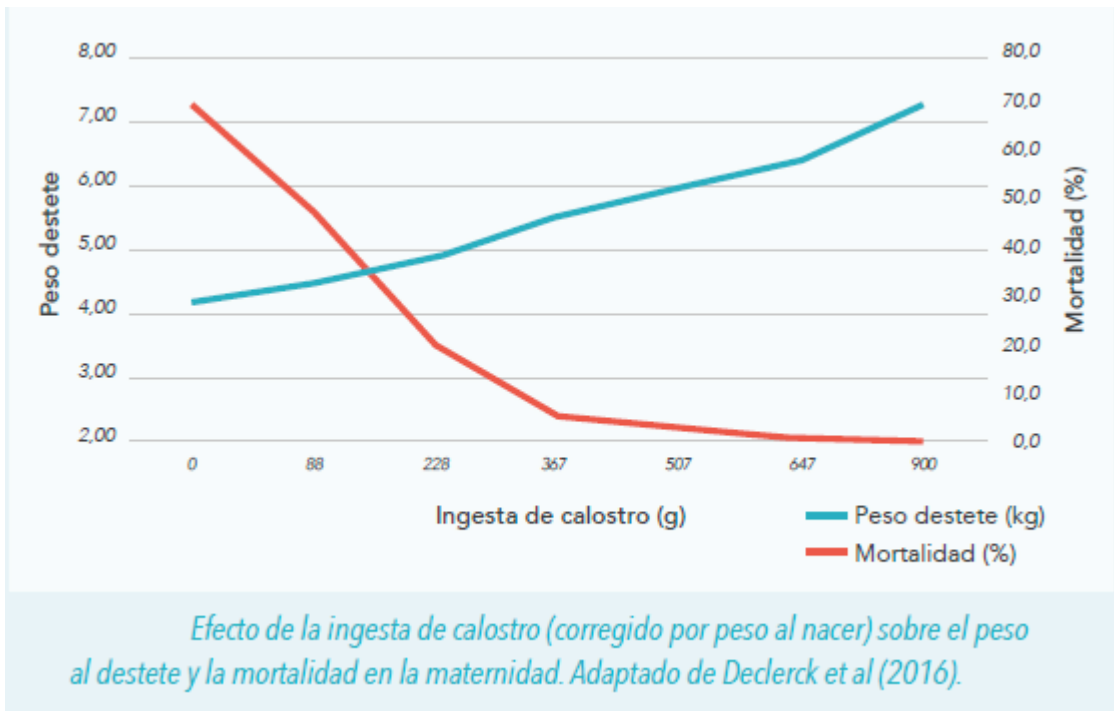


Figura 21. Influencia del peso al nacer y el consumo de calostro con % de mortalidad.

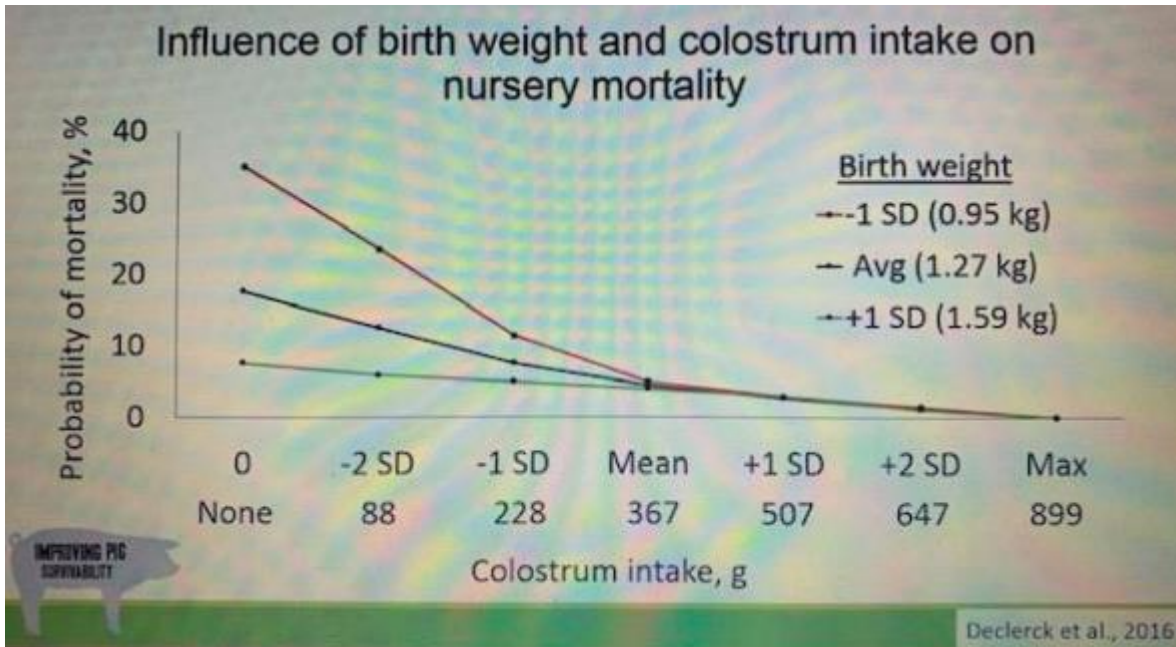


Figura 22. Cambios en la composición de la leche de la marrana durante el parto, calostro, leche en transición y leche de lactación.

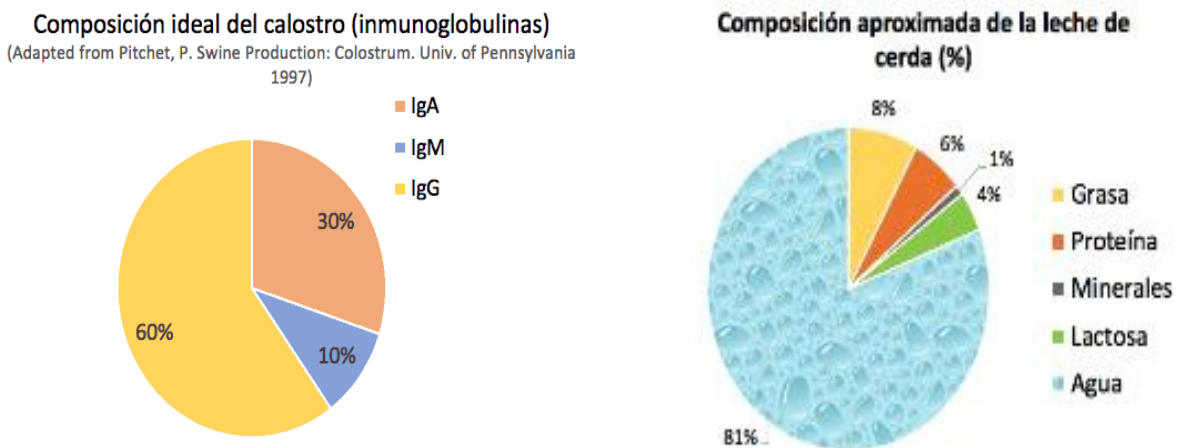
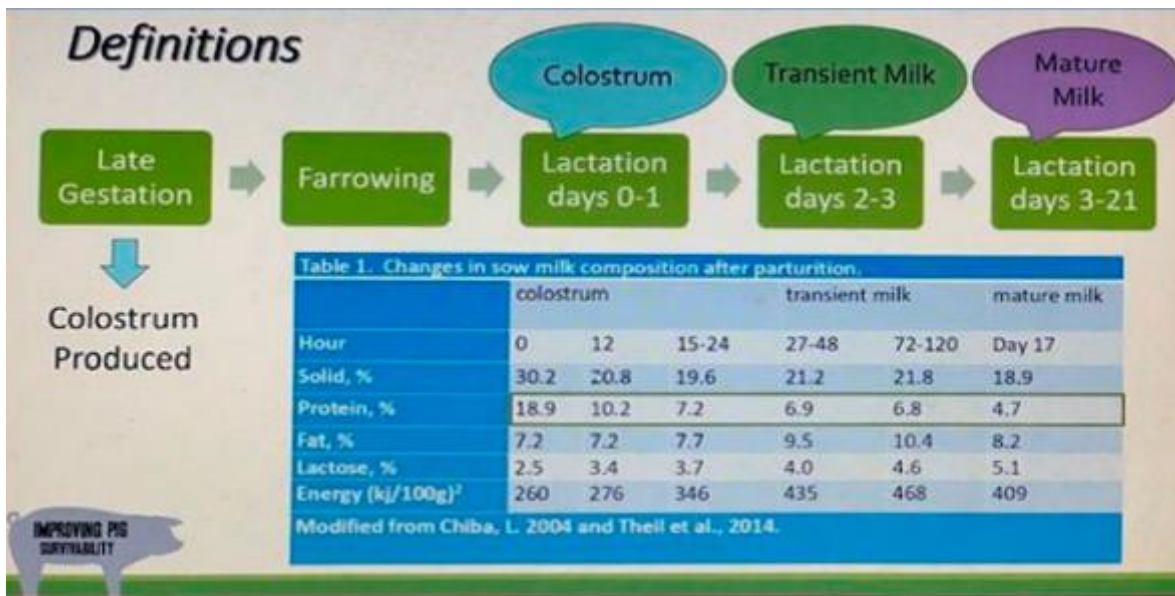
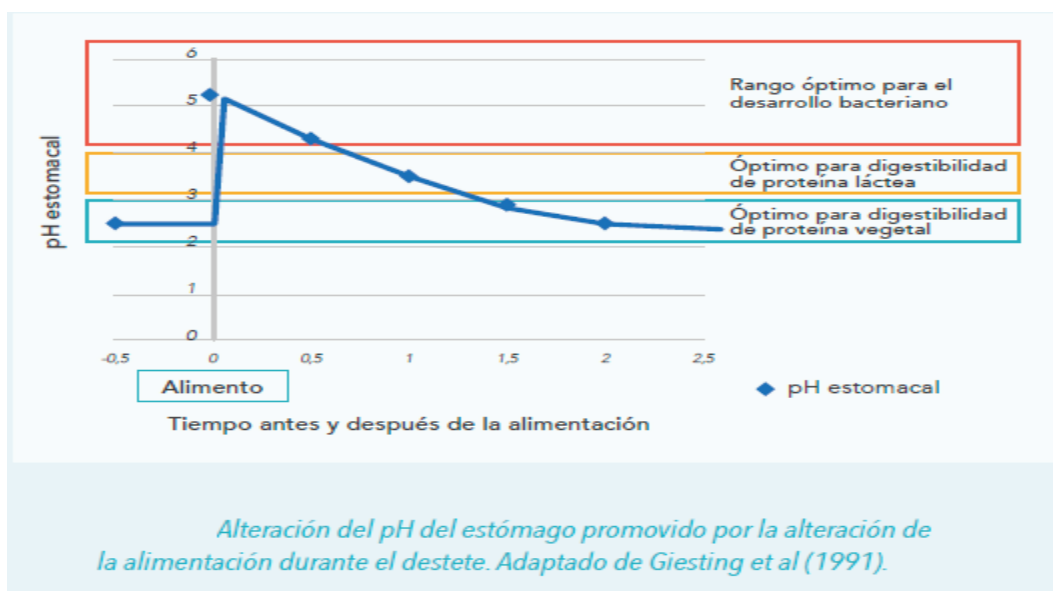


Figura 23. Diferencias entre calostro, leche en transición y leche madura.



El destete es una etapa crítica de 1-15 días ya que el lechón deja a la madre y ahora el cochito tiene que consumir alimento. Un 10% de los recién llegados no consume alimento por 2-3 días. Las células parietales del estómago bajan su producción de ácido clorhídrico y el quimo pasa al intestino con menor digestión provocando el crecimiento de bacterias que causan la diarrea y deshidratación que causa muertes.

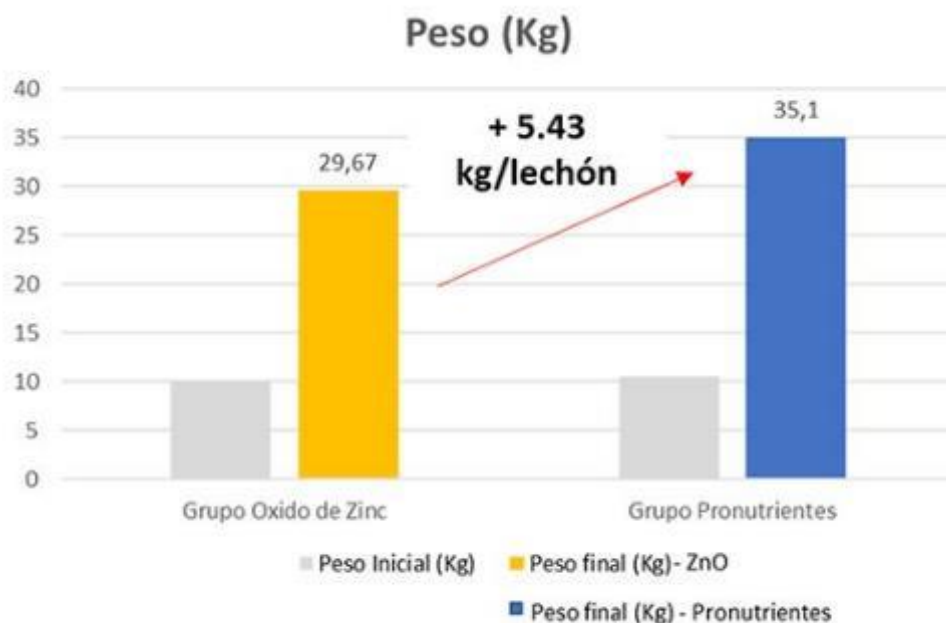
Figura 24. Cambio de pH estomacal en respuesta al consumo de dieta.



La diarrea post destete por factores antinutricionales cuesta en el sitio II \$20,000 dólares anuales por cada 300 hembras. La pasta de soya mal procesada, dietas altas en proteína, ácido fólico, fibra bruta. Las proteínas alérgicas glicina y β -conolicina reaccionan en el intestino delgado. Se incrementa la respuesta inmune, aumenta la impermeabilidad del intestino delgado, se reduce la tasa de incremento de peso diario y empeora la infección y efectos en presencia de *E. coli*.

En Europa estará prohibido el uso de óxido de zinc ZnO en dietas terapéuticas de lechones destetados para prevenir patologías causadas por la diarrea post destete, asociada a una pobre inmunidad y alto crecimiento bacteriano en el intestino. Una alternativa sugerida es el uso de pronutrientes de origen vegetal que logran acondicionar el intestino para que las diarreas sean meno severas. Son moléculas activas que actúan en los genes, renuevan la tasa de enterocitos y logran reforzar las uniones estrechas de la pared intestinal para alcanzar una integridad del epitelio del aparato digestivo.

Figura 25. Respuesta comparativa de óxido de zinc contra el uso de pronutrientes.



A las dos semanas el tamaño de la mucosa del yeyuno crece y se mejora la actividad enzimática del páncreas. El cochito ahora puede aceptar en la dieta más fibra insoluble o lignocelulosa que le dará firmeza a sus excrementos y se generarán ácidos grasos de cadena corta, mismos que mejoran la microbiota.

Hay un efecto del sexo de los cerdos mayores de 25 kilos en pie hasta alcanzar el peso al mercado. Los castrados depositan músculo a menor escala que las hembras, por lo que

necesitan menos lisina en la dieta. Los castrados crecen más rápido y finalizan en menor tiempo. Las hembras orinan más al interior del comedero, causando alimento húmedo.

Tabla 3. Efecto del sexo en el crecimiento del cerdo 25 Kg a peso terminado.

Castrado VS Hembra	Kansas	Hubbard
Ganancia diaria de peso	5.9% mayor	8% más
Consumo de alimento	11.4% más	12% más
Eficiencia alimenticia de los castrados	4.3% menor	4% menor

Figura 26. Depósito de grasa corporal entre hembras y castrados.

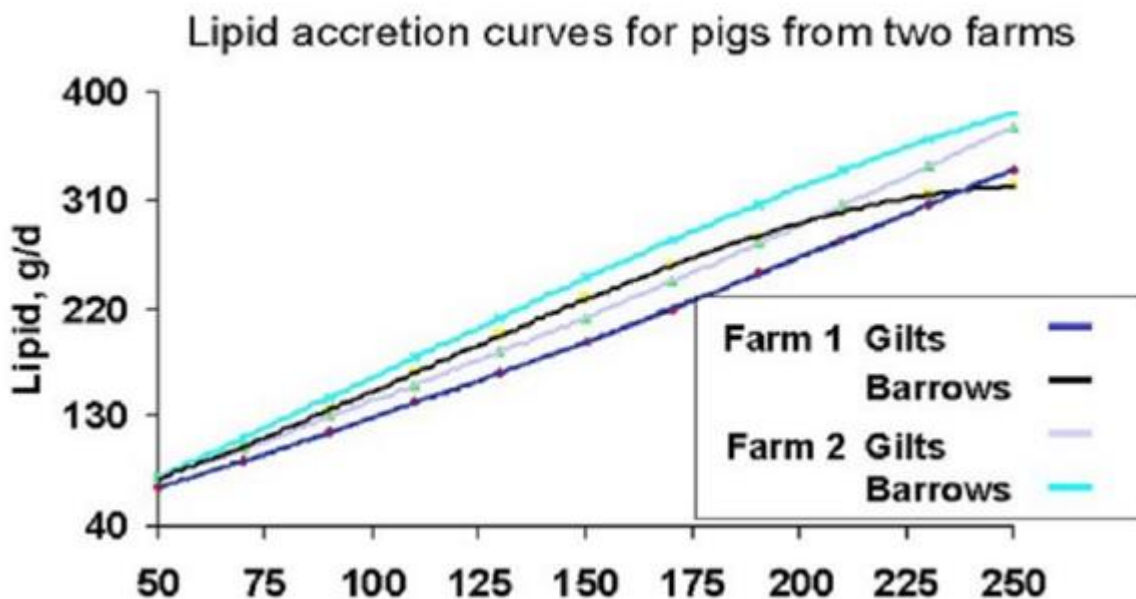


Figura 27. Mecanismos de las proteínas alergénicas.

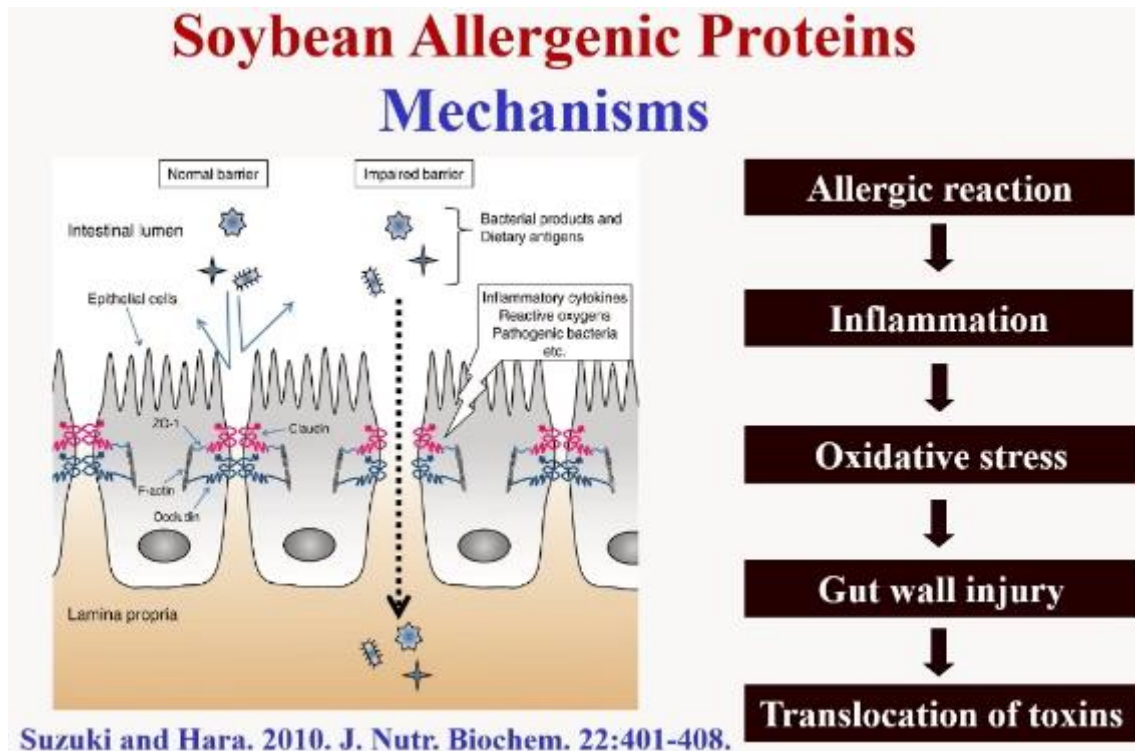


Tabla 4. Efecto de una dieta alta en proteína durante el destete.

High Protein Diets

Effects of increasing dietary CP level on gut health of pigs at 3 weeks post-weaning

Item	High CP (19.8%)	Low CP (14.5%)
Microbial metabolites in proximal colon		
Putrescine, $\mu\text{mo/L}$ digesta	234 ^a	127 ^b
Spermidine, $\mu\text{mo/L}$ digesta	274 ^a	211 ^b
Ammonia, mmo/L digesta	14 ^a	7.3 ^b
Relative mRNA abundance of cytokines and mucin genes in colon		
IL1 β	1.01 ^a	0.87 ^b
IL6	1.04 ^a	0.76 ^b
MUC2	1.05 ^a	0.84 ^b

Pieper et al., 2012. *J. Nutr.* 142:661-667.

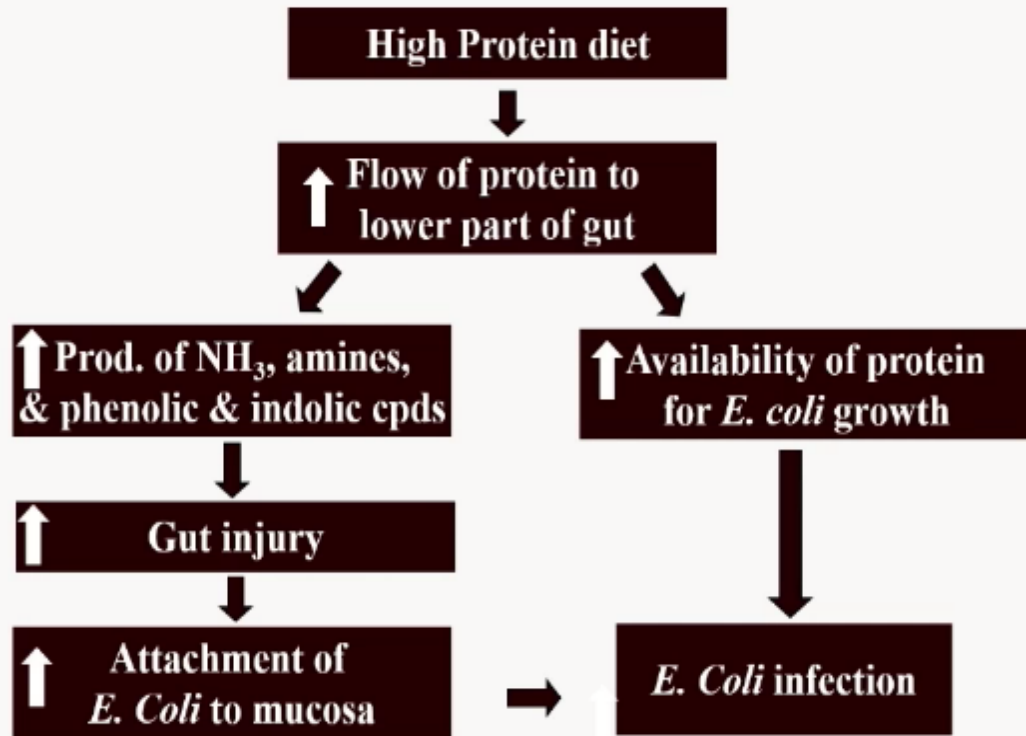
Effects of dietary CP level on gut health of *E. coli* challenged pigs at 2 weeks post weaning

Item	Diets	
	High CP (25.6%)	Low CP (17.5%)
ADG, g	176 ^b	201 ^a
Fecal score	1.88 ^a	1.45 ^b
<i>E. coli</i> K88 attached on ileal mucosa, log cfu/g	5.25 ^a	3.90 ^b

Bhandari et al., 2010. *Livest. Sci.* 133:185-188.

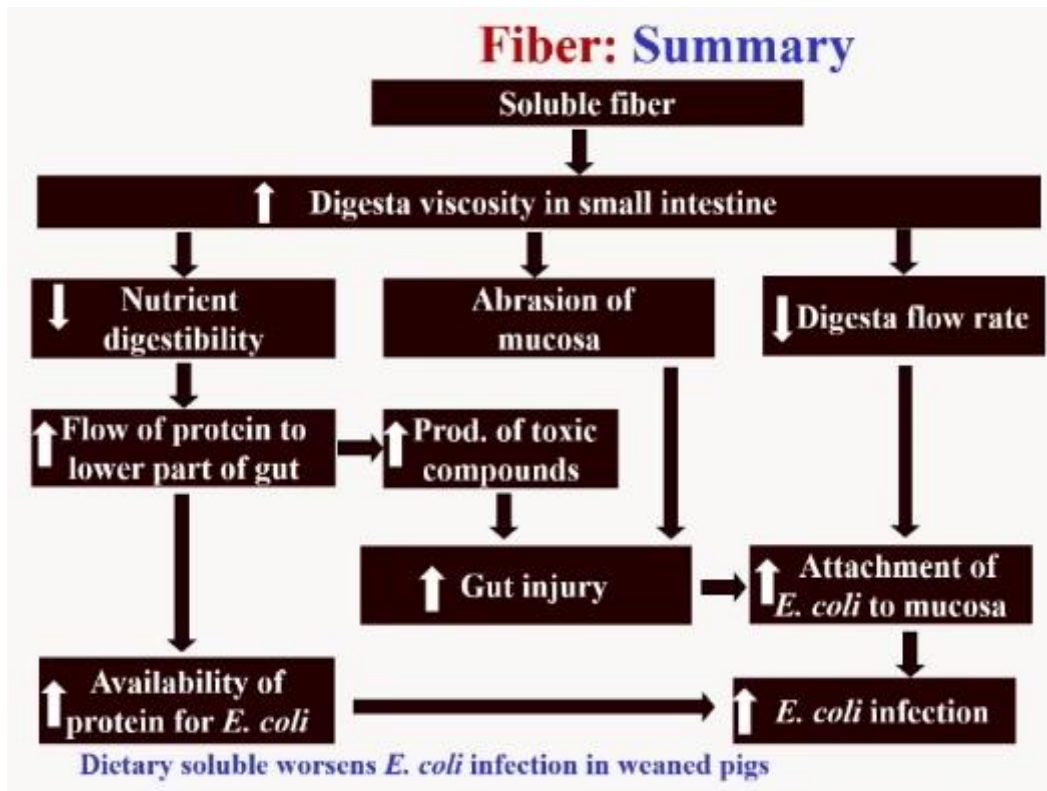
Figura 28. Mecanismos de las dietas altas en proteínas.

High Protein Diets: Summary



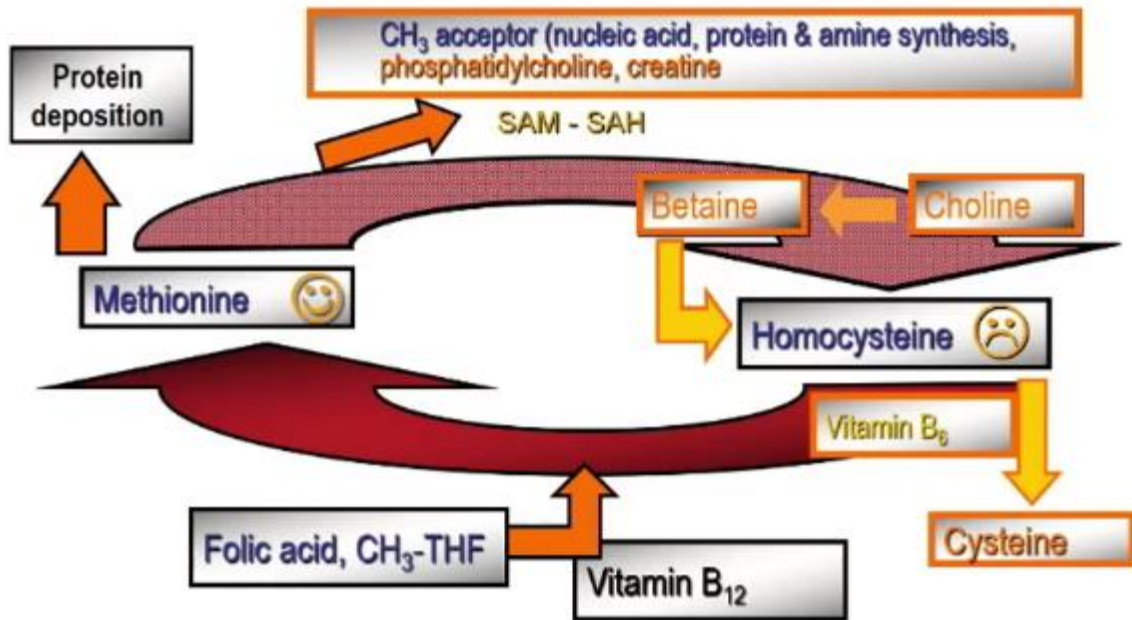
Low ileal protein digestibility worsens *E. coli* infection in weaned pigs

Figura 29. Mecanismos de las fibras en la dieta.



Existe una transferencia de micronutrientes de la madre a partir de los 90 días de gestación al embrión. El crecimiento acelerado del lechón previo al parto exige una gran demanda de nutrientes, causando en la hembra hiperprolífica una deficiencia de Vit A, Vit D y cobre. En la naturaleza esta deficiencia no se acentúa porque hay acceso de β caroteno de las plantas, mayor exposición solar y disponibilidad de minerales del suelo. La suplementación de vitaminas adicionales ácido fólico, piridoxina B6, Vit B12 que participan en el metabolismo de la metionina y la síntesis de proteína muscular, la niacina participa en el metabolismo del triptófano y la síntesis de proteína, junto con minerales en la dieta de gestación es de prioridad estratégica dentro de la nutrición porcina; causa que el recién nacido traiga mejor desarrollada su competencia inmune, el intestino es más fuerte, fuerza para el amamantamiento durante la etapa de lactación, uniformidad del peso de los lechones al parto, se enriquecen con una microbioma que produce más ácidos grasos volátiles, reduce el pH del aparato digestivo y logre una nutrición saludable hasta el destete.

