



**XXX Congreso Nacional de  
Porcicultura APOGUA**

# Modelaje de requerimientos nutricionales en cerdos

**Alberto Butrón**



# Temario

- **Introducción**
- **Requerimiento de energía en cerdos**
- **Requerimiento de lisina en cerdos**



# Introducción



**XXX Congreso Nacional de  
Porcicultura APOGUA**



- **Nutrición de precisión**

- Proveer dietas optimizadas a los animales, en función de sus requerimientos nutricionales específicos
- Toma en cuenta factores como la edad, peso, ganancia de peso y estado sanitario, para eficientar la eficiencia alimenticia
- Este enfoque permite estrategias de alimentación más dirigidas y precisas, disminuyendo el desperdicio de alimento y excreción de nutrientes, a la vez que mejora la sustentabilidad y retorno económico de la producción porcina



# Requerimientos nutricionales de los cerdos – Energía



**XXX Congreso Nacional de  
Porcicultura APOGUA**

# Energía

- **Mantenimiento**

- Requerimiento de energía para las funciones del organismo y actividad moderada
- Se expresa en términos de **peso metabólico** → **Peso Corporal<sup>(0.54 - 0.75)</sup>** (Tess, 1981)
  - **Peso corporal<sup>0.67</sup>** (Heusner, 1982)
  - **Peso corporal<sup>0.60</sup>** (Noblet et al., 1989b)
  - **Peso corporal<sup>0.42</sup>** (Noblet et al., 1994)



# Energía

- **Mantenimiento**

- El requerimiento de energía **metabolizable** para mantenimiento (**EMm**) para  $PV^{0.75}$  está entre 92 y 160 kcal
- El valor más comúnmente usado para estimar **MEm**, son 106 kcal por kilogramo de peso metabólico calculado con la potencia de 0.75 (Whittemore, 1976; Bohme et al., 1980; Wenk et al., 1980; Agricultural Research Council, 1981; Noblet y Le Dividich, 1982; Campbell y Dunkin, 1983; Close y Stanier, 1984; McNutt y Ewan, 1984; Gadeken et al., 1985; Noblet et al., 1985)



# Energía

- **Mantenimiento**
  - Algunos estudios sugieren que **MEm** se puede calcular de forma más precisa considerando el requerimiento en función de la **proteína corporal**
    - **MEm** (kcal/día) para cerdos en crecimiento =  $442 (Pt^{0.78})$  (Whittemore, 1983)
    - **MEm** (kcal/día) para cerdas gestantes =  $600 (Pt^{0.648})$  (Whittemore, 1990)
  - La medición de la proteína corporal se puede hacer mediante absorciómetro de rayos X de energía dual (Poco práctico) (Mitchel, 1996)





# Energía

- **Mantenimiento**
- La energía **neta** para mantenimiento (**NEm**) se ha estimado por los mismos autores en períodos relativamente cortos con los siguientes valores
  - **NEm** (kcal/día) = 71 ( $PV^{0.75}$ ) (Noblet y Ewan, 1982)
  - **NEm** (kcal/día) = 78 ( $PV^{0.75}$ ) (Noblet y Ewan, 1982c)
  - **NEm** (kcal/día) = 86 ( $PV^{0.42}$ ) (Noblet et al, 1994)



# Energía

- **Crecimiento**

- Las necesidades de energía para crecimiento están en función de la proporción de **proteína** y **lípidos** en tejidos ganados

- $MEI \text{ (kcal/día) para crecimiento} = (1/kp) \text{ PEG} + (1/kf) \text{ LEG}$  (Kielanowski, 1965)

- **PEG** → Energía en ganancia de proteína, → **10.6** kcal/g
- **LEG** → Energía en ganancia de lípidos, → **12.5** kcal/g



# Energía

- Crecimiento

- MEI (kcal/día) para cerdos en crecimiento =  $(1/k_p)$  PEG +  $(1/k_f)$  LEG (Kielanowski, 1965)

