



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

www.OECD.org/code/tractors.htm

Comparación de características y prestaciones de los motores de los tractores agrícolas con ensayo OCDE durante 1998 y 1999

Prof. Luis Márquez

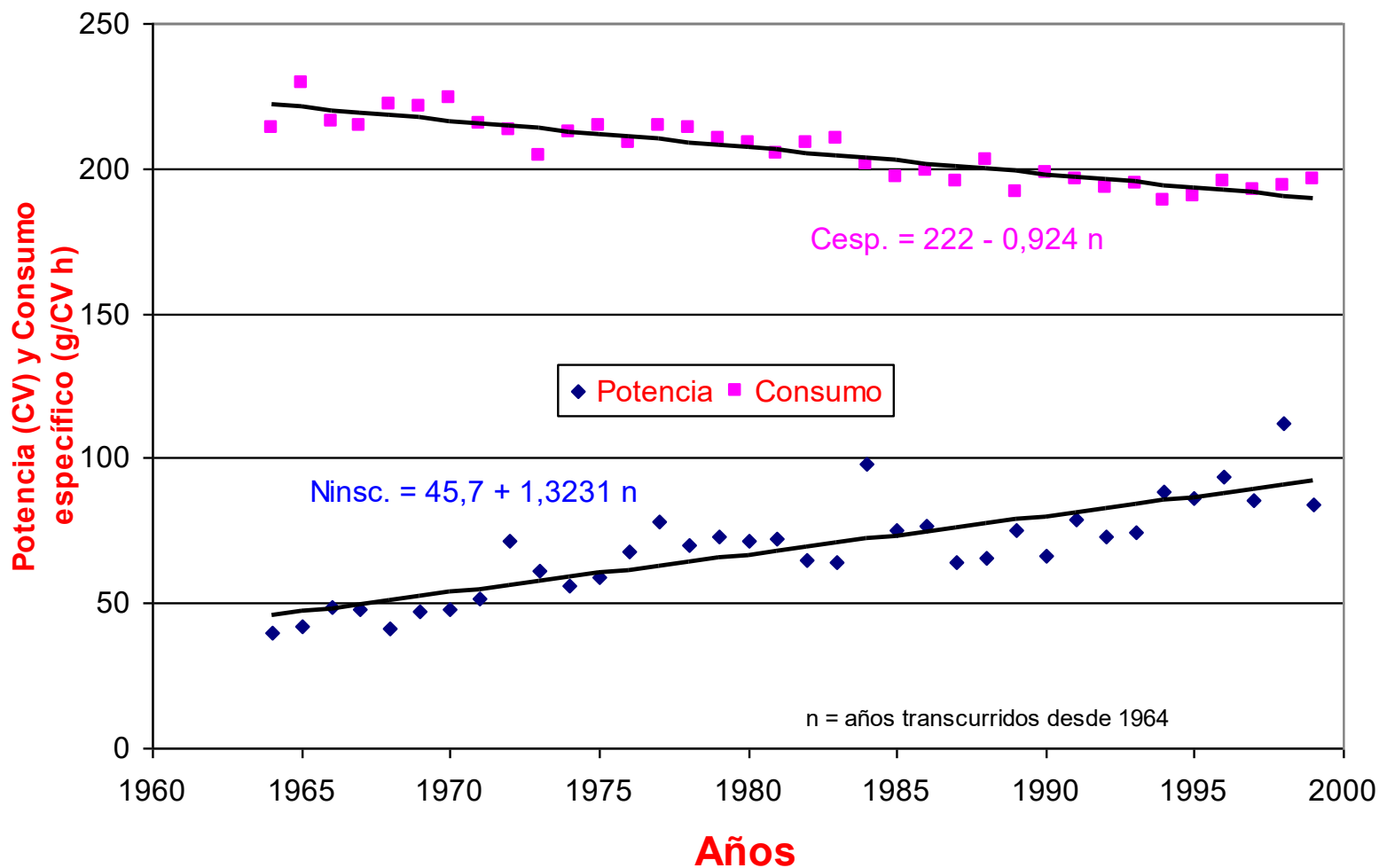
Dr. Ing. Agrónomo

Universidad Politécnica de Madrid



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

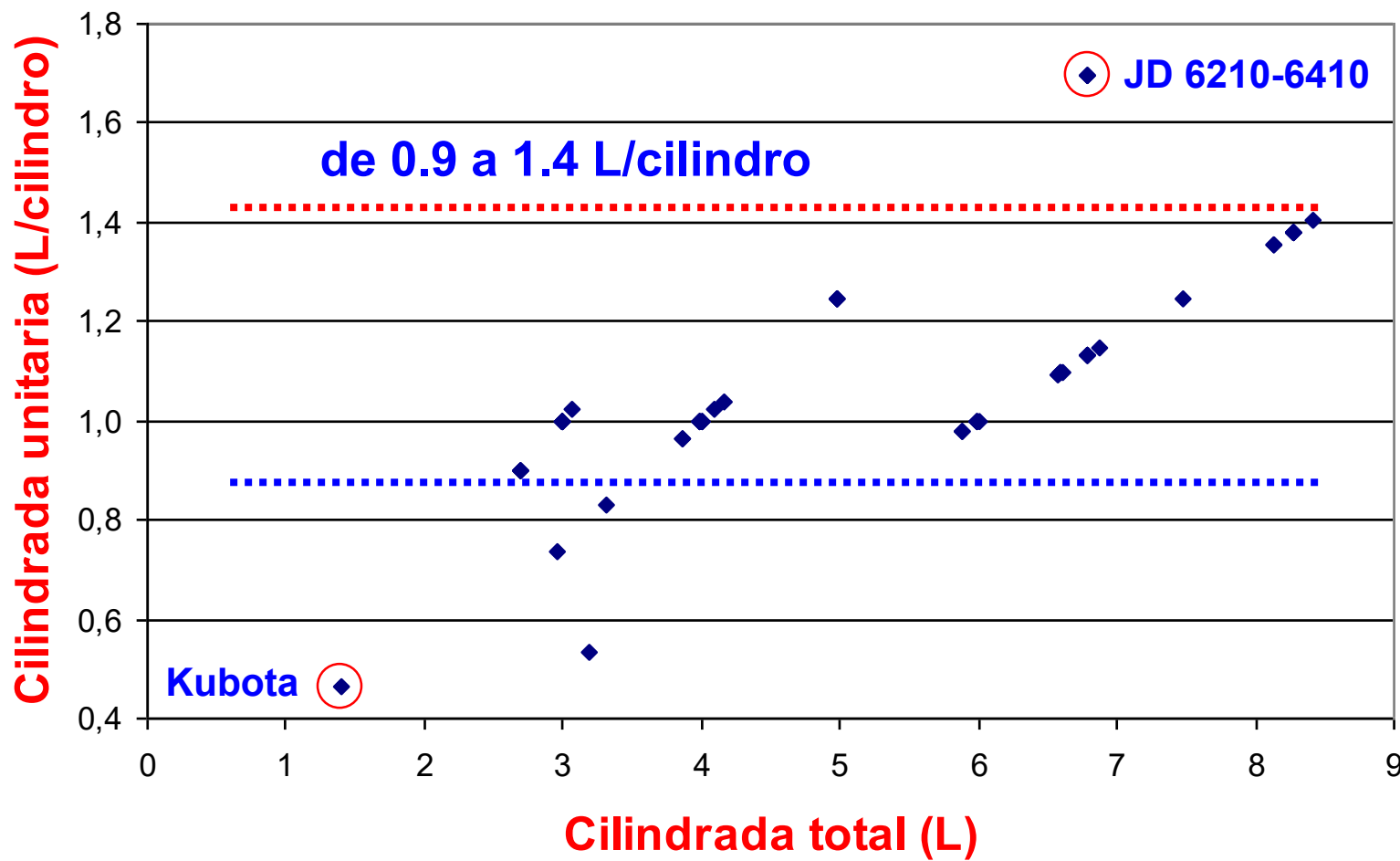
Evolución de los tractores agrícolas en España



Características comunes de los motores en los tractores agrícolas

- **Robustez: formar parte de la estructura**
- **Anchura reducida: mejorar el radio de giro**
- **Trabajar en ambiente agresivo (partículas)**
- **Refrigeración sobredimensionada (baja velocidad)**
- **Agrupación por “familias” para reducir los costes (series cortas)**
- **Mayor carrera que diámetro**
- **Pasar de 11 a 20 kW/L de cilindrada**

