

Modelling the production of VFA from proteins by mixed culture fermentations

A. Regueira, R. Bevilacqua, J. M. Lema,
M. Mauricio-Iglesias, M. Carballa

Grupo de Biotecnología Ambiental
Departamento de Ingeniería Química
Universidade de Santiago de Compostela

Usar cultivos mixtos mejora la economía de las biorrefinerías

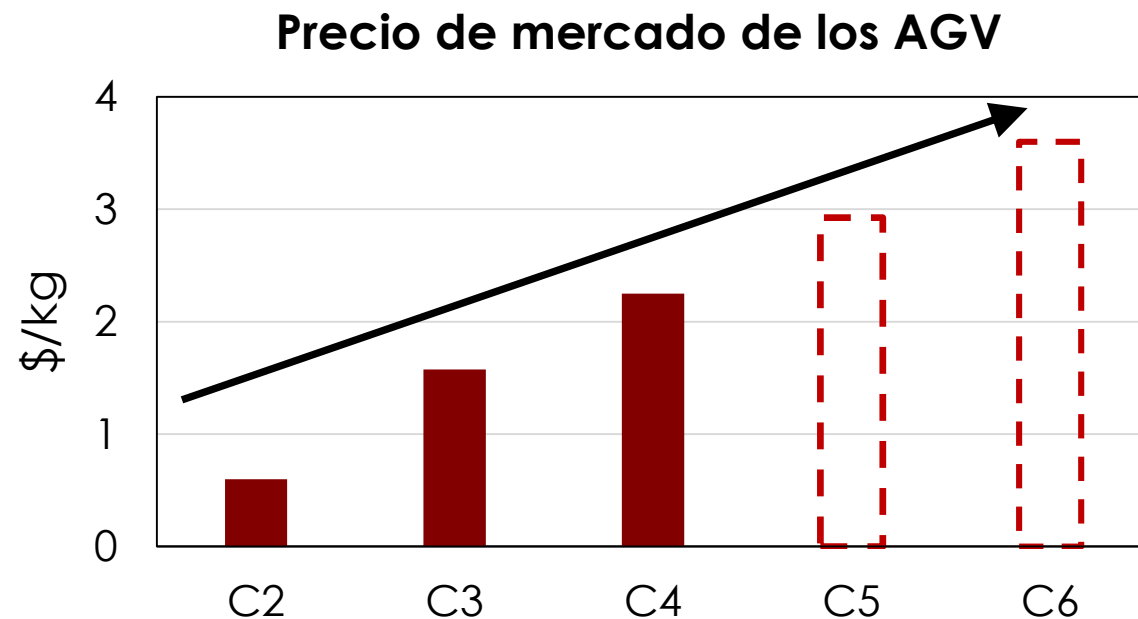
- Los ácidos grasos volátiles (AGV) tienen valor por sí mismos.
- Son compuestos centrales en el esquema de biorrefinería.



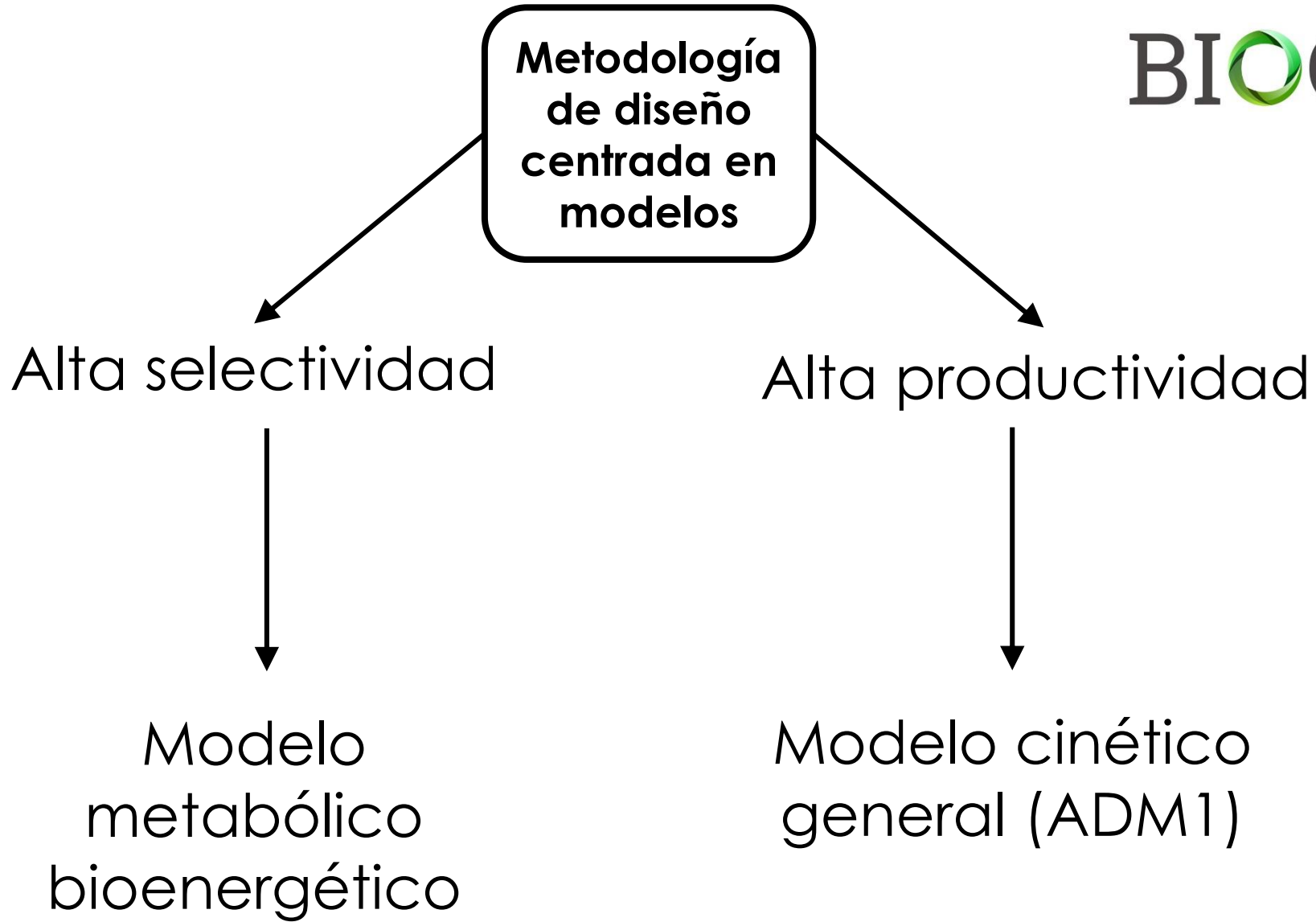
No hay que esterilizar	●	●	Baja selectividad
Sustratos complejos	●	●	Resultado variable
Robustos	●	●	Dificulta el diseño

Necesitamos predecir la estequiometría de producción de AGV

- No todos los AGV tienen el mismo valor.
- Influyen en los procesos que los usan como sustratos.
- Es primordial conocer la estequiometría del sistema!