- $K_p$  → Eficiencia parcial de uso de EM para ganancia de energía de proteína

- $K_f$  → Eficiencia parcial de uso de EM para ganancia de energía de lípidos

- $K_p = (0.36 - 0.57)$  (Tess et al.,1984b)

- $K_p = (0.47 - 0.51)$  (Birkett y de Lange, 2001c)

- $K_f = (0.57 - 0.81)$  (Tess et al.,1984b)

- $K_f = (0.66 - 0.72)$  (Tess et al.,1984b)



# Energía

- **Requerimiento de energía (kcal/día)**

- MEI (kcal/día) para cerdos en crecimiento = MEm + (1/kp) PEG + (1/kf) LEG (Kielanowski, 1965)

- MEI (Kcal/día) =  $106 PV^{0.75} + (1/0.4775) 10.6 * Pd + (1/0.69) 12.5 Ld$

- Ejemplo:

- Peso inicial, kg = 49.6

- Peso final, kg = 70.2 kg

- **PV**, kg = **59.9**

- **Pd**, g = **147**

- **Ld**, g = **65.6**

- ME, kcal/día =  $106 * 59.9^{0.76} + (2.094) * 10.6 * 147 + (1.449) * 12.5 * 65.6 = 6,829$   
Kcal/día

- EM, kcal/kg = 3,300

- Consumo promedio diario, kg = 2.05



# Energía

- **Requerimiento de energía (kcal/día)**
  - Modelos más recientes, estiman el requerimiento de energía, en función del **peso corporal** como única variable (Schinckel et al., 2009b)
    - $ME, \text{ kcal/día} = 10,563 \times \{1 - \exp [-\exp (-4.04) \times PV]\}$
    - $ME, \text{ kcal/día} = 10,563 \times \{1 - \exp [-\exp (-4.04) \times 59.9]\} = 6,882$
    - $EM, \text{ kcal/kg} = 3,300$
    - Consumo promedio diario,  $\text{kg} = 2.07$