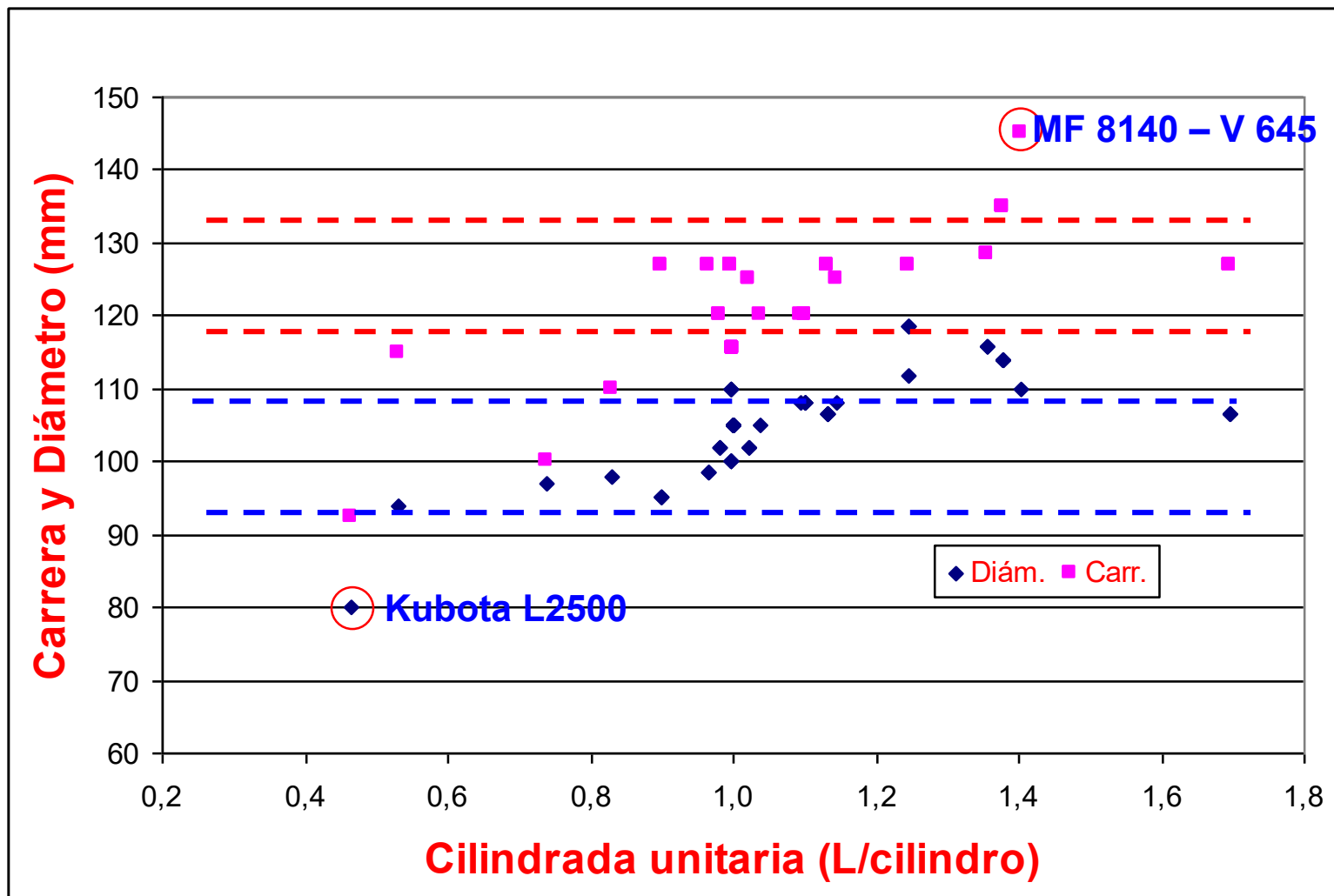
Variación de la cilindrada unitaria



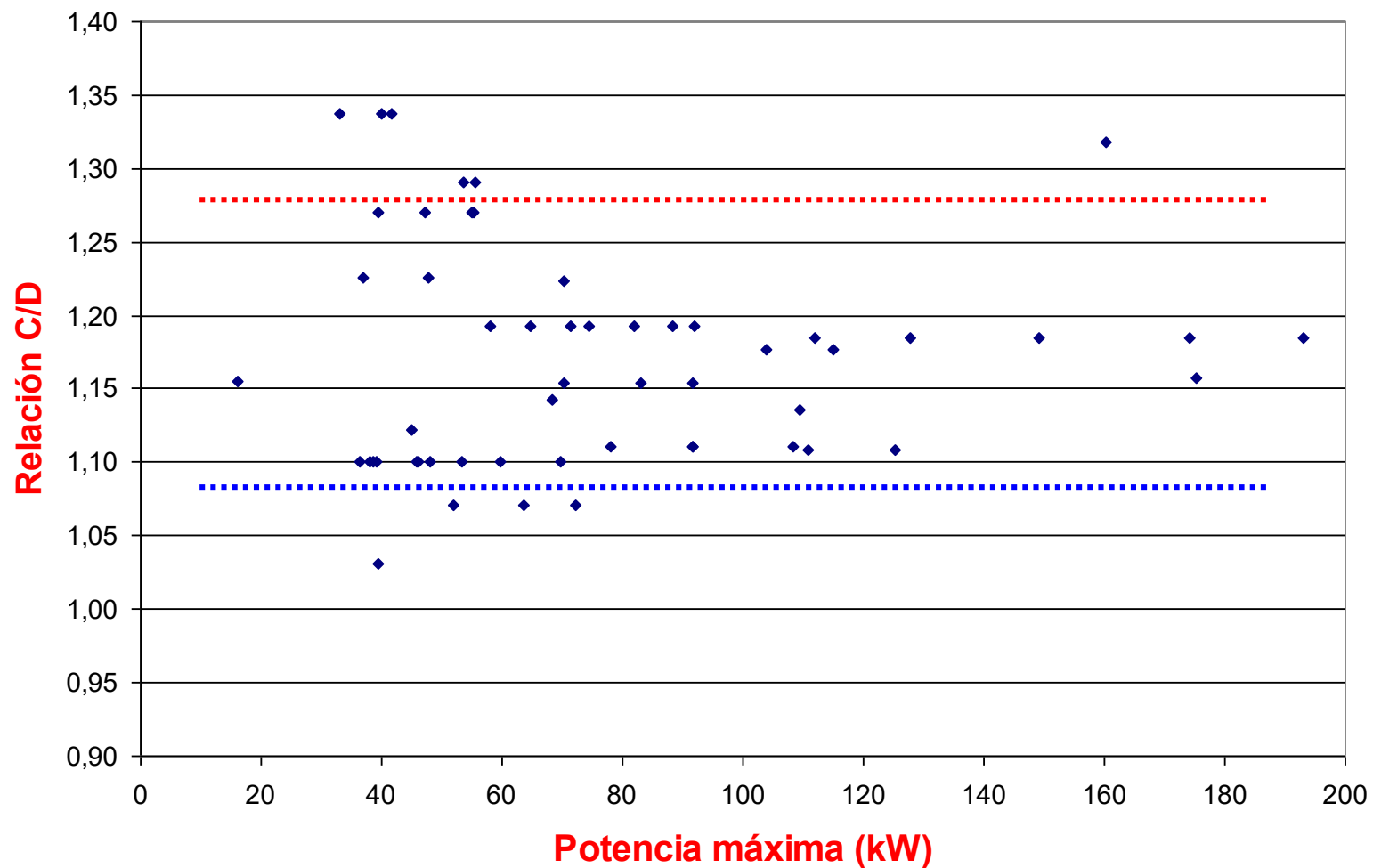


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Variación de carrera y diámetro



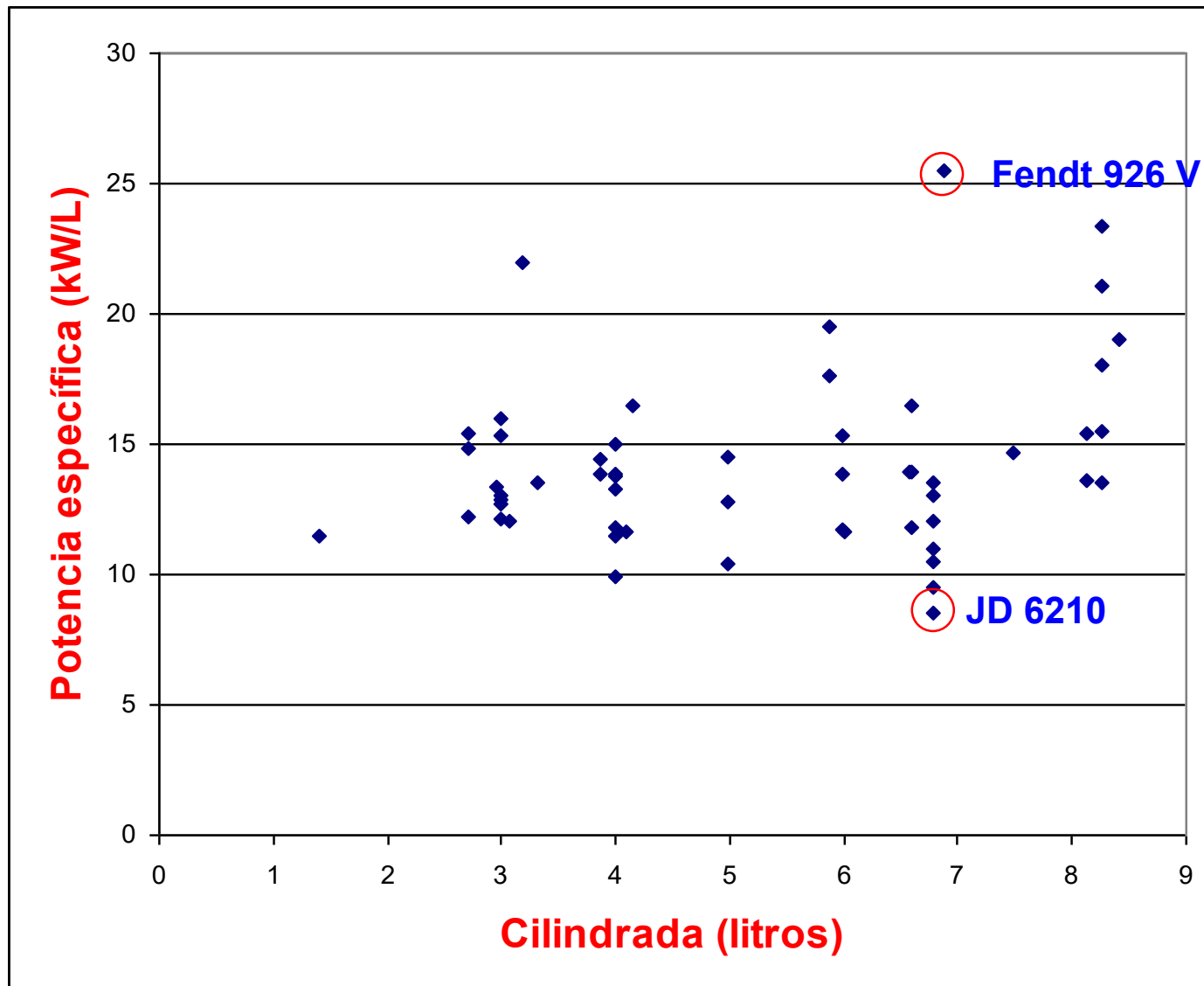
Variación de la relación carrera - diámetro con la potencia máxima