Figura 30. La homocisteína influencia a la metionina en la síntesis de proteína.



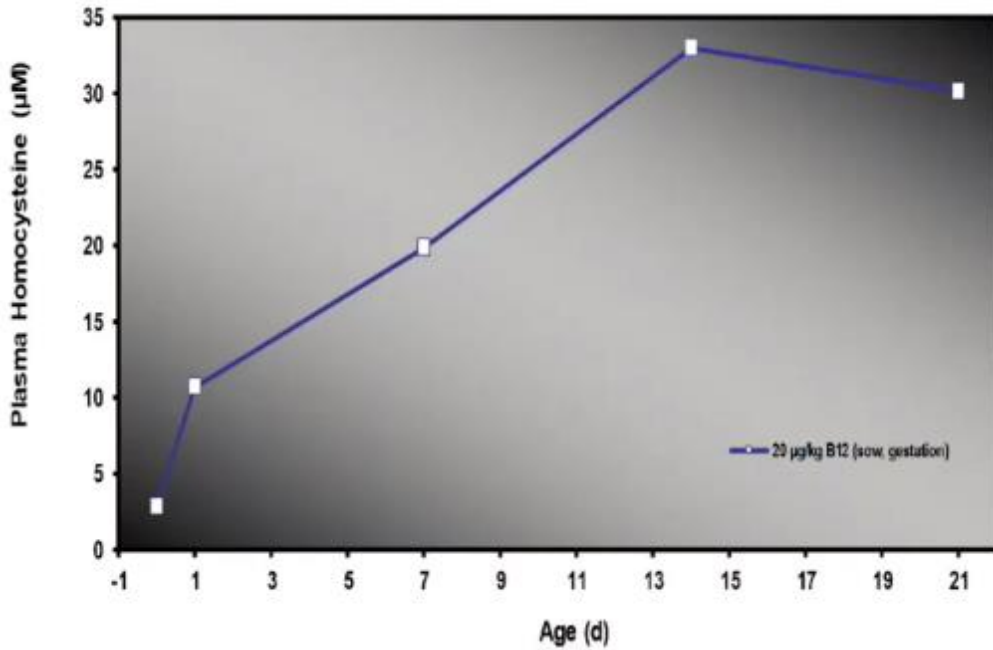
El cerdo es un animal con altos niveles de concentración de homocisteína en el suero de la sangre, más alto que cualquier otra especie doméstica en producción comercial. La hiperprolificidad y alto crecimiento al final de la etapa de gestación se presenta una deficiencia subclínica de carácter natural. Se desconoce si una suplementación embrionaria **S** podría causar detrimento en el desarrollo, buscando mejorar el desarrollo del feto o si es conveniente nutrir al lechón **P** durante la lactación.

Tabla 5. Concentración de homocisteína en cerdos y otras especies.

Homocysteine in pigs, a concern?	
Species	Plasma concentration (μM)
Mouse	2-3
Cow	2-7
Rat	6-8
Cat	3-4
Human (normal)	5-10
Human (high)	> 12
Poultry (laying hen)	< 14
Pig	15-25

El nivel de homocisteína en el plasma del lechón recién nacido es realmente muy bajo, pero se recupera rápidamente.

Figura 31. Concentración de homocisteína en plasma sanguíneo del recién nacido.



Un lote de hembras gestantes que recibe suplementación de ácido fólico, Vit B12 en su dieta de gestación (línea azul), sus lechones incrementan más rápido sus niveles de homocisteína en el plasma sanguíneo. Las marranas que no recibieron suplementación (línea roja) y a sus lechones se les fortificó con VitB12 ingerida. El mayor nivel de homocisteína en el plasma sanguíneo fortalece la competencia inmune del lechón.

Figura 32. Suplementación o no en dieta de gestación y respuesta de homocisteína del lechón.

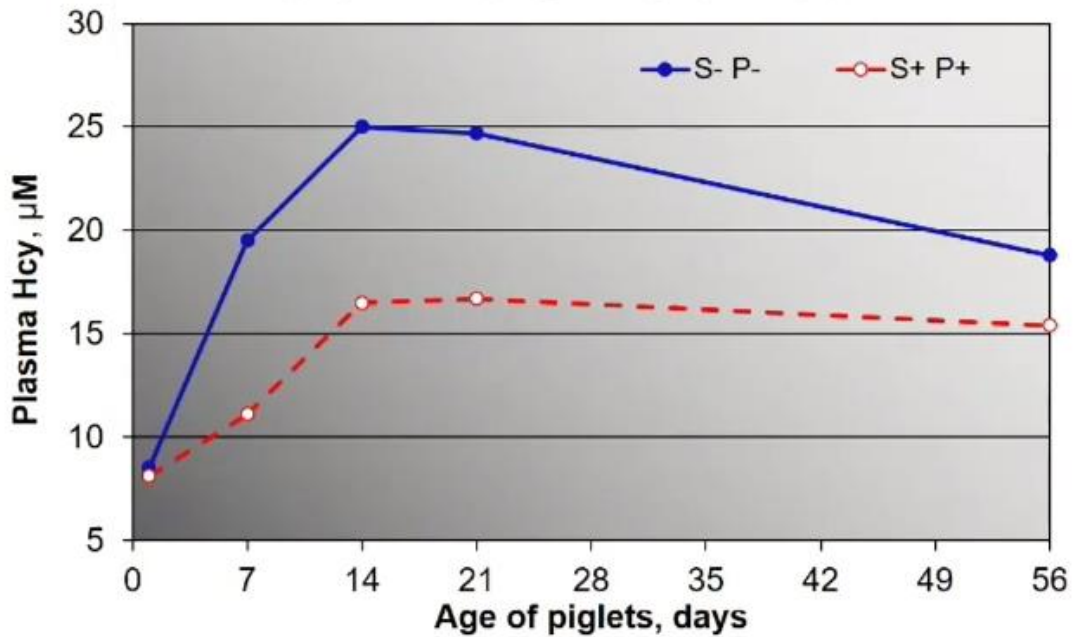
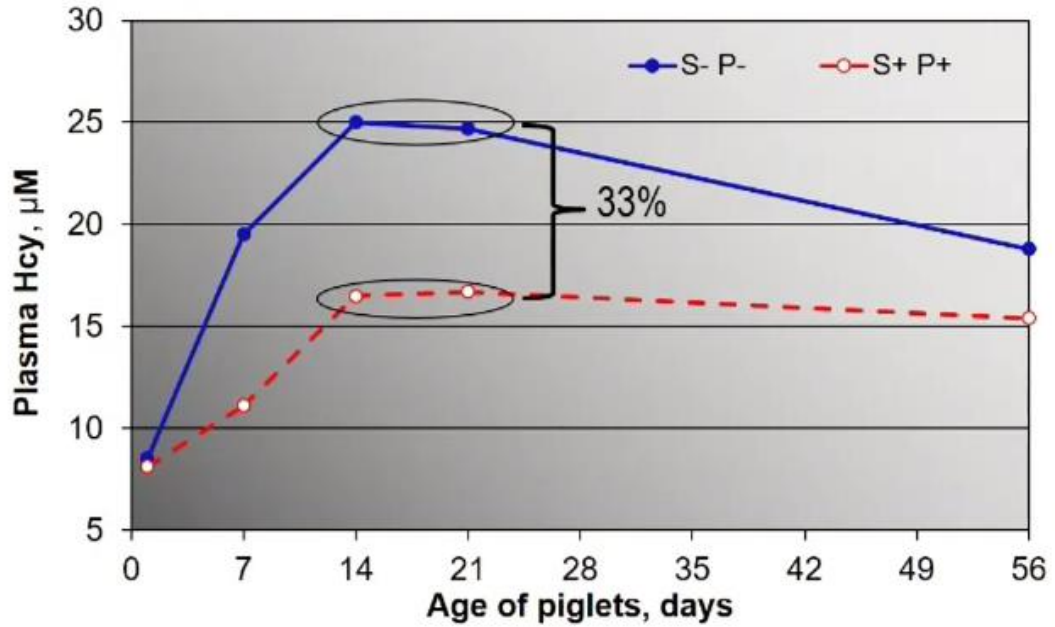


Figura 33. Diferencia en concentración de homocisteína en plasma del lechón.



➤ **The strategy of vitamin supplementation was successful in inducing large variations of Hcy among piglets**

Así que la suplementación de la dieta de gestación ofrece mejores resultados en un 33% con ventaja aún durante la etapa de destete. Los altos niveles de homocisteína no fue en detrimento para el crecimiento. La alta concentración en plasma está positivamente correlacionada con el crecimiento de los lechones.

Tabla 6. Respuesta en el crecimiento de lechones con altos niveles de homocisteína.

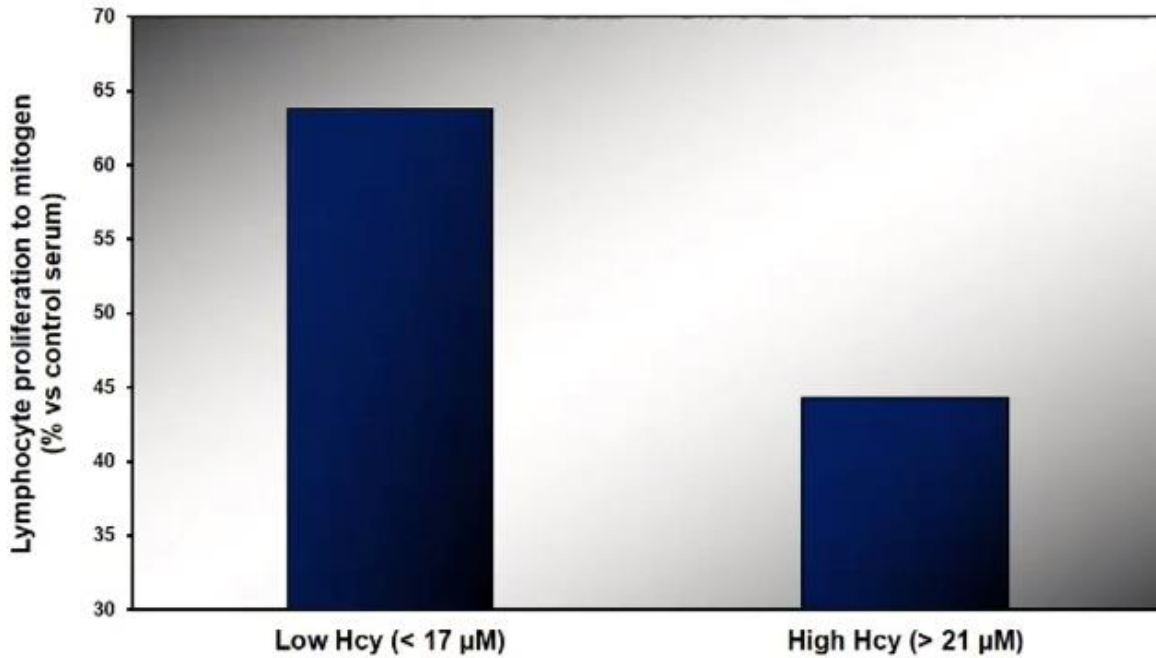
➤ **High homocysteinemia was not harmful for growth performance.**

TREATMENTS:	S- P-	S+ P+
ADG (lactation) g / day	276	283
ADG (post-weaning) g / day	412	404
ADFI (post-weaning) g / day / piglet	626	609
Feed efficiency ADG / ADFI	0.659	0.663

➤ **In contrast, plasma values were positively correlated with some aspects of growth performance of piglets.**

Los lechones con buen crecimiento generan más homocisteína, lo que los hace más frágiles en su sistema inmunológico al momento de desgastar reservas de aminoácidos y vitaminas. El crecimiento rápido genera metabolitos intermedios y potencialmente son dañinos a la salud si quedan libres, por lo que necesitan más vitaminas como ácido fólico, Vit B12 que intervengan en la eliminación de esos metabolitos extras, por lo que los requerimientos nutricionales son mayores a los especificados en el NRC.

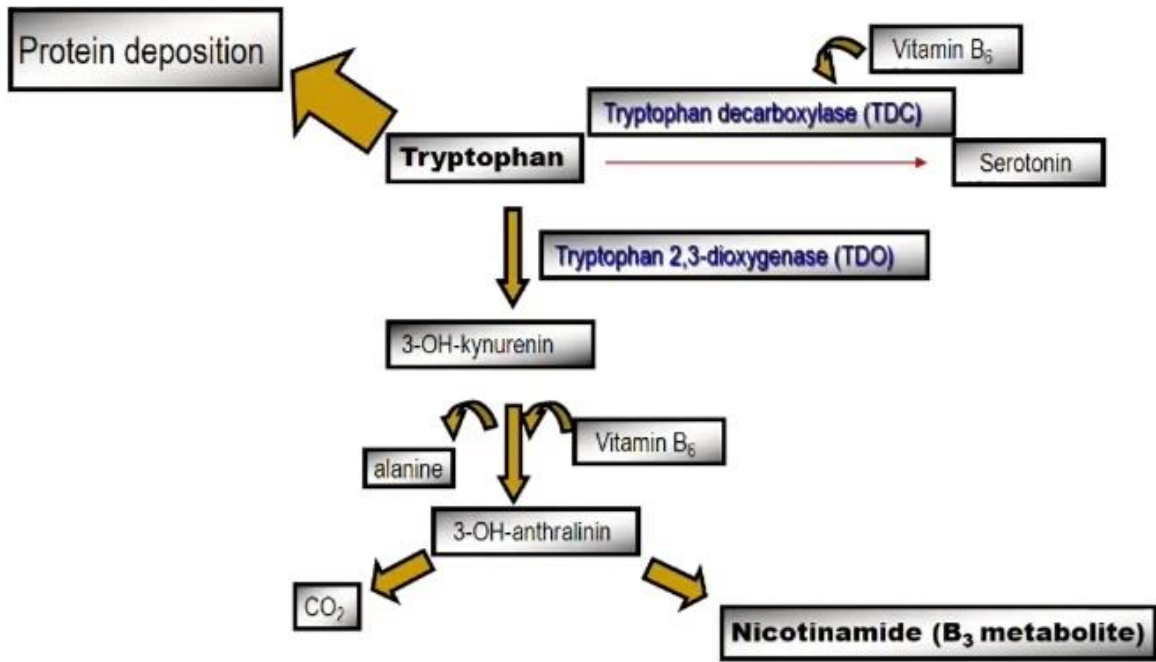
Figura 34. Proliferación de linfocitos en lechones con alta y baja homocisteína.



Los linfocitos proliferan cuando el suero contiene niveles bajos de homocisteína y se desarrollan menos cuando alcanzan > de 21 μM. Por ello el uso profiláctico de antibióticos ayuda a controlar la proliferación de linfocitos. Pero cada día hay más restricciones. Para mayor información <https://www.clinical-laboratory-diagnostics-2020.com/k13.html>

El triptófano es un aminoácido muy caro que debe ser destinado a la síntesis de proteína y fácilmente se convierte en niacina Vit B6 para suplir deficiencias.

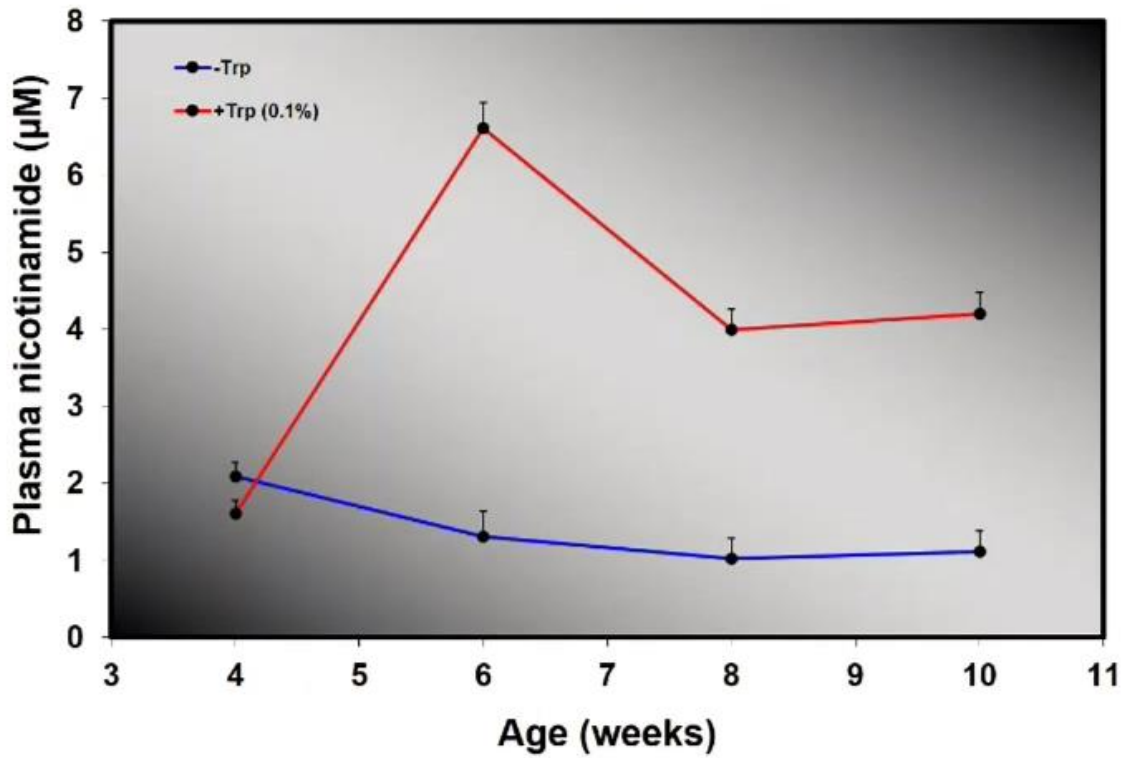
Figura 35. Cadena metabólica del triptófano y la vitamina B3 nicotinamida.



TDO (liver) et TDC (interaction with vitamin B₆)

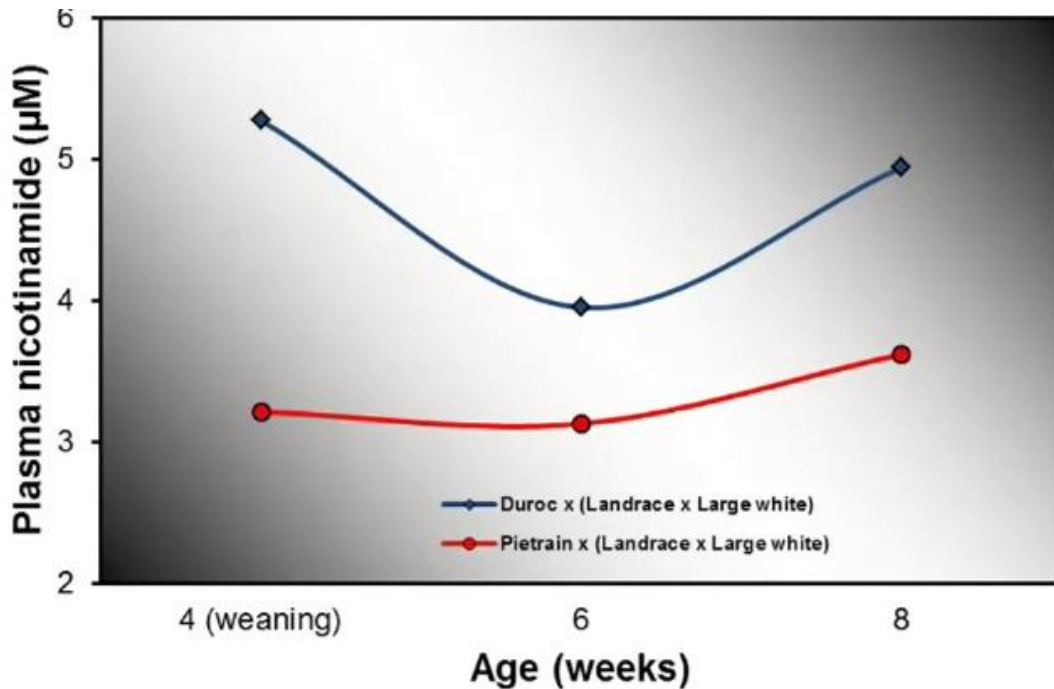
Un cerdo de 6 semanas de edad convierte el triptófano en nicotinamida si la dieta no contiene vitamina niacina B3 o vitamina B6.

Figura 36. Tasa de concentración de nicotinamida en plasma y edad del lechón.



La raza Pietrain no es tan eficiente en transformar el aminoácido triptófano en nicotinamida VitB3 por ello logra más depósito muscular que la raza Duroc, por lo que requieren suplementar de Vit B3 en 80 mg/kg de dieta.

Figura 37. Capacidad de transformar triptófano en nicotinamida entre Pietrain y Duroc.



Adapted from Le Floc'h et al. (2017). SIDTrp:Lys, 22% + added B₃, 20 mg/kg

Muchas vitaminas en general son candidatas a ofrecer resistencia a enfermedades con capacidades anioxidativas, controlan metabolitos intermediarios libres, mejoran la competencia inmune y a lo largo del aparato digestivo permiten mejorar la calidad en la diversidad de la microbiota intestinal.

Entre los 2-8 días de nacido el lechón puede ser suplementado con D-25-OH-D3 de alta calidad, acetato de retinol, proteinato de cobre, ser expuesto a la luz solar al menos cada 2 días durante toda la lactancia.

La cerda gestante se suplementa con yodo y vitaminas A,B, C, D, E. El lechón durante el destete se suplementa con Vit A, D, Cu, Zn, antioxidantes e incrementos de luz solar. El yodo es un gran antioxidante y ofrecido por arriba de los requerimientos en la dieta de la cerda se trasmite al lechón lactante como nutraceutico a través de la leche. Incluir hidroxiclورو de cobre $Cu[Cu_2(OH)_3Cl]$ en dietas al destete mejora la eficiencia alimenticia al realizar cambios en la actividad microbiana del intestino que resultan en una mejor utilización de la energía.

Figura 38. Eficiencia alimenticia y sustentabilidad.

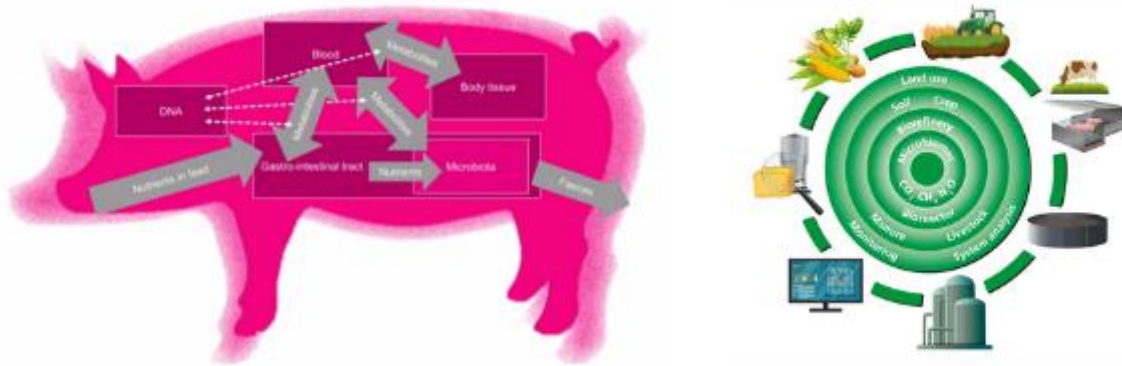
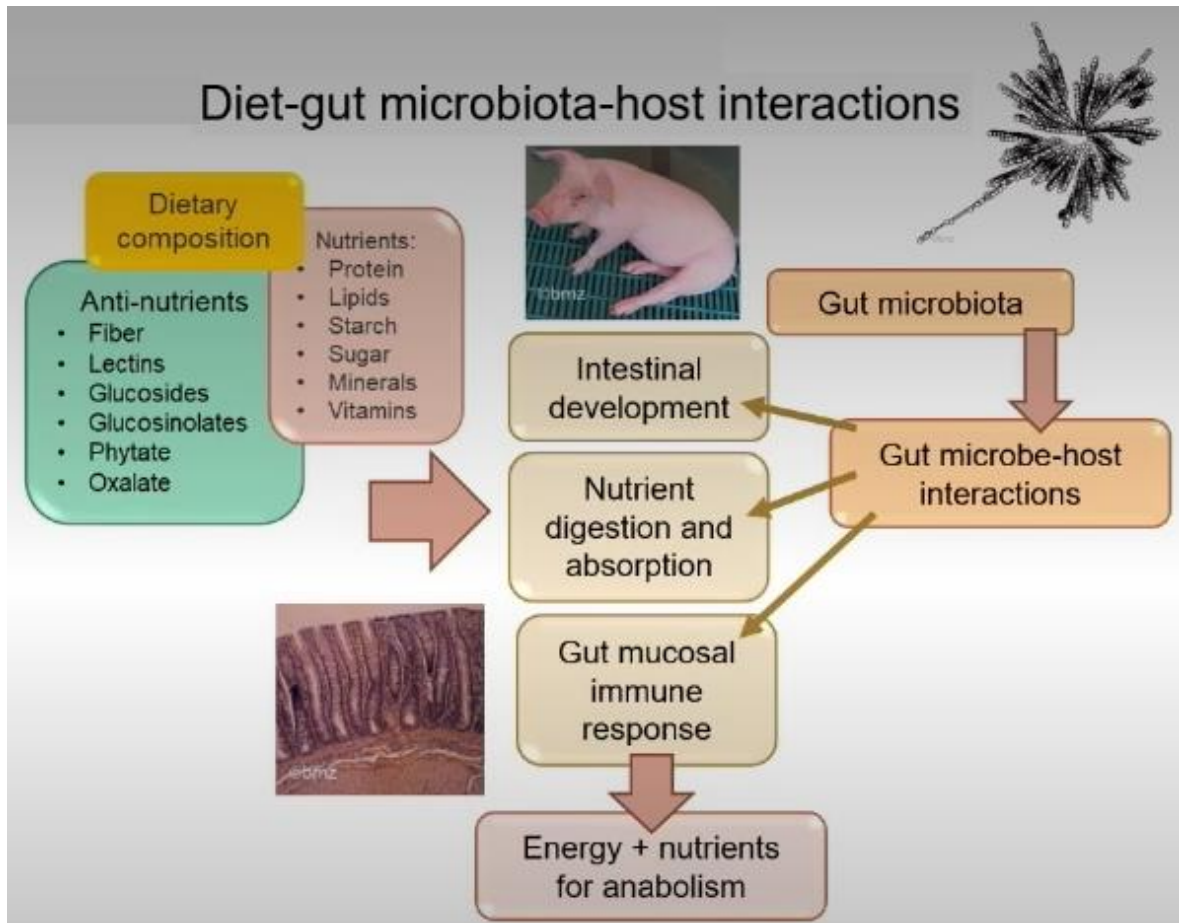


Figura 39. Interacciones de la microbiota intestinal y la energía neta de producción.



Una dieta de destete sin antibióticos y promotores del crecimiento se mejora con fosfatasa o enzimas alcalinas. La enzima fitasa también actúa positivamente. Los resultados con el uso de probióticos no ha sido consistente, se busca conocer los mecanismos moleculares efectivos que interrumpen la comunicación entre células de *Escherinchia coli* para poder evitar la diarrea. Ya se han identificado especies probióticas más efectivas *L. rhamnosus*, *E. faecium*, *B. breve*, *B. longum*. Para los lechones hay factores ambientales, nutricionales, enfermedades patogénicas y estrés social que influyen en el consumo de alimento desde la gestación, lactación y hasta el final del destete. Es posible sobrellevar este ciclo adverso alimentándolos con una dieta baja en proteína, fortificada con amino ácidos funcionales para atenuar la Salmonella.

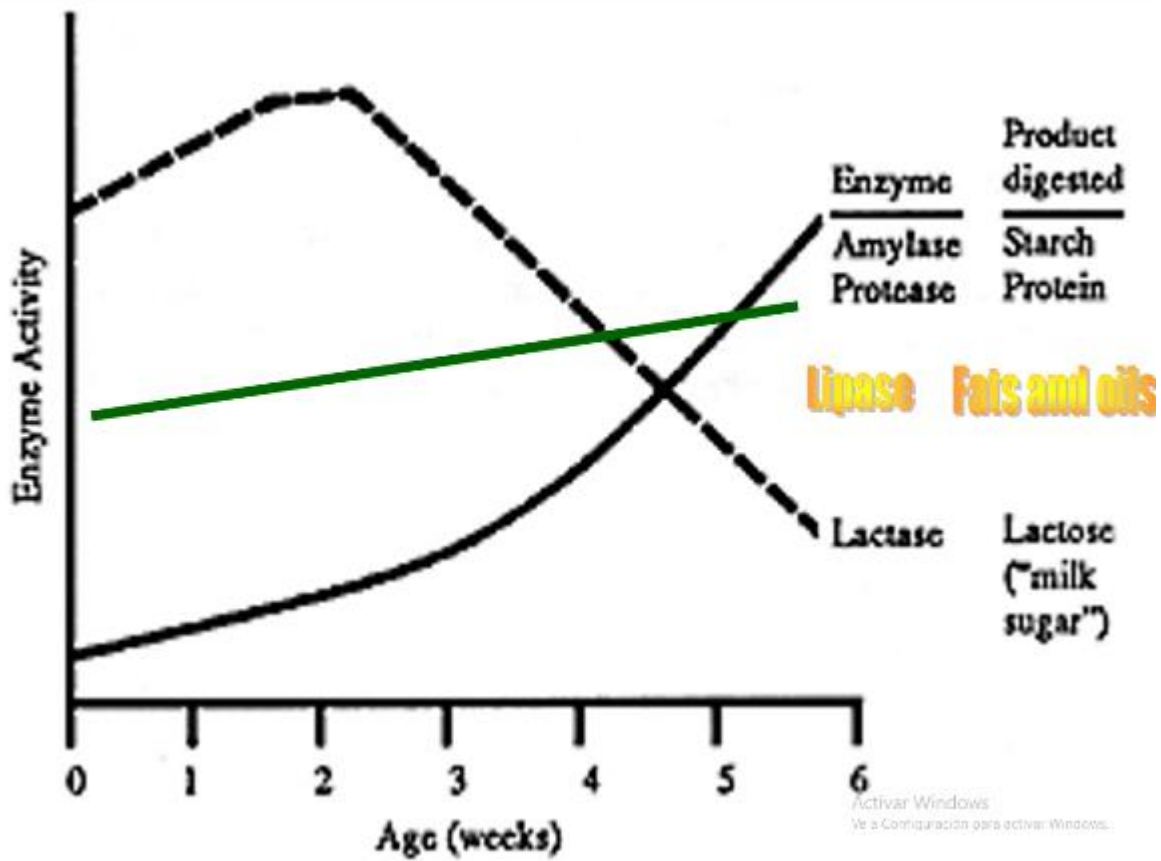
Hay diversas fuentes y presentaciones industriales de proteína micronizada, expandida, vapor, fermentada, radiación, hojuela, pellet, hinchada, horneada, churro, extruida, atomizadas secas SDP o por procesos rápidos de evaporación instantánea que se les extrae la glucosa para purificarlas. Hay muchas variantes obtenidas de la industria con el descarte de huevos, incubación, derivados de la leche en plantas pasteurizadoras y elaboradoras de quesos, suero de sangre del rastro, proteínas de la soya (tofu, miso y tempeh fermentado), yogurt, proteína unicelular, nucleótidos, aminoácidos sintéticos, probióticos, prebióticos, postbióticos, mejoran el sistema inmune que incluidos en no más de 6% de la dieta de los lechones lactantes permiten ganancias de peso en la primera semana de nacidos 1-7 días de 123 gramos diarios y en la segunda semana 7-14 días de 210 gramos de incremento. Se sugiere en estos casos suplementar con metionina y sal NaCl.