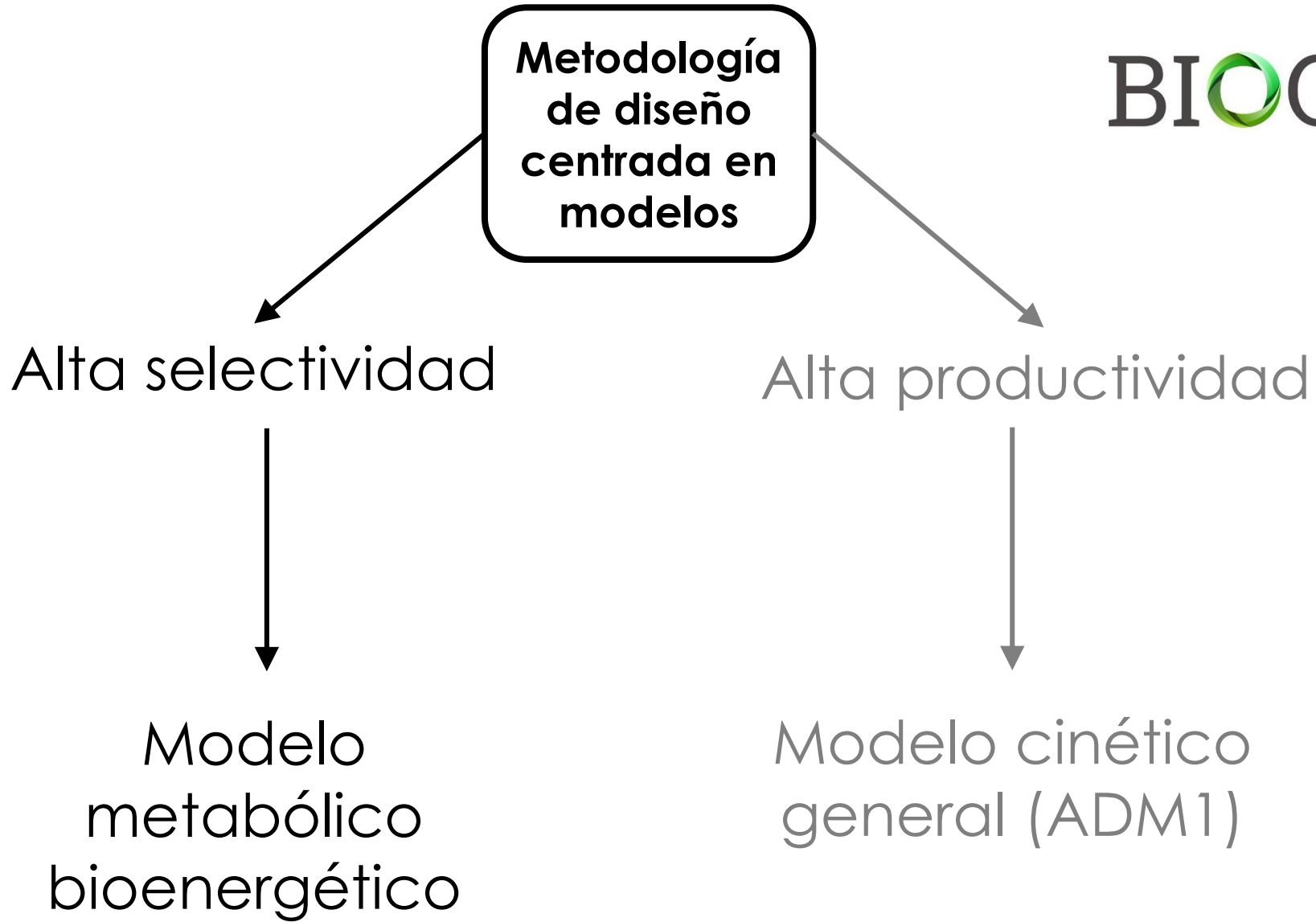


Fonte: Atasoy *et al.* (2018). Bioresource Technology



Proyecto BIOCHEM

BIOCHEM

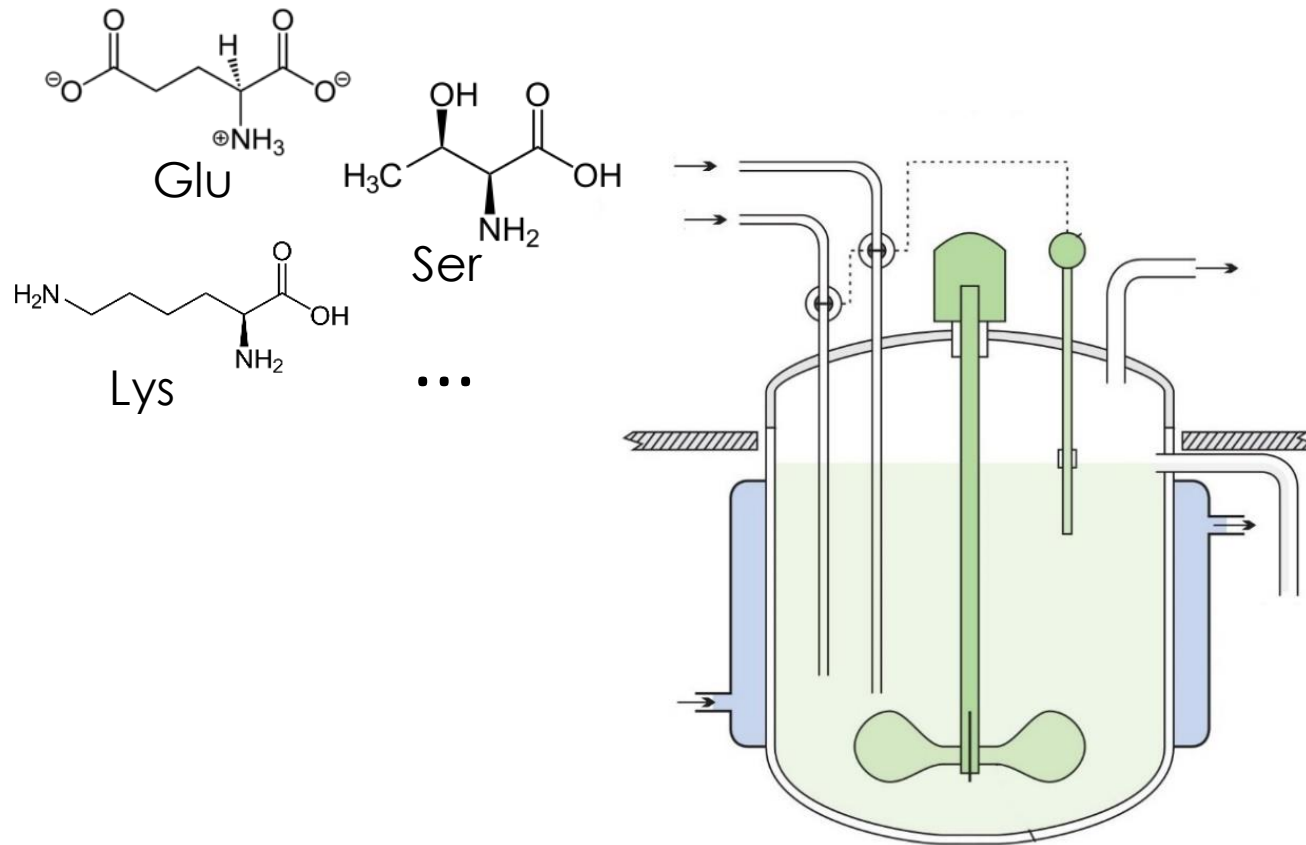


No hay modelos para substratos protéicos

- Existen modelos para carbohidratos pero no para proteínas.
- Las proteínas son un componente importante en residuos agroindustriales de gran interés (lactosuero, residuos de cocederos).