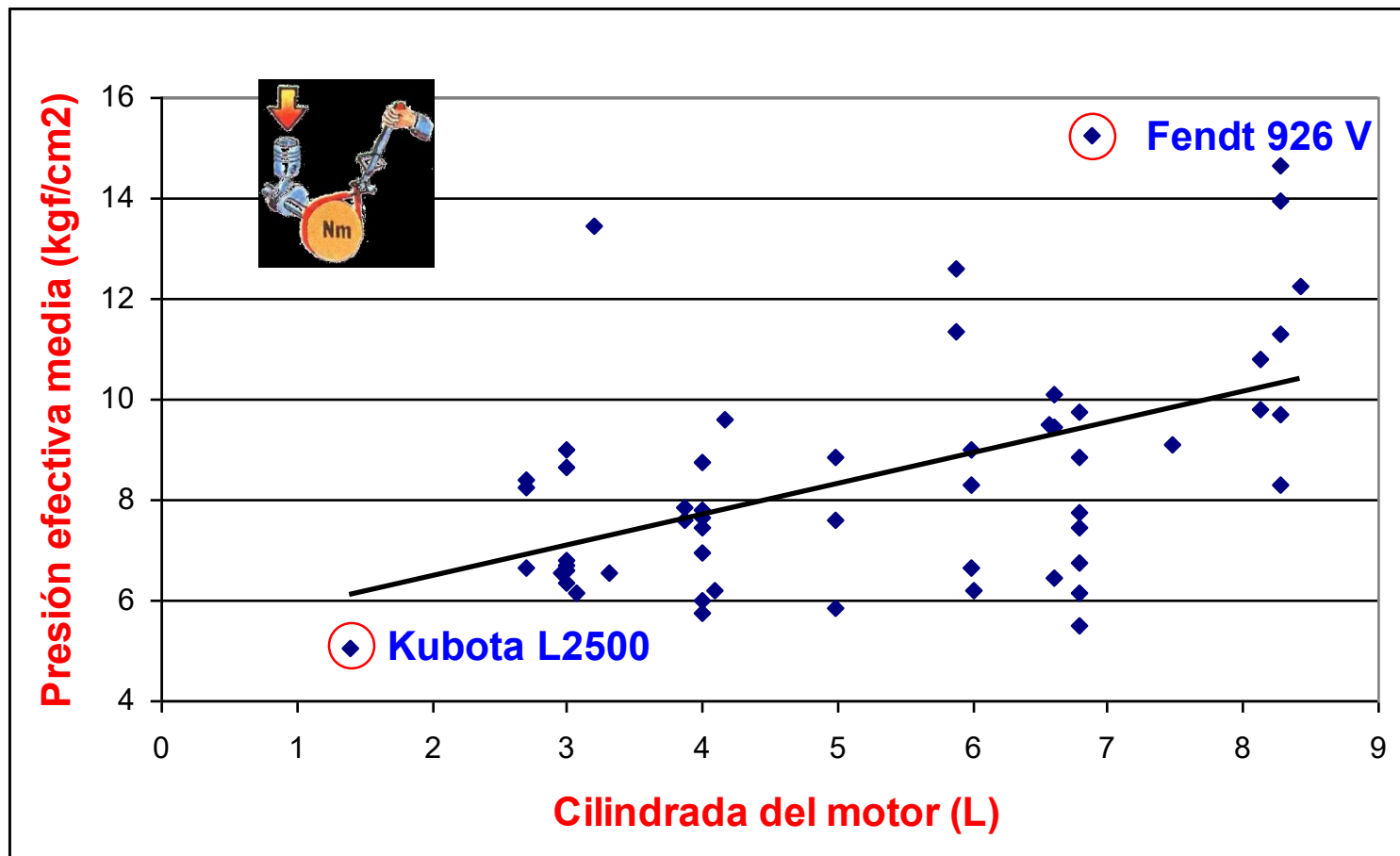


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRONOMOS

Potencia específica vs. Cilindrada



Variación de la presión efectiva media

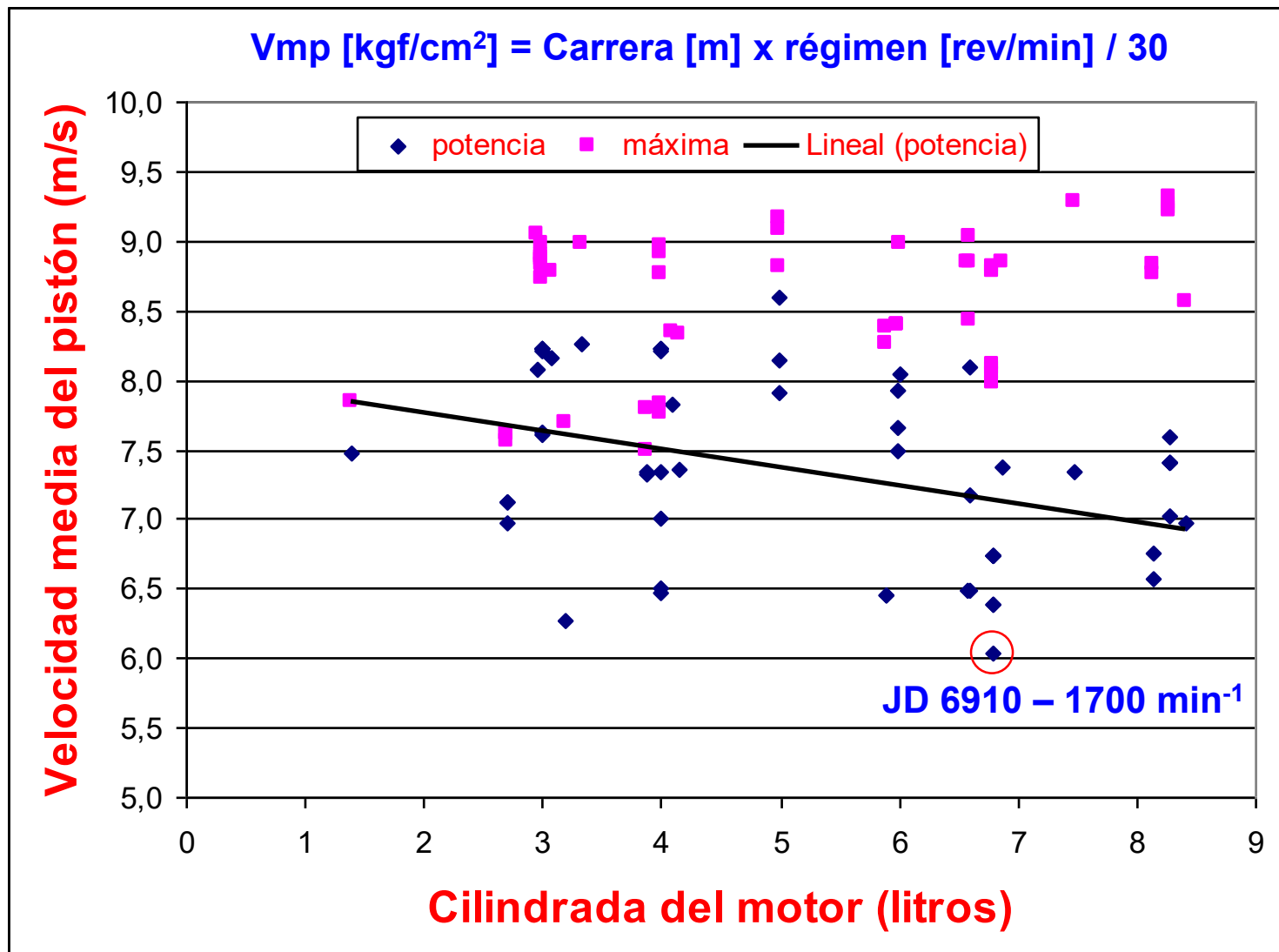


$$Pe \text{ [kgf/cm}^2\text{]} = 1224 \times \text{Potencia [kW]} / (\text{Cilindrada [L]} \times \text{régimen [rev/min]})$$

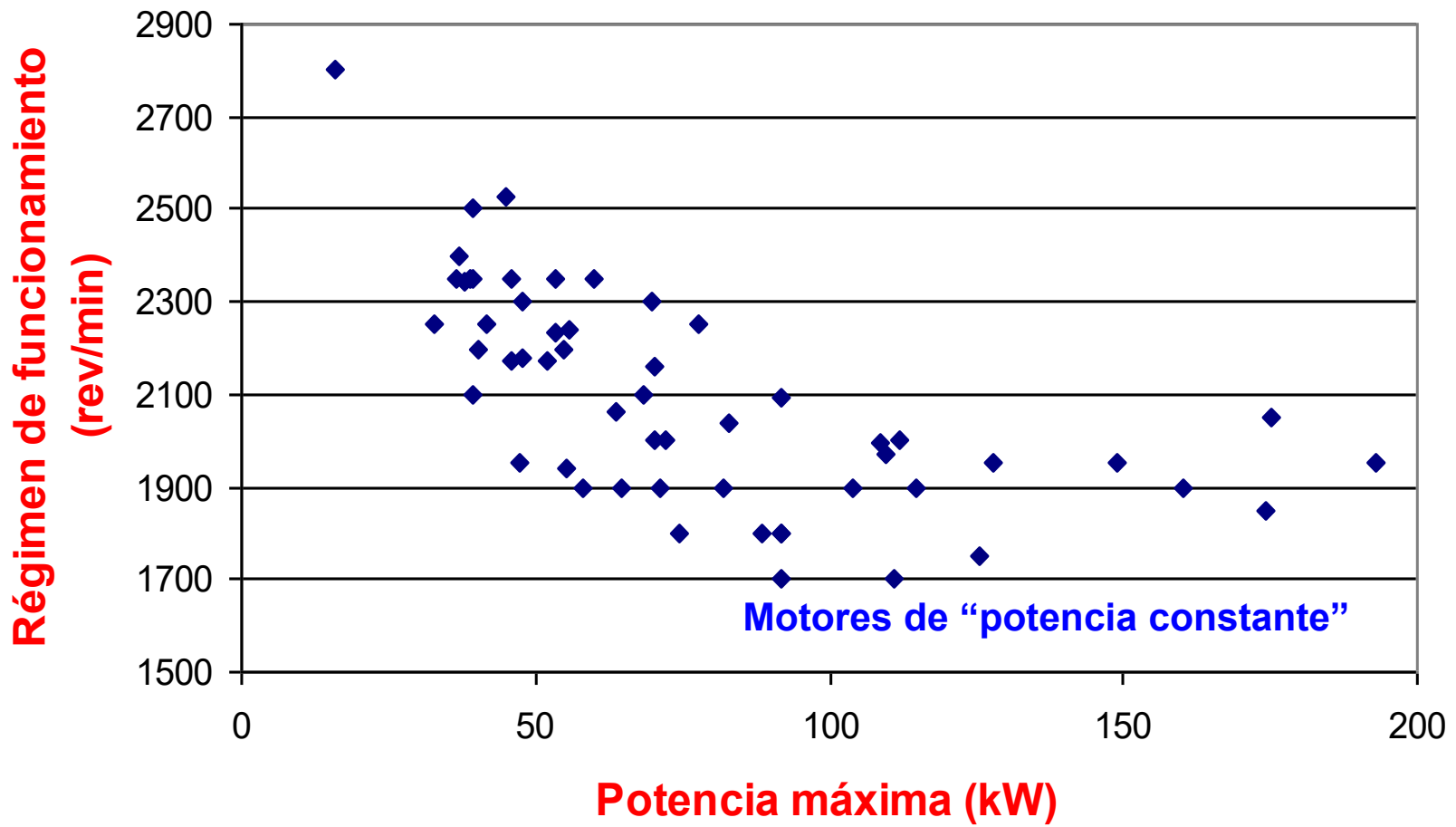


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Variación de la velocidad media del pistón