Tabla 7. Insumos alternativos altos en proteína y aminoácidos concentrados para lactantes.

	Huevo entero	Yema	Clara	Suero seco sangre SDP	Células rojas hidrolizadas	Suero de leche
Proteína %	48	34	79	73	86	73
Grasa %	40	55	-	5	1.2	-
Mcal/Kg	5900	6600	3880	3300	2220	-
Ceniza %	3.65	3.40	5.30	14	-	2.6
Lisina %	7.1	5.8	5.5	6.1	7.4	6.8
Metionina %	3.2	2.9	2.8	2.7	2.0	1.5
Treonina %	5.0	5.3	3.7	4.1	3.6	4.6
Triptófano %	1.4	1.5	1.0	1.3	1.0	1.6
Isoleucina %	5.0	6.5	4.6	1.9	-	1.1

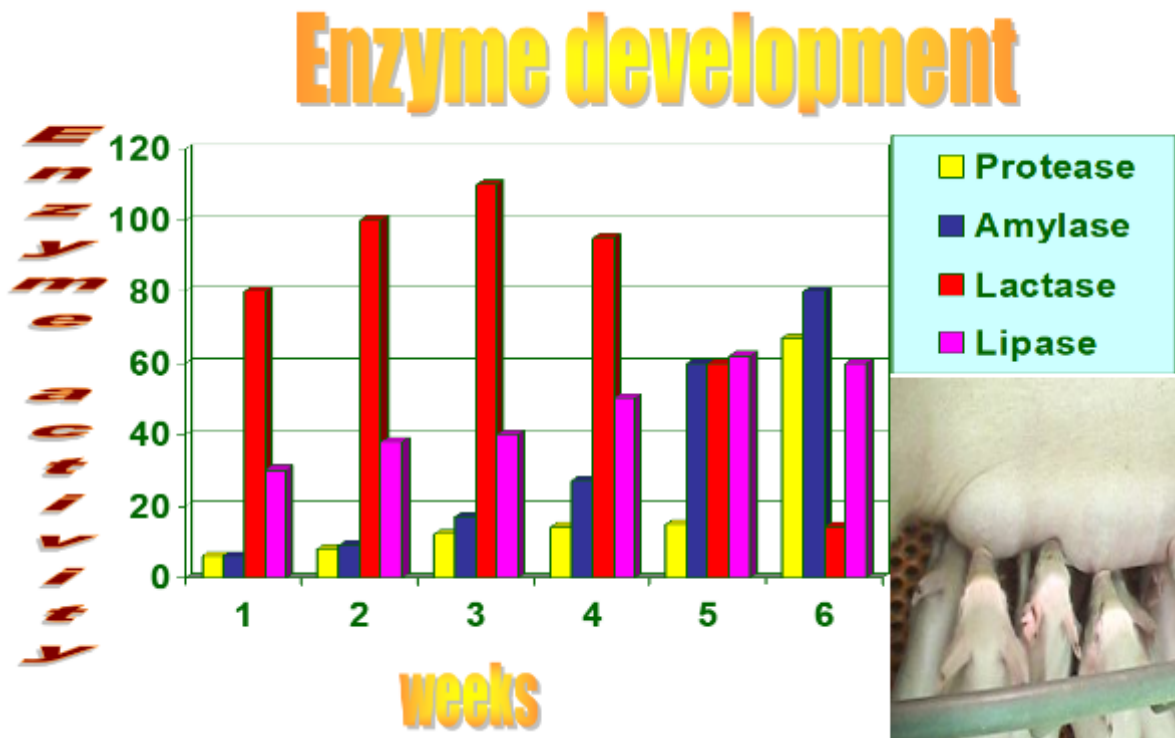
Las dietas que incluyen estos productos requieren ser fortificadas con metionina sintética.

Figura 40. Curva de actividad enzimática por semana de nacido.



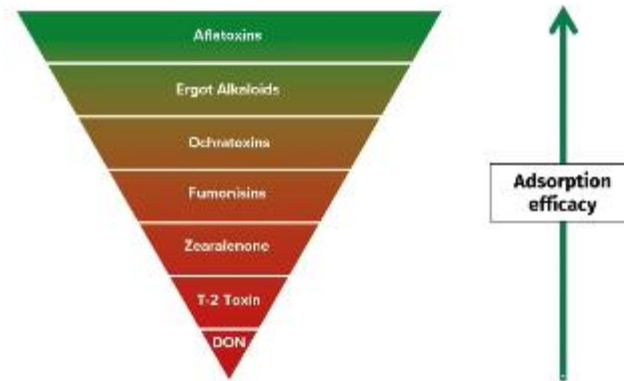
Al destete una dieta sin antibióticos no permite formulaciones de 23% de proteína por ser susceptible a diarreas, el ajuste se hace a 16-18% de P.C. y a las 2 semanas se mejora la dieta con los aminoácidos necesarios al peso y edad. Las calidades de los aminoácidos varían (hidroxianálogos D derecha o L left izquierda ejemplo: No son iguales y efectivas DL Metionina, MHA-FA líquida, MHA-Ca, MetAmino).

Figura 41. Desarrollo y actividad enzimática del lactante.



Por dos semanas el lechón destetado es incapaz de producir gama globulinas, obtienen esta protección con la ingesta del calostro. Incorporar en la dieta de destete metabisulfito de sodio para contrarrestar el efecto de micotoxinas como vomitoxina DON. La zearalenona y vomitoxina modulan negativamente las poblaciones de microflora intestinal. La absorción de micotoxinas se facilita con aflatoxinas, pero no con vomitoxina. Por lo que su ingesta necesita eliminarse con biotransformación para reducir su toxicidad. Su acción causa daño histológico dando apertura a los patógenos que reducen el crecimiento, principalmente con dietas sin antibióticos promotores del crecimiento o sin suplementos de óxido de zinc ZnO.

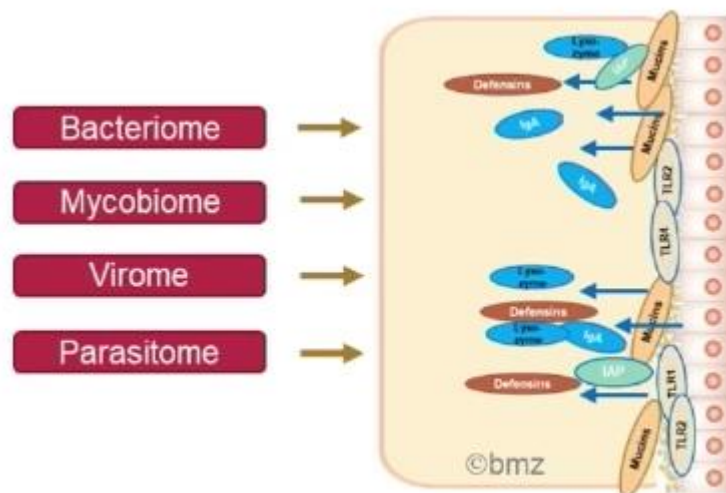
Figura 42. Absorción de micotoxinas.



Proteínas recombinantes del cultivo fermentado de levadura *Pichia pastoris* para producir un factor de crecimiento epidermal EGF. Los β glucanos de origen vegetal, fermento de levaduras y cultivo de hongos si bien no mejoran el crecimiento de lechones, si ayudan a reducir la incidencia de *E. coli* y beneficios inmunológicos. Experimentalmente hay una vacuna oral de origen vegetal para controlar enterotoxemia de *E. coli*.

El sistema inmune del intestino interactúa permanentemente con la microbiota que habita el sistema digestivo, respondiendo ya sea activando la alerta o suprimiendo la respuesta o tolerancia inflamatoria.

Figura 43. Microbioma que actúa en la pared intestinal.



Las hembras primerizas ya no se deben cargar (inseminar) al mismo peso y edad acostumbrados según Liliana Vargas Esparragoza ya que existe un mayor crecimiento diario

de peso, prolificidad y longevidad esperada. La fecha y estación climática del año influyen en el desarrollo del reemplazo y la calidad de su camada. Conocer el momento oportuno para incrementar el nivel de ácidos grasos en el alimento de gestación.

Los avances tecnológicos se aplican en las granjas modernas de más de 5000 vientres por unidad. Chips fotónicos, comedores automáticos, energías renovables, hidrógeno. Los errores de manejo se presentan en la mayoría de las granjas, siguen ahí todavía:

1. Cerdas con sobrepeso con 30% de inventario de la piara.
2. Se usa mucha lisina en gestación con 18 gramos en el último tercio de la gestación. Es posible lograrlo con 12 gramos durante la gestación. Los lechones nacidos con una dieta alta en lisina incrementan el consumo durante la lactación.
3. A las cerdas se les restringe la ingesta de alimento 7 días después del parto al inicio de la lactación. Al día uno se les ofrece ½ kilo, al dos 1Kg, al tercer día 1.5 Kg así sucesivamente hasta incorporarlas ad libitum. Se debe acelerar el consumo lo más pronto posible, no esperar una baja de peso.
4. Se buscan acertadamente ganancias de peso en lechones a temprana edad, con buenos suplementos, buscando alcanzar 4 kilos adicionales al final del período de engorda. Si logran un peso excelente al finalizar el destete, luego buscan la manera de hacer ahorros durante el período de crecimiento y engorda. Error, hay que continuar acelerando el incremento de peso diario, aprovechando la aviada inicial.
5. Es mejor dedicarle más tiempo al nivel óptimo de energía de la dieta, comparado a la eficiencia calórica y conversión alimenticia.
6. Buscar una mejora en los parámetros productivos y olvidarse de lo económico. Hay que evaluar el retorno de la inversión (rentable económicamente) más que romper records.

Tabla 8. Potencial genético productivo de la marrana moderna.

Características del potencial genético de las hembras modernas a los 21 días de lactación:	
Marranas lactando > de 23 kilos de leche diarios	
Peso promedio del lechón al nacer > 1.80 kilos	
Mortalidad < del 4.0%	
Crecimiento diario del lechón > 0.45 Kg	
Consumo del lechón > de 2.45 kg por día	
Tamaño de la camada al destete > 10 lechones	

Tabla 9. Relación del bajo peso al nacer a los 27 días de lactación.

Peso inicial al nacer		Número de lechones en la prueba	Peso en pie al destete kg
<1.20	1.21	234	7.00
1.22	1.50	586	8.00
1.51	1.81	463	8.50
1.82	>1.86	308	9.50

Tabla 10. Efecto del peso al nacer y el suplemento hasta el destete.

	Con suplemento	Sin suplemento
No. De camaras	40	37
No. De lechones	160	148
Lechones pesados 1.81 Kg	7.2a	6.1b
Lechones livianos 1.31 Kg	6.1b	5.5c

Tabla 11. Efecto del peso al destete y días al mercado.

Peso kg al destete	Días alcanzar 105 Kg en pie	Ganancia diaria de peso gramos
4.00	175	172
5.00	170	200
6.00	165	240
7.00	160	250
8.00	150	259

Tabla 12. Edad durante la lactación y beneficios del consumo de suplemento.

Consumo de alimento gr/día y su crecimiento de peso gr/día.

Edad en días	7-14	14-21	21-28	7-28 prom
Consumo gr/d	2	2	2	2
Leche vaca gr/d	18	57	149	74
Ganancia peso gr/d:				
Control sin leche	255	247	210	237
Con leche de vaca	277	335	361	324
% de mejora	9	36	72	37

Son varios los beneficios al ofrecer suplementos alimenticios durante la lactación: Se mejora el uso de las instalaciones, hay una revolvencia más rápida del efectivo circulante por retorno de la inversión, menor tiempo al embarque al lograr el peso de venta, mejor eficiencia alimenticia en todo el período de engorda hasta alcanzar el peso al mercado.

De la misma manera el Pork Industry Handbook se ha venido actualizando 78, 90, 2008 y 2010. Así tenemos el Nutrient Requirements of Swine con 10 actualizaciones desde 1944, 59, 64, 68, 73, 76, 79, 88 y la más reciente 2012. Una transformación tecnológica que ha pasado de tener lechones al nacer con los ojos cerrados, excretas tan duras como piedra por el estreñimiento, lactancias de 42 días que ocasionaban en las marranas lactantes fragilidad quebradiza de los huesos, hasta reducir el período de amamantamiento a 12 días con el que se buscaba más partos por hembra por año. Con lactancias de 21 días el 75% de las marranas involucionaron su útero y alargando la producción de leche a 28 días la calidad fértil del útero es del 80%; a obtener resultados fisiológicos productivos económicamente favorables con la incorporación de 22 sales minerales, suplementos de cobre, hierro, zinc, exceso de cadmio, oligoelementos minerales traza, yodo, selenio; colina, ácido fólico, tiamina, ácidos grasos esenciales omega 6 linoleico y omega 3 linolenico; incorporar aceites vegetales araquidónico y

marinos poliinsaturados docosahexanoico DHA y eicosapentaenoico EPA; 13 vitaminas (A,B,C,D,E), antibióticos promotores del crecimiento, tilosina; ácido guanidinoacético, aditivos nutricionales, levadura, enzimas, flavonoides, isotionatos, índoles, suero de plasma deshidratado, ácidos orgánicos, colesterol, algas, microalgas, fitobióticos, simbióticos, probióticos, prebióticos u oligosacáridos (manosa), aceites o esencia extraída de plantas, entomofagia en la que destacan granjas de artrópodos criando grillos, gusanos y huevos de larva de mosca soldado, 13 aminoácidos esenciales y sintéticos.

Los fitobióticos son derivados de extractos de plantas como Algarrobo *Cretonina siliqua* o tomillo *Thymus vulgaris*. Se agrega 1Kg/Ton en alimento balanceado. Las plantas aromáticas de la cocina se deben incluir menta, cilantro, orégano, albahaca, comino, clavo, perejil, etc.

Hoy por hoy el enfoque de la nutrición. La alimentación puede enriquecer la carne en canal con metabolitos que permiten incrementar la vida de anaquel y mejorar sus propiedades organolépticas; se reduce el uso de antibióticos con aditivos naturales promotores del crecimiento y antimicrobianos naturales; reducir las emisiones contaminantes; bajar con diatomeas activadas las toxinas presentes en granos; se logra mejorar la función gastrointestinal; con ello se alcanza una inmunología óptima; se suplementa con ácidos grasos (triglicéridos) selectos, fosfolípidos (lecitina). El glicerol es un subproducto de la industria del biodiesel empleado en dietas de lactación ya que tiene el 95% de la energía del grano, solo hay que cuidar que no contenga más de 6% de sal.

La nutrición modula el metabolismo del tejido muscular, la salud del sistema digestivo y el nivel de inmunidad. La alimentación perinatal con suplementos minerales y vitamínicos influencia el desarrollo en la deposición del tejido óseo o su reabsorción, tejido adiposo como almacén de energía y la composición corporal de la carne. Mecanismos vía la regulación de células madres y troncales mesenquimatosas; la programación de células satelitales; cambios en la transcripción de genes que se encienden y se silencian (apagan); síntesis de proteína y la regulación epigenética que se pasa en generaciones. Todo altamente influenciado por la síntesis de proteína microbiana y su degradación metabólica.

Para el crecimiento los procesos de proliferación de células, su diferenciación y programación de muerte quedan bajo el control de pequeños ácidos ribonucleicos (micorRNA). Entender en el cerdo comercial los cambios en el perfil del mensajero RNA (mRNA) y microRNA debido a las diferentes dietas muestran los principales marcadores epigenéticos que regulan el desarrollo y tamaño.

La función de las células satelitales que se localizan por fuera de las fibras musculares, bajo condiciones favorables proliferan y se bifurcan en crecimiento muscular, contenidas en la renovación y crecimiento de células musculares nuevas. La cantidad en número de fibras musculares (hiperplasia) y su tamaño (hipertrofia). El crecimiento muscular del lechón es hipertrófico y al momento de nacer ya se han definido el número de fibras musculares en el esqueleto; sin embargo, deficiencias nutricionales durante la lactación interrumpen el estiramiento de myotubos que ocasionan un menor número de fibras. Tan solo un 70% de restricción de fósforo impacta la proliferación de células satelitales en el feto, la dosis alta de

fósforo en la dieta de la madre ocasiona en el lactante una mayor eficiencia en la conversión alimenticia. Los genes que gobiernan la proliferación y diferenciación de células satelitales, son marcadores para determinar la influencia de los nutrientes en la vida y crecimiento magro del animal.

La cantidad de células mesenquimatosas regulan el crecimiento durante la lactación. Las células madre se renuevan y tienen el potencial de diferenciarse en hueso, cartílago, tejido graso y en células no mesodérmicas como neuronas, hepatocitos, isletas de células pancreáticas y en endoteliales. La suplementación de la dieta regula las poblaciones y actividades de células madre, lo que abre un futuro prometedor a la investigación porcina. Por ejemplo, bihidroxi colecalciferol [1,25(OH)2D3] actúa como hormona en el desarrollo óseo y producción, estimula las células madre porcinas diferenciándose en un linaje de células adiposas. Los niveles altos de calcio actúan en la ubicación de actividades de las células madre y su proliferación promoviendo una diferenciación hacia adipogénesis sobre osteogénesis influenciando la calidad de la canal.

Los primeros 7 días de vida del lechón lactante con mezclas iniciales especiales de vitaminas y minerales traza concentrados; se reduce la concentración de calcio, se sube el fósforo, incrementa Vita D y se sustituye pasta de soya con 2% la inclusión de sueros deshidratado. Otros ingredientes funcionales permiten la expresión de genes que actúan expresando una barrera intestinal. Los lechones alimentados con dietas de proteína vegetal tienen menos crecimiento al reducir su metabolismo de cisteína y lisina. Necesitan lactosa adicional.

Éstas acciones en pollo de engorda actúan en el intestino como un medio para bacterias productoras de energía (Alistipes y Ruminococcus), mejoradores de la producción (Bilophila), crecimiento de probióticos (Anaerostipes, Butyricoccus, Lactobacillus), marcadores de buena salud (Akkemansia). De esta manera bacterias como salmonella que producen liposacáridos inflamatorios intestinales son controlados y eliminados. Con la presencia de Salmonella surgen de la mucosa intestinal macrófagos, enterófilos y nitrófilos que producen concentraciones tóxicas de oxígeno molecular matando bacterias invasoras liberando gases de peróxido de hidrógeno H₂O₂ o agua oxigenada y óxido nítrico NO.

Investigaciones de vanguardia de Dra. Katie Lynn Summers comienzan a buscar entre las heces e intestinos de lechones destetados el uso de hongos comensales que colonizan el sistema digestivo como Kazachstania slooffiae que promete controlar Enterococcus y bacterias dañinas formando una película protectora. Vive en simbiosis con bacterias benéficas como Lactobacilos y Prevotella que producen aminoácidos que ayudan a mejorar la microflora y al crecimiento del lechón. Hasta ahorita solo se ha secuenciado su genoma y su cultivo en almidón. ¿Serán los antibióticos y levadura del futuro?

Se conocen 9,110 especies tan solo el 1% del abundante mundo de los virus. El viroma no solo es patogénico causante de pandemias que pasan de animales a humanos, también hay virus protectores que evitan infecciones y pueden regular el sistema inmune del animal. Son hospederos naturales cohabitando en simbiosis y constituyen un 8% del genoma humano es viral, quedándose parte del retrovirus en el ADN celular. Hay un pron viral en los genes

humanos que incrementó la memoria. El potencial con vectores víricos de curar cáncer, malformaciones genéticas, atacar con virus fagobacterianos a las bacterias resistentes a los antibióticos. Es ciencia del futuro que está despegando actualmente 2020 con las vacunas mRNA post COVID-19. Ya se desató la línea de investigación mundial.

Figura 44. Cerdo enfermo con virus y lechón sano



Por otro lado, existe la propaganda comercial de marcas que no reportan en sus mezclas y suplementos la composición de sus ingredientes, pero ofrecen verbalmente la solución a las desdichas de la producción. Con ciencia y desinformación pretenden vender sus aditivos nutricionales. Reportan excelentes resultados, hay que tener cuidado con lo que se utiliza.

Hoy en día algunos de estos nutrientes o ingredientes tienen una tendencia naturalista a reducir o eliminar su uso en la alimentación animal hasta convertir la producción de carne más amigable con el ambiente, sin desperdicios y sin consecuencias negativas en la salud del consumidor. Para solventar la salida de estos antibióticos y promotores del crecimiento en el alimento balanceado, se tendrá que resaltar en el laboratorio un mejor muestreo y caracterización de la microbioma presente en la granja y analizar los cultivos para controlar minuciosamente con limpieza, higiene y sanidad, con ello lograr un óptimo desempeño. El uso de hidrocloreto de ractopamina RAC se dejó de usar en 160 países. Si bien en EUA las investigaciones confirman que el consumo de carne es seguro para la salud humana con beneficios para el productor al aumentar la masa muscular y mejora la eficiencia alimenticia.

Hay que entender que la porcicultura que utiliza la nutrigenómica para el pie de cría reproductor perfectamente entiende que los avances de selección son a largo plazo y el costo financiero para poder alcanzar un mejoramiento genético de valor importante debe esperarse hasta 2050. Mutaciones inducidas artificialmente con características productivas favorables en las que se ha escogido las líneas, tienen que pasar un escrutinio legal y aprobación regulatoria segura para el consumidor. El papeleo lleva tiempo. Ciertamente en su aplicación inicial 2010-2020 hay aciertos tangibles durante los primeros 10 años de esta tecnología y metodología, pero será hasta el 2030 cuando sea notorio.

No todo es mejorar las dietas para incrementar la producción mundial de carne de cerdo. El cruzamiento permite características deseables a la producción. La biotecnología permite clonar

animales o microorganismos con una composición idéntica vía recombinación de recDNA de diferentes fuentes dentro de una célula y la edición de genes con ZFN, TALEN, CRISPR/Cas9 transcriptores o edición genética; borra, inserta o silencia genes para producir organismos genéticamente modificados con características productivas sobresalientes. Se han generado cerdos para expresar hormona del crecimiento bovina, bacterias con fitasa, hongo con carbohirasas, espinaca que convierte ácido oleico cortado en el C12 en linoleico, nematodo *Caenorhabditis elegans* con desaturasa de ácidos grasos, descoplador de proteína-1, ausencia de misantina, α -1,3 galactosiltransferasa, CD163 receptor del virus de PRRS u oreja azul. Se busca una producción sin antibióticos.

Por ejemplo, múltiples granjas elite reproductoras que se dedican a la venta de reemplazos y sementales. Actualmente enfrentan un proceso de selección por cinco años para exponer la piara a múltiples enfermedades naturales de la granja en particular más la introducción de patógenos regionales. Unas optan por el sistema All In-All Out, otras siguen un flujo continuo de utilización de las naves y salas, creando menor nivel sanitario. Un reto de expresión de máxima salud del cerdo para que los animales que se van filtrando durante el monitoreo en la selección muestren resistencia genética a múltiples enfermedades (PRRS, DEP, APP, mycoplasma). Claro todo en las manos de la medicina preventiva, bajo control y supervisión del asesor Veterinario para que los contagios no sean desencadenantes, trasmisibles y mortales. Lo mejor en un ambiente de granja genética no siempre se comporta bien en una granja comercial. Por ello el reto buscando resistencia a enfermedades.

Figura 45. Pirámide del mejoramiento genético y tamaño de la piara.



En el laboratorio se cuantifican las proteínas e inmunoglobulinas de la sangre. Con ello medir y predecir susceptibilidad a enfermedades, para poder crear estrategias y con ello enfrentar los retos reales. La meta es alcanzar un pie de cría resistente en granjas sustentables. Prácticas de manejo con precisión evaluadas por un Zootecnista utilizando micro chips RFI en la oreja, cámaras infrarrojas y rayos gama (se actualizan su tecnología anualmente con nuevos equipos), comederos con espacio individual y dispositivo electrónico para ofrecer alimento

medible a cada marrana. Se mide con ultrasonido el área muscular, peso ganado y consumo de alimento. Pruebas de digestibilidad, identificación de microbiota intestinal varía entre hembras y machos, así como su eficiencia alimenticia.

El total de la energía de un insumo se pierde por digestión un 18 % de en las heces, de la energía digestible se va en la orina un 3%, con la energía metabolizable se usa para generar calor corporal 20% y el sobrante es energía neta de producción.

Se registra por un Biotecnólogo el comportamiento animal con las actividades realizadas en el comedero, el bebedero, en el corral de grupo, en los pasillos anotando las características expresadas del nivel de bienestar alcanzado. Los Genetistas contribuyen con la edición precisa de genes con cortes de DNA CRISPR siguiendo mecanismos endógenos, buscando modificaciones genéticas favorables a la producción como para la salud humana ya que es una especie con similitudes a los genes del Homo sapiens, que incluso se han realizado trasplantes de órganos del cerdo al humano. Los genes que ocupan la posición CD163 son clave para el receptor que permite la entrada del virus PRRS. Hay seguimiento para los genotipos prometedores a la producción y a la calidad que demanda el consumo.

Hay mucha información técnica que se está generando con miles de cerdos, mediciones que necesitan capturarse en forma electrónica para ser procesadas y evaluadas estadísticamente. Hay más de 60,000 genes de importancia, las características para crecimiento, apetito, conversión, días a los 100 kilos de peso en engorda, se han definido en cuatro razas realizando genome-wide association study GWAS y dan a conocer la variación entre las poblaciones. El esfuerzo en la toma de datos en granja y en laboratorio; análisis de la información es seguro si persiste en el largo plazo. En el proceso ir proponiendo modelos de solución con precaución, pero siendo optimistas. Continuar modernizándose con herramientas tecnológicas y de conectividad visual, virtual y sensible.

La adopción para crear esta tecnología requiere participantes líderes que adopten y difundan los avances logrados en cada fase y ser extensivos en la disseminación de la nueva tecnología.

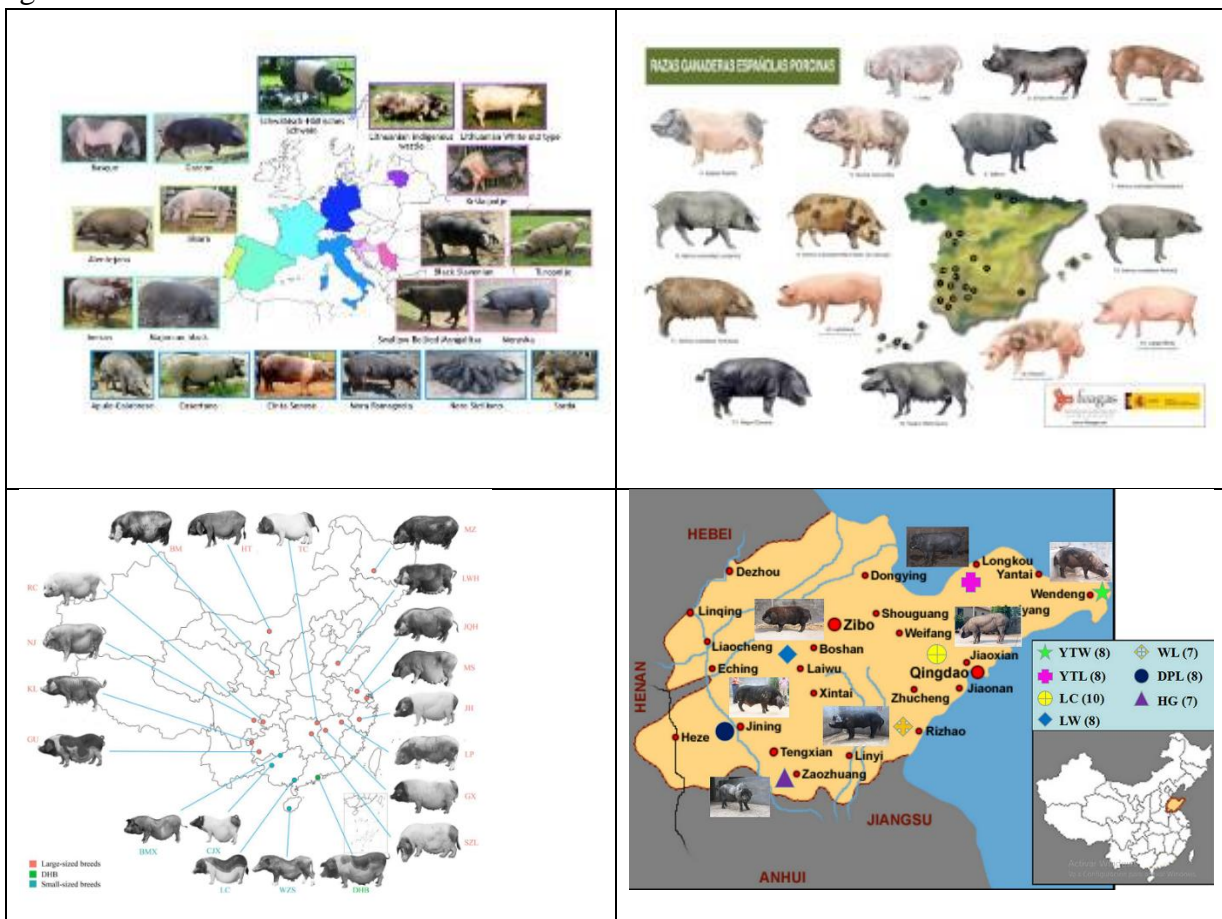
Historia.