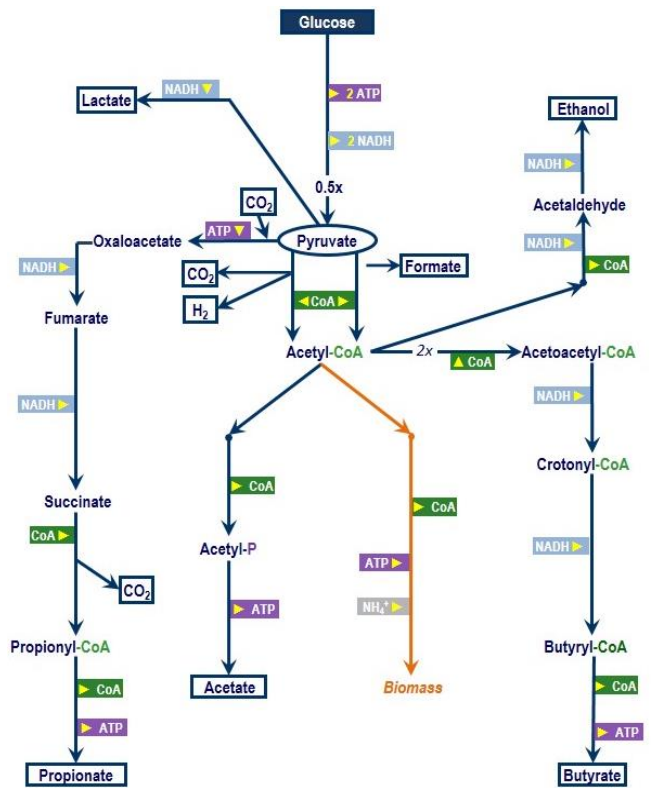


Modelamos la conversión de aminoácidos a AGV



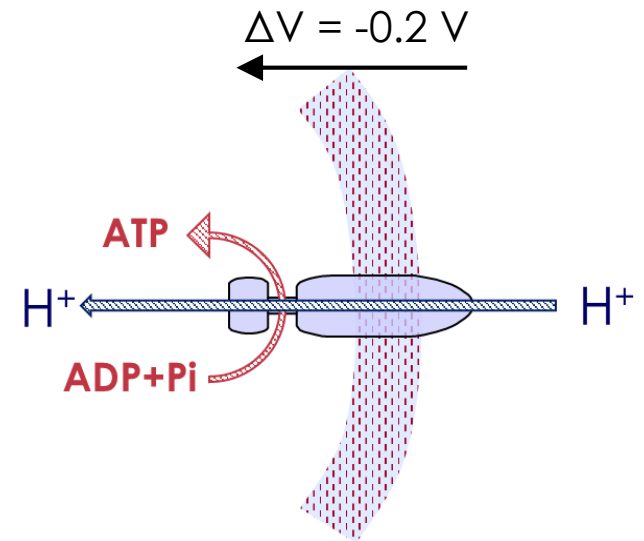
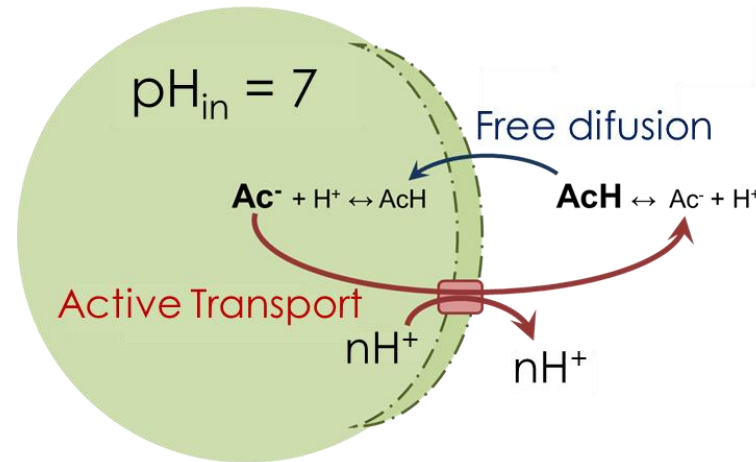
Los modelos bioenergéticos predicen la estequiometría

- Microorganismo virtual con todas las funciones metabólicas (“Enzyme soup”)
- Rutas óptimas → Mayor producción de ATP

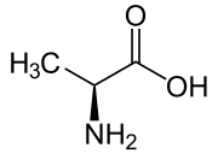


González-Cabaleiro *et al.* (2015). Plos One

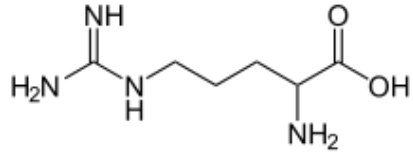
$$r_{ATP} = r_{CAT} + r_{TRANSPORTE} + r_{PMF}$$



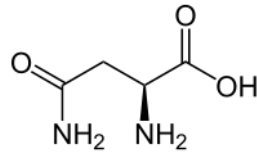
Consideramos 18 de los 21 aminoácidos



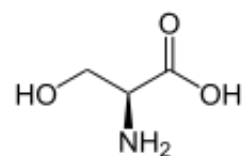
Alanina



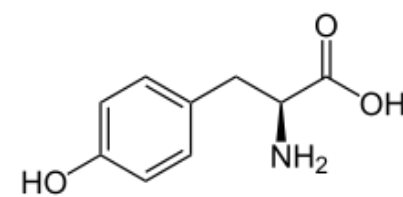
Arginina



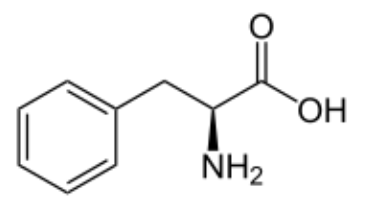
Aspargina



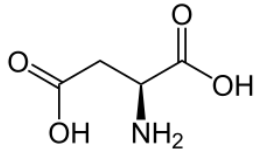
Serina



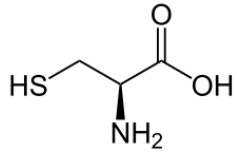
Tirosina



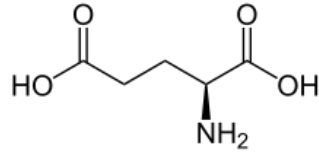
Fenilalanina



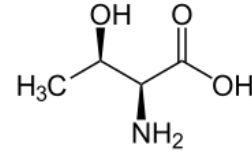
Aspartato



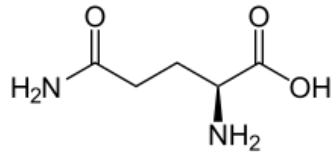
Cisteína



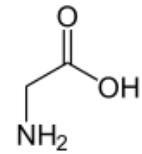
Glutamato



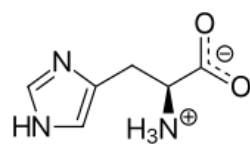
Teonina



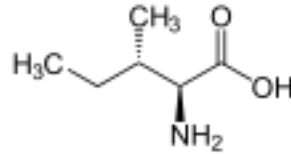
Glutamina



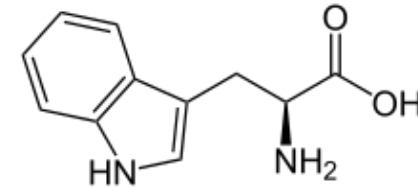
Glicina



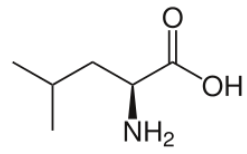
Histidina



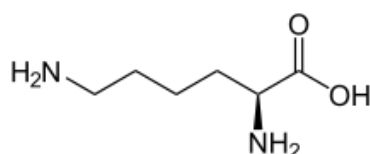
Isoleucina



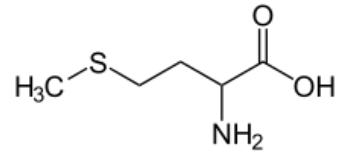
Triptófano



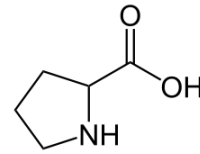
Leucina



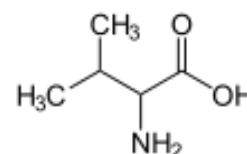
Lisina



Metionina



Prolina

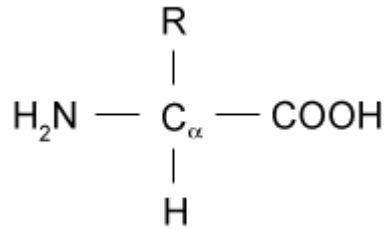


Valina

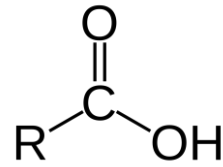
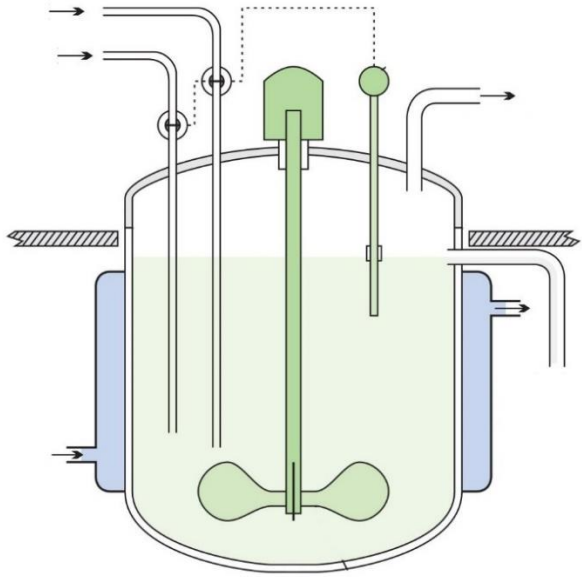
← AA considerados →