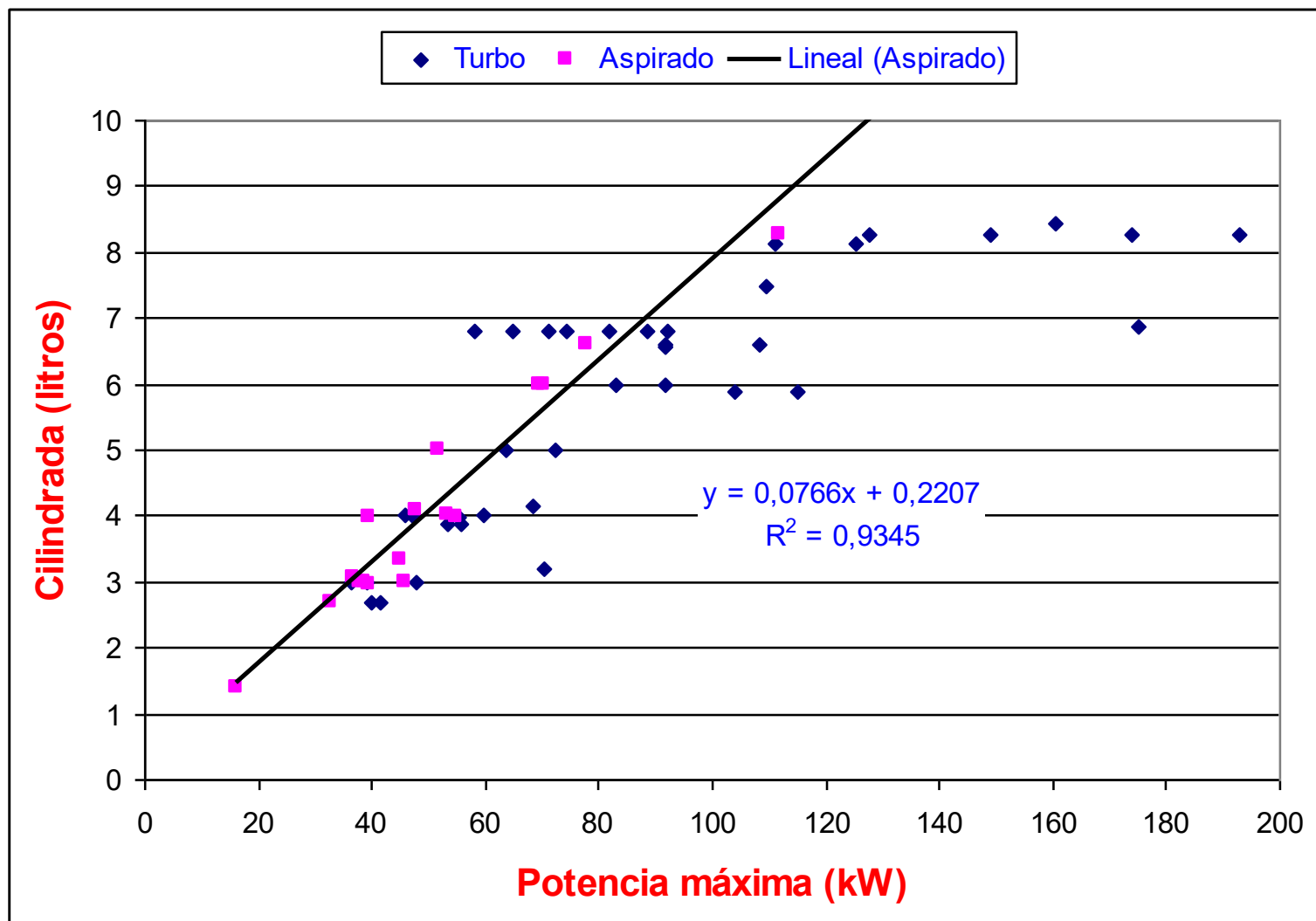
Variación del régimen de potencia máxima





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Cilindrada vs. Potencia máxima



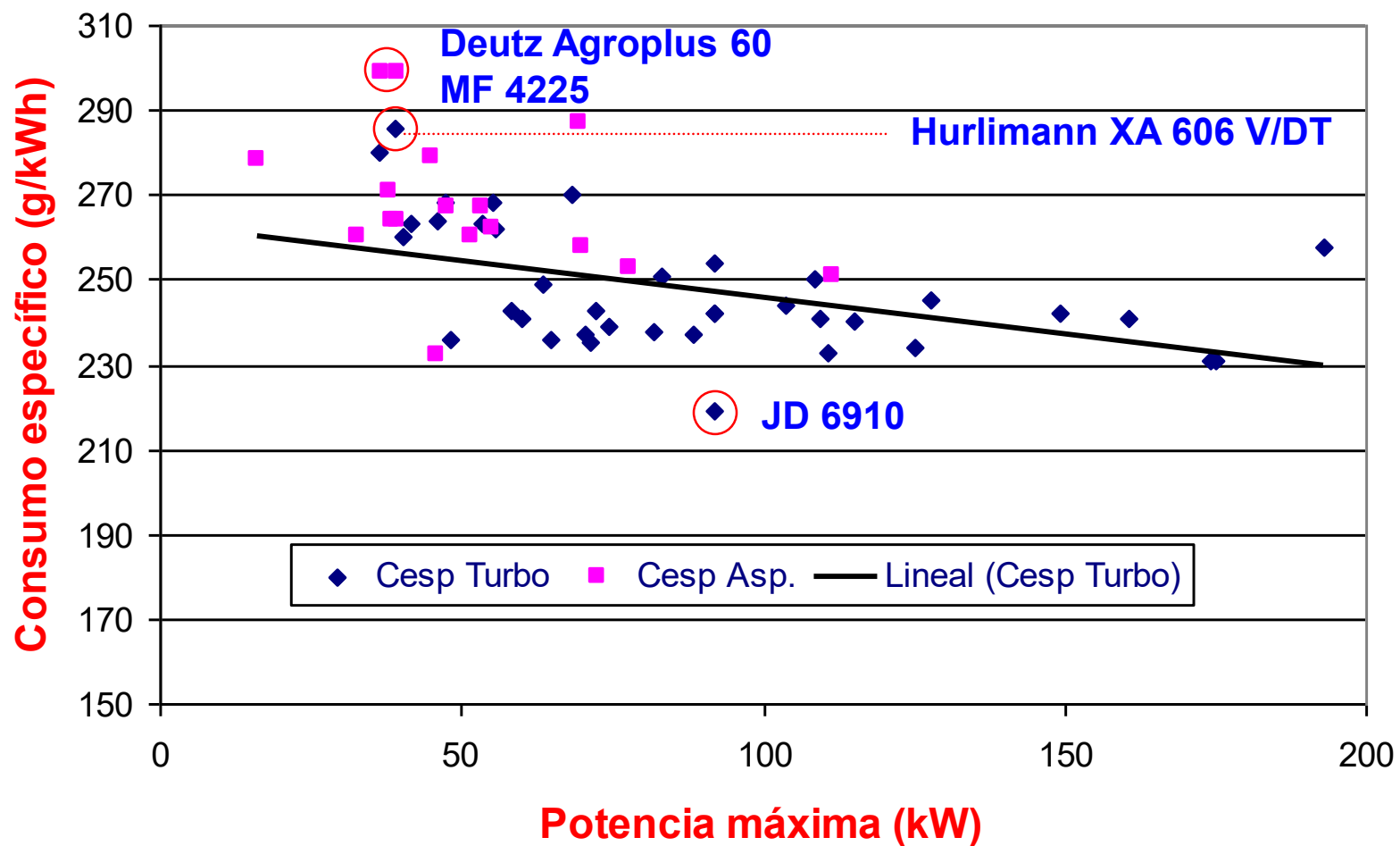


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

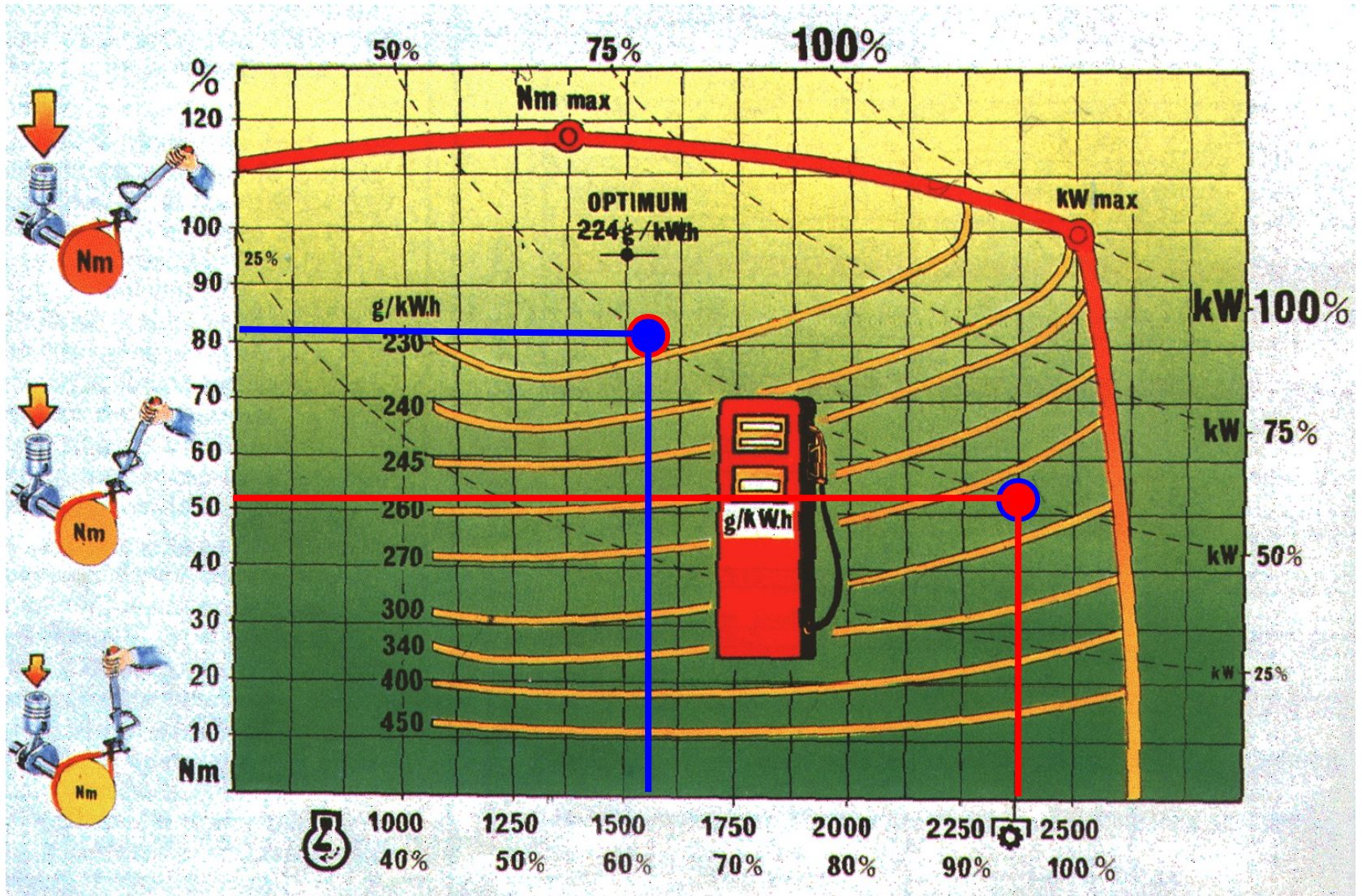
Conclusiones

- Bajo régimen de funcionamiento, con relación carrera diámetro relativamente alta y la velocidad media de pistón por debajo de los 10 m/s.
- En motores con 3, 4 y 6 cilindros, la cilindrada unitaria se encuentra generalmente entre 0.9 y 1.4 litros/cilindro.
- Potencia específica variable según los modelos: máximos de 25 kW/litro, mínimos de 8.6 kW/litro; la mayoría en el intervalo entre 10 y 17 kW/litro de cilindrada.
- La sobrealimentación con turbo permite conseguir potencias muy diferentes a partir de cilindradas muy similares.