Otros nichos de mercado solicitan productos cárnicos con etiquetas especializadas donde el animal no haya sido alimentado con antibióticos, ZnSO₄, CuSO₄, no haber ingerido granos y subproductos genéticamente modificados GMO's, tener un manejo ideal de bienestar animal, recibir una crianza orgánica, e incluso sin residuos de radiación.

Hay múltiples mercados especializados de carne de cerdo en los que resaltan mundialmente el Ibérico de origen español comiendo bellotas silvestres, Berkshire de raza pura japonesa que ofrece carne marmolada, cerdo Pelón mexicano para platillos culinarios únicos. Otras Razas en peligro de extinción en España como Jabugo, Porco celta, Chato murciano, Negra mallorquina, Negra canaria, Gouchu asturcela, Euskal txerria. En Inglaterra British landrace, British lop, Large black, Middle White, Tamworth. En EUA American saddleback, Guinea,

Ossabaw, Mulefoot, Red wattles. En Croacia hay 400 razas, con mayor cuidado los cerdos Slavonian y Turopolje. En China 88 especies nativas de las cuales en peligro: Hegai, Dapulian, Wullian, Laiwu, Yantai, Licha, Yimeng. Alemania Swabian y otras 12 razas están por desaparecer y así en todo el mundo desde 1960 están extinguiéndose las razas autóctonas y junto con ellas su valor genético, ya no digamos su importancia culinaria e integral productiva a la granja.

Figura 46. Razas porcinas autóctonas en Europa, España y China resaltando la variabilidad genética.



Distribución de las razas porcinas chinas. Las del norte son animales más corpulentos con letras abreviadas en rojo. Las razas del sur son chicas y están en verde oscuro. Las DHB se originan por cruzamientos migratorios con verde brillante.

Esta exigencia naturista y ambiental ha influenciado en una necesidad circulante de aprovechar los excrementos transformando los efluentes contaminantes de ríos y drenes; en lagunas de oxidación, biodigestores de gas metano para generar energía calórica y electricidad, así como el aprovechamiento agrícola de fibras no digestibles y minerales que mejoren la textura, materia orgánica y fertilización del suelo (un valor de \$10 dólares por cabe en engorda). También reciclando las excretas para consumo de rumiantes, no siempre con éxito.

Hay que resaltar que esto no significa que la información contenida en estas publicaciones anteriores al 2012 sea obsoleta. Antes, al contrario, deben ser bien conocidas y consultadas para ofrecer un mejor servicio de consultoría. El consumidor mundial está cambiando su comportamiento de alimentación. Es muy clara su evolución en el consumo de huevo con más de 25 kilos per cápita (350 huevos por persona) como se señala en el artículo Carne con huevo estilo mexicano o americano ¿Cuál prefieres? Lo mismo le sucede a la avicultura (carne y blanquillos) ganadería (varias especies de animales domésticos), piscicultura y lechería. De igual manera la transformación tecnológica, de bienestar animal, ambiental y mercantil está influyendo fuertemente en los cambios estructurales e infraestructura de la porcicultura. En Yucatán una empresa se ha certificado internacionalmente en Bienestar Animal. Aportar juegos de entretenimiento enriquecen la socialización y salud.

El asesor porcícola se enfrenta a un manejo diferente para cada ocasión, ya que no todas las granjas son de manejo intensivo, modernas en confinamiento otros son sistemas extensivos en pastoreo a la sombra de los árboles; ni manejan líneas genéticas, prefieren razas; jaulas de maternidad individuales y otras usan infraestructura para maternidad libre, en jaulas de gestación individuales y otras en grupos. Van creciendo las granjas inteligentes, se enfatiza el cuidado con el bienestar animal, se exige un excelente estatus sanitario y aplicaciones de máxima seguridad, la rentabilidad requiere implementar prácticas para una máxima eficiencia a bajo costo, el mercado demanda el uso responsable de antimicrobianos, la economía circulante implica el reciclaje de excretas y aprovechar la energía en forma sustentable para reducir al mínimo (tasa cero) la emisión de gases con efecto invernadero. En Inglaterra el 50% de la porcicultura se realiza a campo abierto, aun cuando sus costos de producción son 15% más altas que en confinamiento.

Los diseños de granjas han pasado de chiqueros, porquerizas, cerdos en pastoreo, granjas en confinamiento todo integrado, con reestructuraciones multisitio o granjas por sitios separados I, II y III, granjas de reproductores y multiplicadores. Sistemas integrados e integrables. Hoy se demandan producciones de gestación sin jaulas, por grupos de lactancia compartida y otros diseños para que los animales puedan expresar abiertamente su comportamiento de la raza con menor acondicionamiento de la domesticación y manejo zootécnico producto del confinamiento e infraestructura instalada.

La familia de los cerdos es de 5 géneros, que resultan en 9 especies. <http://afs.okstate.edu/breeds/swine> Las más de 500 razas de porcinos en el mundo han dado origen a la aceptación del consumo de carne de cerdo, para ser considerada como la proteína de mayor preferencia. En los 60's se destetaban 10 lechones por cerda por año. Comercialmente en los 70's surgen las granjas en confinamiento empleando retro cruza principalmente con razas de Yorkshire, Hampshire, Duroc calidad cárnica [tiene en su musculatura niveles más altos de carnosina (β Alanina+LHistidina)], Landrace jamones, Pietrain magra para finalizar y Chester White fertilidad. Para dar un salto de transformación genética con líneas puras de selección durante los 90's, incluso eliminando la presencia del gen halotano o exudativo en el pie de cría. Todavía a finales del siglo XX se avanzó para vender pie de cría con marcas comerciales de muy buena calidad. El uso de razas propiamente

se estaba dejando atrás. En el proceso se hacen incursiones para buscar marranas prolíficas y precoces introduciendo genes de la raza Meishan.

Al iniciar el siglo XXI las empresas de pie de cría mundial ofrecen reemplazos del pie de cría con hembras muy prolíficas. Siendo animales de mayor talla en musculatura, en número de tetas, magro en capa dorsal y fuerte conformación ósea, con más capacidad de ingesta de alimentos, las jaulas y espacios de maternidad necesitaron modificarse ampliando los espacios.

El INIFAP de México reporta <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5866> que en granjas tecnificadas se destetan 30 lechones por cerda al año. Con una esperanza de vida para obtener 70 cerdos al mercado. Dinamarca ha logrado pasar de 9.9 en 1996 a obtener en 2009 12.2, para 2017 son 14.6 lechones destetados, equivalentes a 33.3 lechones destetados por hembra por año. En México estos parámetros van de 17.4 hasta 27.2 lechones destetados por marrana al año. Un estudio mexicano informa lechones nacidos 14.96, nacidos vivos 13.59, destetados 11.58. Las perspectivas inmediatas que se deben resolver son estrategias de alimentos y nutrición, eficiencia alimentaria y lechones destetados por hembra por año.

Figura 47. Mejoramiento genético en número de destetados a través de los años.

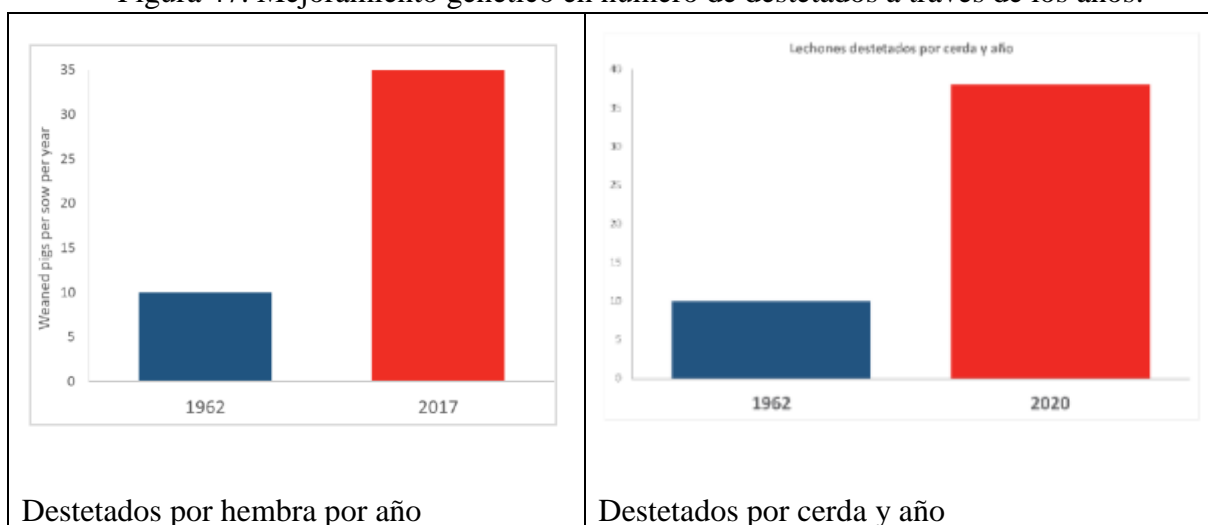


Tabla 13. Cambios morfológicos de las hembras reproductoras de antaño hasta el presente.

CARACTERÍSTICAS	ANTES	AHORA
Número de pezones	Tenían 11, solo el 25% alcanzaban 16	>60% tienen 16, el 17% alcanzan 17 o más pezones
Destete de lechones por parto	12	>14 lechones. El 54% destetan 14 lechones
Kilogramos destetados	66 Kg por camada. Son 161 Kg/hembra/año	84 Kg. Son 206 Kg/hembra/año
Cantidad de lechones lactantes por cerda	Limitada	Hay desafío para lactar el máximo de pezones
Días de lactancia	Mayoría en 21 días	Tendencia a más de 23 días

Figura 48. Parámetros esperados en una granja de alta tecnología con avance genético.



Figura 49. Progresión de folículos para alcanzar más de 14 lechones nacidos vivos.



La investigación del genoma porcino la encabeza EUA en las Universidades de Illinois y Iowa. Seguidos de China. Muchos otros países también participan y contribuyen. La secuencia elaborada por el consorcio SGSC por Schook LB Genomics 2005; 6:251-5. La primera versión del genoma Sscrofa9 se liberó en septiembre 2009. El genoma porcino se da a conocer en 2008 y se publica en la revista Nature Genome Sus scrofa 2012. El Sscrofa 11.1 se da a conocer en julio 2017. Le siguieron 110 publicaciones que reportan 1,675 QTL y ello revoluciona el avance genético moderno para lograr las hembras hiperprolíficas con más de 16

y hasta 25 lechones nacidos vivos. Theodor Duifhuis Rivera 2019 Estudio de asociación de genoma completo (GWAS).

Figura 50. Tendencia del número de lechones nacidos en el mejoramiento hiperprolífico.

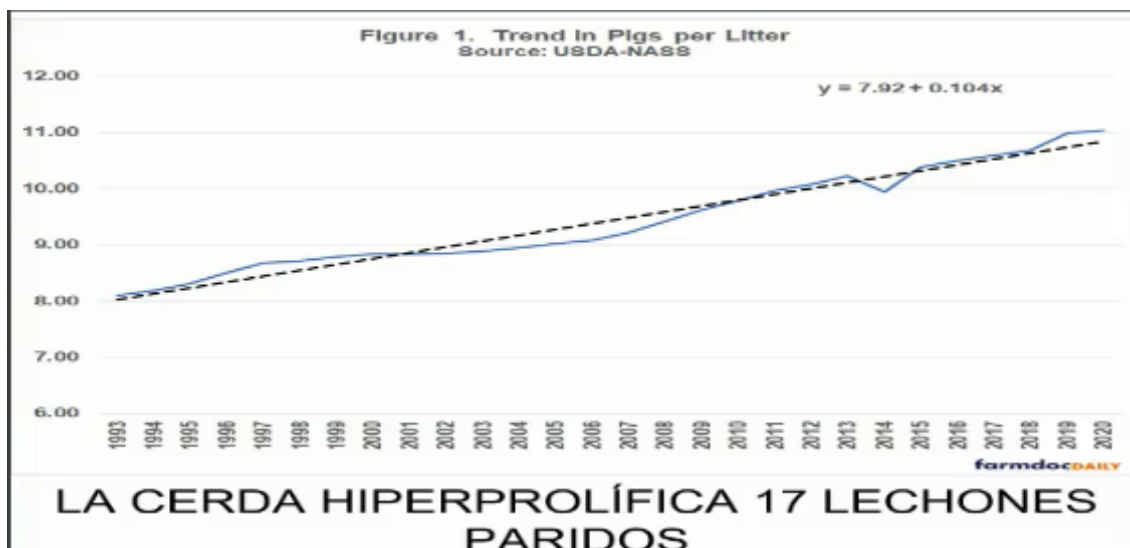
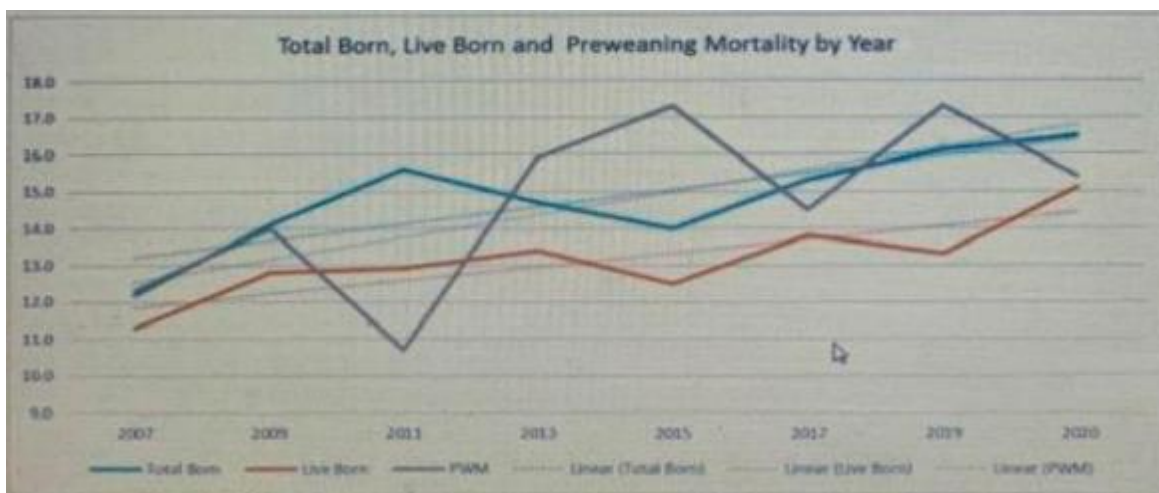


Figura 51. Total de nacidos, nacidos vivos, lactantes, mortalidad por cada año de mejoramiento genético.



Mejoramiento genético en los EUA por lechones nacidos.

Figura 52. Características del tamaño de camada Total de nacidos y total de nacidos vivos.

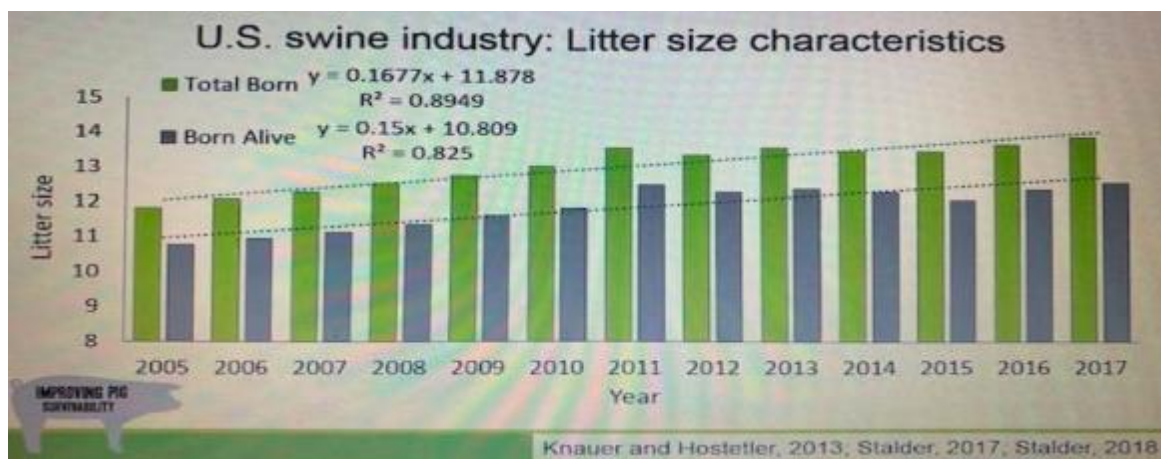


Tabla 14. Avance genético de producción de 1980 a 2022.

Los avances en la producción y productividad promedio son evidentes:

INDICADOR	1980	2022
Tasa de parición %	83	90
Lechones nacidos totales	10	16
Destetados por hembra	8	13
Partos/Hembra/Año	2	2.5
Destetados/Hembra/Año	16	36
Edad al destete	28	21
Peso al destete kg	5	7
Peso de venta	95	130
Conversión global	3.5	2.6

Nacidos totales TB, nacidos vivos BA, mortalidad durante la lactación %, lechones destetados por camada, número de cerdos anuales por marrana, muerte del pie de cría. Para promedios de granja, en archivos pig champ, en el 10% de las mejores granjas y en el 10% del pig champ.

Tabla 15. Registros promedio en pig champ en granjas Genesis.

2021 Data ^{1,2}	Genesis Mean	PigCHAMP USA Mean	Genesis Top 10% Average	PigCHAMP USA Top 10% Average
TB/ Litter	15.00	15.20	16.75	16.37
BA/ Litter	13.69	13.54	15.05	14.58
Pre-Wean Mortality %	11.00%	15.70%	2.80%	10.19%
Pigs Weaned / Litter	12.03	11.85	12.71	12.94
Pigs/ Mated Sow /Year	28.86	26.08	31.37	30.91
Female Death rate %	5.04%	14.86%	1.87%	7.30%

¹Data is per category, won't necessarily be linear.

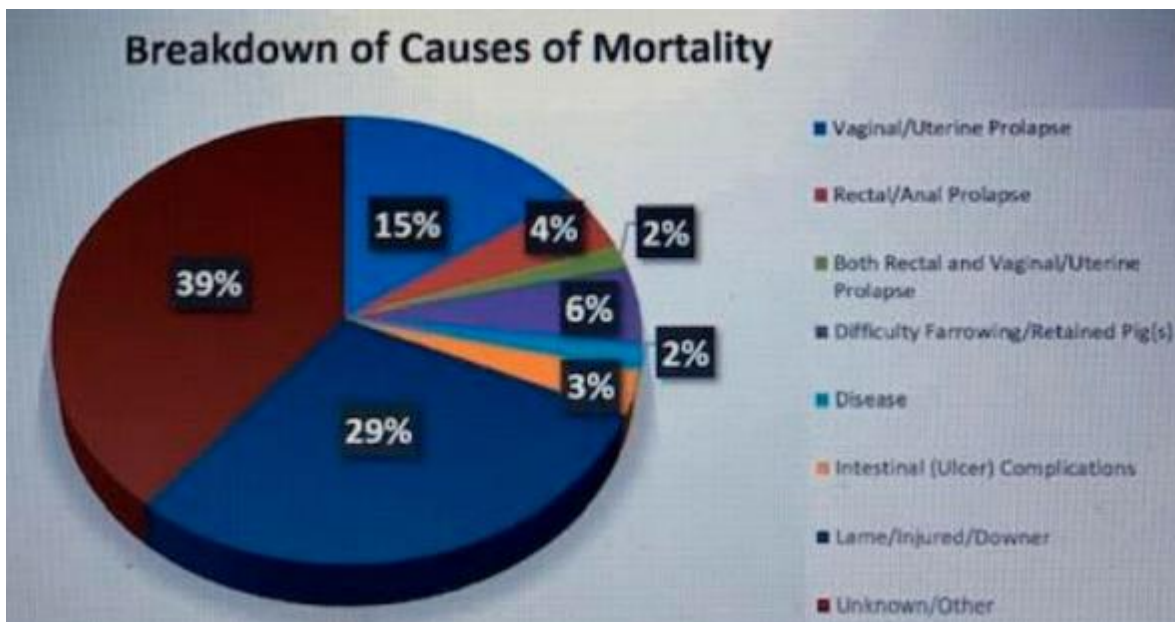
²Updated data is representative of all the Genesis herds that submitted data in 2021.

Tabla 16. Parámetros productivos para alcanzar la rentabilidad.

Para mantenerse activos y rentables se establecen prácticas de manejo más estrictas y alcanzables. Las metas del programa de primerizas.

INDICADOR	META	INTERVENCIÓN
Mortalidad 3 a 25 semanas de edad %	3	5
Selección a las 25 semanas de edad %	75	90
Primerizas servidas después del 2do celo %	95	90
Celos registrados en la semana 4 después del inicio de la exposición al verraco a las 24 semanas de edad %	70	50
Tasa de partos en paridad 1 %	93	90
Tamaño de camada parto 1		
Nacidos totales	>15.5	<14.5
Nacidos vivos	>14.5	<13.5
Cerdos destetados	>13.5	<12.5
Retorno a servicio paridad 1 %	90	85
Intervalo destete a servicio en paridad 1 días	<6	>7
Tasa de retención en primerizas servidas %		
Paridad 1	95	85
Paridad 2	85	75
Paridad 3	75	65

Figura 53. Causas de mortalidad.



El prolapso uterino esporádico se presenta en el 3% de la piara. Un 22% es variación genética y 78% factores no genéticos. En establos lecheros se asocia a hipocalcemia por exceso de calcio en la dieta que suprime mecanismos homeostáticos para mantener los niveles de calcio en el suero de la sangre. Aunado al estreñimiento por falta de fibra y presencia de micotoxinas en el alimento. En porcinos no hay correlación entre hipocalcemia y prolapso, se requieren más estudios. Hay factores genéticos relacionados al prolapso porcino, pero muy influenciados por la fisiología de cerdas delgadas en la que ocurren prolapso vaginal 29% y rectal 39%. La presencia de virus como PRRS y la diarrea epidémica porcina incrementan los prolapsos. Al parecer la alimentación BUMP en la que se incrementa la cantidad de comida en el último tercio de la gestación, reduce los prolapsos.

La inducción al parto adelantado con prostaglandinas $PGF_{2\alpha}$ análogo puede comprometer la maduración pulmonar del lechón recién nacido. Inyectar oxitocina al momento del parto ayuda a las contracciones uterinas y puede acortar la duración al parto, mejorando la supervivencia de camadas grandes. Alarga el tiempo de producción de calostro, pero no debe ser una práctica rutinaria establecida ya que tiene sus repercusiones.

El calostro interviene en la sobrevivencia, crecimiento, salud de los lechones recién nacidos. Aporta nutrientes, energía, inmunoglobulinas, factores del crecimiento, compuestos bioactivos, células. No se conocen bien los mecanismos y factores de la calostrogénesis ya que varía en cantidad y composición entre cerdas. Su volumen de producción no es dependiente del número de lechones nacidos, ni la intensidad del estímulo al mamar. La síntesis tiene control hormonal dependiente de las concentraciones de progesterona y prolactina previas al parto en la marrana. Poco se sabe del final de la calostrogénesis, al cerrarse uniones muy pegadas del epitelio mamario al cesar el paso de inmunoglobulinas IgG en las secreciones lácteas. Hay hormonas exógenas que influyen un bajo volumen de calostro al inyectarse en el día 114 de la gestación prostaglandina $PGF_{2\alpha}$ para inducir el parto en combinación de oxitocina. Si solo se inyecta $F_{2\alpha}$ podría sí o no bajar la cantidad de calostro. Una dosis alta de oxitocina pre parto retarda el cierre del paso de IgG, IgA y IGF-I alargando un poco el tiempo de la fase de calostrogénesis. No ha sido fácil mejorar la cantidad y calidad del calostro, incrementando los lípidos a través del alimento al final (1 semana a 1 mes) de la gestación. Al final de la gestación ciertos ácidos grasos (linoleico, aceite de hígado de tiburón, aceites fitogénicos esenciales, extractos de plantas, saponinas, aceite esencial de orégano, inmunoestimulantes no específicos, fructo oligosacáridos, polisacáridos de astrágalos, derivados de levadura, fermentaciones líquidas de alimento, *Sacharomices cerevisiae*), prebióticos, probióticos, postbióticos tienen un efecto inmune modulador al concentrarse más IgG, IgA, IgM en el calostro, pero no incrementan el volumen.

Los ácidos grasos esenciales en la dieta de gestación son transferidos eficientemente al calostro y en la composición de la leche, pero no tienen influencia en facilitar el parto, ni en reducir la mortalidad de los lechones. Los lechones nacidos de madres que recibieron dietas fortificadas con ácidos grasos esenciales alcanzan mejores ganancias de peso diario y mayor peso final al destete.

Estos y otros cambios de manejo zootécnico señalados han modificado las prácticas de bienestar animal que se utilizaban para el período de desarrollo de la porcicultura 1980-2000. La expansión que obliga la demanda de carne de cerdo en el mundo trasciende fronteras mercantiles y legislaciones de los países importadores. El porcicultor exportador de una región está obligado a cumplir las leyes y certificaciones que exige el mercado importador.

Nutrigenómica, proteómica, trasciptiómica aplicada a la porcicultura.

La nutrigenómica es el estudio de la expresión de los genes y caminos metabólicos dependientes de los alimentos. En los humanos se identificaron varios genes polifórmicos que participan en los ciclos metabólicos mitigando enfermedades, crónico cardiovascular, ciertos tipos de cáncer, hipertensión, etc. En Japón ya se han identificado 350 alimentos para influir en los genes de la salud humana. Con esta tecnología se busca avanzar en la industria de alimentos de origen animal para reducir costos de producción. Los alimentos pueden regular genes, así como sustancias químicas naturales (flavonoides, cumarina, carotenoide). La pasta de vida contiene flavonoides (antioxidantes, antiinflamatorio), pero también taninos que reducen el consumo diario. Una buena nutrición puede combatir enfermedades si se logran entender los mecanismos fisiológicos con las cadenas bioquímicas y sus metabolitos precursores.

La calidad de la carne se estudió durante los 80's con una mutación en el receptor ryanodine relacionados a hipertemia maligna (MHS) que baja el pH a menos de 6 post mortem. Se reconocen dos genes que influyen en las propiedades del músculo Halotane (Hal) produce exudación de la canal y Napole (RN) característico en Hampshire incrementa 70% los niveles de glicógeno en el sarcoplasma de las fibras blancas. Desde temprana edad genes menores influyen en su expresión y pueden ser controlados por la dieta a través de ractopamina, ácido linoleico CLA y vitamina E. Los ácidos grasos conjugados dan energía, protegen contra la arterioesclerosis, varios tipos de cáncer, mejoran la calidad de la carne del cerdo, reducen la grasa subcutánea, agregan marmoleo al músculo del lomo, revierten la grasa blanda al usarse aceite de canola. La Vit E se suplementa con 200 mg/kg en el alimento y en la dieta es un antioxidante que protege la oxidación de los fosfolípidos y peroxidación de lípidos en las membranas celulares, minimizando el síndrome exudativo PSE.

Alimentar con aceites poliinsaturados PUFA afecta la calidad del músculo y sabor de la carne al cocinarse. Suplementar con sustancias húmicas en nivel de 10% de la dieta decrece el grosor de la capa de grasa y mejora el marmoleo 10%. Incluir 1000 mg/kg de magnesio previene la exudación de la canal PSE.

Hay 500 genes relacionados con myogénesis, metabolismo de la energía, estructura muscular, otros cDNA presentes.

Un modelo para ir conociendo la influencia de la dieta y sus aminoácidos es realizar pruebas en la concentración de histidina postprandial determinada en suero sanguíneo y valorando la concentración de nutrientes.

Tabla 17. Composición nutricional de insumos proteína y aminoácidos.

Composición en aminoácidos esenciales (% de proteína) de algunas fuentes proteicas de posible inclusión en dietas comerciales para peces.

	Prot. (% s/ss)	Arg	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Tyr	Val	Ref.
ALGAS VERDES (media de valores de Chlorella, Scenedemus y Euglena)	50-65	5,6	1,9	4,4	8,0	5,5	1,4	4,1	3,9	1,3	—	5,7	(3)
Bacteria metanofílica	83,0	8,0	3,3	3,2	4,7	7,2	1,4	1,3	3,6	1,0	1,0	3,4	(1)
LEVADURAS:													
Candida utilis	51,1	4,3	1,9	5,3	7,7	7,6	1,7	4,7	6,4	0,9	3,8	5,6	(2)
Saccharomyces cerevisiae	48,3	4,9	2,5	4,8	7,2	6,9	1,6	4,1	4,7	1,1	3,3	5,2	(2)
Torulopsis utilis	51,5	5,4	2,9	6,1	7,3	7,9	1,7	6,3	5,4	1,0	4,4	6,1	(2)
HARINA DE:													
algodón	44,0	9,9	2,5	3,7	5,6	3,8	1,4	5,0	3,2	1,2	1,9	4,7	(2)
altramuz	41,2	11,2	1,8	3,8	7,7	4,9	0,5	3,8	4,0	0,7	6,2	3,5	(4)
colza	40,6	5,6	2,7	3,6	6,8	5,4	1,9	3,8	4,2	1,2	2,1	4,8	(5)
girasol	45,1	8,3	2,2	4,6	—	4,6	3,8	4,1	3,5	1,3	—	4,9	(2)
gluten de maíz	47,2	3,3	2,3	5,2	17,2	1,9	2,5	6,5	3,3	0,5	2,3	5,2	(2)
sesamo	47,7	10,4	2,6	4,4	7,0	2,8	3,1	4,9	3,6	1,6	4,2	2,3	(2)
soja	50,9	6,4	2,3	4,6	7,2	5,8	1,1	4,7	3,6	1,4	2,8	4,5	(2)

Referencia: (1) SPINELLI *et al.*, 1979; (2) N. R. C., 1977; (3) HEPHER *et al.*, 1979; (4) DE LA FIGUERRA *et al.*, 1985; (5) N. R. C.; 1981.

Tabla 18. Composición de aminoácidos dietas de peces.

Composición en aminoácidos esenciales (% de proteína) de algunas fuentes proteicas de posible inclusión en dietas comerciales para peces.