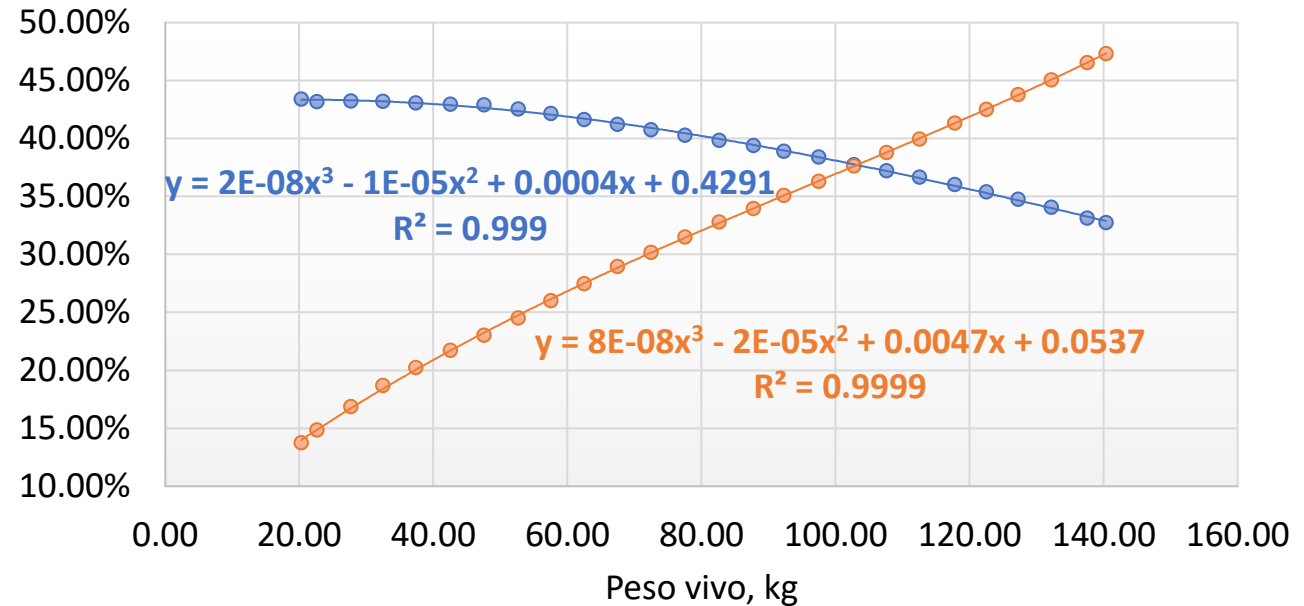
# Energía

- **Requerimiento de energía (kcal/día)**
  - Otros autores relacionan el requerimiento al peso vivo y ganancia de peso
    - $ME, \text{kcal/día} = (106 PV^{0.75}) + (2182.6 + 70.886 PV - 0.2026 PV^2) \times \text{GDP}$  (Rostagno S, et al., 2017)
    - $ME, \text{kcal/día} = (206 PV^{0.60}) + (0.161 \times 12.1 + 0.203 \times 12.8) \times \text{GDP}$  (Mateos G, Gasa J, Mateos G, 2013)
      - 12.1 es la energía usada para ganancia de proteína
      - 12.8 es la energía usada para ganancia de grasa
      - GDP es ganancia diaria de peso