Consumo específico a potencia máxima



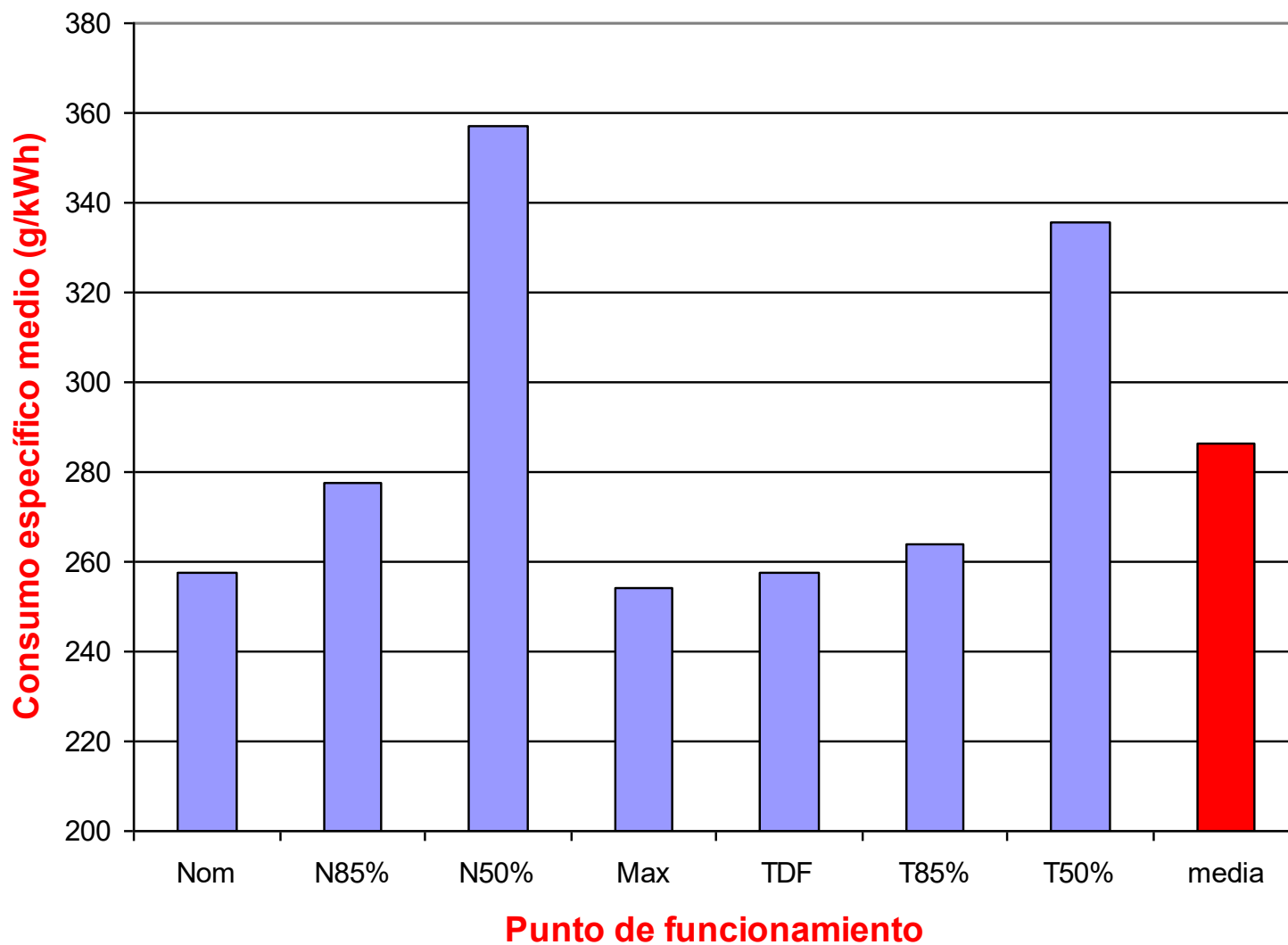
Curvas de iso-consumo



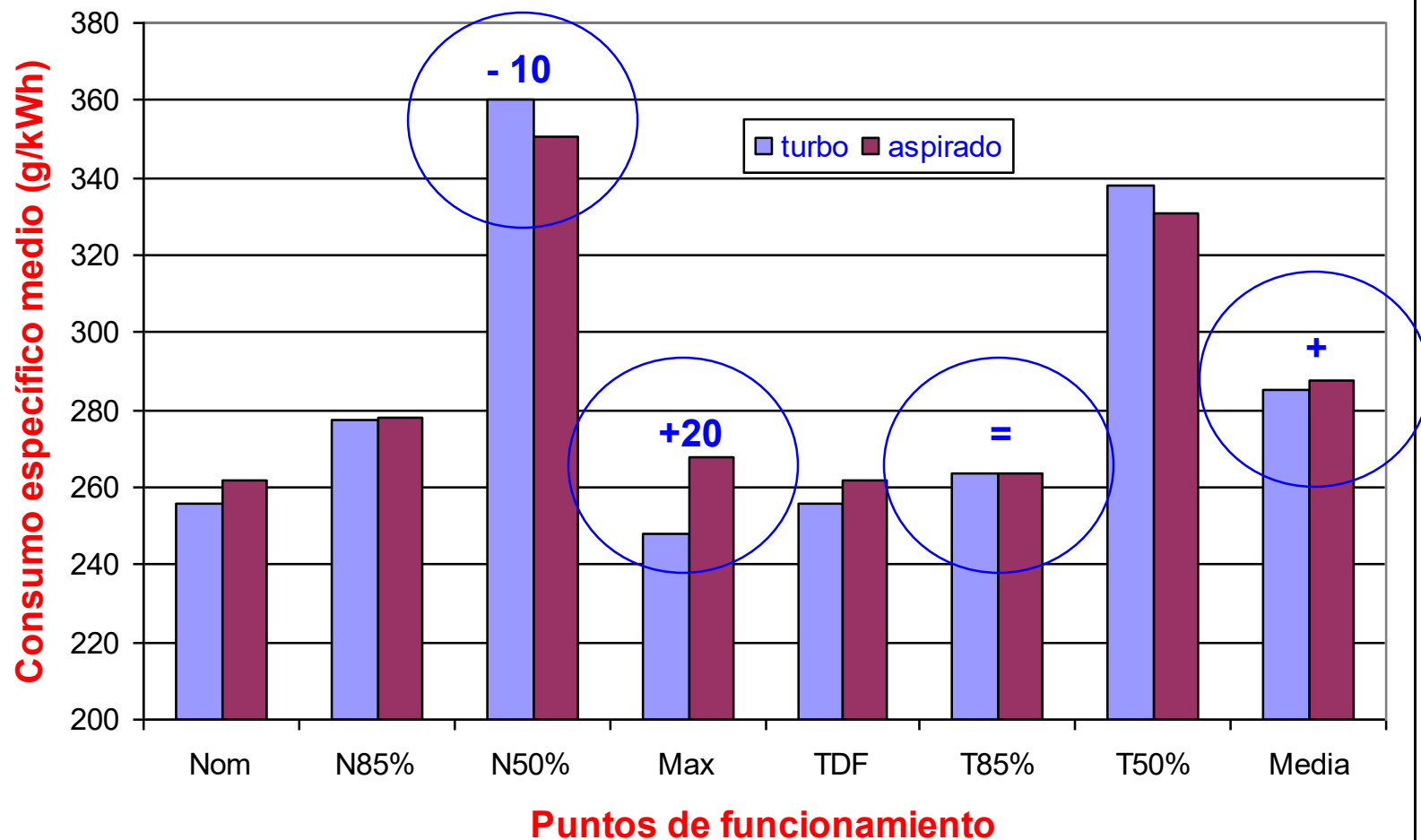


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Variación del consumo específico (punto de funcionamiento)