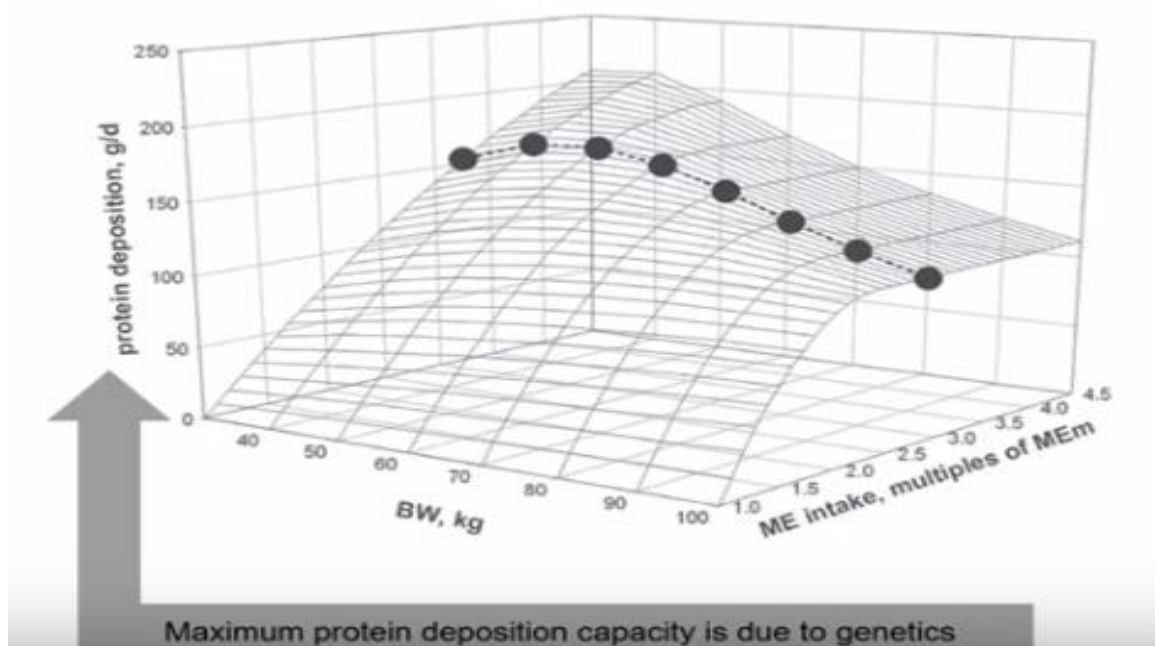
	Prot. (% s/ss)	Arg	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Trp	Tyr	Val	Ref.
HARINA DE:													
pescado blanco	67,9	6,4	2,2	4,8	7,2	7,3	2,7	3,8	4,2	1,1	3,2	5,0	(1)
arenque	78,6	6,6	2,3	4,4	7,2	8,0	2,9	3,8	4,0	1,1	3,1	6,1	(1)
anchoa	71,3	5,7	2,4	4,7	7,6	7,7	3,0	4,3	4,2	1,1	3,4	5,3	(1)
sardina	70,0	4,1	2,8	5,1	—	9,1	3,1	3,1	4,0	0,8	—	6,3	(1)
carne	58,5	6,9	1,9	3,5	6,3	6,3	1,4	3,5	3,3	0,6	1,6	4,8	(1)
sangre	84,4	4,4	6,3	1,4	13,6	10,7	1,4	7,3	4,7	1,3	2,6	9,5	(1)
subproductos avícolas	62,0	6,7	1,5	4,4	7,2	4,8	1,8	4,0	3,7	0,8	1,6	5,2	(1)
hidrolizado de plumas	91,7	6,4	0,6	4,2	7,6	1,9	0,6	4,0	4,2	0,6	2,7	7,1	(1)
krill	62,2	5,6	1,0	4,6	7,0	6,9	2,2	3,8	4,1	0,9	3,0	4,0	(2)
lombriz	58,8	4,6	2,4	3,4	6,8	5,4	2,3	3,3	4,6	0,6	2,8	3,8	(3)

Referencias: (1). N. R.C., 1977; (2). LUKOWICZ, 1979; (3). TACON *et al.*, 1983.

Con el apoyo de la biología molecular se estudia la interacción entre dietas, sus cadenas metabólicas, expresión de genes para entender la homeostasis del cuerpo. Cada individuo se comporta nutritivamente de forma diferente al existir 0.01% de variación en el polimorfismo del nucleótido único (SNPs). El otro 99.9% es similar facilitando el análisis. Con las técnicas de nutrición genómica, transcriptómica, epigenómica, proteómica, metabolómica y bioquímica muscular se pueden desarrollar dietas precisas cambiando la activación de genes deseados, enfocar la relación gen proteína e influenciar con los alimentos la expresión de los genes. En la dieta pueden existir materiales bioactivos que actúan sobre los genes que expresan factores de transcripción y funciones metabólicas que van a unirse a receptores del núcleo celular desde el intestino o músculos. Como Vit A, D, Glutamina, ácidos grasos pueden ser activadores.

Una dieta baja en proteína incrementa la deposición de la grasa intramuscular mejorando la calidad del corte blando.

Figura 54. Capacidad genética para la deposición de proteína y al peso y consumo de energía.



El regulador peroxisoma interviene en la expresión del gen que enlaza la proteína de los ácidos grasos del corazón H-FABP. Una dieta alta en proteína 18% P.C. reduce la expresión del acetil carboxidasa CoA. Una de 26% baja la expresión de transportador de carboxilo. La harina de soya activa más que la caseína la expresión de varios genes. La pasta de Camelina sativa activa la expresión de otros genes hepáticos. Con salvado de trigo se detectan transportadores catiónicos AA y miosina.

La eficiencia alimenticia esta correlacionada con la composición de la microbiota intestinal. Hay moléculas de almidón resistentes al proceso de digestión en el estómago que requieren de los microbios para convertirlos en ácidos grasos de cadena corta. La presencia de almidón resistente modula la composición microbiana en colón y ceca estimulando la expresión de transportador monocarboxilado 1(SLC16A1) y glucagón (GCG).

El tipo de grasa (grasa, soya, olivo, coco) en la dieta influye en la expresión de los genes cAMP y a las sobre reacciones de la insulina, principalmente con aceite de oliva.

Los tipos de mapa transcritómicos del cerdo lncRNAs, TUCPs, miRNAs, circRNAs y genes PCGs que codifican las proteínas son las que dirigen el fenotipo. El origen del tejido muscular y adiposo está ligado al metabolismo, composición celular, actividad física, reacciones bioquímicas de la mitocondria.

Tabla 19. Transcriptoma porcino cantidades identificadas.

The expanded pig transcriptome.							
Transcripts	Detected transcripts	Annotated in the reference pig assembly (<i>Sscrofa11.1</i>) ^a	Features				
			Length (bp)	Exon number	Isoform number	Tissue specificity (τ) ^b	Complexity ^c (%)
PCG	20,505	21,303	3259	10.21	2.34	0.61	46.26
TUCP	2440	\	3177	3.54	2.27	0.87	58.35
LncRNA	19,072	6797	1694	2.63	1.54	0.85	75.53
circRNA	48,232	\	577	4	\	0.96	35.48
miRNA	1245	462 (annotated in miRbase for pigs)	23	\	\	0.90	62.34

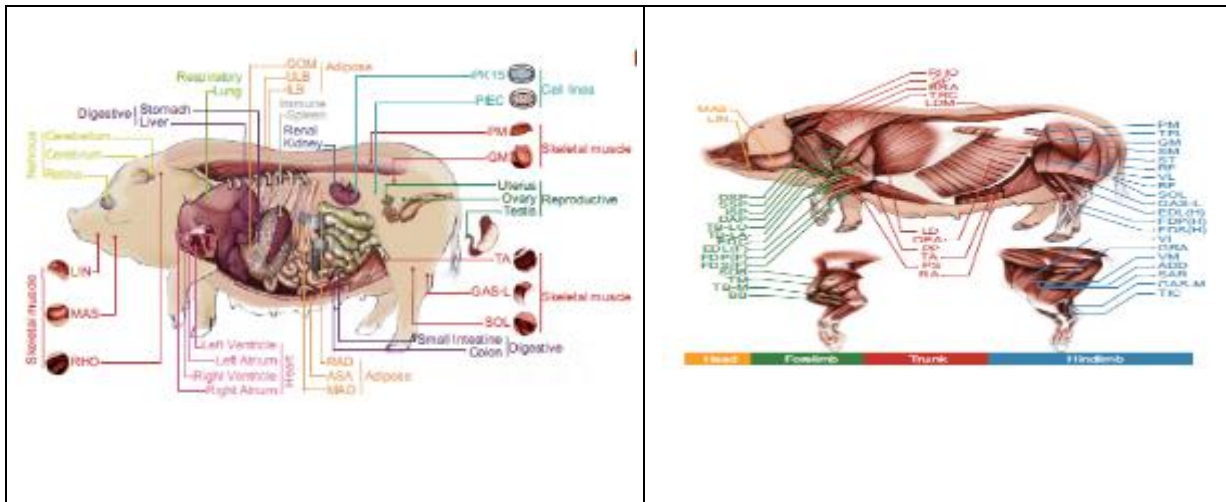
A total of 867 miRNA precursors corresponded to 1245 mature miRNAs, including 251 known and 616 conserved precursors corresponding to 462 and 783 mature miRNAs, respectively. LncRNAs were classified into 14 different locus biotypes by location with respect to PCGs (Supplementary Fig. 5).

^aAnnotation release 102 of the *Sscrofa11.1* assembly.

^bTissue specificity was calculated as the tau score (τ) (see Methods for details).

^cComplexity is determined by the fraction of transcripts with the highest abundance (top 0.5%) accounting for the total number of transcribed transcripts for a tissue.

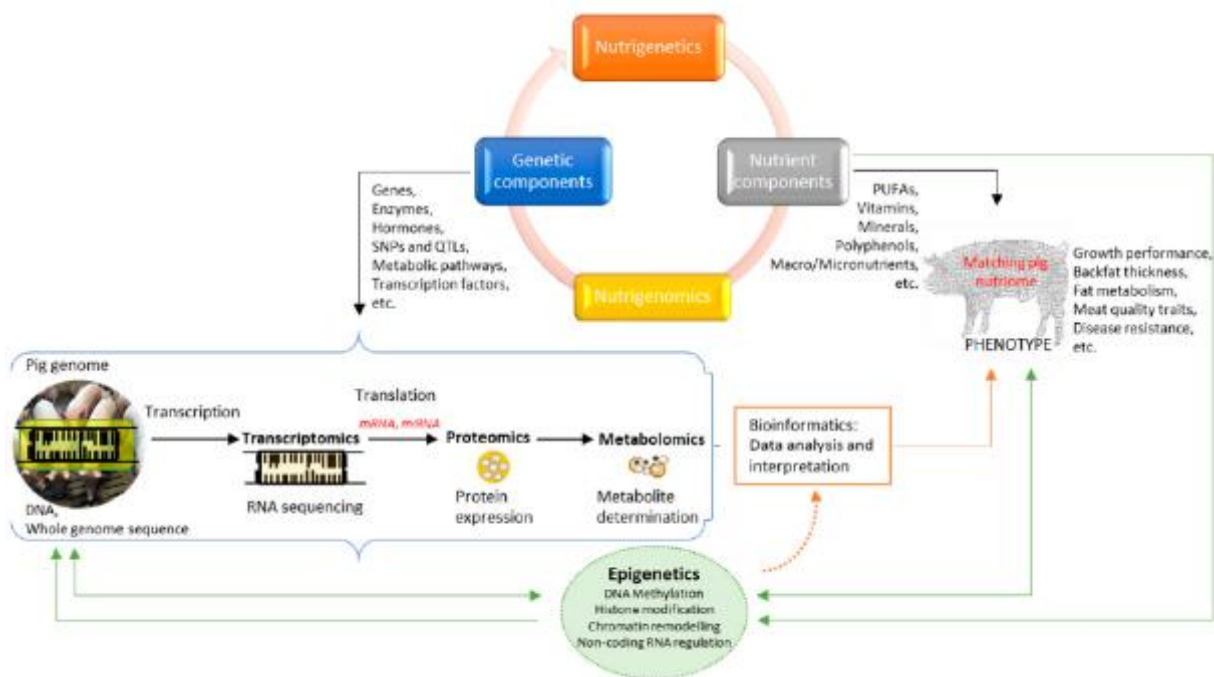
Figura 55. Identificación de genes funcionales para órganos, musculatura y grasa.



La grasa intramuscular hace que la carne sea jugosa y blanda. Para poder manipular esta propiedad comercial deseable se utiliza la nutrigenética (variación en la secuencia DNA y efecto del polimorfismo), nutrigenómica (componentes bioactivos de la dieta sobre el gen) y mecanismos epigenéticos, conociéndose varios genes que participan y contribuyen con esta característica. Son varios loci QTL, un polimorfismo nucleico SNP para las mutaciones lipogénicas de genes que intervienen en el metabolismo de las grasas y su deposición intramuscular IMF o marmoleo, mRNA miRNA y otros mecanismos moleculares. El cerdo moderno y sus líneas comerciales en granjas en confinamiento se han seleccionado por un genotipo de carne magra por lo que el músculo alcanza 2-3% de marmoleo. Las razas con marmoleo son la landrace italiana, vasca, wujin, mangalitsa, meishan, etc.

Los nutrientes y compuestos bioactivos de la dieta pueden alterar el genoma directa o indirectamente; pudiendo afectar las factores de transcripción, expresión de RNA y proteínas; homeostasis celular; producción de metabolitos (genoma, epigenoma, transcripción, proteoma, metaboloma); son factores de riesgo a enfermedades o curarlas; algunos regulan genes activando su inicio, incidencia, progreso o severidad de la enfermedad, dependiendo de la conformación genética del individuo; se puede curar con nutrición individualizada; todo este conocimiento se puede utilizar para obtener mejores respuestas fenotípicas y seleccionar individuos para el programa de mejora genética.

Figura 56. Nutrigenómica, epigenética.



En síntesis, ya que los genes y reacciones bioquímicas son múltiples, dificultan su redacción compleja, es menester resaltar que a mayor entendimiento de todo el rompecabezas se podrá mejorar la producción, el crecimiento animal y la calidad de la carne.

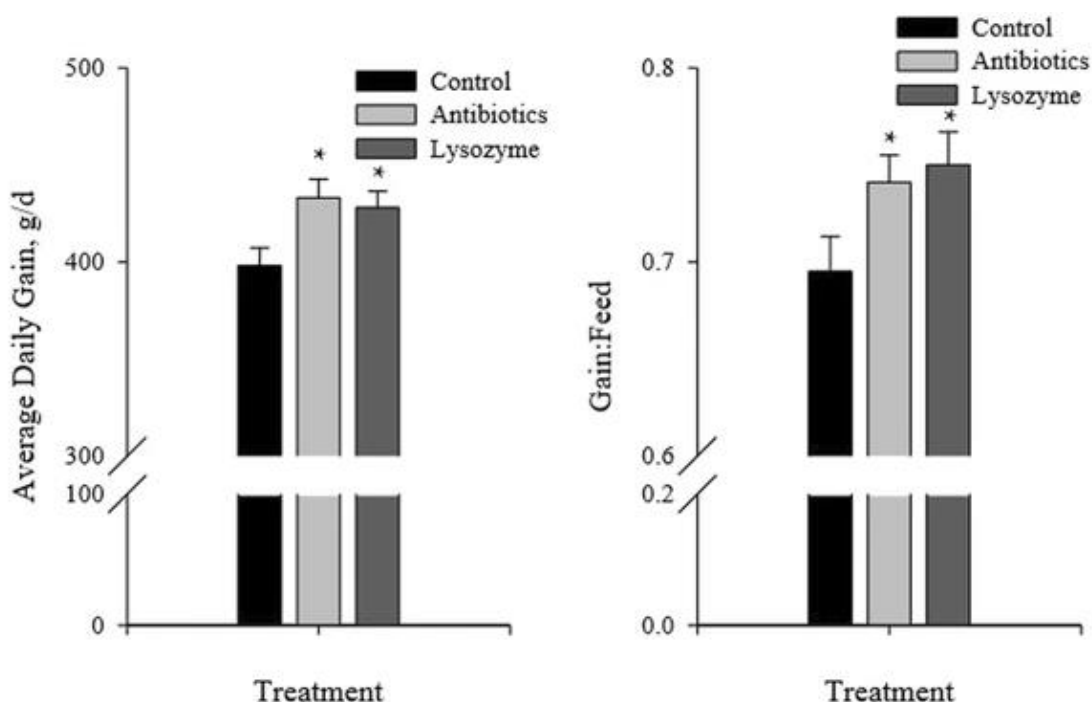
En 1921 Alexander Fleming concentró moléculas de lisozimas (muramidasa MurNAc) antes que el descubrimiento del antibiótico. Al surgir los antibióticos las lisozimas quedan olvidadas. Los antibióticos se han usado en alimento animal por más de 65 años. Se estima un consumo de 65,000 toneladas anuales en el mundo. La molécula de lisozima mata bacterias gram + destruyendo su membrana celular, es antifúngica e hidroliza levaduras y es una gran alternativa en la sustitución de antibióticos. Combina muy bien con quitosanos, CpG ODN1668, β glucanos como inmune estimulante y ampliar su actividad antibacteriana. No controla bacterias gram negativo por su membrana diferente. En forma natural se encuentra muy concentrada en las lágrimas, rinorea o moco aguado en las narices, saliva, sudor, en la

clara del huevo (alta en triptófano y reducida en avidina que inhibe VitB12), suero sanguíneo, leche de vaca y humana. Hay cabras clonadas para producir lisozimas lácteas de uso humano, así como arroz clonado. En menor concentración en mariscos, semilla de guamúchil, coliflor, propóleos, otros.

¿Volveremos a la época de los 80's generalizando con los factores del crecimiento no identificados o se aprovecharán los avances biotecnológicos para purificar y sintetizar los compuestos químicos puros que intervienen y actúan como promotores de eficiencia y bienestar animal?

En cerdos mejora el crecimiento diario, eficiencia alimenticia, la morfología intestinal y pone a raya los Bacillus, campilobacter, clostridia, enterococcus, escherichia coli, estafilococos, listeria, micrococcus, pseudomona, salmonella, shigella, yersinia. Se compara con neomicina, oxitetraciclina, carbadox. sulfato de cobre, clorotetraciclina, tiamulina.

Figura 57. Efecto de la lisosima comparado con antibióticos.



Con el éxito obtenido de las lisozimas en estos años, para su producción masiva industrial y económica en el 2022 por medio tecnología genómica se busca identificar y caracterizar más de 200,000 enzimas de interés comercial, cultivando hongos filamentosos, bacterias, bacteriófagos, levaduras para aislar esas proteínas enzimáticas que tengan una acción antibacterial: Proteolítica, oxidativa, hidrolizar polisacáridos (Amilasas, liazas, dispersin B y lisozimas), otras glicosidasas. Al igual que se produce en cultivos fermentables ácido cítrico,

antibióticos, aminoácidos y muchos metabolitos. El cultivo de *Trichoderma reesei* clonada de *Acremonium alcalophilum* produce lisozima comercial. La Universidad de Concordia va a probar las lisozimas y proteína unicelular en alimento en pellet para cerdos. Se requieren 500-900 g/tonelada de alimento para compararse a los promotores del crecimiento. Ahí viene surgiendo del pasado, el futuro biotecnológico de la actividad porcina con esta enzima hidrolasa glicosídica.

La amilasa la descubrió Anselme Payen en 1833. El ácido fítico Hartieg en 1855. La fitasa (mioinositol hexakisfosfato 3-6 fosfohidrolasa) del hongo *Aspergillus* en salvado de arroz en 1907. No necesitan pasar nuevamente 100 años para saber quiénes son tus amigos en la nutrición animal.

Antecedentes.

Es evidente que los avances genéticos mundiales logrados desde el 2010 hasta ahora por las marcas comerciales de pie de cría ofrezcan al porcicultor productor de carne una hembra de reemplazo fisiológicamente diferente al que se acostumbraba manejar anteriormente 1995-2010.

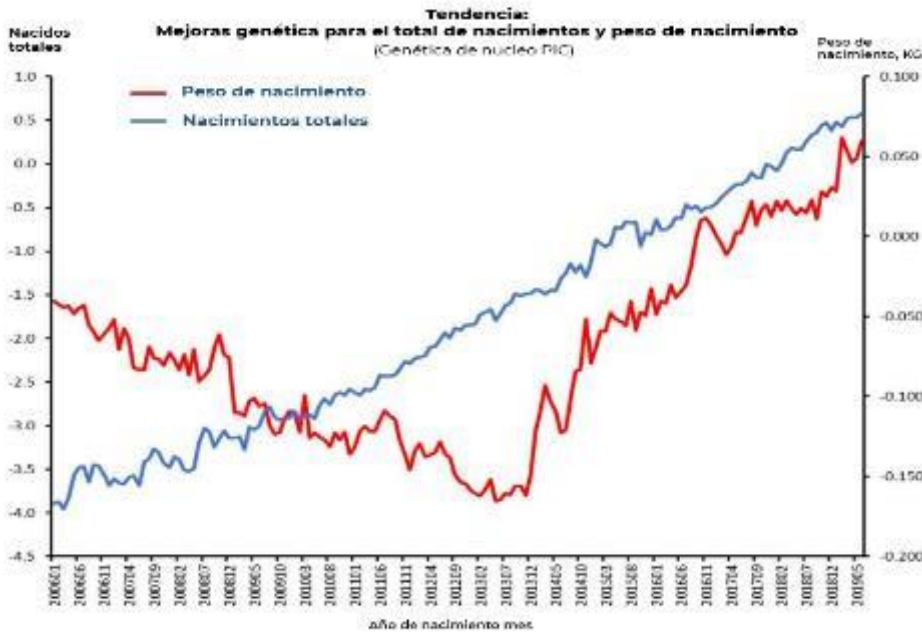
El Dr. Thomas Rathje resalta los cambios sobresalientes en su programa de mejoramiento genético porcino. Incluyen 43 granjas con una capacidad de 14,000 vientres para realizar las mejores selecciones. En los últimos 5 años el cambio genético 2018-2022 es sensiblemente más rápido que en el pasado inmediato. Las granjas comerciales que van adquiriendo nuevo pie de cría deben adecuar su manejo zootécnico y su programa de nutrición tan rápido como sea posible.

Hasta el momento hay pocas investigaciones publicadas en la nutrición de hembras reproductoras por lo que existen deficiencias de información científica y en cambio en el caso de cerdos en proceso de finalizado existen actualizaciones importantes cada 3 años. Considerar que el largo esfuerzo de manejo, nutrición, salud y bienestar por obtener la mejor calidad de la carne se pierde o se mantiene en la canal en los últimos 5 minutos de vida del animal.

El empresario busca obtener 14 destetados por camada con peso superior a los 6 kilos por lechón con 21 días de lactación, sin suplementar sustitutos de leche. Hay una heredabilidad de 0.09 para el total de lechones nacidos y para el total de lechones nacidos vivos. La correlación en el número de destetados es de 0.99, siendo un mejor factor de selección.

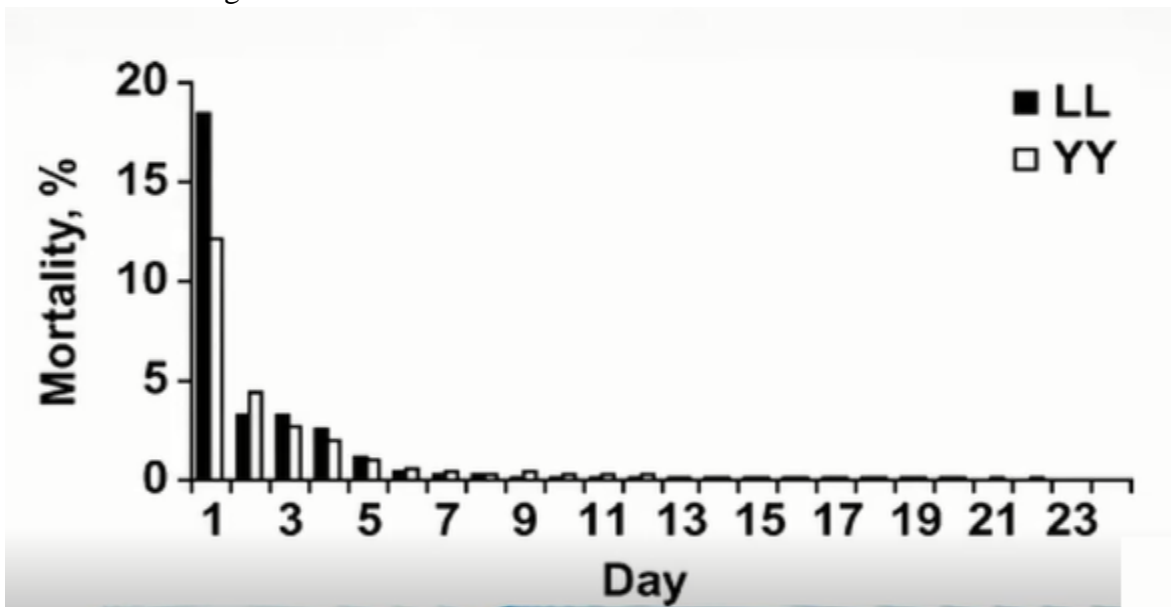
Si el mejoramiento genético se realiza seleccionado solamente las camadas numerosas, a la larga el avance genético de los nacidos totales resultará en un retroceso o será negativo. Cada lechón adicional nacido de una camada de 10 reduce el peso al nacer en 28 gramos. Es mejor seleccionar las madres con capacidad lactante y características maternas por el total de lechones sobrevivientes al tiempo del destete.

Figura 58. Tendencia del mejoramiento genético para peso al nacer.



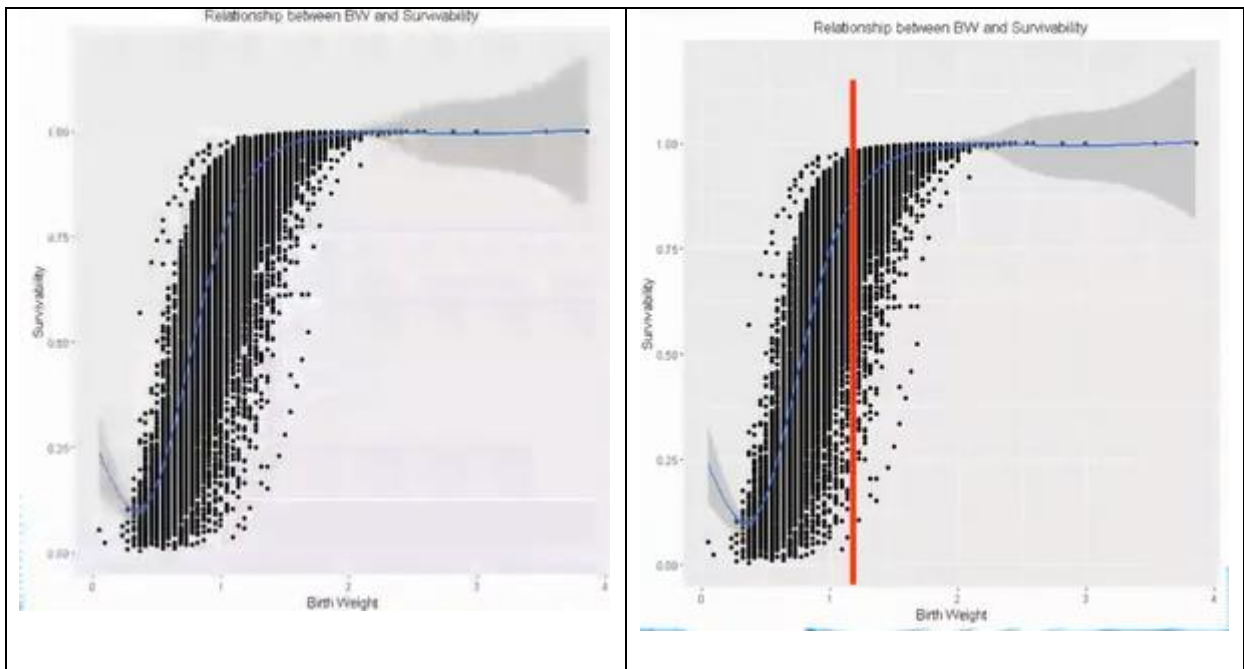
El peso al nacer del lechón es una característica genética de la capacidad del útero de la hembra y no es propia del lechón. Se hace mejora genética con la selección de hembras primerizas al parto que producen camadas numerosas con lechones pesados al nacer. No se mejora seleccionando las lechoncitas más pesadas mayores de 1.3 kilos en camadas chicas.

Figura 59. Relación de la mortalidad con los días de nacido.



El porcentaje de mortalidad en cada camada de origen Landrace o Yorkshire es crítico durante las primeras 48 horas de vida del lechón. La sobrevivencia de los recién nacidos es altamente correlacionada con el promedio del peso al nacer de 1.2 Kg por lechón en raza Yorkshire y Landrace. Los recién nacidos con 2 desviaciones estándar de peso menor a la media incrementan su mortalidad. Ver los puntos azules de la gráfica. Los lechones de 800 gramos al nacer tienen 50% de sobrevivencia.

Figura 60. Curvas de sobrevivencia con respecto del peso al nacer.



La tabla señala el tamaño de la camada de tres razas (number born alive NBA) y la variación en el promedio del peso al nacer.

Tabla 20. Relación de razas, peso al nacer y el número de lechones nacidos vivos.

NBA	Yorkshire		Landrace		Duroc	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
1	1.34	0.43	1.34	0.47	1.44	0.36
2	1.31	0.43	1.47	0.37	1.53	0.33
3	1.36	0.37	1.48	0.38	1.53	0.35
4	1.38	0.33	1.43	0.39	1.53	0.34
5	1.44	0.32	1.43	0.36	1.51	0.33
6	1.39	0.33	1.44	0.37	1.48	0.32
7	1.38	0.35	1.39	0.35	1.46	0.32
8	1.38	0.33	1.42	0.33	1.43	0.32
9	1.29	0.33	1.38	0.32	1.40	0.31
10	1.30	0.32	1.36	0.31	1.37	0.32
11	1.26	0.31	1.33	0.31	1.34	0.32
12	1.23	0.30	1.31	0.30	1.33	0.32
13	1.20	0.29	1.28	0.30	1.28	0.32
14	1.18	0.29	1.26	0.30	1.26	0.32
15	1.16	0.30	1.24	0.30	1.29	0.28
16	1.14	0.30	1.20	0.30	1.12	0.30
17	1.14	0.30	1.17	0.29		
18	1.14	0.31	1.16	0.35		
19	1.12	0.31	1.30	0.30		
20	1.09	0.31	1.16	0.35		
21	1.09	0.34	1.14	0.28		
22	1.03	0.29	0.93	0.35		
23	1.03	0.29				
24	1.23	0.32				
25	1.28	0.29				

Los lechones pesados se logran con camadas poco numerosas. Al pasar de 10 lechones nacidos vivos se presenta una reducción del peso al nacer. Los cerditos de bajo peso al nacer se pueden suplementar vía oral cada 6 horas con 50 ml de calostro para reducir su mortalidad en 89%. Hay componentes del calostro que estimulan la proliferación y crecimiento de las células criptas o vellosidades. La insulina-1 (IGF-1) ayuda a la maduración intestinal. Es 2 veces más concentrada en calostro que en la leche. Mejora la sobrevivencia. Genes maternos dejan en el lechón factores de crecimiento IGF2 similares a la insulina para masa muscular y deposición de grasa.