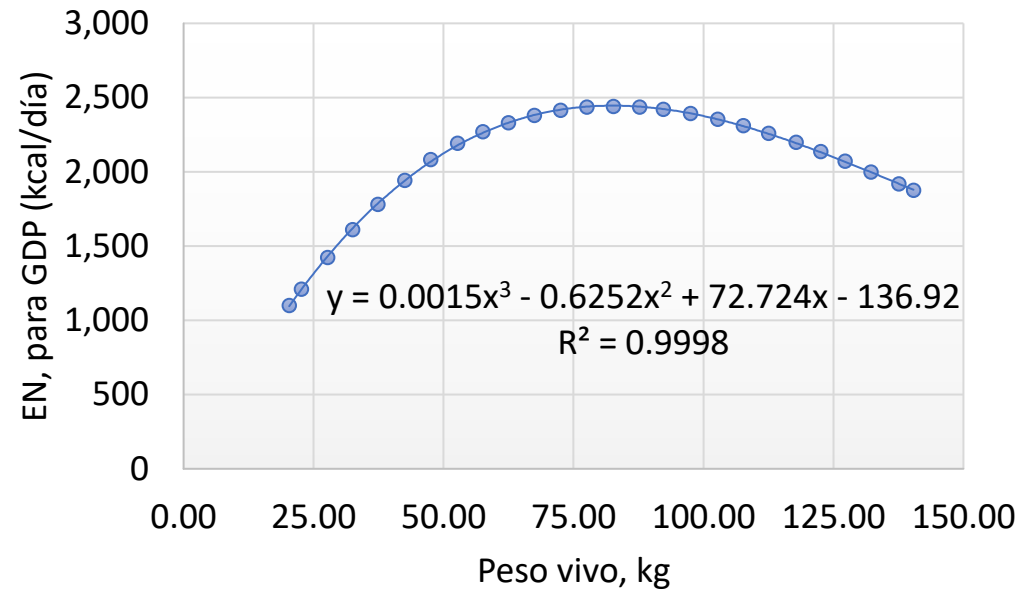
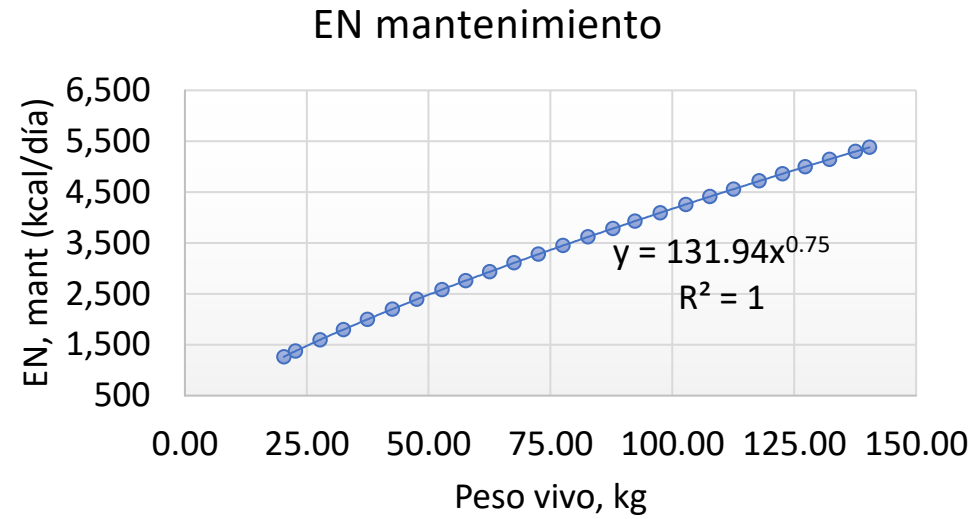
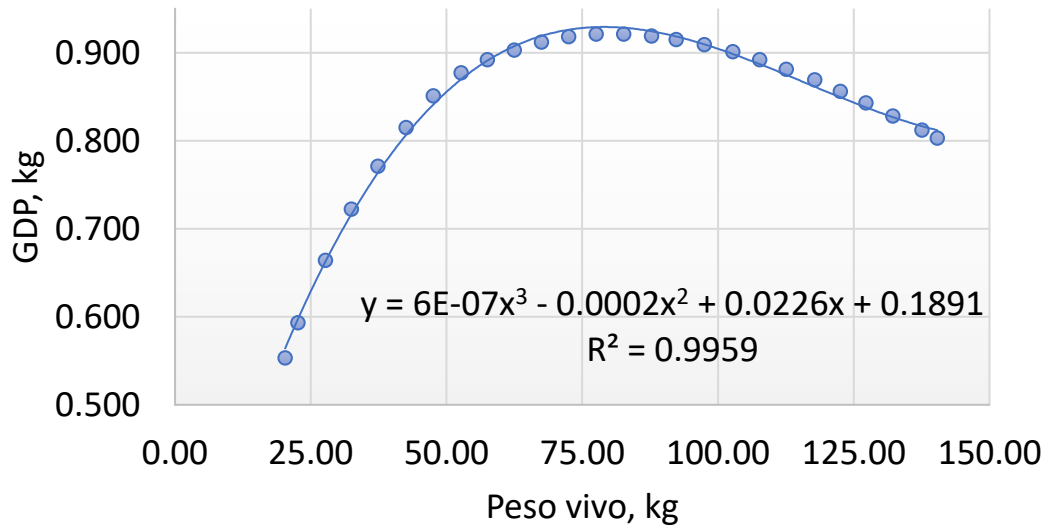
# Energía

- Requerimiento de energía (kcal/día)
  - La ganancia de peso no tiene una respuesta lineal a la ganancia de tejido magro, ni a la ganancia de tejido adiposo, sin embargo..