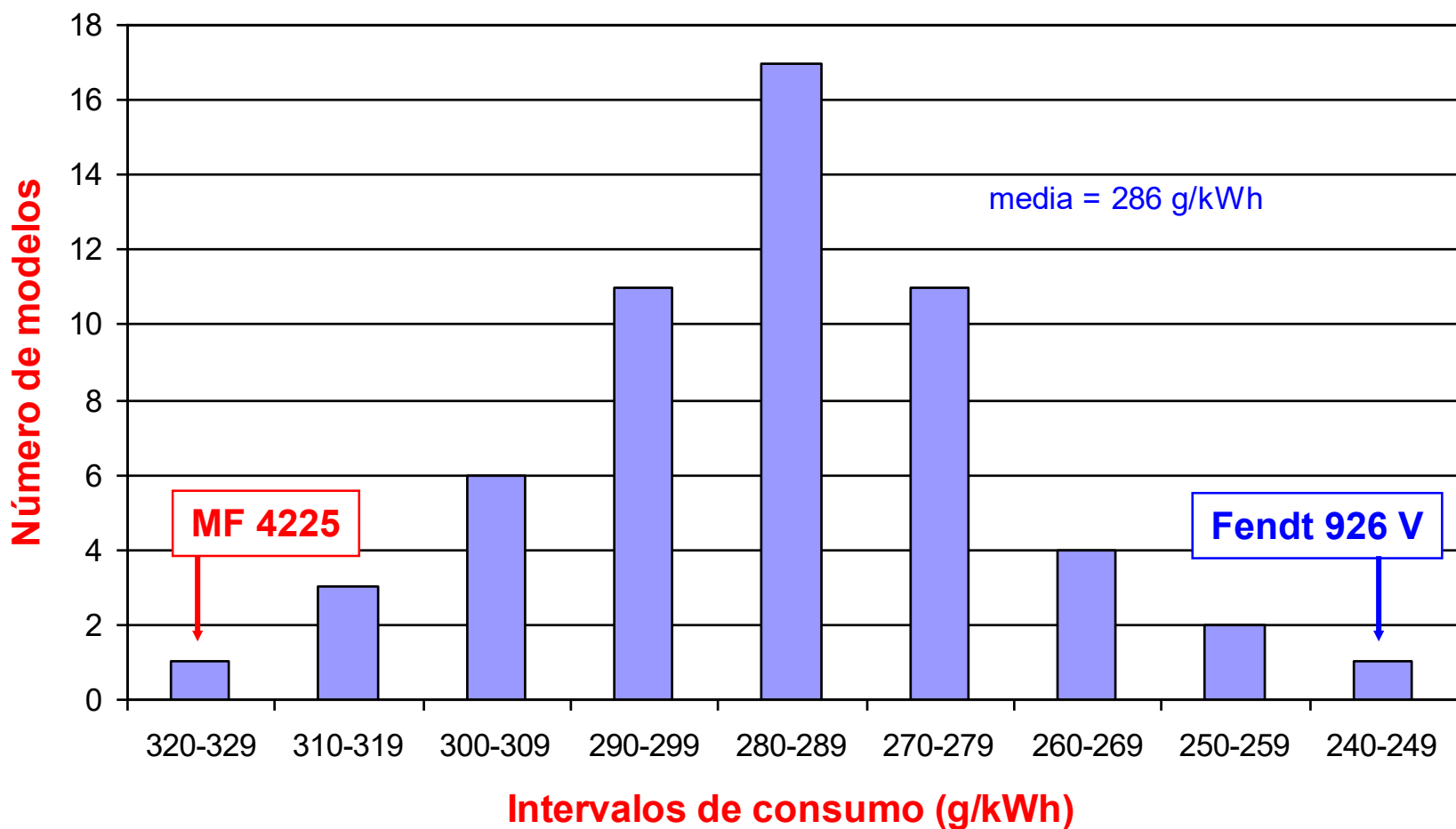
Variación del consumo específico (valores medios)



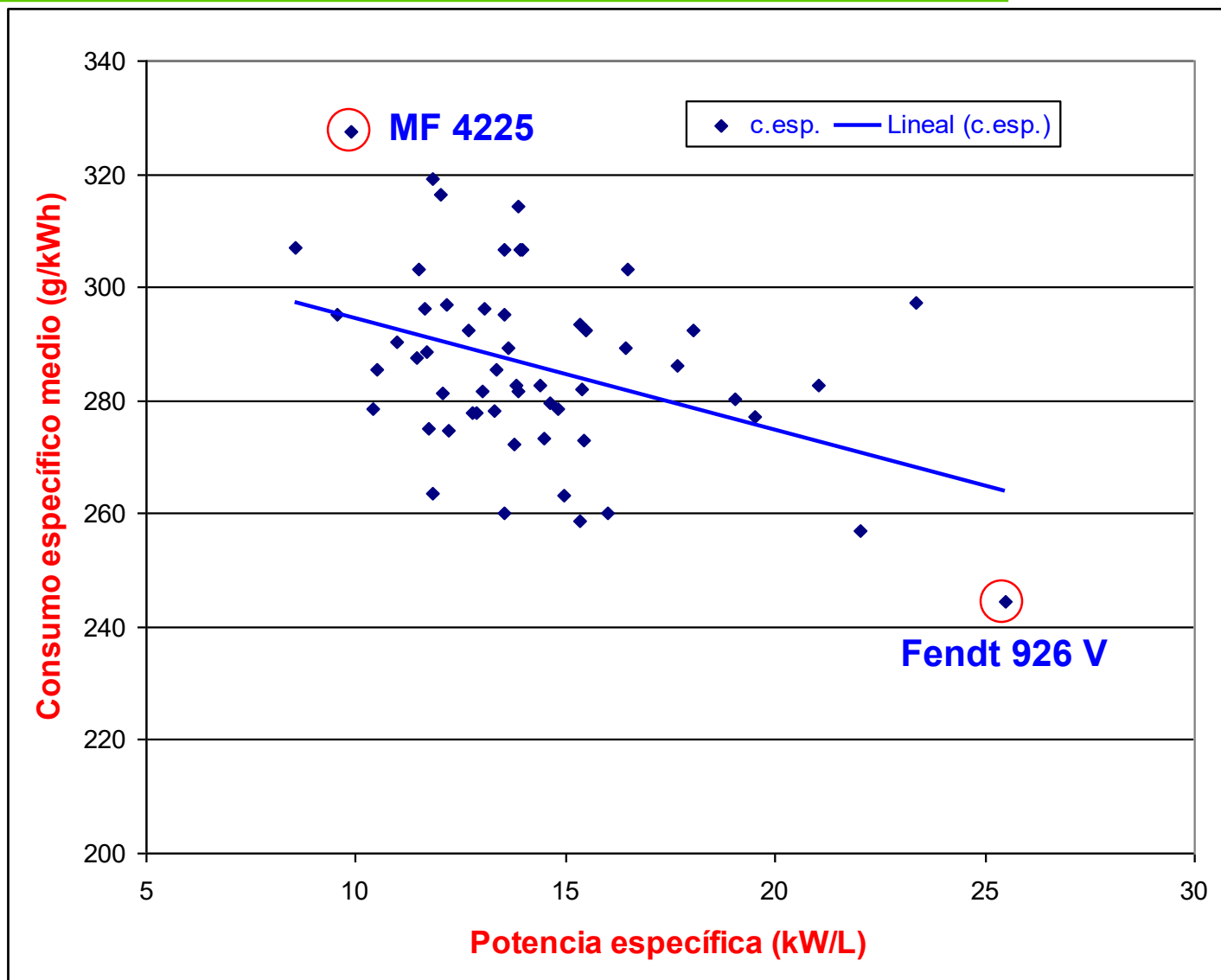


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

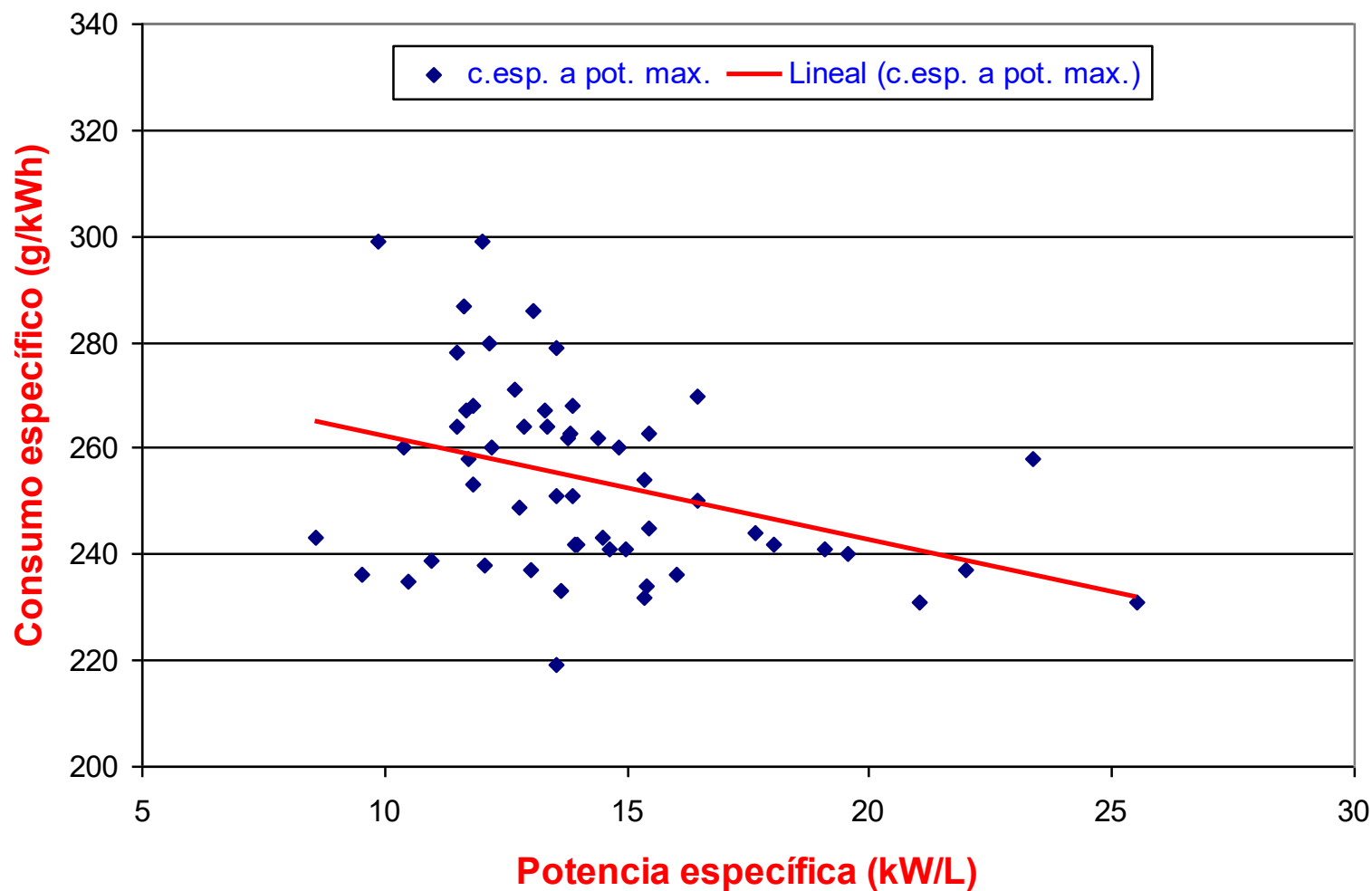
Variación del consumo específico en la muestra de tractores