Figura 61. Comparación corporal de un lechón y un retoño de bajo peso.

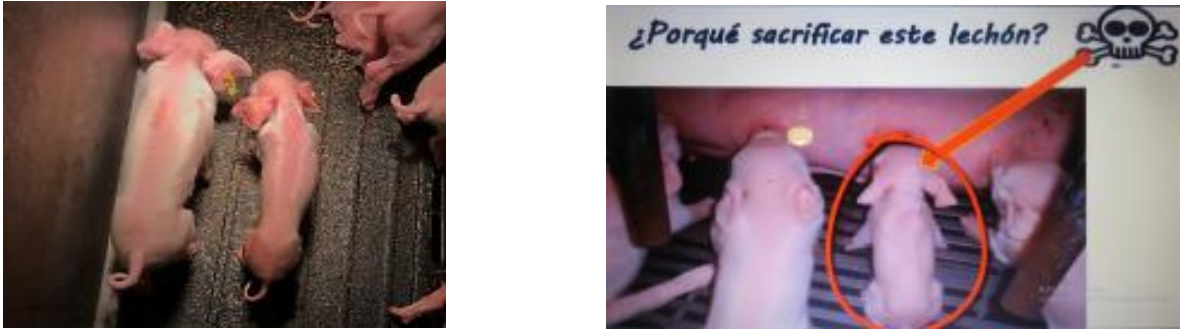


Figura 62. Crecimiento diario del lechón lactante 1-28 días.



Un retoño de 600 gramos de peso al nacer que presente signos de vitalidad, con cuidados, manejo y alimentación alcanza a los 24 días de lactación 5.60 kilos de peso vivo. Un lechón con 2 Kg de peso al nacer tiene un lapso de crecimiento 7-15 días muy posiblemente causado por la castración, descolmillado, muelas en la oreja, inyecciones de vacuna, acaloramiento, acomodo de camada y otros cambios para ser destetado a los 24 días con un peso de 6.4 Kg. ¿Cómo responder a la pregunta de si sacrificar los retoños? ¡No!, es necesario capacitar en los detalles manuales específicos del manejo zootécnico necesarios y proveer herramientas adecuadas (calostro adicional, leche, sustituto de leche, hierro ingerido, yodo, tapetes térmicos, espacio) para impulsar su crecimiento adecuadamente a su condición corporal y competitividad entre la camada. Todos los kilos al mercado ayudan a amortizar los costos fijos.

Crecimiento promedio durante la 1era semana de lactación por camada.

Tabla 21. Crecimiento de peso diario durante la primera semana de nacido.

% de las camadas	Incremento de peso diario kilogramos	
4	1.00	1.40
9	1.41	1.64
25	1.64	1.90
25	1.91	2.17
15	2.18	2.50
13	2.51	2.76
9	2.77	2.99

Figura 63. Gráfica para el potencial de crecimiento del lactante y durante el destete

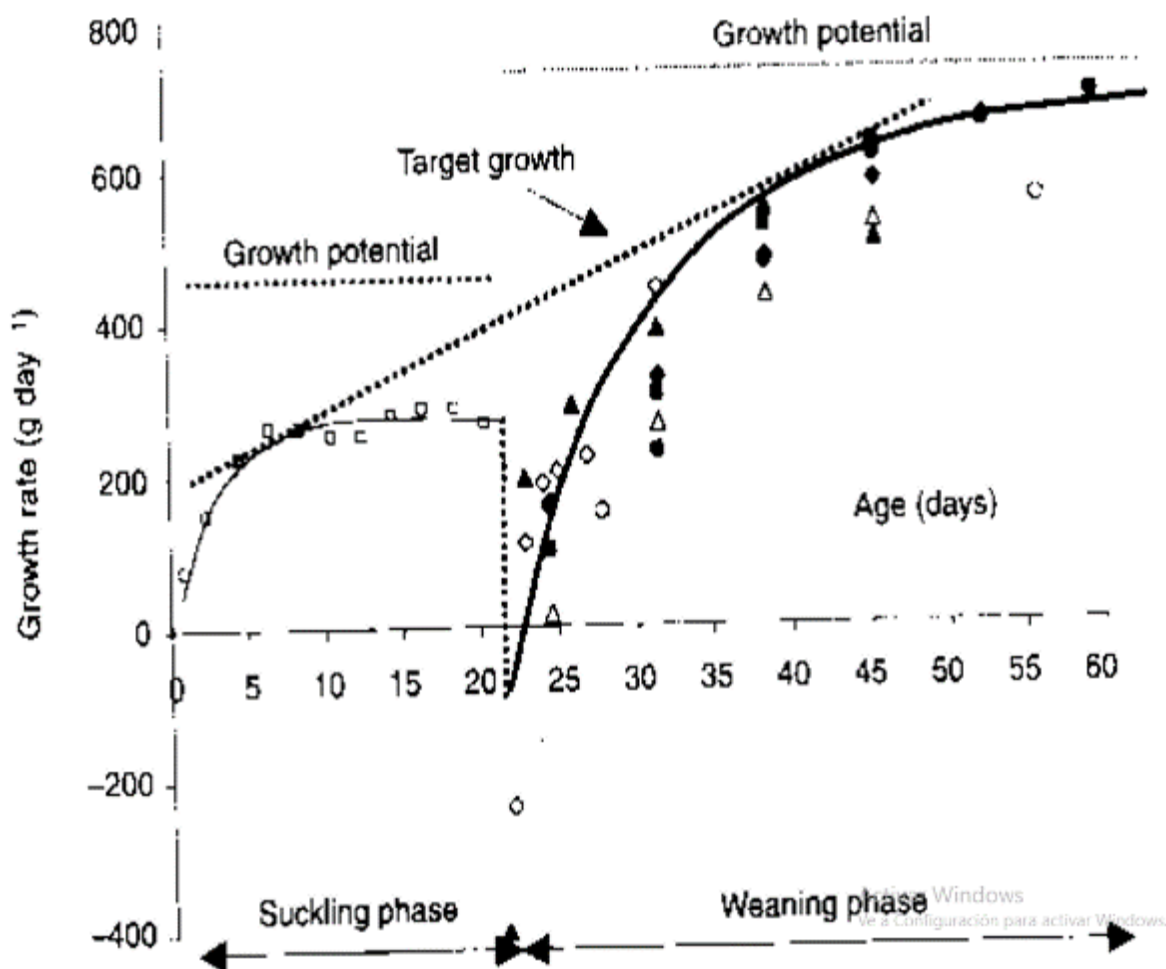


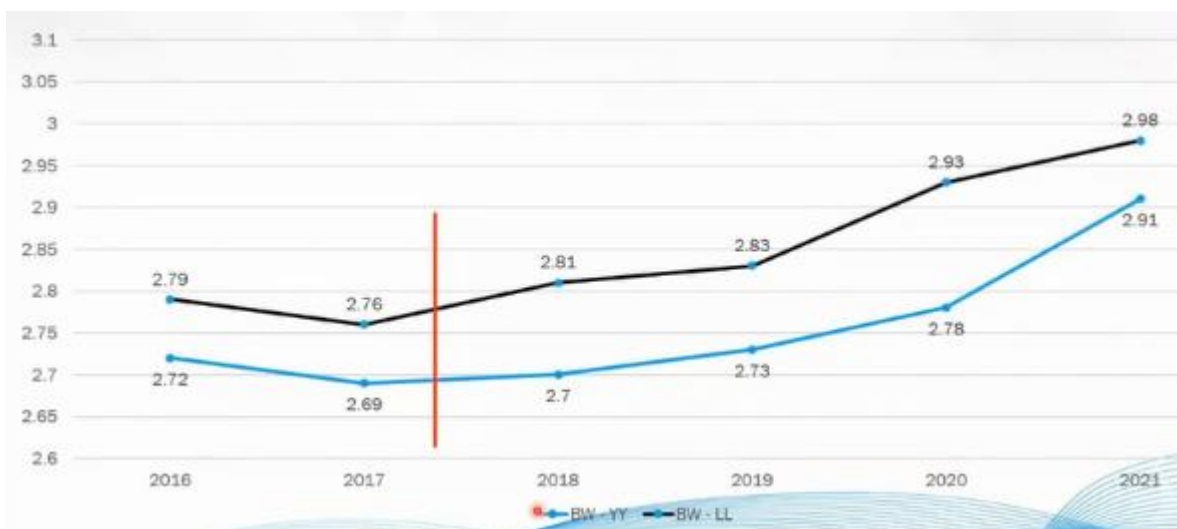
Tabla 22. Ganancia diaria de peso para Yorkshire, Landrace, Duroc.

	Yorkshire		Landrace		Duroc	
	Estimate	SE	Estimate	SE	Estimate	SE
On-Test Weight	8.51	0.12	8.86	0.10	7.17	0.09
Off-Test Weight	15.64	0.36	18.31	0.27	15.20	0.27
ADGn	110.05	1.66	113.14	1.31	93.34	1.24
ADGf	83.17	3.29	111.12	2.54	96.83	2.59

Los lechones más pesados al nacer crecen más rápido que sus hermanos más livianos. A las 11 semana les llevan una ventaja de 3.85 kilos (8.5 libras), a las 23 semanas tienen ganados 7 kilos más (15.5 libras de peso). Durante la etapa de destete aventajan con 100 gramos más de ganancia de peso y durante el crecimiento a finalizado superan en 85 gramos de ganancia diaria a sus hermanos livianos.

La industria porcícola no necesita realmente camadas numerosas incrementando el número de lechones nacidos, sino lograr un mayor número de lechones destetados. De nada sirve tener 18 nacidos y solo destetar 13 lechones. Es menester cambiar la biología de la marrana reproductora para que logre un cambio de fenotipo para que logre lechones pesados al parto; sin el ahínco de incrementar el número de lechones nacidos como se manejó desde 1995-2010.

Figura 64. Mejoramiento genético a partir del 2017.

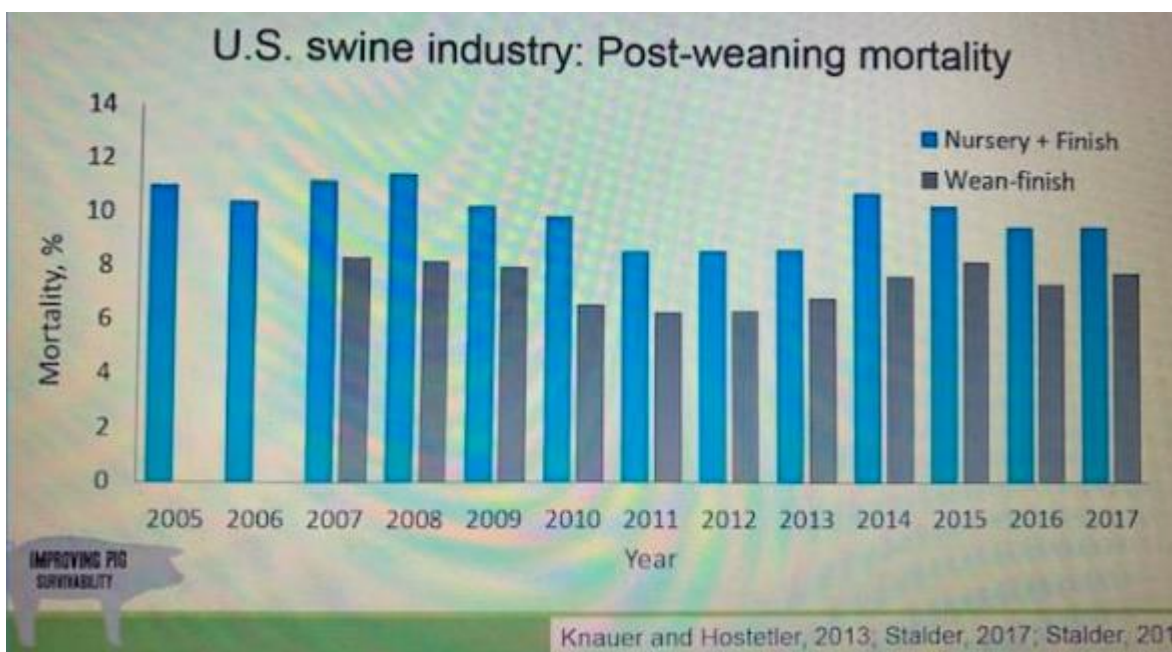


La línea azul es para Yorkshire y la negra para Landrace. La roja es el inicio de buscar lechones con mayor peso al nacer con más de 1.3 kilos (2.9 libras). Esta mejora en el promedio del peso al nacer obtiene un 5% de mejora en la sobrevivencia de lechones al destete, lo que aumenta en 1.5 lechones más por marrana al año.

Para las granjas comerciales no se selecciona el potencial del lechón en crecimiento, sino la capacidad hereditaria de la hembra primeriza que produce mayor ganancia diaria al destete, ya sea por la calidad de su calostro o por la cantidad de leche producida. Lograr destetar con pesos superiores a los 6 kilos por lechón, este parámetro no se ha mejorado comercialmente en 10 años de avance en selección genética. Se tendrá que recurrir a la genómica.

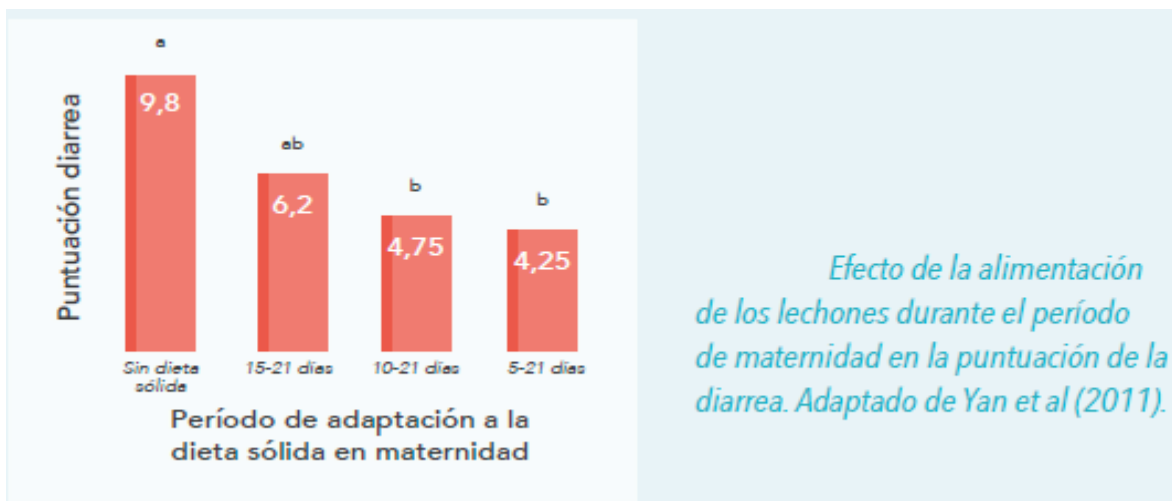
Durante el 2014 al 2020, la mortalidad atribuible a la genética y no al manejo durante la lactación ha pasado de 18.7% a lograr 15.4% de mortalidad. Se ha incrementado en 0.25 el total de lechones nacidos por hembra por año y el total de nacidos vivos en 0.21 lechones. La mortalidad antes del destete se ha reducido en 0.55% por año. Se ha incrementado en 1.5 de lechones destetados. El peso total al destete por hembra por año en 16 kilos (36 libras).

Figura 65. Mortalidad post destete en los EUA.



Los lechones lactantes en granja comercial tan solo 4-40% consume “sustituto de leche líquido 20% de materia seca” a los 5-7 días previos al destete. El consumo de alimento sólido temprano durante la lactación induce a una marcada disminución de las diarreas por la protección de la leche materna que permite adaptarse a los sustratos de la dieta.

Figura 66. Efecto de la alimentación durante el destete con previa suplementación en lactación.



No hay grandes beneficios con la ganancia de peso y no favorece a la hembra. Hasta un 60% de los lechones consumirán sustituto de leche sólido durante la fase de lactación. Por ello los resultados no siempre son tangibles.

El lechón tiene capacidad para consumir 400 mililitros de leche por día y en una camada numerosa tan solo alcanzan a consumir 300 ml, para sobrevivir necesita 200 ml. Es menester forzar su ingesta manualmente desde los 3 días de edad. Mucho manejo y estrés. Al acostumbrarse aprenden a recibir la recompensa de alimento diario.

Durante el proceso de destete hay muchos factores de manejo que intervienen en el desempeño, anorexia y mortalidad de los lechones destetados. El 90% de los lechones se tarda 1 día para probar el nuevo alimento. Ciertamente hay animalitos que a las 4 horas del desembarque ya están consumiendo. Primero deben consumir agua fresca para aceptar el alimento y no al revés. El factor está asociado 75% para los primeros 5 días de llegada a la nave de destete.

Las implicaciones nutritivas del mejoramiento genético: Mejor alimentación al incrementarse el tejido reproductor con una mayor capacidad uterina. Se incrementan los requerimientos de gestación. Mayores necesidades de mantenimiento para sostener la condición corporal al ofrecer nutrientes a un mayor número de fetos.

Las hembras en lactación aportan 16.3 kilos más de peso en lechones destetados (6.8 kg X 2.4 camadas por año). Se debe cubrir la nutrición durante la lactación por la cantidad de leche. Revisar los requerimientos de energía, proteína y el propio consumo de alimento. Considerar que hay poca investigación para la nutrición de hembras reproductoras.

Un buen lechón pesado al nacer es el punto clave de un buen principio al éxito. La digestibilidad de los lípidos en lechones lactantes es de 96%, al destete disminuye porque baja la liberación de lipasa gástrica, así que la dieta al inicio del destete debe bajar su aceite.

Por otro lado, los avances en el crecimiento y la eficiencia alimenticia son halagadores. Esto debido a la selección de una línea materna con lechones destetados y otra terminal para machos para ganancia de peso, ambas líneas difieren en sus características y objetivos de selección.

Figura 67. Objetivos de la selección maternal y objetivos de línea terminal.



Tabla 23. Ganancia diaria de peso dependiente de la raza.

Trait	Yorkshire	Landrace	Duroc	Market Pig
ADG Nursery	8 g	10 g	21 g	14 g/d
ADG Finishing	11 g	23 g	34 g	25 g/d
Avg. Daily Feed Intake	9 g	27 g	33 g	25 g/d
Approximate F:G	-0.02	-0.04	-0.04	-0.04
Loin Depth	0.62 mm	0.46 mm	1.01 mm	0.76 mm

Para el año 2021 las características genóticas de selección en las razas del pie de cría de reproductores se enfocan en la ganancia de peso diario en gramos durante el destete, desarrollo, crecimiento y finalizado. Consumo de alimento diario, conversión o eficiencia alimenticia y la grasa dorsal.

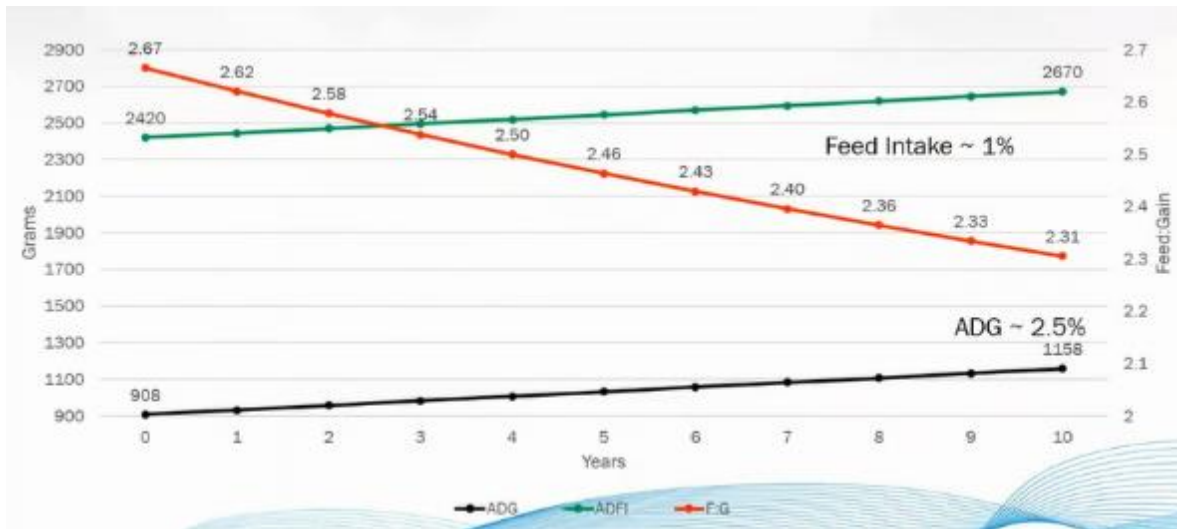
La respuesta predecible de este cruzamiento de línea materna para gestantes con una línea de finalizado usando semen de verracos, los cerdos al mercado presentan las características:

- Incremento en el consumo de alimento total
- Mayor tasa de crecimiento desde el destete hasta el finalizado
- Mayor musculatura en la canal
- Mejores propiedades en el grosor de la grasa dorsal
- La eficiencia alimenticia a los años de selección sigue mejorando 0.04 unidades

Las claves de los resultados favorables se basan en el crecimiento, consumo de alimento y eficiencia alimenticia.

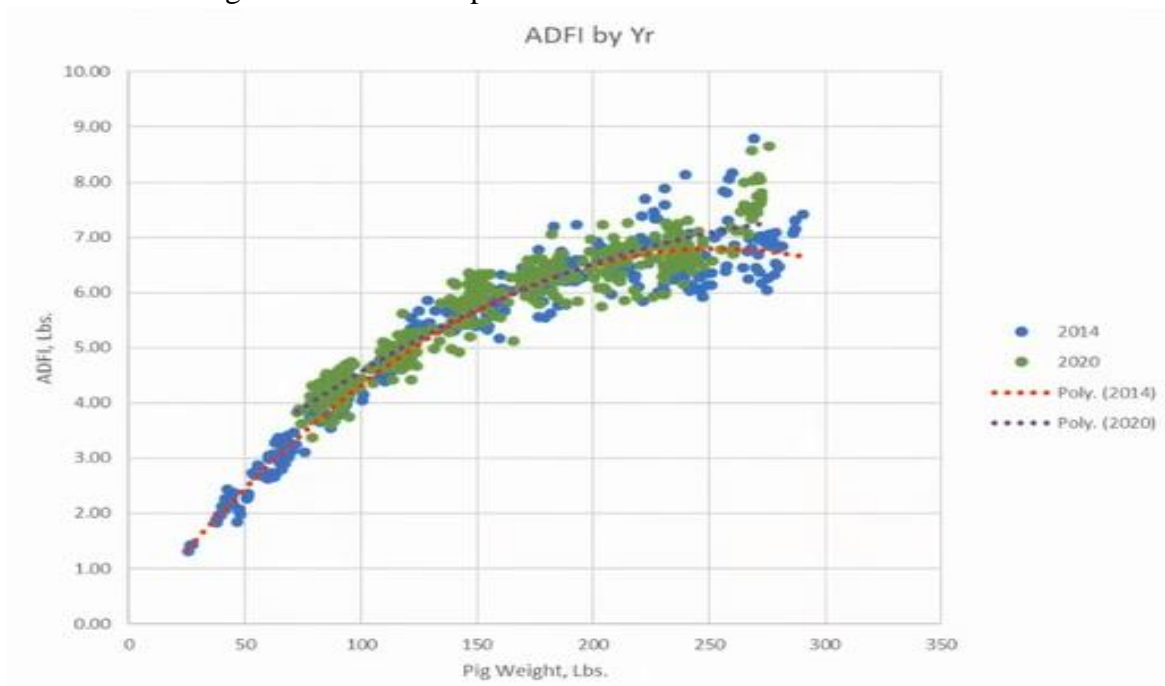
Utilizando la genómica para el mejoramiento genético, se avanza a través de los años con una pendiente favorable en la ganancia diaria de peso (negro), promedio en el consumo de alimento (verde) y conversión alimenticia Alimento: Ganancia (rojo).

Figura 68. Uso de la genómica para la predicción de consumo de alimento y conversión.



La siguiente tabla tiene unidades en libras del sistema inglés. Es el resultado de la selección de crías que tienen una madurez tardía y bajo grosor de la grasa.

Figura 69. Selección por consumo de alimento.



A través del tiempo 2014-2020 se dejan de obtener en granja cerdos comerciales de bajo peso al mercado y pobre consumo de alimento. Disminuye el número de cerdos atrasados en la etapa de finalizado.

La siguiente serie de tablas muestran el nivel de lisina en el alimento balanceado. Marcando con amarillo el óptimo rentable en cada etapa de desarrollo, crecimiento, engorda y finalizado. Peso en pie inicial y medido en libras a los 28 días de prueba.

Tabla 24. Valoración de la lisina en el desempeño 27-70 libras.

Consumo y valoración de lisina para cerdos de 27 a 70 libras.

% of Base	80%	90%	100%	110%	120%
Lysine	0.98	1.10	1.22	1.34	1.46
Start Weight	27.5	27.4	27.5	27.4	27.4
D28 Weight	68.5	70.2	70.6	70.5	70.2
ADG	1.46	1.51	1.54	1.53	1.53
ADFI	2.39	2.40	2.40	2.37	2.35
F:G	1.64	1.59	1.56	1.55	1.54
g lys / kg gain	16.0	17.4	19.1	20.7	22.5

Tabla 25. Valoración de la lisina en el crecimiento 76 a 130 libras.

Consumo y valoración de lisina para cerdos de 76 a 130 libras.

% of Base	80%	90%	100%	110%	120%
Lysine	0.86	0.97	1.08	1.19	1.3
Start Weight	76.8	76.8	76.8	76.9	76.8
D28 Weight	131.3	132.9	132.7	132.8	132.6
ADG	1.95	2.01	2.00	2.00	2.00
ADFI	4.55	4.67	4.68	4.67	4.74
F:G	2.34	2.33	2.34	2.33	2.37
g lys / kg gain	20.1	22.6	25.3	27.8	30.9

Tabla 26. Valoración de la lisina en el crecimiento de 127 a 188 libras.
Consumo y valoración de lisina para cerdos de 127 a 188 libras

% of Base	80%	90%	100%	110%	120%
Lysine	0.64	0.72	0.80	0.88	0.96
Start Weight	127.6	127.3	127.4	127.4	127.4
D28 Weight	188.8	186.8	190.1	188.2	187.2
ADG	2.18	2.13	2.24	2.17	2.13
ADFI	5.91	5.66	5.96	5.75	5.75
F:G	2.71	2.66	2.66	2.65	2.70
g lys / kg gain	17.3	19.2	21.3	23.3	25.9

Tabla 27. Valoración de la lisina y consumo de alimento de 193 a 250 libras.
Consumo y valoración de lisina para cerdos de 193 a 250 libras

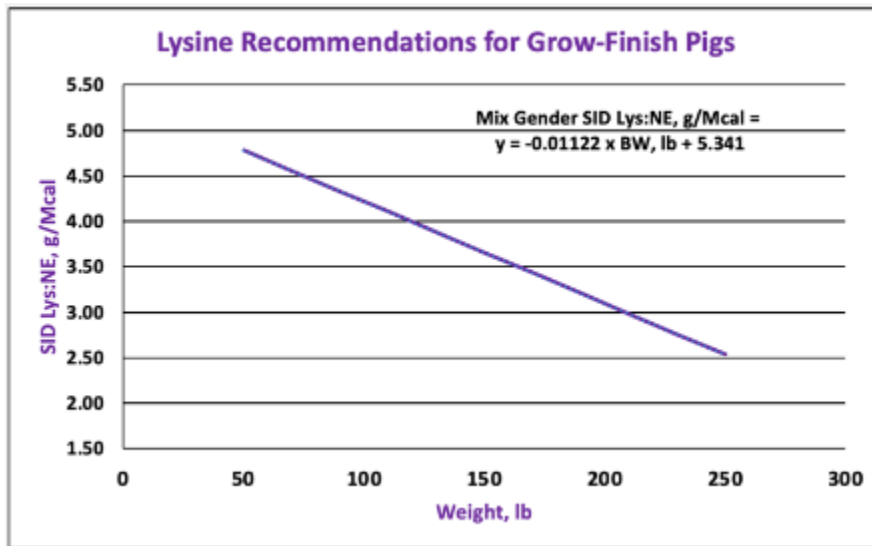
% of Base	80%	90%	100%	110%	120%
Lysine	0.56	0.63	0.70	0.77	0.84
Start Weight	193.6	193.5	193.6	193.3	193.3
D28 Weight	250.9	249.7	249.0	248.9	250.3
ADG	2.05	2.00	1.98	1.99	2.03
ADFI	6.79	6.63	6.55	6.56	6.62
F:G	3.33	3.32	3.31	3.30	3.26
g lys / kg gain	18.7	20.9	23.1	25.4	27.4

Tabla 28. Valoración de la lisina para cerdos de 244 a 286 libras.
Consumo y valoración de lisina para cerdos de 244 a 286 libras

% of Base	58%	80%	100%	121%	142%
Lysine	0.32	0.44	0.55	0.67	0.78
Start Weight	244.5	244.7	244.0	244.4	244.3
D28 Weight	286.6	289.4	289.1	289.8	292.4
ADG	2.10	2.22	2.21	2.26	2.47
ADFI	7.40	7.55	7.37	7.35	7.80
F:G	3.53	3.41	3.34	3.26	3.15
g lys / kg gain	11.3	15.0	18.4	21.8	24.6

Para ampliar esta información en el uso de lisina el Dr. Hilario Córdova y Dr. Mike Tokach del departamento de Ciencia e Industria Animal de la Universidad de Kansas formaron una hoja Excel a disposición del público en general y se puede copiar para realizar los cálculos de requerimientos nutricionales.