# Energía Neta en relación a la GDP

- GDP en relación al peso vivo
- EN mantenimiento
- EN ganancia de peso





# Energía Neta en relación a la GDP

- Permite estimar demanda energética en relación a la ganancia diaria de peso más requerimiento de mantenimiento

	Genética 1	Genética 2
Peso inicial	49.600	49.600
Peso final	70.200	70.200
Peso medio	59.900	59.900
GDP	1.002	0.922
EN, Kcal/día	5,407	5,201
EN, Kcal/kg	2,500	2,500
Consumo, kg/día	2.163	2.080
Consumo en relación al peso vivo	3.61%	3.47%
Presupuesto	44.5	46.5



# Requerimientos nutricionales de los cerdos – Lisina



**XXX Congreso Nacional de  
Porcicultura APOGUA**

# Lisina Digestible estandarizada en íleo (SID Lys)

El requerimiento diario de SID Lys es la suma de requerimiento para mantenimiento más acreción de proteína

- **Mantenimiento**
  - Se consideran 36 mg de SID Lys por cada kg de peso metabólico, calculado como  $PV^{0.75}$  (Wang y Fuller, 1989)
- **Acreción de proteína**
  - **2.55** gramos de la canal magra sin grasa equivale a 1 gramo de proteína corporal.
    - ... por lo que  $(1 / 2.55) = 39.2\%$  del tejido magro es proteína



# Lisina Digestible estandarizada en íleo (SID Lys)

- **Acreción de proteína**
- Cerdos con potencial medio a alto, de ganancia de tejido magro, (promedio de 325 g/día), de 20 a 125 kilos de peso vivo, tienen una acreción promedio de proteína de **127.5 g/día** (Susenbeth and Keitel, 1988); Bikker et al.,1996a,b)
  - $325 \text{ g de tejido magro} / 2.55 \text{ (gramos de proteína por cada gramo de tejido magro)} = 127.5 \text{ g/día de acreción promedio de proteína}$



# Lisina Digestible estandarizada en íleo (SID Lys)

- **Acreción de proteína**
  - El potencial de acreción de proteína cambia en relación al peso corporal de los cerdos en crecimiento
    - Acreción de proteína corporal (g/día) =  $(0.47666 + 0.02147 PV - 0.00023758 PV^2 + 0.000000713 PV^3) * 127.5$
- **Lisina digestible para acreción de proteína**
  - $SID\ Lys\ (g/día) = 0.123 * \text{acreción de proteína (g/día)} + 0.207$  Kerr (1993)



# Requerimiento de SID Lys (g/día)

- Ejemplo:

- Peso inicial, kg = 49.6
- Peso final, kg = 70.2
- PV, kg = **59.9**
- Consumo, kg/día = 2.05
- Ganancia de tejido magro = 325 g/día = **127.5** gramos de acreción de proteína

- SID Lys para mantenimiento, g/día =  $0.036 * 59.9^{0.75} = 0.775$
- Acreción de proteína, g/día =  $(0.47666 + 0.02147 * 59.9 - 0.00023758 * 59.9^2 + 0.000000713 * 10^3) * 127.5 = 135.6$
- SID Lys para acreción de proteína, g/día =  $0.123 * 135.6 + 0.207 = 16.886$
- SID Lys total, g/día =  $0.775 + 16.886 = 17.66$
- SID Lys, % =  $(17.66/2.05)/10 = 0.86$



# Lisina digestible ileal estandarizada (SID Lys)

- Requerimiento de EN(kcal/día) y SID Lys (g/día)

- Ejemplo:

- Peso inicial, kg = 49.6
- Peso final, kg = 70.2
- PV, kg = **59.9**
- GDP, kg = variable

<b>GDP</b>	<b>0.900</b>	<b>0.925</b>	<b>0.950</b>	<b>0.975</b>	<b>1.000</b>
Peso inicial	49.6	49.6	49.6	49.6	49.6
Peso final	70.2	70.2	70.2	70.2	70.2
Peso medio	59.9	59.9	59.9	59.9	59.9
EN, kcal/kg	5,145	5,175	5,206	5,236	5,267
SID Lys, g/día	17.9	18.3	18.8	19.3	19.8
EN, Kcal/kg	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Consumo	2.06	2.07	2.08	2.09	2.11
SID Lys, %	0.868	0.886	0.903	0.921	0.938
SID Lys : GDP	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8