Consumo específico en función de potencia específica



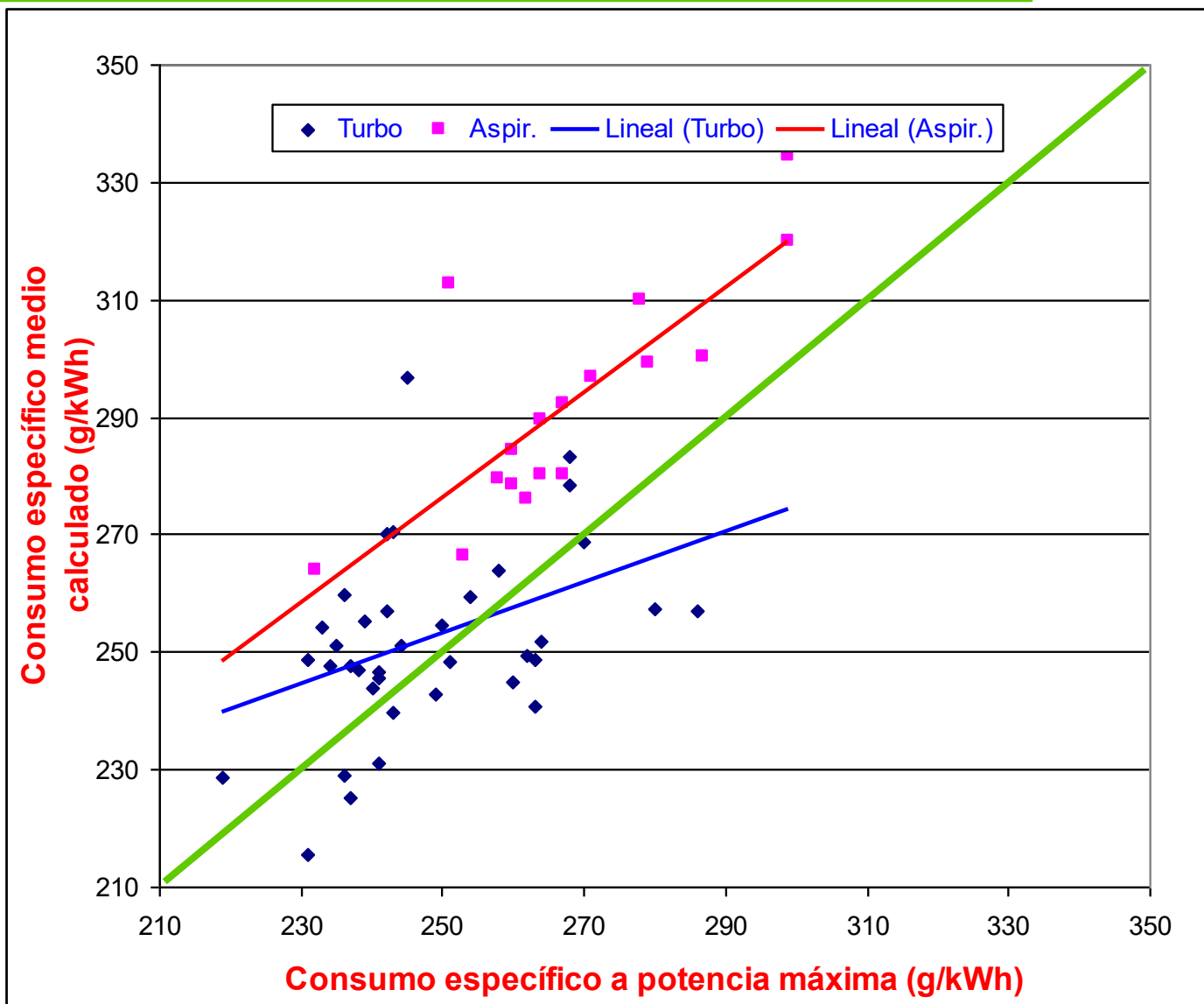
Consumo específico a potencia máxima vs. potencia específica





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

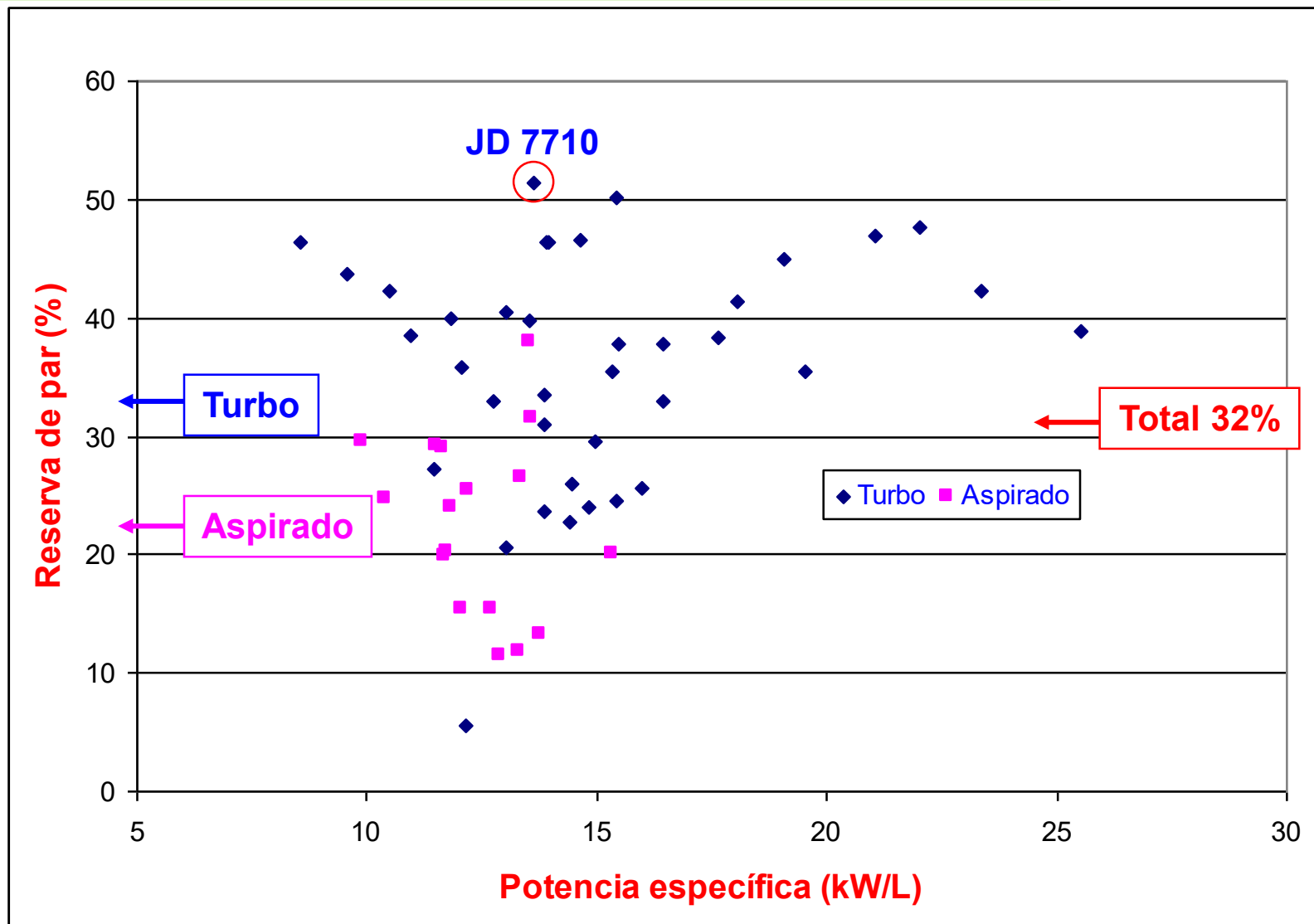
Relación entre consumos específicos



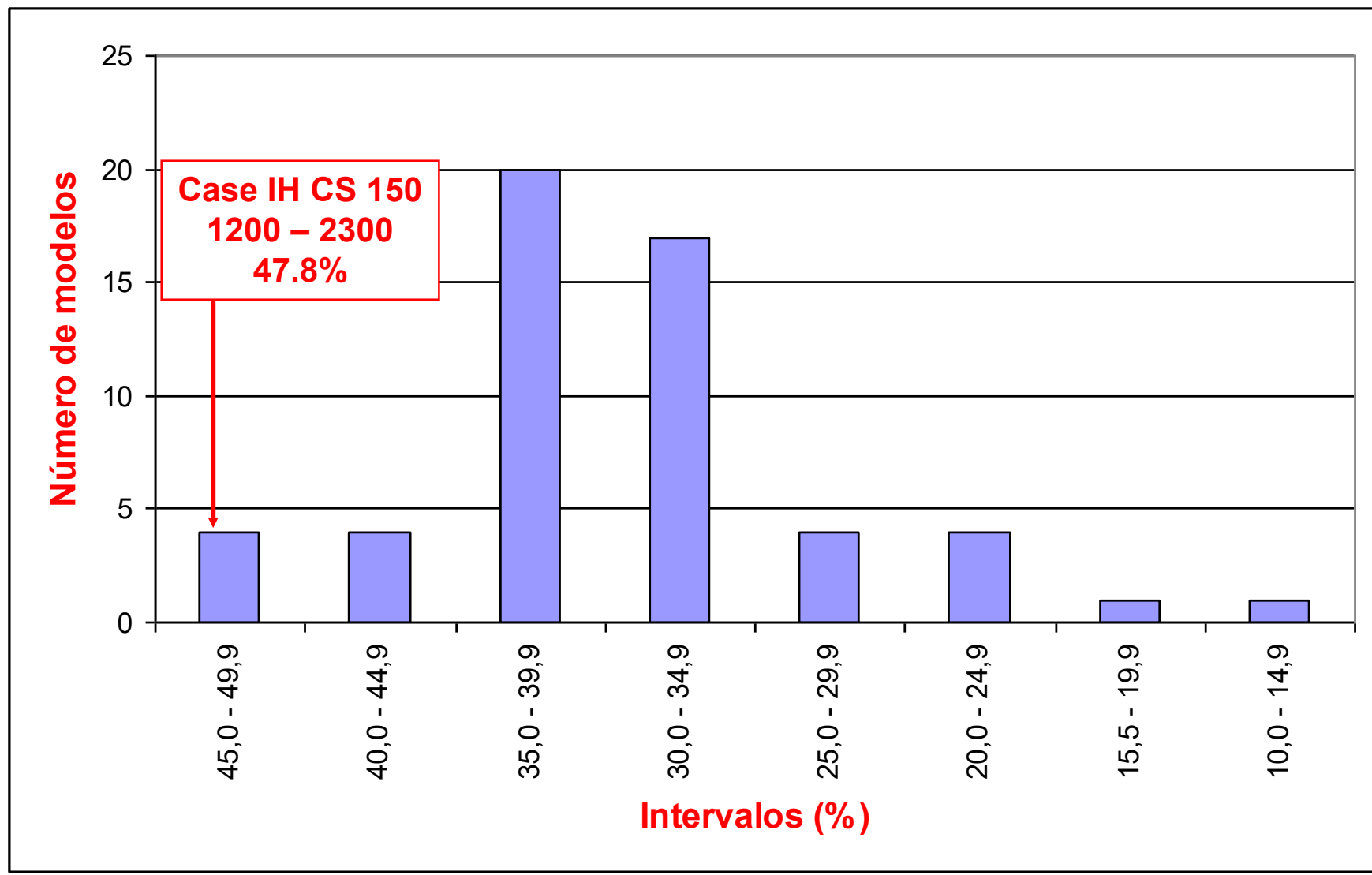


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Variación de la reserva de par en función de potencia específica