← AA no considerados →

Modelamos la conversión de gelatina a AGV



Gelatina



AGV

pH 7
TRH 8 h

$$\max_z r_{\text{ATP}}(z) \quad (\text{mol ATP}/L_X \cdot \text{h})$$

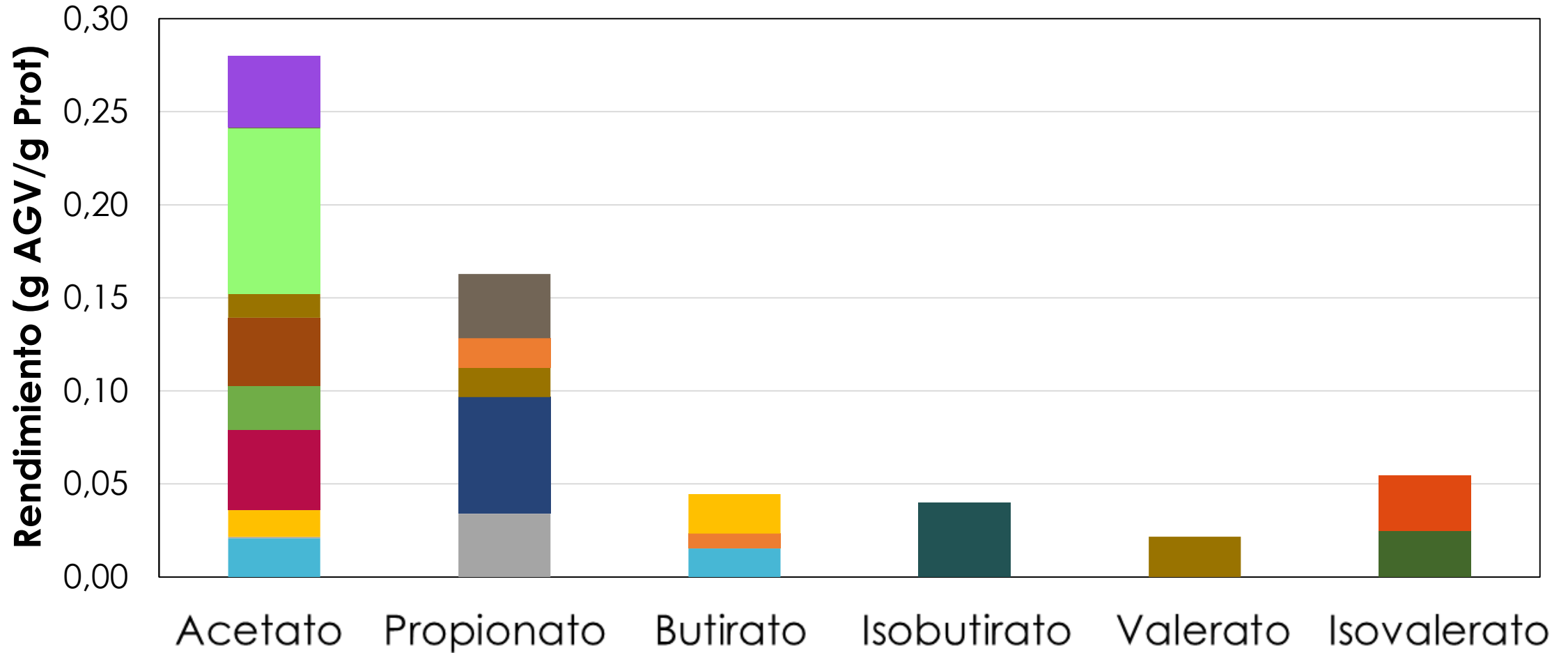
$$r_{\text{NADH}}(z) = 0 \quad (\text{mol NADH}/L_X \cdot \text{h})$$