## Requerimiento de SID Lys (g/día)

- La ganancia de peso y el depósito de proteína no mantienen la misma relación en función del peso corporal
- A partir de los 70 kilos, el depósito de proteína empieza a disminuir, pero la GDP se mantiene constante hasta aproximadamente 105 kilos
- Esto indica que la proporción de tejidos ganados cambia conforme los cerdos crecen

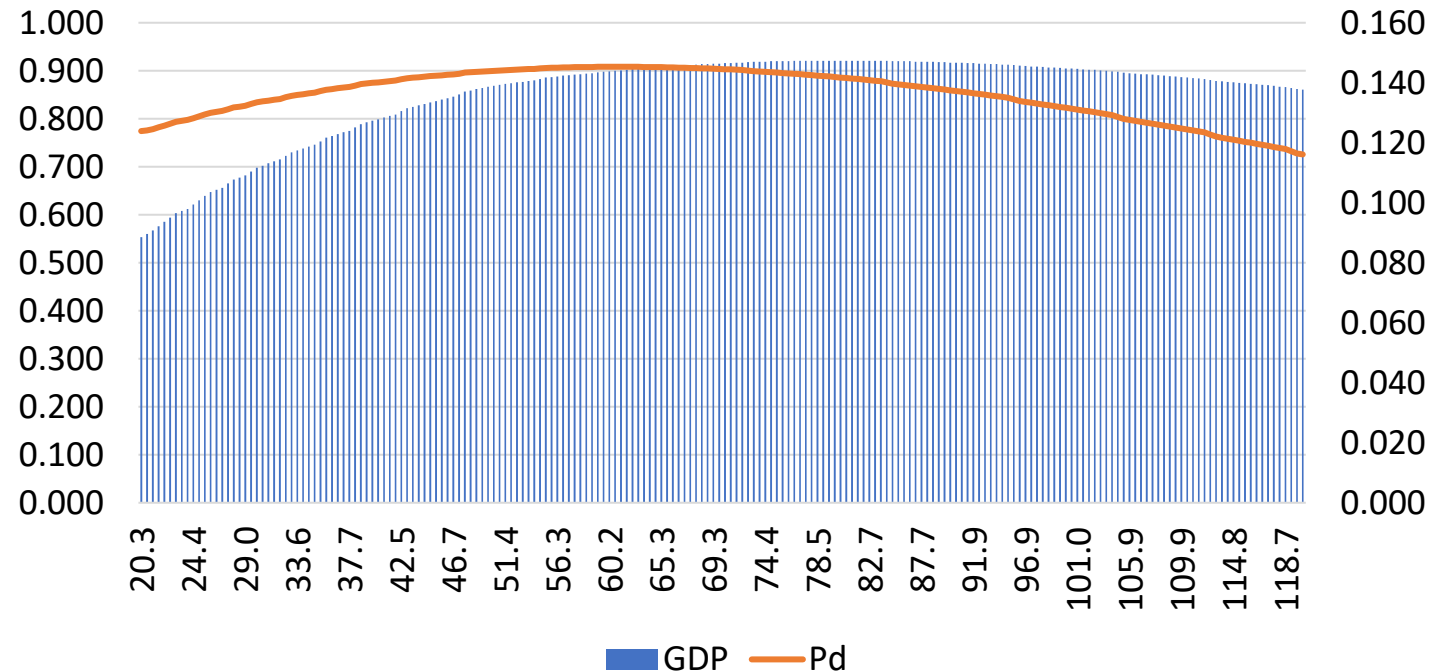


XXX Congreso Nacional de  
Porcicultura APOGUA

1. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council. (2012). Nutrient Requirements of Swine: 11th Revised Edition. NATIONAL ACADEMY PRESS.