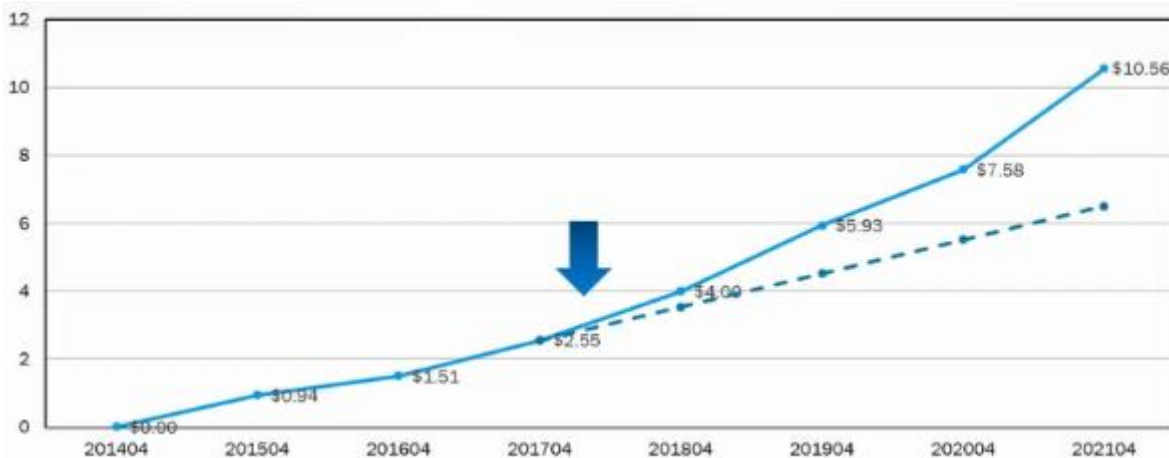
Figura 70. Cálculo en Excel de las recomendaciones de lisina. Swine Lysine Calculator Kansas.



El mejoramiento genético implica mayor consumo de alimento, proporcionalmente un poco menos que la ganancia diaria de peso. Hay que ofrecer un alimento más denso en nutrientes al lograrse mejor tasa de crecimiento, pero no a la par del tamaño del aparato digestivo.

La selección por cerdos magros con poca grasa, los hace menos precoces y logran un mayor peso al mercado, están cambiando el porte del animal al final del período de engorda. El consumo y la eficiencia alimenticia no menoscaban la ganancia diaria de peso del animal. Hay aproximadamente 5% de cambio en el rango de Alimento: Ganancia y crecimiento cada 3-4 años de mejoramiento y selección. El nutriólogo no puede quedarse estático.

Figura 71. Cambios en la tendencia por selección por consumo de alimento en cerdos magros.



En el cuadro superior, el impacto por ventas e ingresos se refleja entre la línea azul que utiliza mejoramiento genómico y los ingresos punteados si se sigue un patrón de mejoramiento lineal. En la gráfica inferior marca la línea punteada y la roja es selección genómica más intensa que al paso de los años sobrepasa la tendencia del mejoramiento.

Figura 72. Intensidad de selección post genómica.



Pruebas experimentales adicionales.

Los estudios de nutrigenómica realizados en cerdos: Ácido oleico en la expresión de genes metabólicos y micromatrices en su respuesta de transcripción del tejido graso, músculo e hígado. Ácidos grasos simples SFA y polinsaturados PUFA para conocer el efecto de las grasas en los tejidos. Una dieta rica en PUFA desregula genes involucrados en el desarrollo muscular y sus contracciones. Al suplementarse con VitE y selenio se reduce la transcripción de genes involucrados en la fosforilación oxidativa, sugiriendo que el oxígeno liberado lo retoman la VitE y el selenio. La vitamina A restringida mejora la calidad de la carne. Una dieta baja en proteína 14.5% PC perturba el metabolismo de la energía muscular mejorando el marmoleo, pero impacta negativamente la síntesis y cadenas de proteínas. Las transcripciones del selenio (función adecuada de la hormona tiroidea) en los leucocitos modulan el perfil de los genes del sistema inmune, células neurales y sus cambios fisiológicos. El selenio en la dieta materna ayuda a que el lechón tenga una mayor absorción del calostro. Una suplementación prolongada de Se mejora el sistema inmune innato y adquirido.

Estudios proteómicos en el interior del musculo, suplementando con ácido linoleico, se incrementa el contenido de ácidos grasos conjugados CLA intramuscular. La transcripción en la carne agregando L-Carnitina en la dieta, un aminoácido que regula la homeostasis de la energía por medio del acetyl CoA en el citosol y mitocondria, mejora la estructura ósea y masa muscular al estimularse señales de IGF-1 que inhiben la expresión de 211 genes y otros inhibidos, silenciados o atrofiados proapoptotic. Los estudios de transcripción con glutamina

en el intestino, un aminoácido esencial en la división celular, intervienen en la síntesis de purina, pirimidina y síntesis de arginina, tienen una respuesta positiva en los mecanismos moleculares y expresión de genes del crecimiento y desarrollo de intestinos en los lechones, removiendo los oxidantes, pero minimizando los genes que activan la inmunidad.

La suplementación de 0.8% de L-Arginina desde el inicio de la dieta de gestación fortalece el crecimiento placentario, embrionario y la sobrevivencia de embriones. Afecta la expresión placentaria de 575 genes, de los cuales 146 son activados y 429 genes son regulados a una menor actividad. La expresión diferenciada de genes influye en el metabolismo de los nutrientes, producción de poliaminas, síntesis de proteína, proteólisis, angiogénesis, desarrollo inmune, respuestas anti-oxidativas, promueve una fuerza adhesiva entre la membrana corioalantoidea y el epitelio endometrial, como funciones de insulina, transformación del factor del crecimiento β y la ruta de señalización Notch controlando los destinos celulares.

La glutamina ayuda a prevenir la disfunción y atrofia intestinal al cambiar de lactancia a comida masticable. Una dieta 30% deficiente en treonina señala que la transcripción en el íleo alteró la expresión de 320 genes involucrados en las defensas, inmunidad, síntesis de proteína, metabolismo de energía. Se incrementó la permeabilidad celular y la absorción de glucosa, afectando la integridad intestinal. Agregando polifenoles en la dieta estimula la expresión de los genes del desarrollo muscular, metabolismo de lípidos, incrementado la inmunidad. El uso de un antioxidante como mananos provenientes del cultivo de levaduras que actúa como anti polisacáridos protegiendo contra infecciones intestinales. Los resultados no muestran mejoras en los parámetros productivos, pero 1378 genes en las vellosidades del yeyuno son más largos y hay cambios en la estructura del microbioma de la ceca, con muchos beneficios generales en la homeostasis intestinal durante la síntesis de proteína y modulación inmune.

Para el lechón, hay varias prácticas de manejo, duración de la lactación, dieta, alimentación, nutrición, control de salud, sanidad, bienestar para obtener cerditos robustos al parto, incrementando de peso durante la lactación, al destete y al concluir su etapa de desarrollo. Efectos de larga duración para pasar al crecimiento, engorda y finalizado con capacidades fisiológicas económicamente eficientes y mejor uso en los espacios de las instalaciones. Estos eventos están entrelazados uno del otro desde el período de gestación para obtener buen crecimiento fetal, reduciendo en la marrana su estado oxidativo e inflamatorio, modulando su microbiota intestinal para lograr un buen calostro y producción de leche y así poder cuidar bien a los lechones.

Las estrategias que se han probado para lograr mejores lechones destetados: Mejorar el confort de la marrana durante la gestación, impedir el dolor durante el parto, supervisar el consumo y cantidad de calostro, promover una socialización temprana entre los lechones de diferentes camadas, ofrecer sustituto de leche durante la lactación. Para las marranas se busca un crecimiento fetal (arginina, ácido fólico, betaina, Vit B12, carnitina, zinc, cromo). El Cr se ha probado, pero no funciona. Para formar el calostro existe una gran demanda de proteína en la hembra. Para incrementar el calostro y mayor producción de leche (DL-metionina, ácido DL-2-hidroxi-4-metiltiobutanoico, arginina, L-carnitina, tryptofano, valina, Vit E, fitogénicos

activos). Para modular en la marrana su estado oxidativo e inflamatorio (ácidos grasos poliinsaturados, Vit E, selenio, fitogénicos activos, plasma seco SDP). Para lograr una colonización temprana de microbios benéficos (probióticos). Una mala colonización durante la trasplatación de la microbiota del lechón altera la morfología de las amígdalas y la expresión de un factor neutrófico con el cerebro. Ofrecer nutrientes esenciales (nucleótidos, glutamato, glutamina, treonina, triptófano).

Después de la monta, a los 12-25 días se puede reducir la mortalidad embrionaria y fallas en la implantación. En los 35-75 días ocurren pérdidas ya que la placenta necesita desarrollarse para sostener la capacidad de oxigenación sanguínea y demandas nutritivas de los embriones.

En el primer 1/3 de la gestación existe necesidad de aminoácidos arginina, leucina, glicina en el lumen del útero alrededor del proceso de implantación para activar funciones celulares del ambiente intrauterino. Durante la implantación hay un proceso inflamatorio histotrófico con altas intervenciones de citoquinas, linfocinas, hormonas, enzimas y factores de crecimiento considerados de riesgo por la gran actividad de la mucosa intrauterina. Por lo tanto, la aportación de nutrientes, compuestos que ayuden a bajar el proceso inflamatorio y estrés oxidativo son buenos para disminuir la reabsorción temprana.

A los 2/3 del final de la gestación se observan carencias de aminoácidos no esenciales en el ciclo de Krebs y ciclo de la urea con las vías metabólicas de arginina y glutamina. El máximo crecimiento de tejido y funciones de la placenta se incrementan para proveer sustratos y nutrientes que regulen la expresión genética, síntesis de proteína, angiogénesis. Para una camada numerosa y crecimiento fetal se suplementa con cromo, L-carnitina, ácidos grasos omega, lisina y L-arginina. Además, muchos aminoácidos ramificados al final de la gestación deben estar suplementados en las diferentes dietas de cambio o transición para reducir la acción catabólica del momento fisiológico.

Las dietas en transición son usadas la final del período de gestación y al inicio de la lactación, para reducir la asistencia humana y obtener un parto sin riesgos. Al incrementar la fibra en la dieta ayuda a reducir la duración del proceso de parto. Usando hemicelulosa mejoran las calificaciones al evaluar la consistencia de las heces. Incluir 1 Kg de grasa en la dieta pre parto ayuda a que los lechones mejoren su sobrevivencia. Una súper dosis de enzima fitasa reduce la duración del parto. Alimentar las marranas en gestación con sulfato de zinc ZnO mejora la sobrevivencia de los lechones. Al ofrecer alimento en múltiples veces durante los días 2-3 días previos al parto se reducen los nacidos muertos y suben los sobrevivientes.

Con ello se logran lechones más vigorosos que quieren y tiene la fuerza de lactar por más tiempo, así consumen más leche y crecen más durante el período de lactación.

Una prueba siguiendo desde el 2012 una selección por hembras con edad temprana a la pubertad y otra línea genética seleccionada por madurez tardía. Desde el día 109 de gestación hasta 3 días durante la lactación recibieron 2.72 Kg diarios de dieta de lactación una vez al día. A otro grupo se le ofreció la mitad dos veces al día una dieta de transición que contenía 45% de salvado de trigo, 8% de aceite de soya, 3,000 FTU/Kg (se recomiendan 1500 FTU) de

fitasa y 500 ppm de sulfato de zinc. No se encontraron diferencias significativas en las dos líneas genéticas, ni en el grupo de las dos dietas. Se obtuvieron excelentes resultados en todos los parámetros productivos evaluados.

Tabla 29. Tabla de suplementación temprana con aditivos.

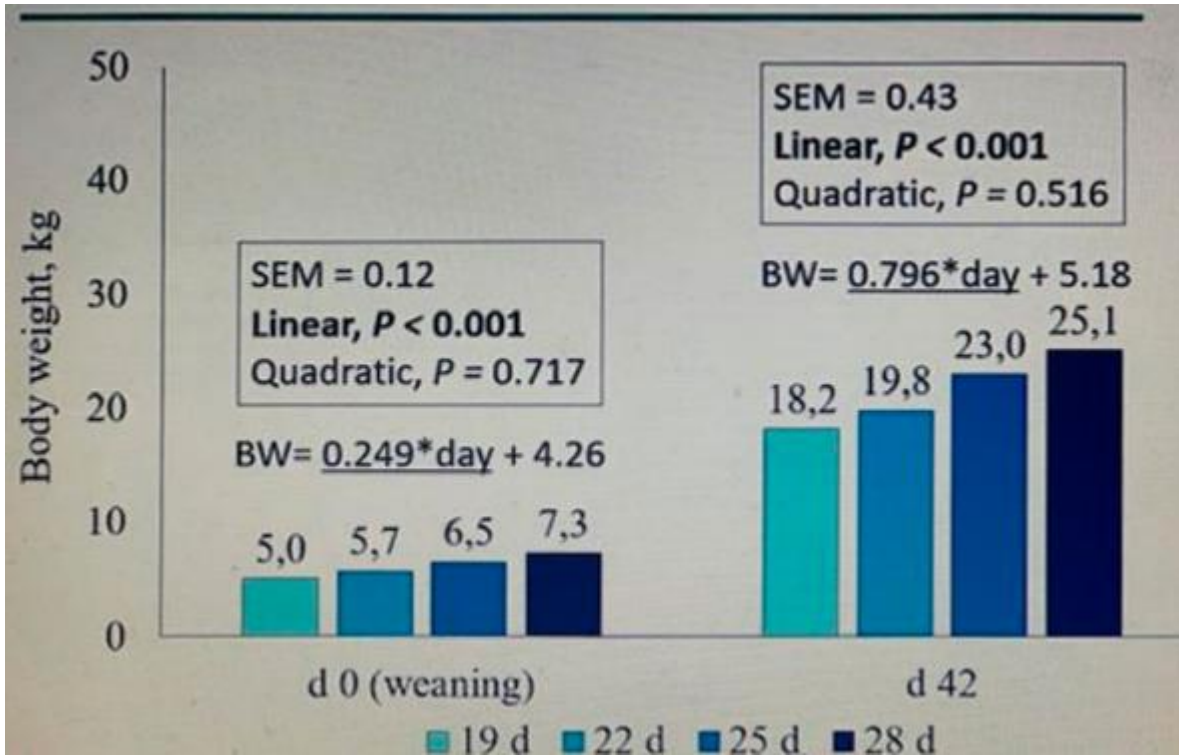
La tabla enlista las intervenciones tempranas en la dieta de gestación para lograr mejor crecimiento fetal. Consulta <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7911825/>

Nutrient	Supplementation	Product	Inclusion Level	Sows' Performance	Piglets' Performance
Arginine	days 30 to farrow	L-Arg	7%	↑ placental weight, ↑ angiogenesis ↑ Arg and Insulin in sows plasma	↑ piglet BW
	days 14 to 28	L-Arg	25 g/day	↑ prolificacy, ↓ fetal malabsorption ↑ growth of viable fetus	-
	days 14 to 28	L-Arg	26 g/day	↑ prolificacy, ↑ growth fetus ↑ myofiber formation in fetus	-
	days 90 to farrow	L-Arg	26.8 g/day	=prolificacy, =maternal IGF-I, insulin, and urea nitrogen	=piglet BW
	days 81 to farrow	L-Arg	27.6 g/day	=litter and sow performance	-
Methylating micronutrients	10 days before insemination to day 91	Methionine	4700 mg/kg	↑ prolificacy; ↑ fetal weight ↑ embryo and placental development ↑ IGF-II in fetal muscle ↑ Met metabolism donating methylcarbon units for the methylation of Met from the toxic homocysteine	-
		Choline	2230 mg/kg		
		Folic acid	92.2 mg/kg		
		Vitamin B ₉	1160 mg/kg		
		Vitamin B ₁₂	3930 µg/kg		
Zinc	149 mg/kg				
L-Carnitine	days 5 to 112	L-carnitine	100 mg/day	↑ sow BW gain and fat ↑ litter birth weight ↑ number of pigs born alive ↑ IGF-I d 60 and 90	↑ litter weaning weight
	days 1 to farrowing	L-carnitine	125 mg/day	↑ sow BW gain, ↑ litter birth weight ↓ non-viable pigs	-
	days 1 to farrowing	L-carnitine	50 mg/kg	=pig birth weight, =IGF-I	↑ muscular area and muscle fiber number
Chromium	all gestation	Cr picolinate	200 µg/kg	↑ litter size and weight at birth ↑ efficiency of insulin action (↓ insulin pre and post-feeding and ↓ insulin:glucose ratio)	-
	all gestation	Cr picolinate	400 µg/kg	↑ sow and litter body gain mass ↑ pigs born alive, ↑ Cr in colostrum and serum during gestation	↑ pigs/litter at weaning
	all gestation	Cr picolinate	200 µg/kg	↓ serum insulin, glucose and serum urea nitrogen ↑ total pigs born and born alive	-
	all gestation	Cr picolinate	400 µg/kg	=litter performance	↑ number of muscle fiber at birth, weaning, and slaughter
Zinc	days 15 to farrowing	Zn AA	100 mg/kg	↑ pigs born and weaned per litter	-
	last third	Zn AA	250 mg/kg	↑ number of live pigs	↑ Zn serum day 7 and weaning ↑ VHI and VHC/D

Arg = arginine; BW = body weight; Cr = chromium; IGF = insulin-growth factor; Met = methionine; VHI = villus height; VHC/D villus height and crop depth ratio; Zn = zinc; (↑) = increase; (↓) = decrease; (=) = no change.

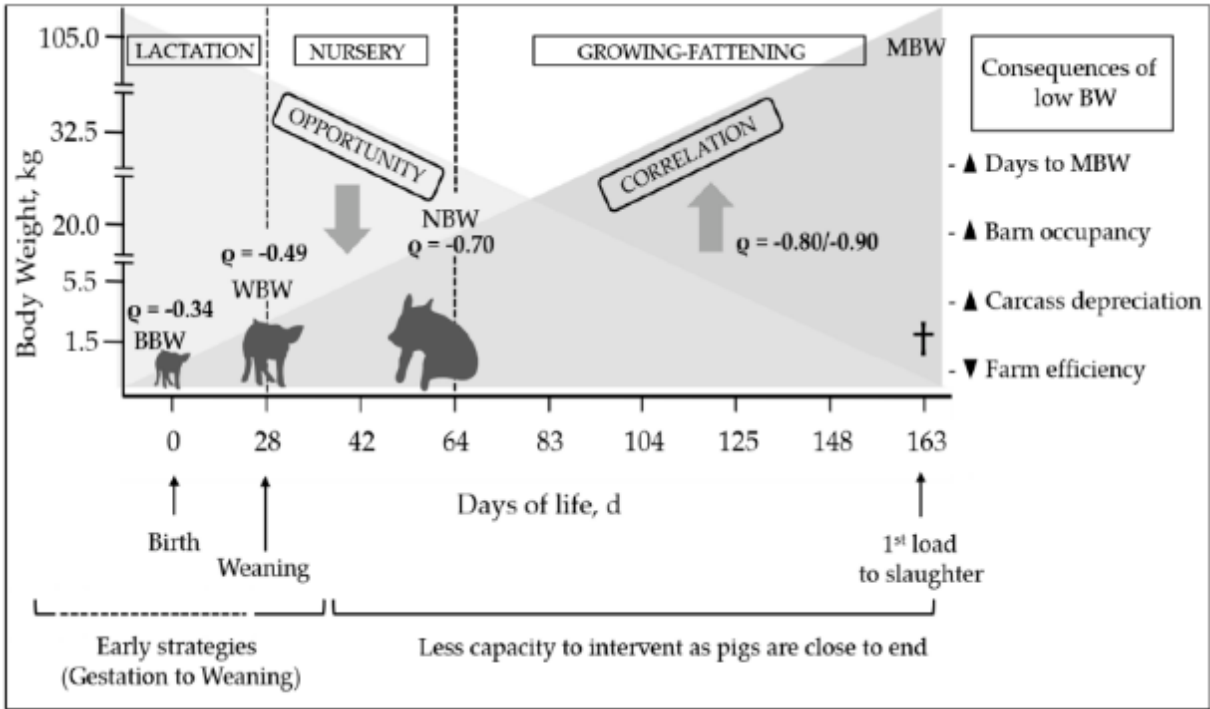
Un bajo peso al nacer del lechón se debe parcialmente a un desarrollo intestinal pobre de la madre, las vellosidades intestinales son cortas, con un rango pobre de vellosidades: criptas de Lieberkuhn en la mucosa, baja respuesta trófica del lechón al introducir en los primeros días de edad el primer alimento sólido. El cerdito con bajo peso al nacer tiene cambios en la microbiota y signos de una inmunidad inmadura.

Figura 73. Relación peso al destete y su peso al finalizar el sitio II.



Un lechón destetado menor a los 5Kg de peso reduce su potencial genético de crecimiento, aumenta la morbilidad y mortalidad post destete. Causa alargar 8 días más el período de engorda para alcanzar los 125 kg al mercado y pesan 3.3 kilos menos que un lechón destetado en 5.5Kg en pie. Los cerditos de 4.5-5 Kg al destete tienen más mortalidad y al finalizado no logran las mejores canales, pudiendo recibir menor precio de venta. A mayor peso al destete se incrementan las ganancias diarias de peso posteriores.

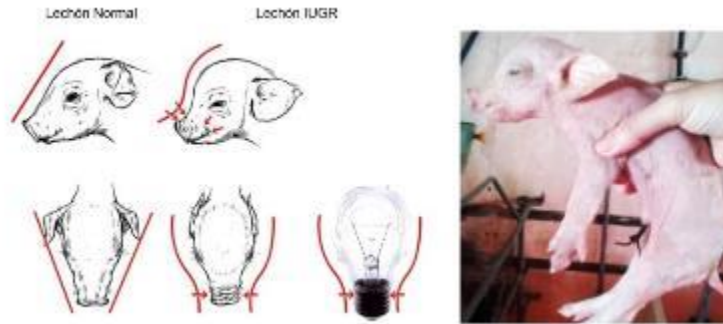
Figura 74. Etapa de oportunidad para recuperar lechones con bajo peso al nacer.



Un lechón de bajo peso al nacer puede cambiar de categoría durante la lactación, por eso su coeficiente de correlación es bajo -0.34 y no es un indicador de su crecimiento posterior, se puede recuperar durante la lactación. Es un factor importante como última oportunidad productiva 28-64 días de edad lograr el máximo peso hasta el final del desarrollo en sitio II. Un lechón destetado a los 28 días y solo alcanzó un bajo peso ya no cambia su categoría y permanece hasta el finalizado a los 105 Kg. Peso al nacer **BBW lechón**, peso al destete **WBW cochito**, peso al finalizar el desarrollo **NBW cerdo**, peso de finalizado al mercado **MBW puerco**.

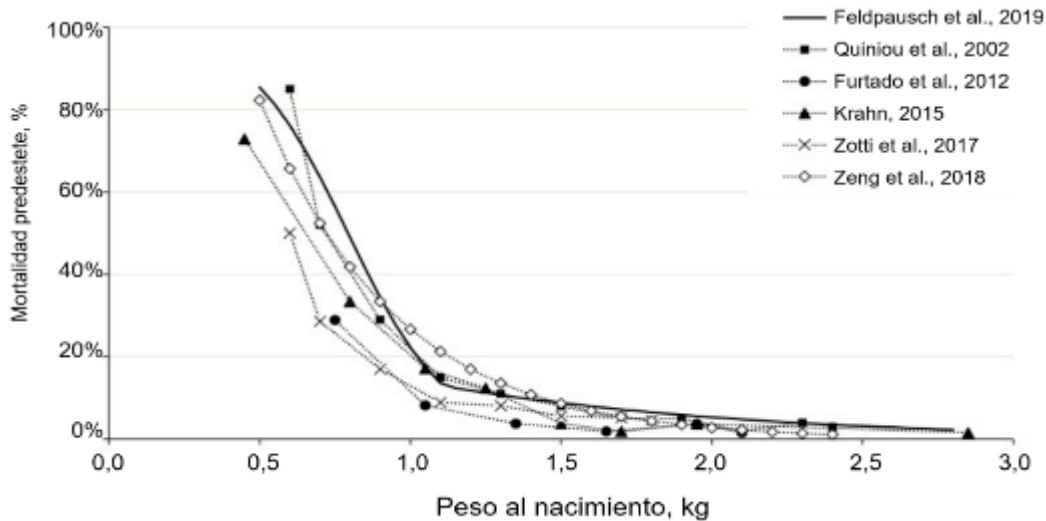
Una marrana que produce más de 30 lechones destetados al año presenta una restricción de crecimiento intrauterina en el 30% de los embriones de bajo peso durante la gestación, ocasionado órganos inmaduros al nacer, disfunción mitocondrial, reservas de glicógeno bajas y altamente susceptibles a mortalidad post parto.

Figura 75. Caracterización de un retoño de bajo peso al nacer y su vitalidad.



Se distinguen tres categorías: 1) Los fetos de bajo crecimiento intrauterino que están comprometidos con una eficiencia muy pobre, cabeza de foco o delfín. No tiene fuerza para mamar 250gr de calostro, tan solo alcanzan 100gr por día. Pocos sobreviven más de 5 días. 2) Los lechones que siempre estarán rezagados hasta el sacrificio. 3) Lechones pequeños 1.0 1.2 Kg con buena vitalidad y órganos desarrollados que con amplios cuidados pueden alcanzar a los hermanos de su camada con alto peso al nacer.

Figura 76. Mortalidad predestete por varios autores.



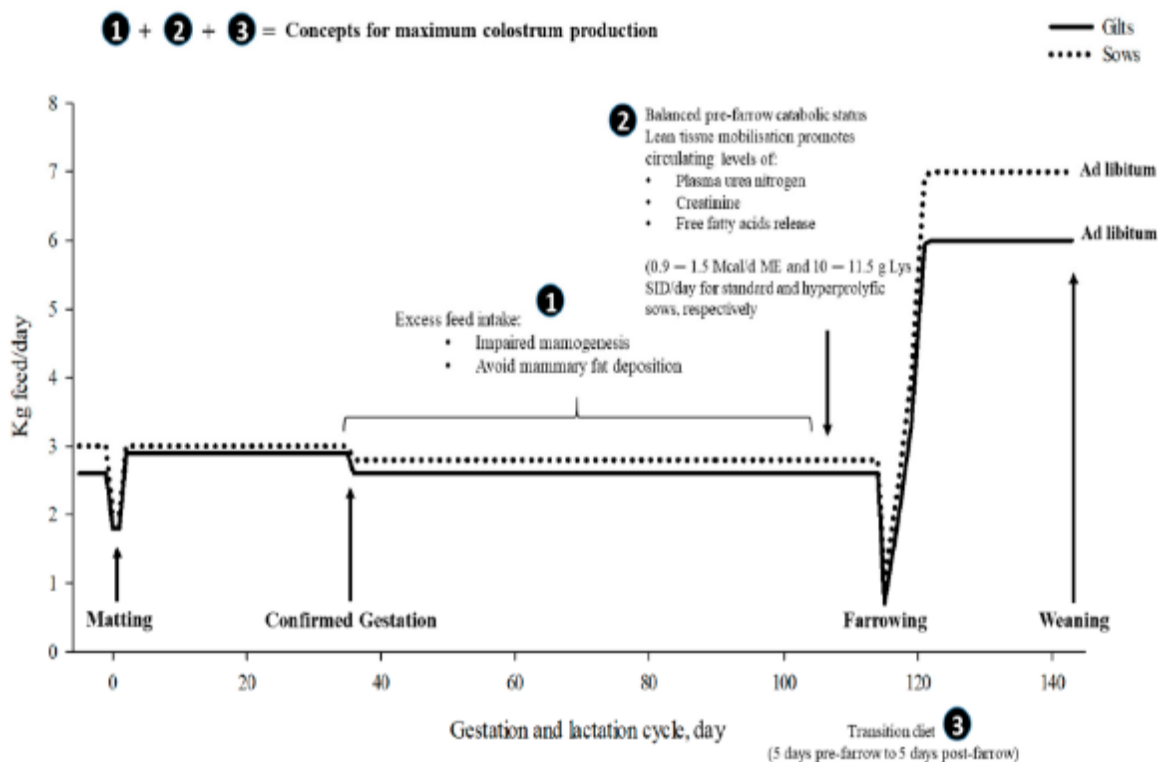
De esta manera los alimentos con capacidad vaso dilatadora en la dieta de las marranas, pueden aumentar la capacidad de transferir nutrientes al embrión a través del útero y cordón umbilical que mejoran la vascularización de la placenta. A mayor crecimiento placentario se tiene un feto más nutrido. El crecimiento fetal se acentúa después de los 77 días de gestación y se incrementa en la dieta de la marrana una mayor cantidad de aminoácidos para que las células tropoplásticas mTOR tomen la señal de A.A. hacia los fetos.

Una dieta de gestación baja en proteína 6.5% PC causa que muchos fetos desarrollen deficiencia intrauterina por un pobre metabolismo de las lipoproteínas. Una dieta baja en energía solo afecta la condición corporal de la hembra y no del feto. Subir el consumo de alimento 20% al final de la gestación ayuda a que la madre suba de peso, pero no hay efecto positivo en los fetos. Incrementar abruptamente el alimento una semana antes del parto se disparan los aminoácidos y energía consumida causando un sobre peso de la hembra, sin efecto positivo en los lechones.

Producción de calostro y leche.

La madre trasfiere al lechón una inmunidad pasiva con la ingesta de calostro con inmunoglobulinas (IgG, IgA, IgM, células inmunes, lactoferrina y otras sustancias antimicrobianas. Es el primer recurso de nutrientes (proteína y grasa) para el recién nacido. Contiene péptidos promotores del crecimiento del tracto intestinal del lechón. Minimiza la diarrea del lechón y permite la sobrevivencia de la camada. La producción de calostro por cerda es variable 2.5-5.0 Kg en 24 horas para una camada entre 8-12 nacidos vivos. Las hembras entre 1-4 partos producen más cantidad de calostro que las marranas viejas. La cantidad es dependiente del nivel de nutrición, desarrollo de las glándulas mamarias, estado endócrino en respuesta de la progesterona y prolactina. Un bajo nivel de hormonas reduce la cantidad de calostro, limitando el consumo a los lechones. A mayor número de lechones por camada, se incrementa el bajo peso al nacer y menor vitalidad, por lo tanto, menos calostro consumido. A mayor número de lechones lactando, masajeando y drenando las tetas sube el flujo sanguíneo liberando las hormonas y nutrientes para producir leche. La leche constituye una dieta balanceada de nutrientes. Así que 24 horas después del parto se pasa a leche en transición y entre 36-60 horas después del parto se sintetiza leche normal durante las 4 semanas (21-28 días) de lactación. La cantidad de leche es dependiente del número de glándulas mamarias (tetas) activas y el mantenimiento del estímulo de ingesta por camadas numerosas. Las tetas anteriores o craneales y de en medio producen más proteína en la leche que las posteriores o caudales. Para los lechones chiquitos se les puede dar calostro oral ordeñando a la madre o quitar momentáneamente a los más grandes unos minutos para darle oportunidad a los nacidos con bajo peso a consumir calostro.