$$0 \leq z_{i,j} \leq 1$$

$$\sum_j z_{i,j} = 1, \quad i = 1, \dots, n_{AA}$$

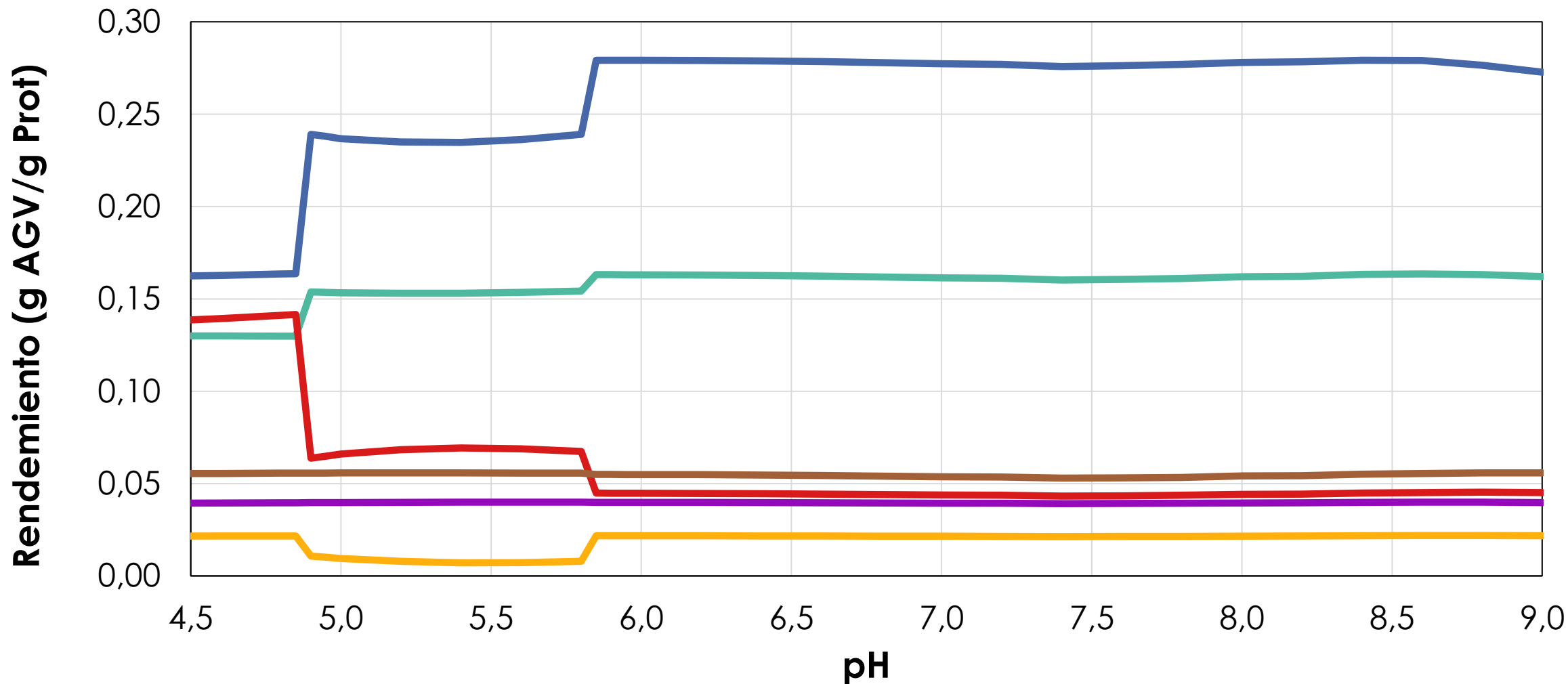
Producción de AGV a partir de gelatina

Gelatina
pH 7
TRH=8 h

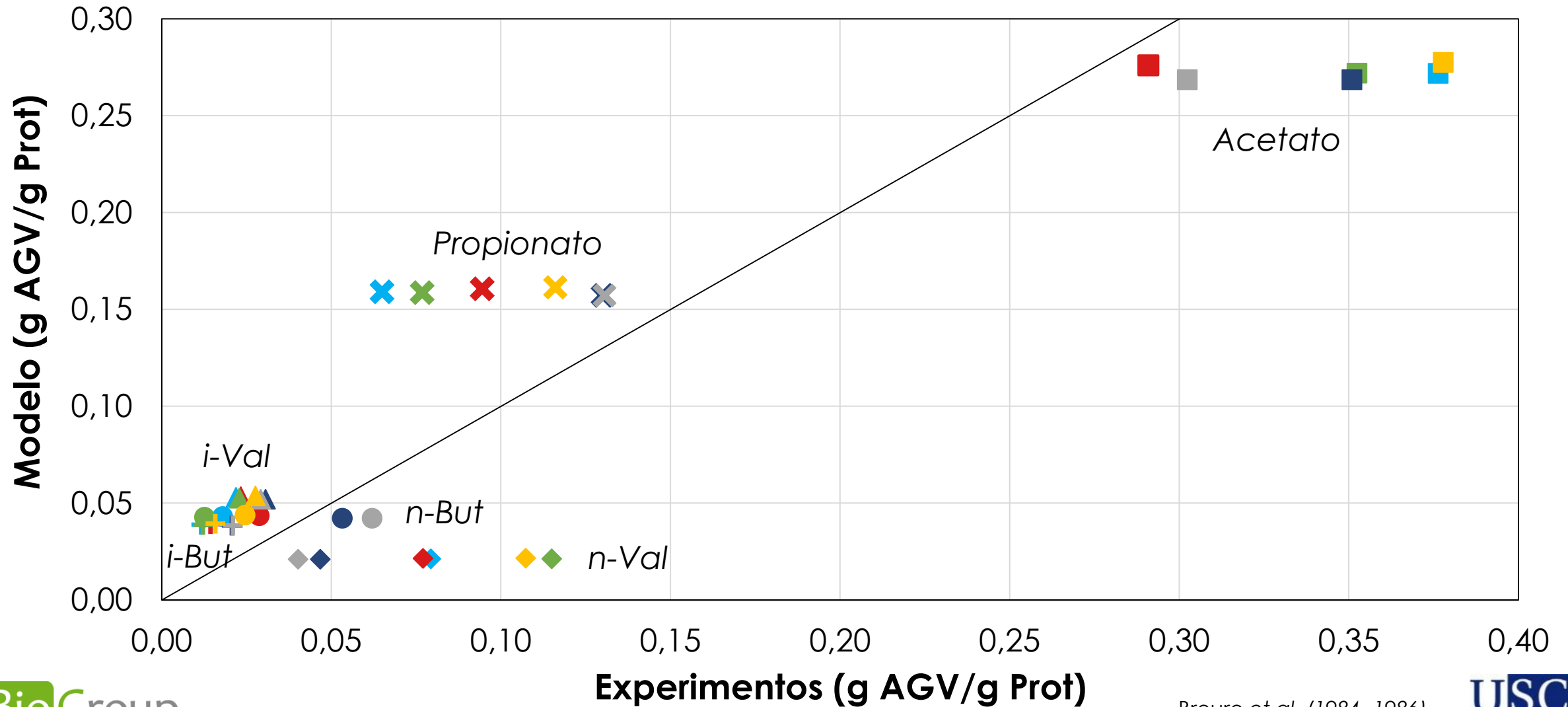


Arg Ala Asp Lys Glu Ser Thr Cys Gly
Pro Val Ile Leu Met Gln Asn His

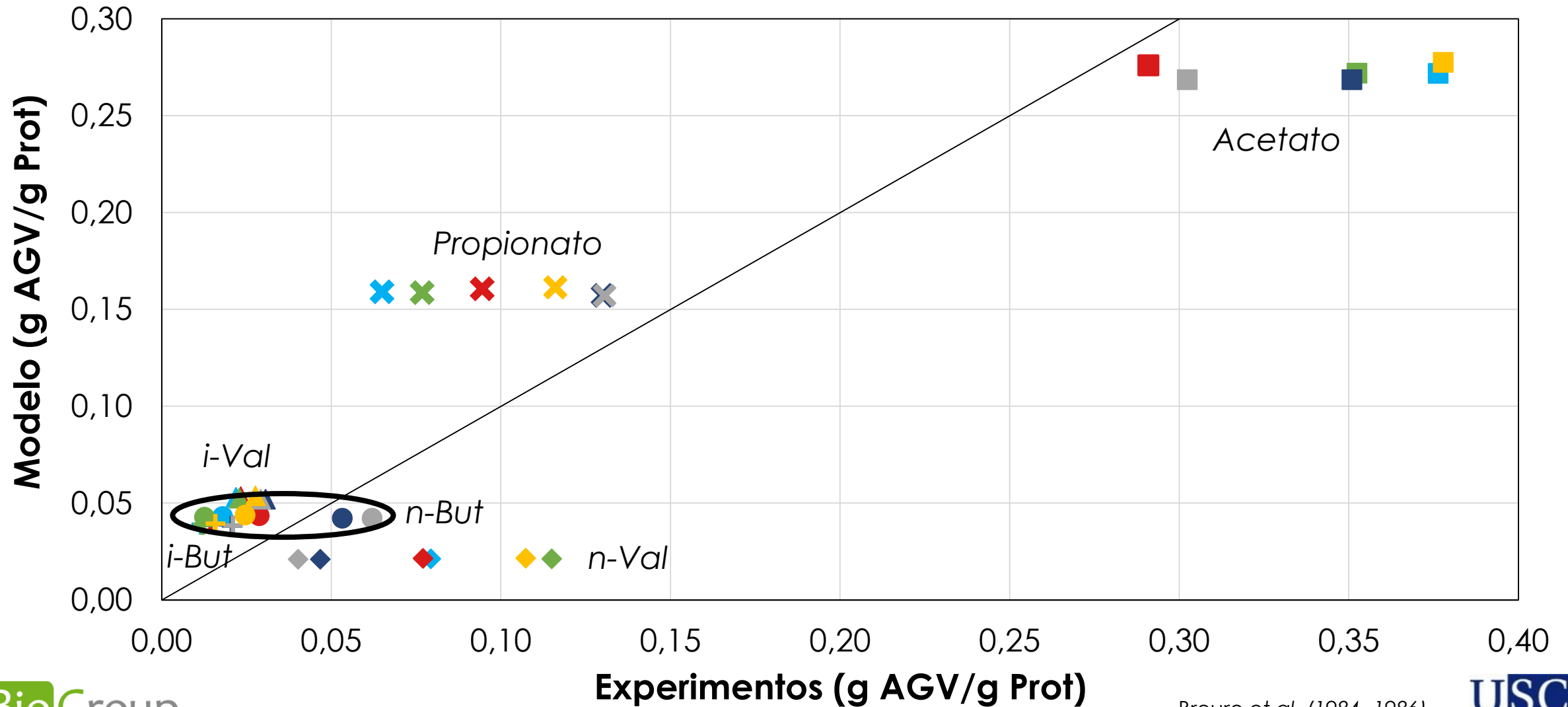
El pH modifica significativamente la selectividad