2. Subcommittee on Swine Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council. (1998). Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition. NATIONAL ACADEMY PRESS

Pd y GDP a través de diferentes pesos corporales

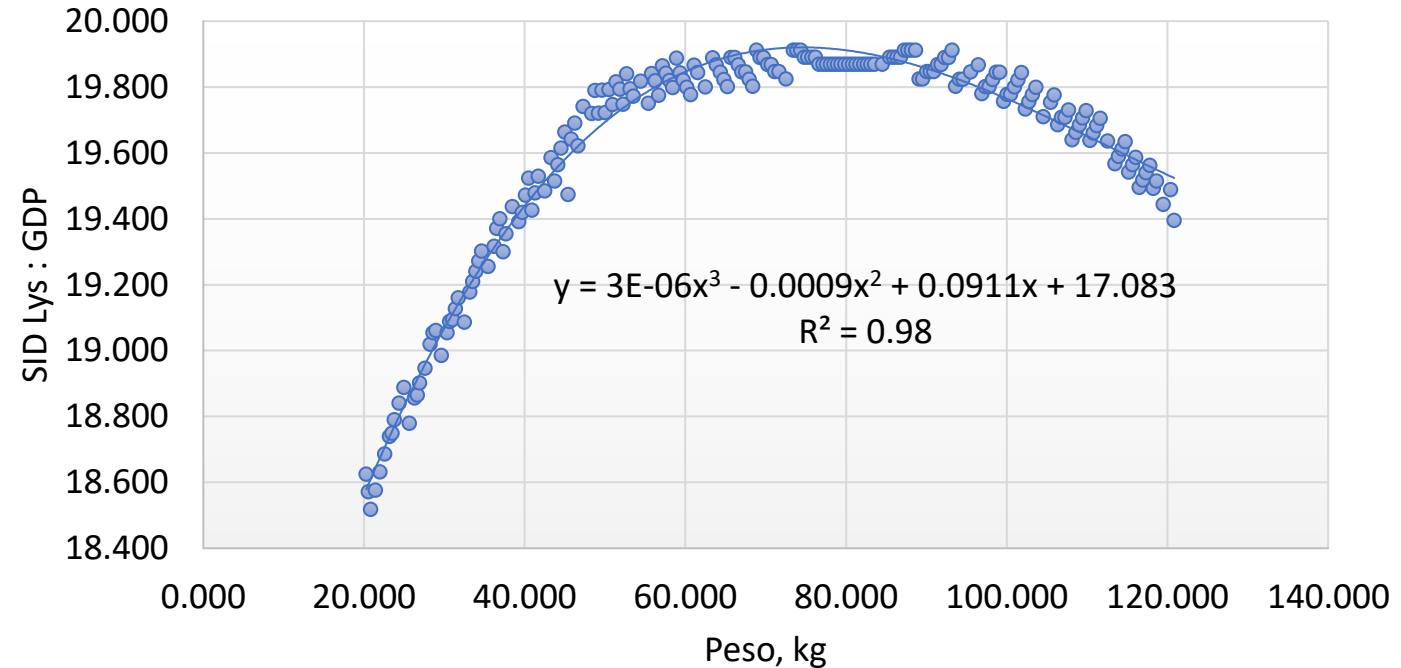




## Requerimiento de SID Lys (g/día)

- Si bien la relación de gramos de lisina necesarios por kilogramo de ganancia de peso no es constante a través de diferentes pesos corporales de cerdos en crecimiento, Se puede modelar esta relación a través de una relación polinómica de tercer orden ( $R^2 = 0.98$ )

SID Lys : GDP a través de diferentes pesos corporales



## Mensajes para llevar a casa

- El requerimiento de nutrientes y energía se determina en función de:
  - Peso vivo
  - Ganancia diaria de peso
    - Ganancia de tejido magro
    - Ganancia de grasa
- El consumo de alimento es dependiente de la demanda de energía
- Los cerdos no tienen requerimientos de porcentajes





XXX Congreso Nacional de  
Porcicultura APOGUA

Gracias por su tiempo

Alberto Butrón  
abutron@gponutec.com