Figura 77. Gráfica del período de concepción, gestación y lactación.



Estados nutricionales y manejo de alimentación para una máxima producción de calostro y leche en primerizas y marranas. Mantener las cerdas con alimento de gestación sin alcanzar sobrepeso. Al final de la gestación se provoca bajo control un metabolismo catabólico. Cambiar 7 días antes del parto y 7 días después del parto se ofrece dieta de transición con energía de gestación, pero proteína y aminoácidos de lactación.

Una marrana gestante debe recuperar su peso, reservas corporales, la gravedad del útero, glándulas mamarias y continuar su crecimiento en especial las primerizas, para ello se restringe el consumo de alimento asignando cantidades diseñando una curva de oferta kg/hembra/día, para no ser engordada al final de la gestación. El exceso de grasa dificulta el proceso del parto, genera resistencia a la insulina, causa desbalance metabólico para la siguiente lactación. A sabiendas de ello se continúa sobre alimentando y engordando. Se sugiere una dieta para múltiparas y otra especializada con mayores nutrientes para primerizas y para hembras al final de la gestación. El objetivo es lograr durante la lactación el máximo peso de los lechones sin afectar la longevidad productiva de la hembra. El período de lactación es corto (15-19% de todo el ciclo) pero existe la máxima demanda digestiva y metabólica. En 7-10 días la hembra incrementa 2.5 veces su producción de leche y no va a la par del consumo de alimento por lo que existe movilización de reservas corporales que en ocasiones compromete su próxima reproducción.

Recomendación de los rangos de coeficientes de digestibilidad ileal estandarizada SID de lisina/ energía metabolizable y niveles de SID lisina y total lisina (g/kg alimento) para primerizas hiperprolíficas 12-14 nacidos, altamente hiperprolíficas más de 14 lechones y marranas entre los días 0 a 85 y de 85 a 114 días de gestación.

Tabla 30. Requerimientos diferentes para hembra hiperprolífica contra una altamente HP.

SID Lys (g)/ME (MJ)	Hyper-Prolific				High Hyper-Prolific			
	Gilts		Multiparous		Gilts		Multiparous	
	0-85 Days	85-114 Days	0-85 Days	85-114 Days	0-85 Days	85-114 Days	0-85 Days	85-114 Days
0.38	X	-	X	X	-	-	X	-
0.45	-	X	-	-	X	-	-	-
0.55	-	-	-	-	-	X	-	X
SID Lys (g/kg feed) ¹	4.5	5.5	4.5	4.5	5.5	6.5	4.5	6.5
Total Lys (g/kg feed)	5.6	6.6	5.6	5.6	6.6	7.6	5.6	7.6

¹ Feed energy content: 12.12 MJ ME/kg.

La condición corporal y nivel metabólico de la marrana es influyente para sostener un nivel catabólico corporal al proveer nutrientes al desarrollo embrionario, sintetizar calostro y litros de leche diario. La hembra al final de la gestación o durante la lactación experimenta la producción de oxidantes ROS que inducen al estrés oxidativo y daños con inflamación, afectando las células epiteliales de las glándulas mamarias. En camadas numerosas, al inicio de la lactación se elevan en el suero sanguíneo los niveles de antioxidantes y se baja el ácido tiobarbiturico TBARS. Señal de que se puede suplementar antioxidantes en la dieta para sostener la producción de leche.

El recién nacido tiene pocos depósitos de grasa café o reservas de energía para alcanzar su termogénesis, puede utilizar glicógeno por 16 horas así que está obligado a consumir calostro para no debilitarse y poder sobrevivir. La vitalidad y actividades para amamantarse del lechón durante los primeros 5 días de nacido son determinantes para lactación y crecimiento. Camadas iguales con bajo peso de lechones, la ganancia total de peso de la camada y de cada lechón en particular están relacionados. Durante el verano, una camada con bajo peso al destete se produce por estrés calórico a los 7 días de lactación porque las hembras tuvieron el mismo consumo de alimento y los lechones tuvieron apatía en lactar.

La colonización microbial por medio de su madre se inicia a las 12 horas de vida formando su fisiología digestiva y a los 7 días de lactación del lechón, va a ser influyente en el desarrollo inmune y perdurable toda su vida. Puede ser alterada por la exposición de antibióticos y niveles de estrés, provocando 4 semanas después la aparición de diarreas. Los lechones con bajo peso al nacer tendrán niveles bajos de lactobacilos fecales hasta el sacrificio. Ventana de oportunidad para incluir aditivos en el alimento. Los *Lactobacillus rhamnosus* incrementan la

actividad del lechón reduciendo la ansiedad causada por el miedo. Incrementan el triptófano en el plasma sanguíneo.

Europa desde el 2013 ha dejado a un lado las gestaciones en jaulas individuales y ha cambiado a un diseño de corrales en grupo. Los problemas de enfermedades son similares. México está iniciado este cambio de instalaciones y alcanzado certificado internacional de bienestar animal. Es un principio de cambio. El manejo en grupo reduce el consumo de alimento en subordinados, engorda a las dominantes y causa estrés crónico que baja la fertilidad. Los diseños de pisos y espacios asignados por hembra por corral incrementan daños en los pies, suben los pleitos por jerarquías.

Mejorar la eficiencia alimenticia en porcicultura: Enlazar genética con nutrición. Thesis Lisanne M.G. Verschuren <https://research.wur.nl/en/publications/improving-feed-efficiency-in-pigs-bridging-genetics-and-nutrition>

Se busca la eficiencia alimenticia para reducir los costos de producción y minimizar los aportes de contaminación ambiental para llegar al mercado con cárnicos al acceso del consumidor. Directamente reproducción y engorda influyen en la eficiencia alimenticia final.

Un alimento particular, independientemente de la cantidad consumida, es digerido en forma diferente por la variación en las características genéticas y fenotípicas entre individuos, sexo (hembras, castrados, machos), etapa de crecimiento del cerdo y la diferente composición de la microbiota intestinal, ello genera un potencial para desarrollar estrategias de selección para mejorar la eficiencia alimenticia. Hay influencia al revés también, la flora intestinal varía por el tipo de dieta y sus valores digestibles. Por ello hay variación en la ganancia diaria de peso, grosor de la capa dorsal de grasa, rango en la conversión alimenticia y consumo de alimento residual en cochitos jóvenes.

Tabla 31. Tabla de edad y ganancia diaria de peso, consumo de alimento.

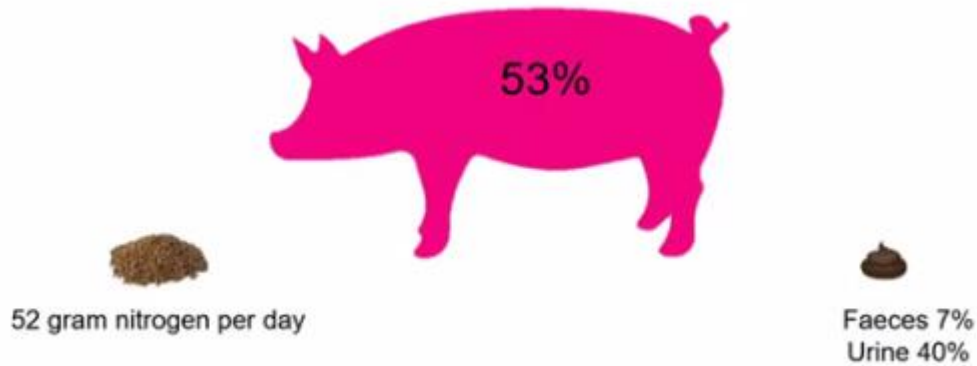
GANANCIA DE PESO (Kgs), CONSUMO DE ALIMENTO (Kgs), Y NECESIDADES DE ESPACIO VITAL PARA CERDOS GENÉTICAMENTE MEJORADOS (m ²)									
EDAD EN SEMANAS	EDAD EN DIAS	PESO AL FINAL DE LA SEMANA	GANANCIA DIARIA DE PESO	GANANCIA DE PESO SEMANAL	CONSUMO DIARIO	CONSUMO SEMANAL	CONSUMO ACUMULADO	CONSUMO FALTANTE	NECESIDADES DE ESPACIO
0	0	1,45	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	203,90	
1	7	2,30	0,121	0,85	0,01	0,07	0,07	203,83	
2	14	4,20	0,229	1,90	0,02	0,14	0,21	203,69	
3	21	6,20	0,286	2,00	0,02	0,14	0,35	203,55	
4	28	8,20	0,286	2,00	0,20	1,40	1,75	202,15	
5	35	10,33	0,304	2,13	0,38	2,63	4,38	199,52	
6	42	13,10	0,396	2,77	0,53	3,73	8,11	195,79	.24*
7	49	16,45	0,479	3,35	0,67	4,66	12,77	191,13	.25*
8	56	20,50	0,579	4,05	0,81	5,64	18,40	185,49	.27*
9	63	24,91	0,630	4,41	0,94	6,56	24,96	178,93	.29*
10	70	29,90	0,713	4,99	1,07	7,49	32,45	171,44	.31*
11	77	35,23	0,761	5,33	1,32	9,24	41,69	162,20	.35*
12	84	40,71	0,783	5,48	1,55	10,85	52,54	151,35	.40*
13	91	46,34	0,804	5,63	1,76	12,32	64,86	139,03	.45*
14	98	52,11	0,824	5,77	1,94	13,55	78,41	125,49	.52*
15	105	58,10	0,856	5,99	2,06	14,39	92,79	111,10	.58*
16	112	64,57	0,924	6,47	2,22	15,55	108,35	95,55	.65**
17	119	71,12	0,936	6,55	2,39	16,73	125,08	78,82	.70**
18	126	77,75	0,947	6,63	2,56	17,91	142,99	60,91	.75**
19	133	94,60	0,979	6,83	2,73	19,10	162,09	41,80	.80**
20	140	91,80	1,029	7,20	2,90	20,30	182,39	21,50	.85**
21	147	99,40	1,085	7,60	3,07	21,50	203,90	0,00	.90**

Clima templado
Edificios ventilados manualmente
Lactancia promedio de 18 días y 3,8 kgs. de peso.
Los resultados varían dependiendo de las condiciones existentes en la unidad porcina
R. Carlos Rodríguez P.

* Piso 100% rejilla plástica
** Piso 100% slat de concreto

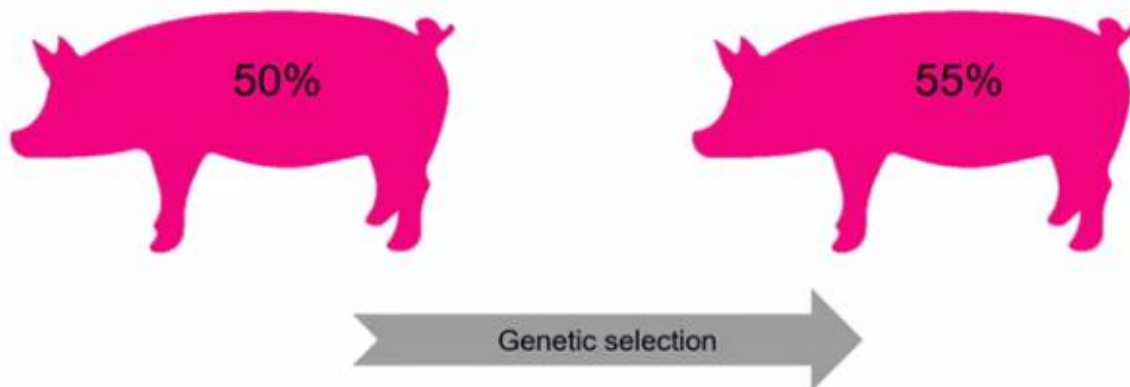
Para los puercos más grandes la digestibilidad de los excrementos está relacionado al consumo, residuo de alimento. En dietas altas en fibra con trigo, cebada y subproductos la composición de la microbiota en excrementos del colon para los muy eficientes varía contra los que tienen una pobre eficiencia alimenticia. No así con dietas con maíz y soya. La eficiencia del nitrógeno y aminoácidos es heredable, lo mismo la composición de microflora intestinal y perfil de metabolitos del suero sanguíneo. Ello permite modelos de predicción genética para estimar peso al finalizado y los nutricionistas pueden colaborar con los genetistas para encontrar con cautela los individuos que tienen variación moderada o alta en la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra cruda, polisacáridos no amiláceos.

Figura 78. Digestibilidad de la proteína.



Hay variación fenotípica heredable entre los cerdos en crecimiento y los puercos al finalizado para predecir una moderada diferencia en la eficiencia individual del nitrógeno y más notoria en los aminoácidos consumidos en el alimento por sus diferentes curvas de crecimiento o incremento de peso, que son correlacionadas con la conversión alimenticia. La correlación fenotípica y genética va cambiando a través del tiempo entre la eficiencia de nitrógeno y las características por eficiencia alimenticia. Se puede seleccionar por eficiencia del nitrógeno, pero causa una peor conversión alimenticia al reducirse el consumo de alimento promedio por día con menor ganancia diaria.

Figura 79. Selección por digestibilidad.



El propio genoma, la composición de la microbiota fecal en el colon, la concentración de los metabolitos del suero sanguíneo está ligado a la variación en las características de la eficiencia alimenticia. Hay variación fenotípica en las características en eficiencia alimenticia en proporción con la asociación de la microbiota y el perfil de los metabolitos identificados, por

lo que se puede evaluar con mejor asertividad la heredabilidad del genoma con estos parámetros.

Los criadores de genética porcina pueden avanzar en una mejor eficiencia alimenticia seleccionado como característica la mejor digestibilidad de los nutrientes en el colon y la eficiencia del nitrógeno. Las plantas de alimento logran mejor eficiencia alimenticia en grupos de cerdos y puercos utilizando información de la composición microbial, los perfiles de metabolitos del suero y la digestión del alimento fecal. El porcicultor se beneficia si logra un entendimiento entre los criadores de pie de cría con las plantas de alimento balanceado para cerrar el gancho entre genetistas y nutricionistas para mejorar la eficiencia alimenticia de los cerdos en crecimiento y puercos en etapa de finalizado.

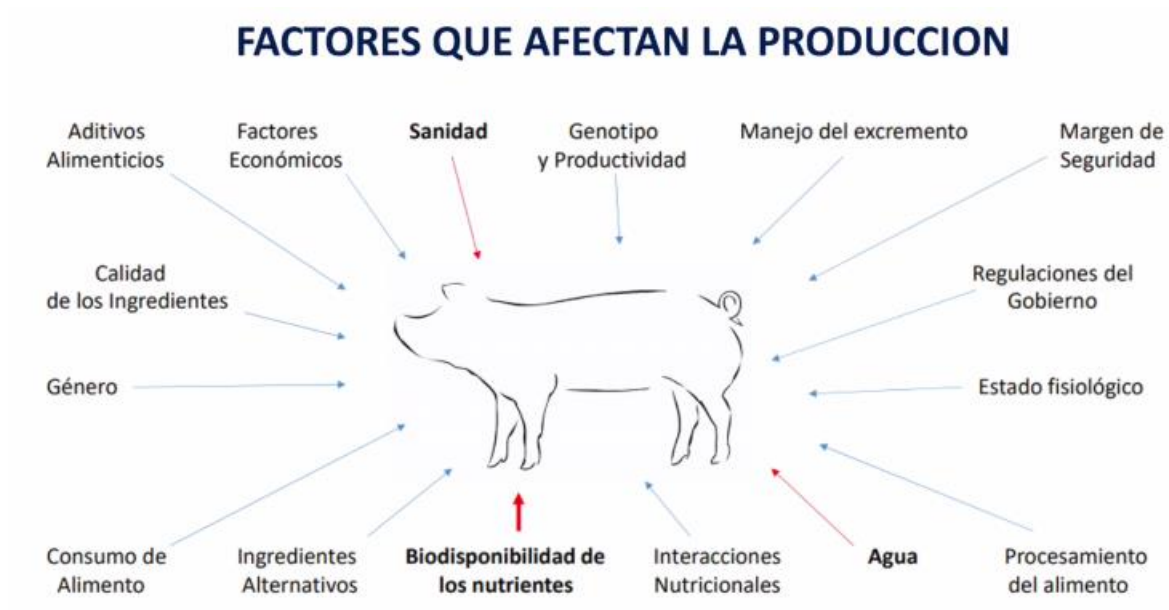
Rentabilidad sostenible de la producción porcícola.

Hoy por hoy hay mucha información técnica disponible con acceso desde el celular. Se aprende con los errores de casa, pero también con los informes de otros países, se han mejorado instrumentos de monitoreo y las Asociaciones de Porcicultores comienzan a elaborar páginas abiertas consultando con la APP al ser miembro o laborar para una empresa asociada.

Alcanzar un alto nivel de salud de toda la piara es elemental y se logra solo aplicando los más estrictos controles y protocolos de bioseguridad y biocontención. Tanto para los patógenos virales como la peste porcina africana PPA o para una simple gripa. Aislamiento desde el rastro, planta de alimentos balanceados, laboratorio de diagnóstico, bodega de granos, farmacia veterinaria, transporte y personal como invitados que ofrecen servicios de asistencia técnica. El factor humano en su necesidad social de contactarse con sus amistades es esencial en la implementación de los protocolos técnicos y administrativos. La seguridad ante todo para seguir produciendo de forma eficiente, sostenible y rentable.

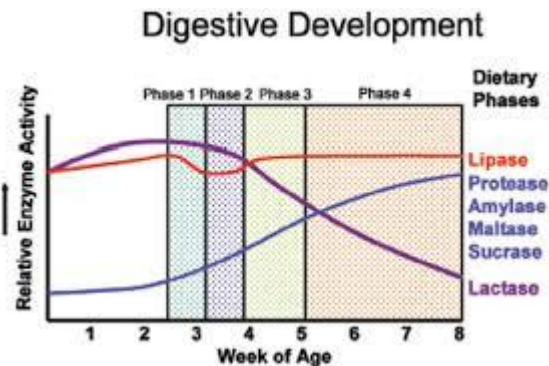
La integración, seguimiento, evaluación sistemática y toma de decisiones zootécnicas en conjunto con las enfermedades, ambiente, consumo de alimento, instalaciones, manejo, nutrición, genética y otros. Los factores de la producción porcina.

Figura 80. Factores que influyen en la producción en granja.



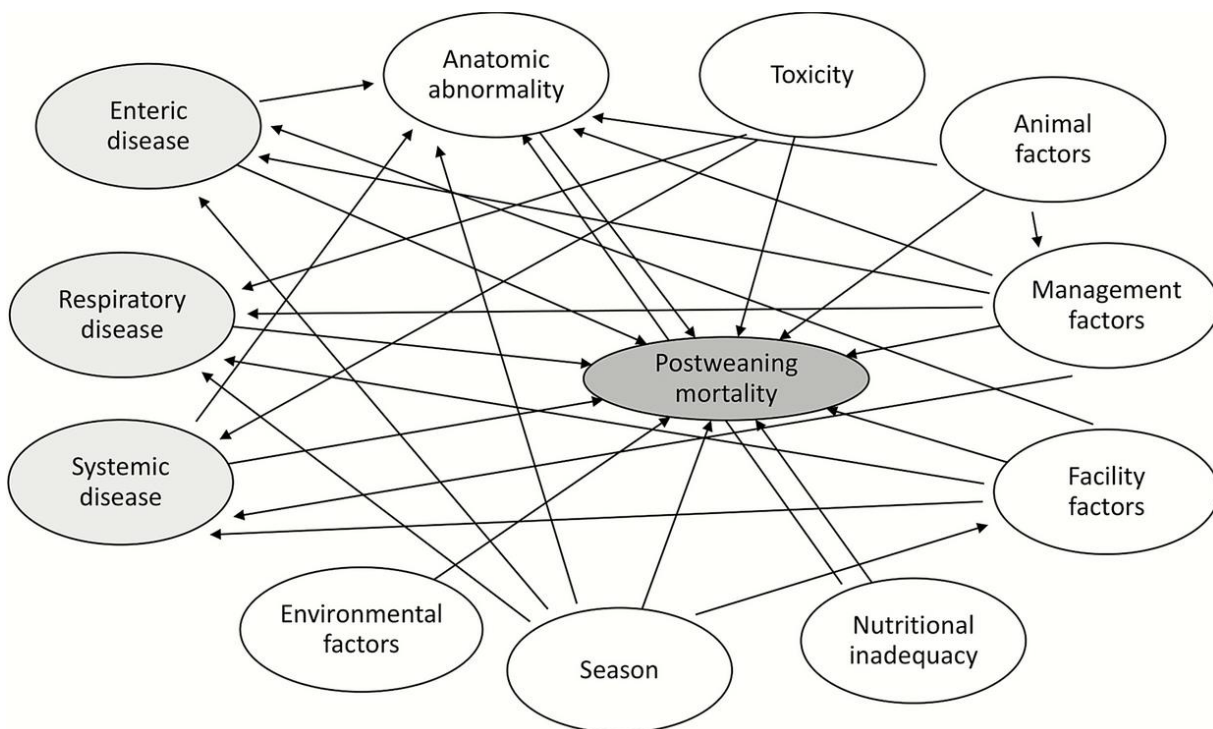
Conocer las capacidades de madurez fisiológica del lechón lactante y destetado para adaptarse al alimento sustituto de leche. En complemento de las figuras 41, 41, 63. Sigue la interrogante de elegir peso al destete o el número de días como lactante. Si bien ambas son válidas necesitan la presencia del contenido de alimento sólido en el estómago y la habilidad de continuar consumiendo alimento aún a pesar del cambio social y cambios de jerarquía que se presentan durante la etapa del destete e inicio del proceso en otra granja sitio II.

Figura 81. Desarrollo enzimático del lechón lactante y destetado.



La mortalidad de los cerdos durante el destete es crítica para la rentabilidad del productor, mucho más que el número de partos por cerda por año.

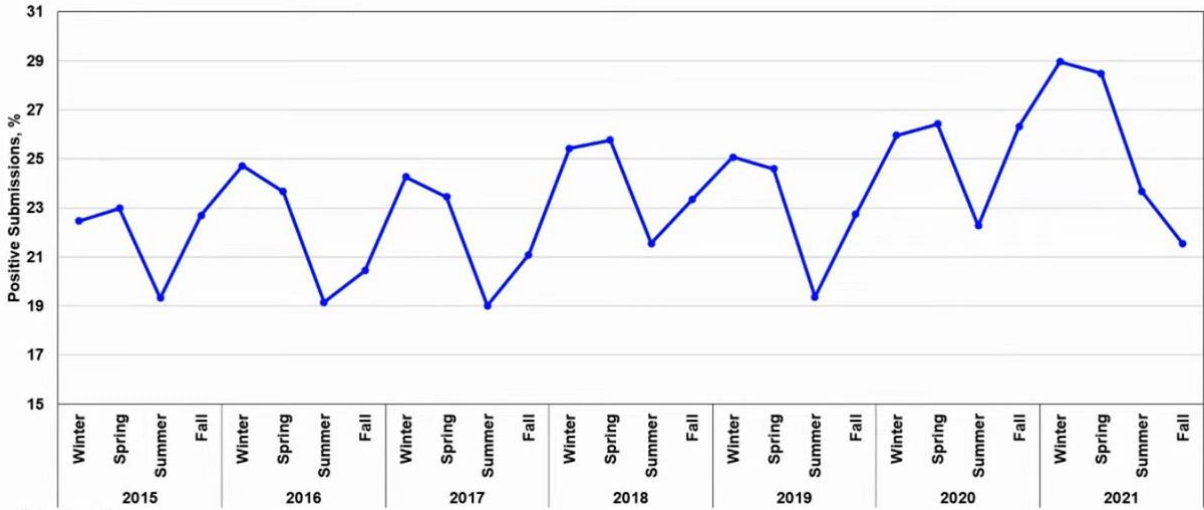
Figura 82. Causas de la mortalidad post-destete.



Los círculos grises son causas infecciosas y los ovoides blancos son causas de tipo no infecciosas. Las flechas señalan las vías de origen de las causas que influyen a la aparición de otra causa.

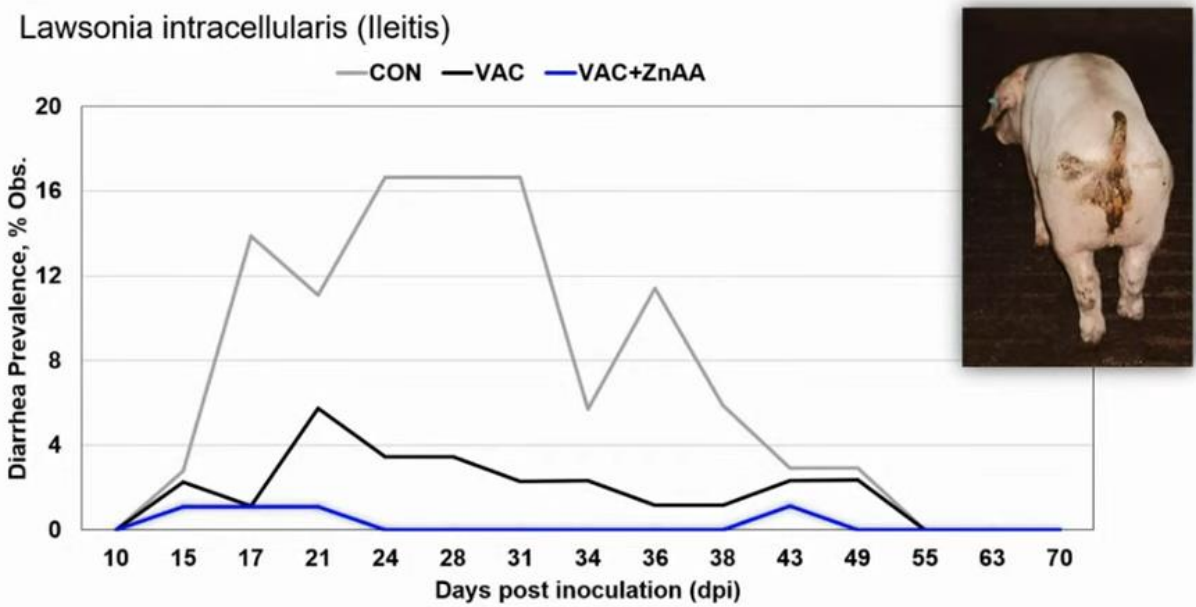
Las enfermedades son cíclicas y sus variantes cambian su patogenicidad. Hay que estar alertas con las medidas de seguridad sanitaria, aún con programas de vacunación o suplementando aditivos contra las enfermedades.

Figura 83. Ciclos estacionales y anuales del PRSS en Iowa.



Ya se inician pruebas de vacunación que no erradican la enfermedad del PRSS, pero ofreciendo dos aplicaciones de inmunización, las granjas afectadas severamente reducen su mortalidad de 18% a 13% y las unidades de producción menos contagiadas mejoran de 6% de mortalidad a 5%.

Figura 84. Efecto de vacunación contra Lawsonia y zinc orgánico.



Prevalencia de la diarrea en presencia de Lawsonia. La línea gris es control CON sin tratamiento. La línea negra se aplica la vacuna. La línea azul incluye vacunación con la suplementación de zinc orgánico de aminoácidos.

El cerdo silvestre se diferenció geográficamente entre Asia y Europa hace 1.2 millón de años. Su domesticación con más de 10,000 años lleva caminos separados por lo que genéticamente son divergentes, pero desde el siglo XVII la intervención humana para el cruzamiento de razas europeas y asiáticas fue más común. A partir de 1840 razas europeas se introducen a China basados en su fenotipo. En 1980 se inicia un programa de cruzamientos dirigido con razas occidentales buscando conformación y características productivas. Hoy las metas se han ampliado al desarrollarse predicciones genómicas y fenotípicas.

El grupo chino Best Genetics BGG comprende la importancia de generar su propio pie de cría nacional para no ser dependientes de las importaciones de carne. El país mayor consumidor de carne de cerdo en el mundo. Debido a que la crianza de un cerdo en las condiciones de manejo de China lo hacen 2.5 veces más caro que el costo de producción en los EUA. Esto debido principalmente a las grandes importaciones de insumos alimenticios y al bajo ambiente zoonosario de sus instalaciones. El grupo genético espera mejorar 1.35 lechones más al nacimiento en un proceso de selección a 5 años partiendo de una piara que está logrando 15 lechones nacidos vivos. Se busca reducir la grasa dorsal de los machos sementales.

Hay cientos de empresas chinas y extranjeras ofreciendo servicios de genética con pequeños núcleos multiplicadores con líneas avanzadas de machos finalizadores y líneas de hembras hiperprolíficas que necesitan unirse en un esfuerzo común de selección genética nacional para poder avanzar empleando las nuevas tecnologías y metodologías estadísticas de selección. La genética no es de individuos sino de poblaciones que presenten variabilidad para poder diferenciar a los mejores candidatos que conformarán el pie de cría núcleo del país.

Figura 85. Mejoramiento genético en China por Best Genetic Group.



Los lechones son muesqueados en la oreja desde que tienen un día de nacidos para obtener DNA que ayude a predecir días por adelantado su comportamiento genético y con ello reducir costos de producción con los candidatos no óptimos que retroalimenten la información para identificar a las mejores madres que conformarán el pie de cría del núcleo principal.

En China existe la tecnología disponible para realizar las aplicaciones de identificar y valorar los genes que participan en la resiliencia de las poblaciones e individuos seleccionados para la producción de carne. Los registros, observaciones en la toma de datos, estadísticas de varianza, con análisis de regresión y correlaciones retroalimentan las proyecciones de selección. China carece de la experiencia laboral y administrativa para alcanzar el avance genético necesario y solo saldrá avante si se unen los esfuerzos empresariales entre Asia y Occidente.

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

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 Nueva porcicultura sostenible.

Knox RV 2017.08.021 Theriogenology 112 pág. 44-52.

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

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