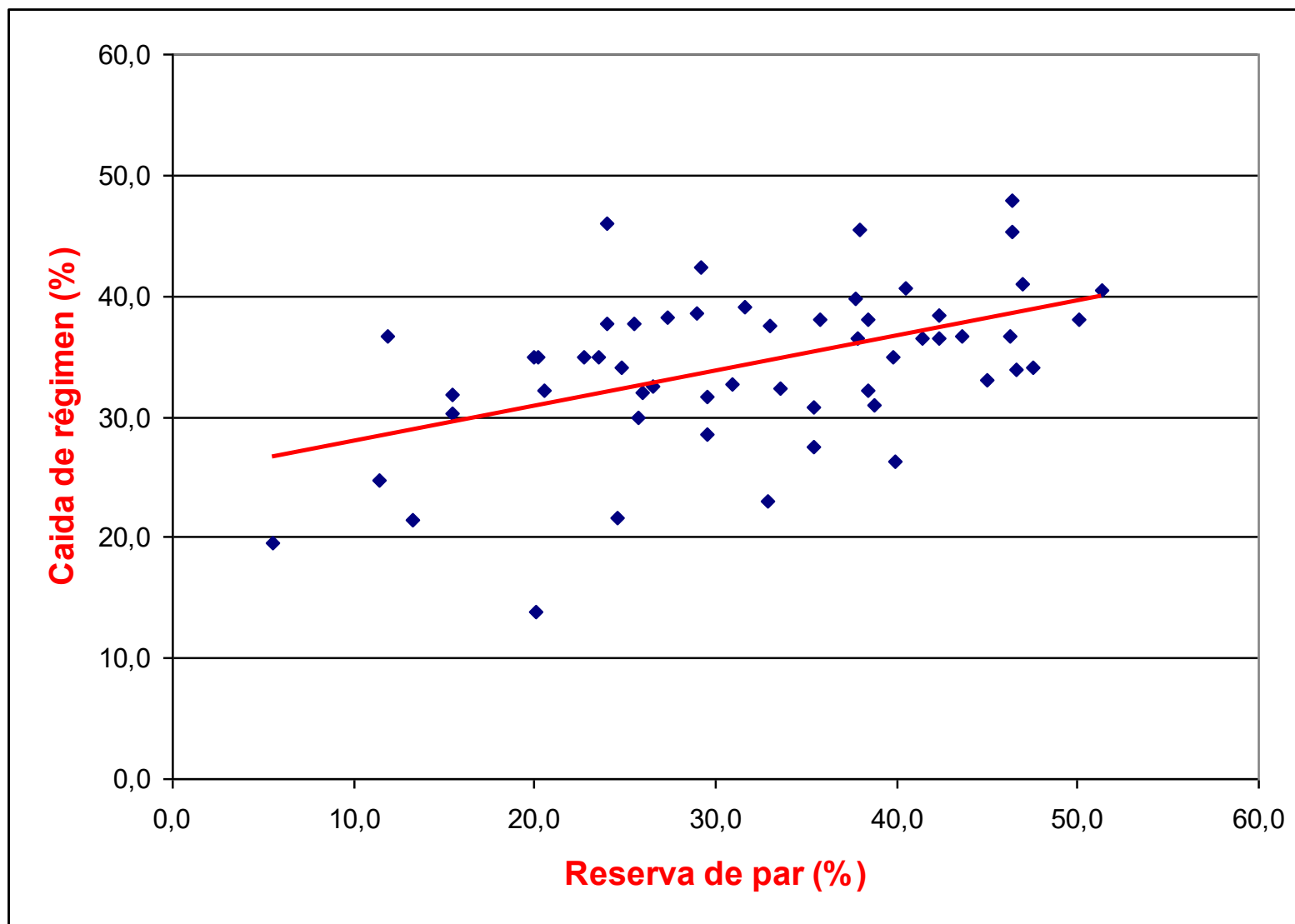
Variación del régimen de funcionamiento en sobrecarga





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Reserva de par vs. caída de régimen





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Potencia “extra”

- Mayor potencia a medida que el régimen de funcionamiento baja
- Denominaciones: potencia “extra” o potencia “constante”
- En los motores de más potencia es mas fácil conseguirla
- Motores de potencia “dual”: dos curvas de potencia en el mismo motor
- De 55 tractores considerados, en 21 de ellos aparece potencia “extra”
- Niveles:
 - > 10 CV – 5 modelos
 - de 5 a 10 – 5 modelos
 - de 3 a 5 – 7 modelos
 - de 2 a 4 – 8 modelos
 - de 1 a 2 – 9 modelos

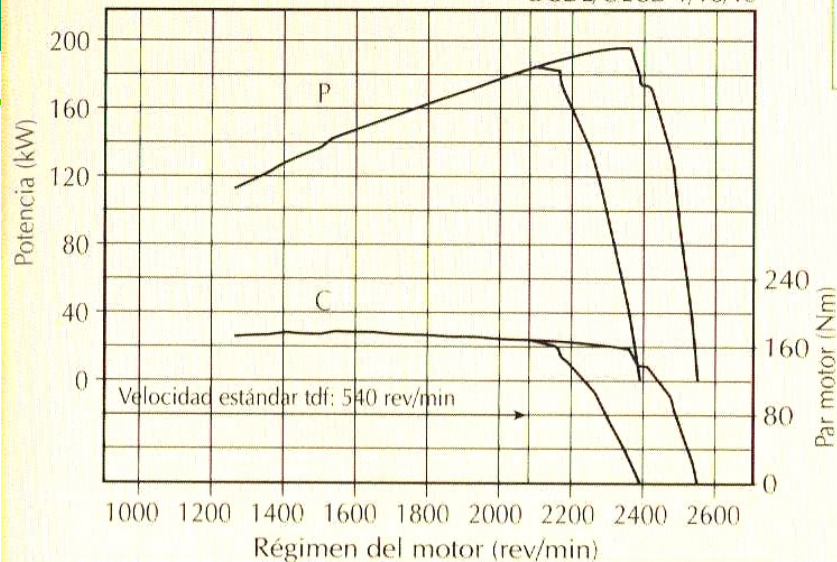


1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRONOMOS

SAME GOLDEN 60 COMPATTO 40 km/h

4 RM/WD

OCDE/OECD 1/18/13



CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UN MOTOR 'CLÁSICO'
EN EL QUE LA POTENCIA MÁXIMA SE OBTIENE
A RÉGIMEN NOMINAL

Régimen nominal: 2 350 rev/min

Potencia nominal: 39.7 kW

Potencia máxima: 39.7 kW

Par máximo 180 Nm a 1 565 rev/min

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE UN MOTOR CON
'POTENCIA EXTRA' EN EL QUE LA POTENCIA MÁXIMA
SE OBTIENE A MENOR RÉGIMEN QUE EL NOMINAL

Régimen nominal: 2 200 rev/min

Potencia nominal: 154.2 kW

Potencia máxima: 172.1 kW (a 1 850 rev/min)

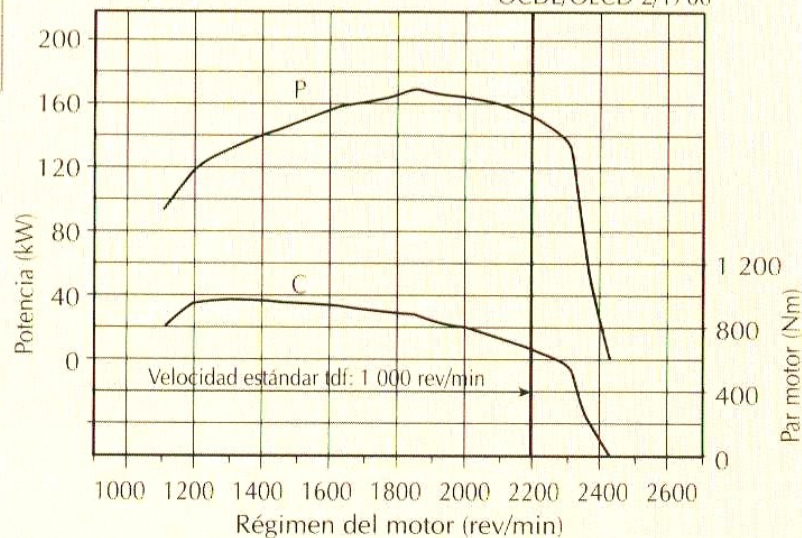
Par máximo 983 Nm a 1 299 rev/min

Entre 1 500 y 2 200 rev/min la potencia disponible
supera la nominal

CASE IH 7240 PRO

4 RM/WD

OCDE/OECD 2/1760





1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Conclusiones (I)

- Dificultad para comparar motores entre si utilizando una sola cifra, como puede ser la de potencia de “Inscripción”, aunque para muchos ese valor se haya convertido en una referencia inamovible.
- En los motores modernos, con la incorporación del turbo y provocando efectos de resonancia en los colectores, se consiguen curvas características de motor que en nada se parece a las “clásicas”, en las que la potencia va aumentando a medida que lo hace el régimen de funcionamiento del motor hasta que empieza el corte de la inyección.



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Conclusiones (II)

- La regulación electrónica permite obtener curvas características muy diferentes en un mismo motor, con solo modificar la programación conectando exteriormente un ordenador.
- Para poder conocer el comportamiento de un motor en las condiciones de trabajo se necesita información sobre sus curvas características.
- A partir de ellas, es posible “situar” el motor en relación con el conjunto de los que llegan al mercado en los diferentes modelos de tractores agrícolas.



1855 - 2005
SESQUICENTENARIO
INGENIEROS AGRÓNOMOS

Conclusiones (III)

- La “calidad” no se puede analizar sólo por las prestaciones: esta depende, además, de las tolerancias en la fabricación, la calidad de los materiales y los elementos complementarios
- Un motor está condicionado con el tipo de transmisión: los “escalones” del cambio y la forma en la que se pasa de una a otra, pueden hacer que motores con una baja reserva de par se comporten a plena satisfacción del usuario.
- Si la electrónica controla la inyección y el cambio de marchas, todavía mas.