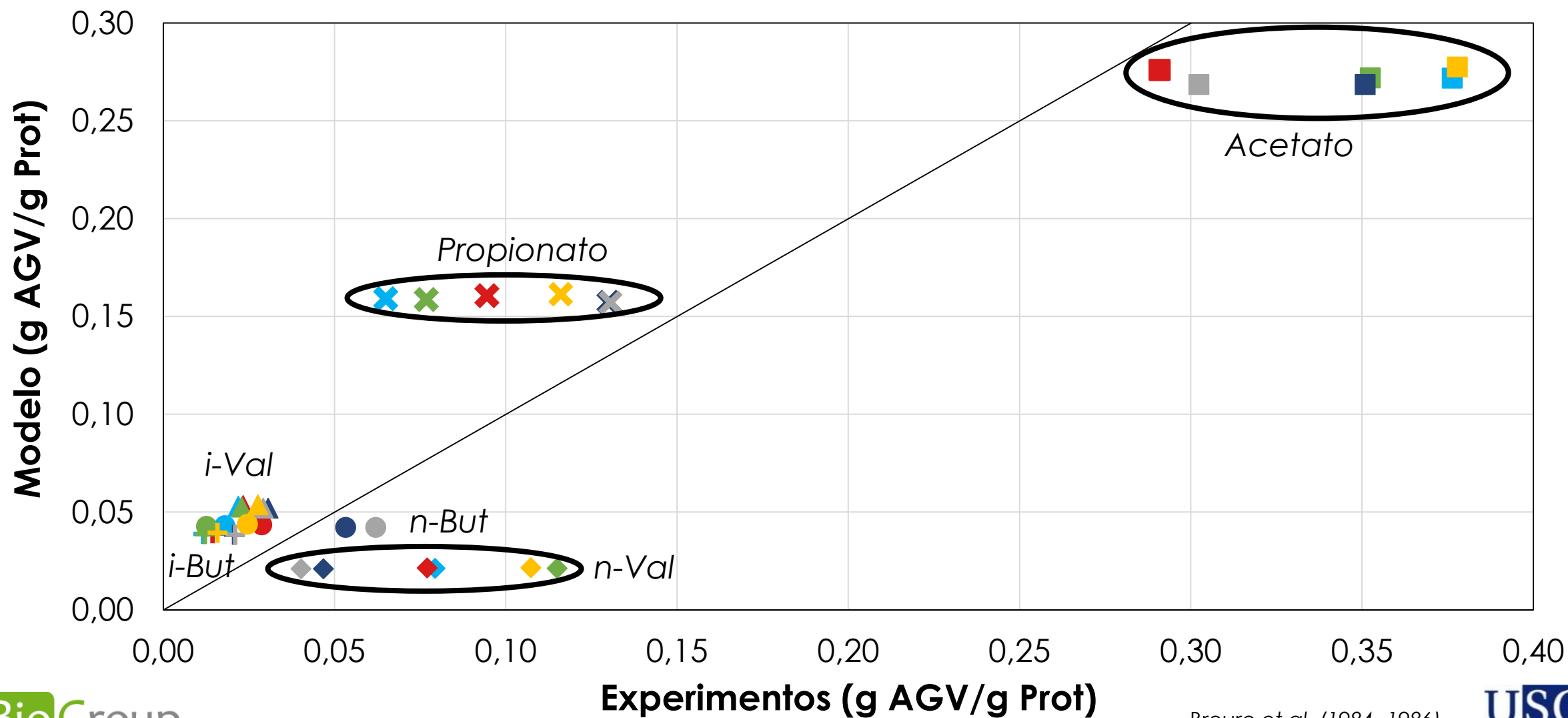
El modelo reproduce satisfactoriamente los resultados experimentales



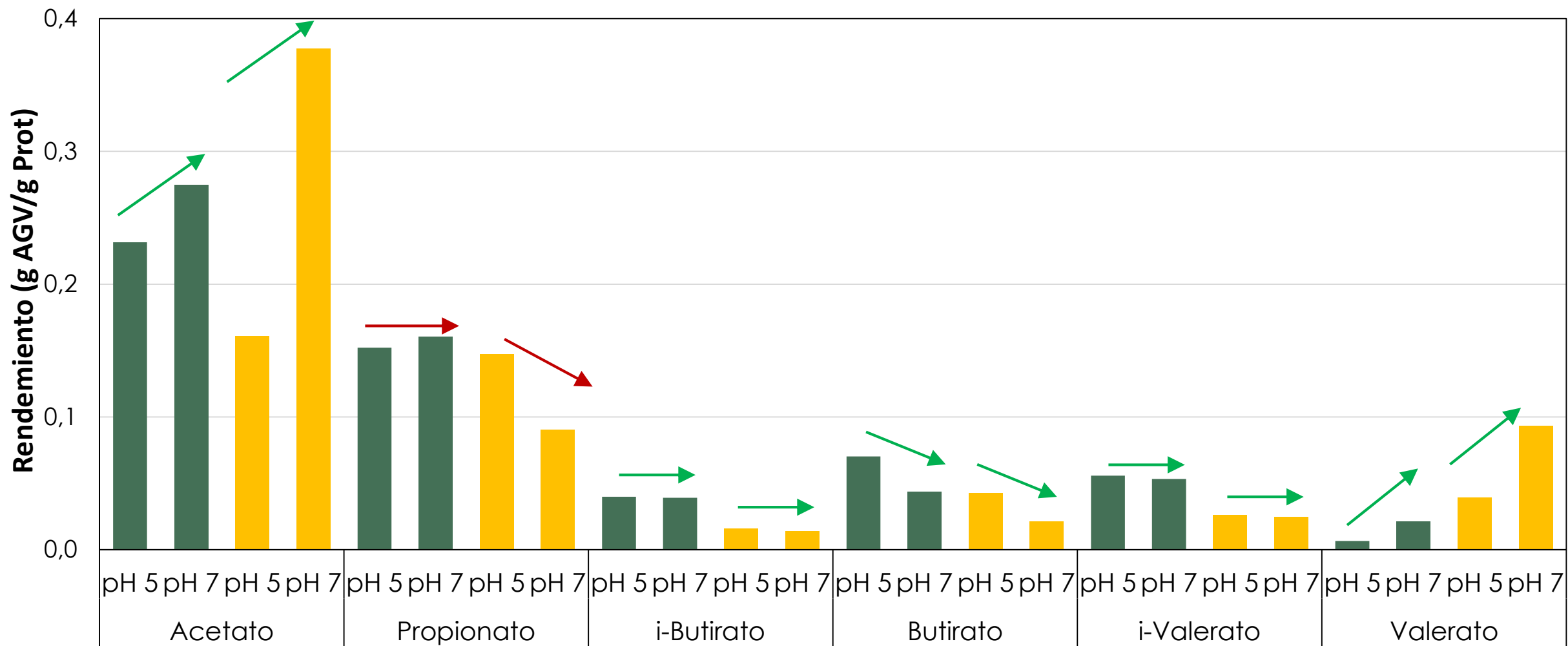
El modelo reproduce satisfactoriamente los resultados experimentales



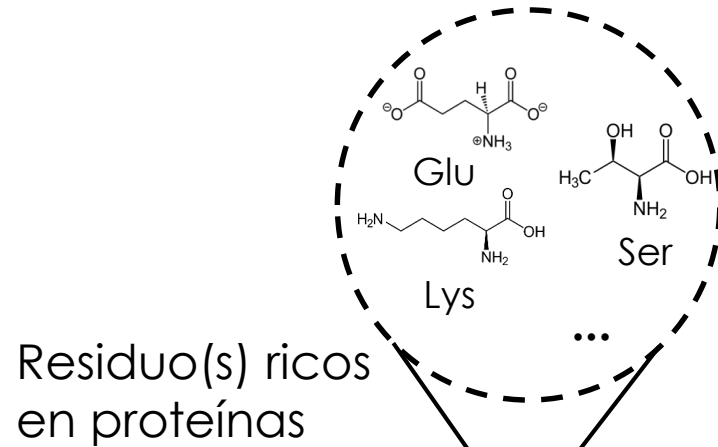
El modelo reproduce satisfactoriamente los resultados experimentales



El modelo captura la tendencia del cambio de pH

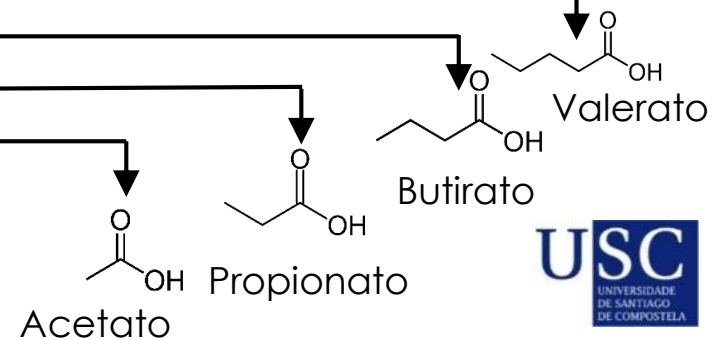
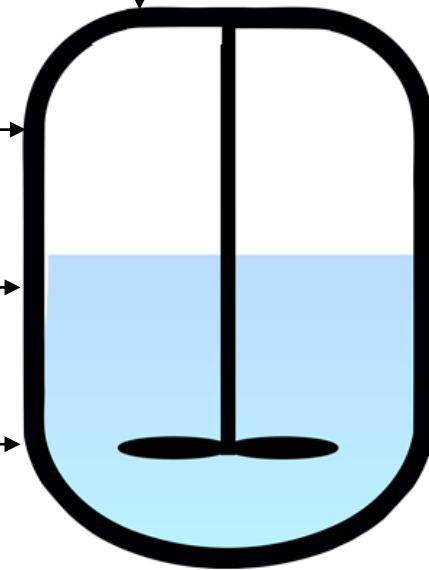


El potencial del modelo como herramienta de diseño

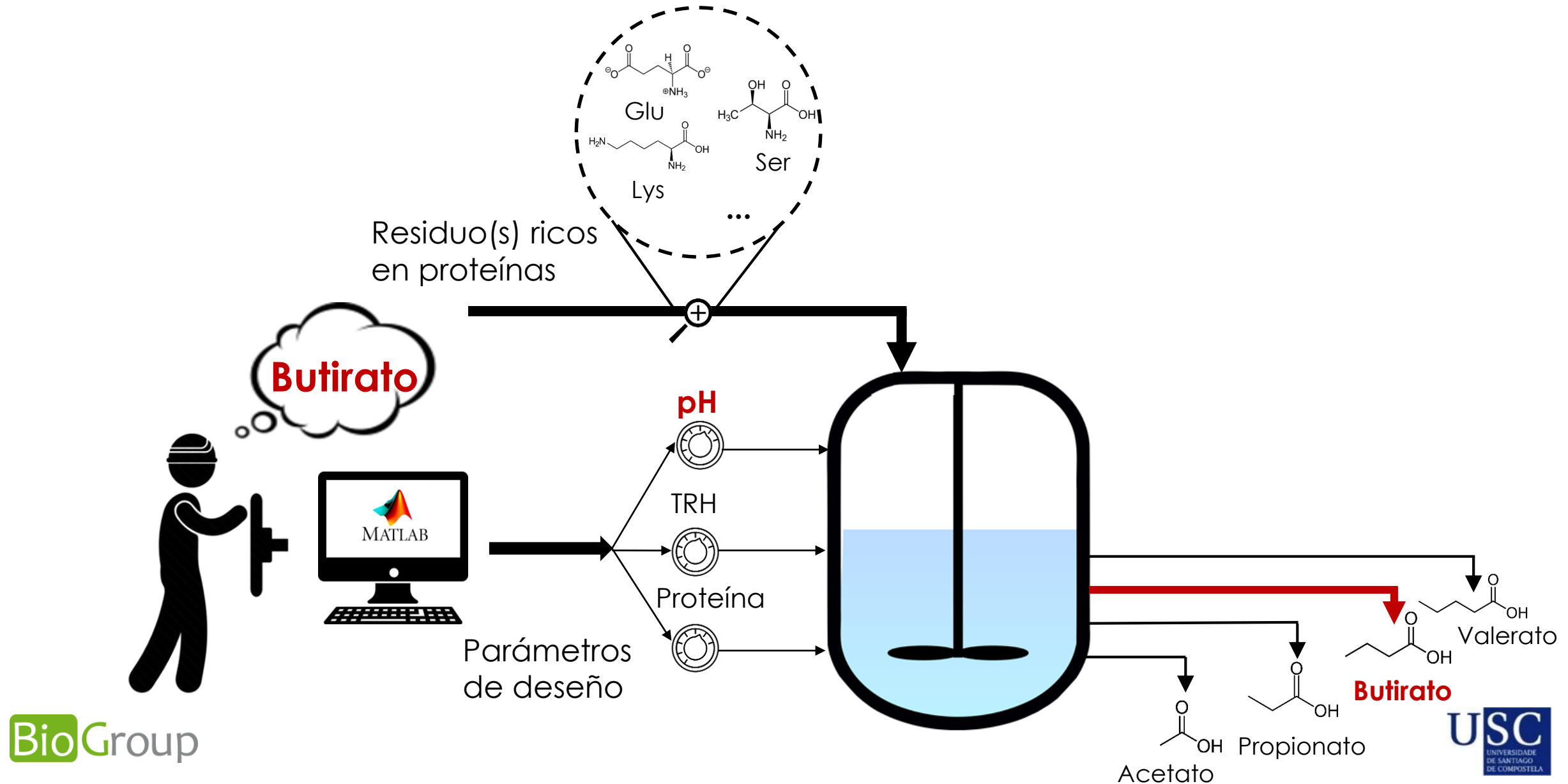


Parámetros de diseño

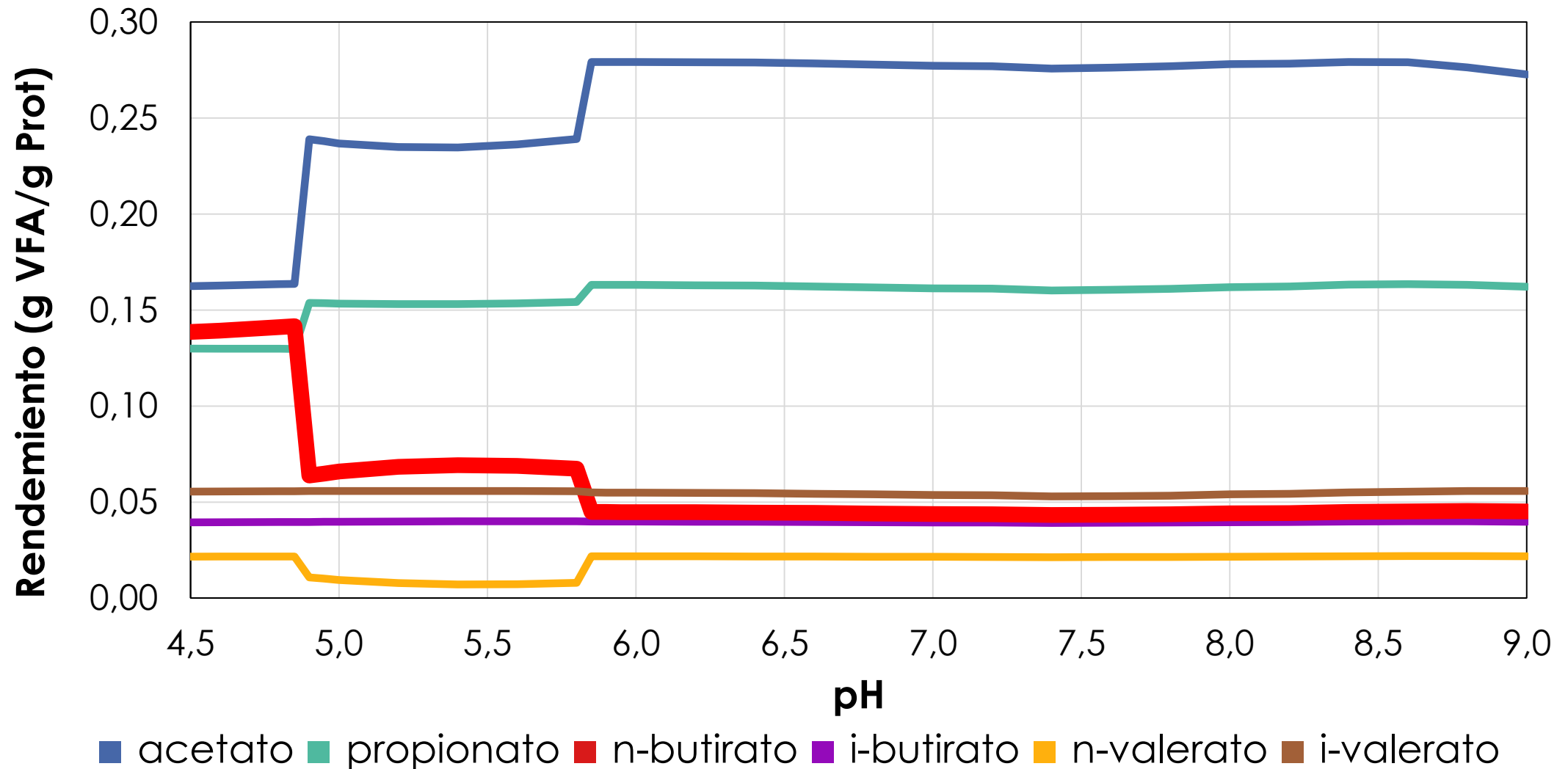
pH
TRH
Proteína



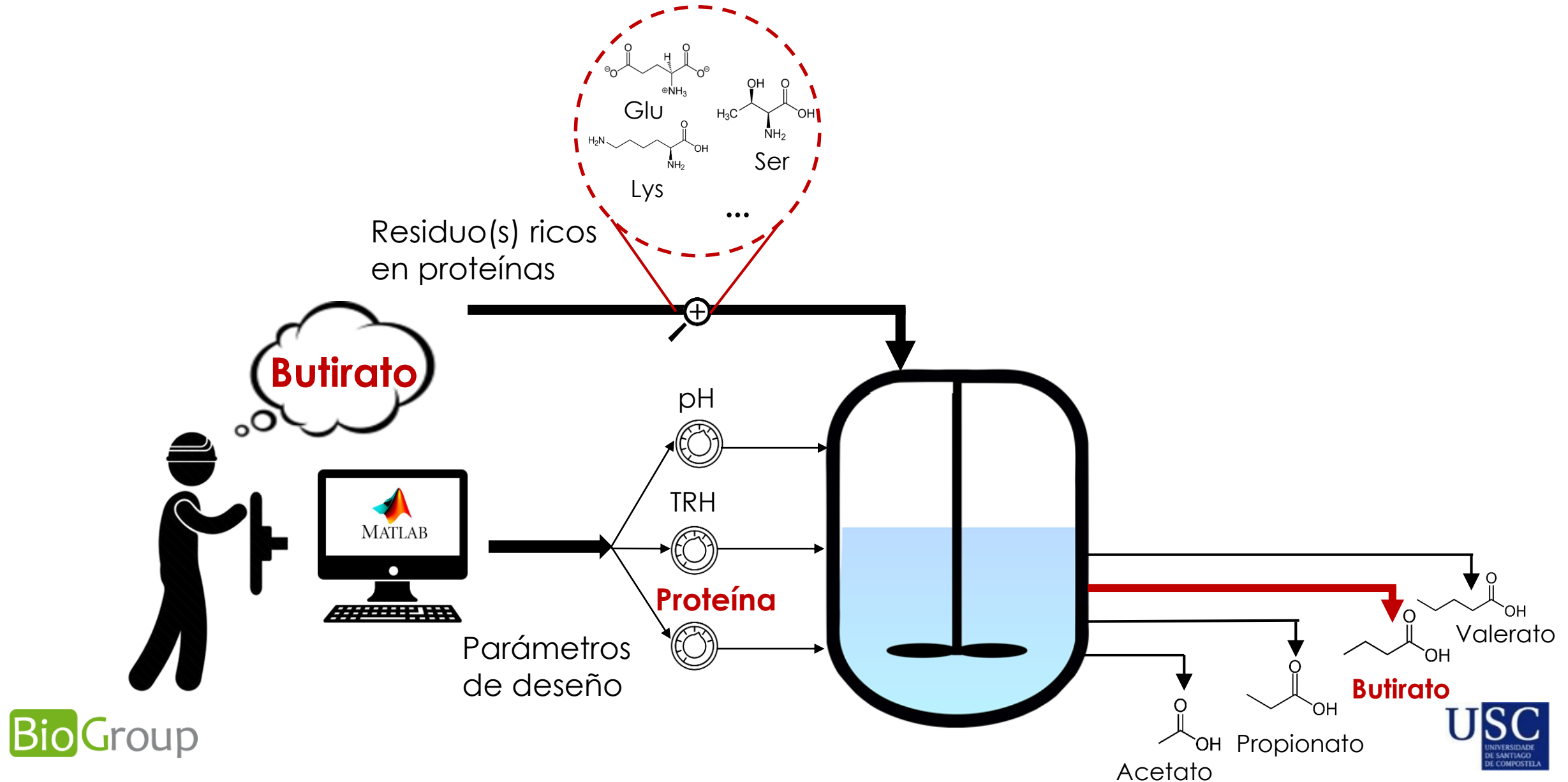
Determinamos el pH óptimo para un residuo en particular



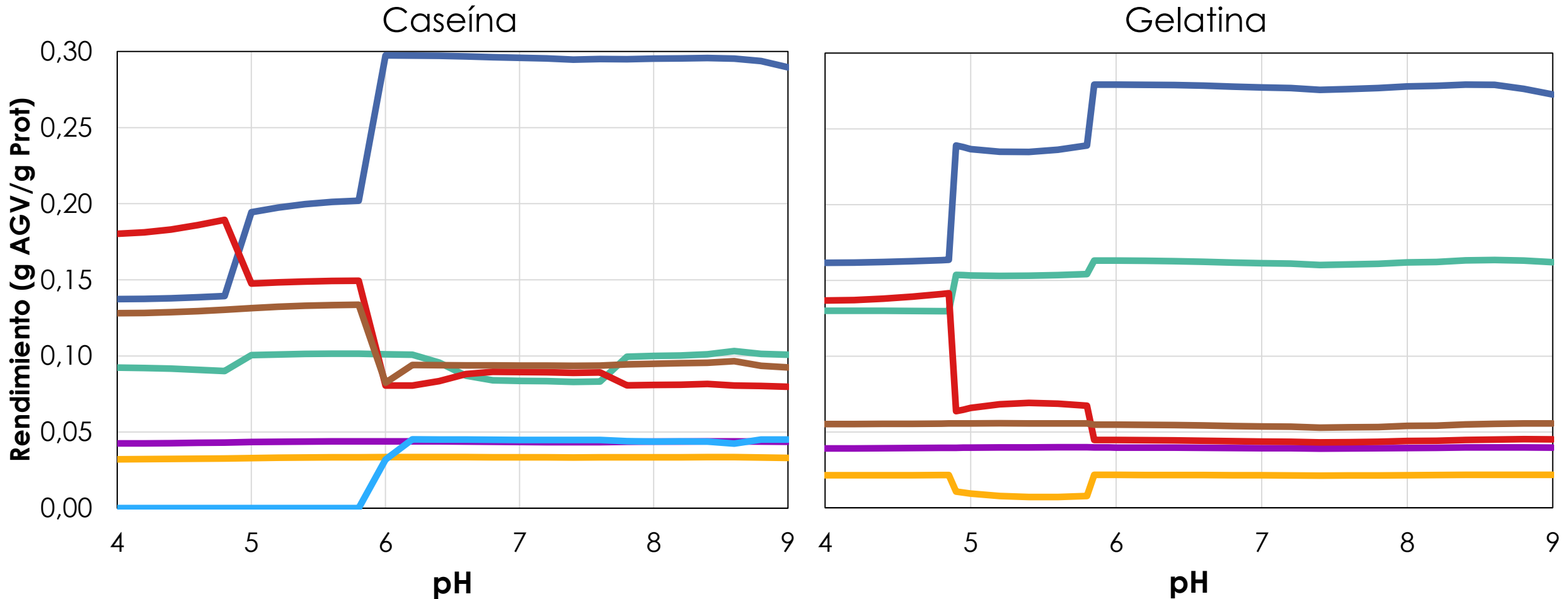
La producción de butirato es máxima a pH ácidos



Podemos elegir a priori el residuo más interesante



La caseína se comporta diferente a la gelatina



- acetato
- propionato
- n-butirato
- i-butilato
- n-valerato
- i-valerato
- i-caproato

Conclusiones

- ✓ El modelo puede ser utilizado como **herramienta de diseño** de procesos
- ✓ Siguiente paso: **co-fermentación**

Conclusiones

- ✓ El modelo puede ser utilizado como **herramienta de diseño** de procesos
- ✓ Siguiente paso: **co-fermentación**

Póster

Riccardo Bevilacqua

Steering VFA production during protein fermentation by adjusting substrate composition and pH

Agradecimientos

- ✓ Ministerio de Educación (FPU14/05457)
- ✓ Proyecto ERA-IB-2 BIOCHEM (financiado por MINECO, PCIN 2016-102)
- ✓ Los autores pertenecen al Grupo de Referencia Competitiva ED431C2017/029 y a la agrupación estratégica CRETUS (AGRUIP2017/01).

Modelling the production of VFA from proteins by mixed culture fermentations

A. Regueira, R. Bevilacqua, J. M. Lema,
M. Mauricio-Iglesias, M. Carballa

alberte.regueira@usc.es
www.usc.es/biogroup

La composición de una misma proteína es variable

