

Anexo 2 INNOVA
MEMORIA FINAL. COMPROMISOS Y RESULTADOS
PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE
2025/2026

Identificación del proyecto	
Código	sol-202500299047-tra
Título	De Proyectos a Retos: Integración de Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en la Enseñanza de Ingeniería de Bioprocesos
Responsable	José Joaquín González Cortés

- Se recomienda:
 - Atender a los criterios de valoración de las memorias indicados en las bases de la convocatoria.
 - Incluir referencias bibliográficas y datos comparativos con proyectos previos, según casos, para reforzar la evaluación del impacto.
 - Incluir evidencias sobre las medidas de difusión desarrolladas.
- Otros aspectos que considerar:
 - La claridad, la coherencia y la justificación de los datos presentados serán clave en la valoración final.
 - La difusión de resultados debe priorizar la transparencia y accesibilidad a la comunidad universitaria.
 - Serán valoras como evidencias: registro de actividades, listados de participantes, programas de eventos, fotografías, documentos que acreditan la aceptación de una comunicación/ponencia o similar, informes, actas o resúmenes de las acciones realizadas, índices de impacto que respalden la cantidad de personas alcanzadas o el impacto de la difusión, etc.

1. **Describa los resultados obtenidos a la luz de los objetivos y compromisos que adquirió en la solicitud de su proyecto. Incluya tantas tablas como objetivos contempló.**

Objetivo nº 1	<i>Diseñar e implementar una fase de Aprendizaje Basado en Retos (ABR) al finalizar el ABP de la asignatura "Procesos Biotecnológicos", centrada en la resolución de contingencias industriales simuladas y la integración de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el diseño de bioprocesos a escala industrial.</i>
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	<i>1. Diseño detallado de 12 retos específicos (6 orientados a simulación MATLAB del biorreactor y 6 de análisis teórico/estratégico), basados en los 6 bioprocesos industriales trabajados en el ABP. 2. Elaboración de rúbricas de evaluación específicas para la fase de retos. 3. Adaptación de la guía del estudiante y los materiales del Campus Virtual para incluir la descripción, metodología y evaluación de la nueva fase ABR. 4. Establecimiento del procedimiento de sorteo y asignación de retos (2 por grupo: 1 MATLAB + 1 teórico/estratégico).</i>
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	<i>Diseño de los Retos:</i> <i>Se ha diseñado con éxito la batería de retos dividida en dos categorías. Por un lado, la Categoría A (Retos</i>

	Prácticos en MATLAB) incluyó 6 escenarios realistas de contingencias en planta vinculados a los bioprocesos trabajados: fallo del compresor (levadura), avería de bomba (penicilina), inhibidor externo (ácido cítrico), baja calidad de malta (cerveza), micro-corte eléctrico (vinagre) y fallo en sistema stripping (bioetanol). Por otro lado, la Categoría B (Retos Teóricos) se ajustó a 4 grandes retos estratégicos (Gestión de contaminación, Resiliencia en cadena de suministro, Adaptación a demandas del cliente y Estrategia frente a competencia) orientados a ODS y visión de mercado, garantizando una mayor profundidad investigadora. Adaptación de Materiales y Rúbricas: Se elaboró el material de presentación ("De Proyectos a Retos") y el documento detallado de las contingencias, integrando ambos en el Campus Virtual (Moodle). Se estipuló un formato de entrega altamente profesional: una única diapositiva de formato ejecutivo (incluyendo Diagnóstico, Evidencia Visual y Análisis de Impacto), adaptando la rúbrica a esta capacidad de síntesis. Mejora en el procedimiento de asignación: Respecto a lo previsto en la solicitud (asignación por sorteo), se decidió aplicar una mejora metodológica: la elección libre a través de un "Menú" en Moodle (limitando el aforo a máximo 2 grupos por reto teórico para asegurar la variabilidad). Esta adaptación buscó fomentar la autonomía y la motivación intrínseca del alumnado, aspecto que posteriormente se ha demostrado como un gran acierto según las encuestas de satisfacción. Evidencias generadas: Documento descriptivo de los retos (Categorías A y B), presentación de introducción al ABR en clase, y configuración del menú de elección en Moodle.
--	---

Objetivo nº 2	Desarrollar en el estudiantado la capacidad de aplicar modelos de simulación de biorreactores en MATLAB para analizar y proponer soluciones técnicas a contingencias y optimizaciones industriales, así como la habilidad de analizar críticamente escenarios teóricos relacionados con la sostenibilidad (ODS), regulación y mercado en el sector biotecnológico.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	1. Ejecución de la fase ABR: Transcurrido la mitad del tiempo destinado a la realización del ABP, realizar el sorteo y asignación de los 2 retos a cada grupo. 2. Sesiones para guiar a los grupos en la resolución de sus retos: a. Apoyo en la adaptación/uso de sus scripts de MATLAB. b. Orientación en la búsqueda de información y análisis crítico para abordar los retos teóricos. 3. Seguimiento del progreso de los grupos a través de las sesiones.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Ejecución y Tutorización: Tal y como se planificó, se ejecutó la fase ABR integrándola en el flujo de la asignatura. Para ello, se reservaron las últimas 2-3 sesiones presenciales de clase (dinámica "Paso 2: Resolución") dedicadas en exclusiva a la modificación de scripts en MATLAB y a la búsqueda de información estratégica. Resolución (MATLAB): Los alumnos lograron traducir problemas de planta (averías, cortes eléctricos, inhibidores) en parámetros matemáticos (ej. forzar $k_L \alpha = 0$, modificar constantes de inhibición o perfilar alimentaciones $F = 0$). El seguimiento evidenció que los alumnos dejaron de ver el software como una calculadora matemática para entenderlo como una herramienta de diagnóstico ingenieril y simulación

	dinámica. Resolución retos teóricos: En las sesiones de tutorización teórica, los grupos analizaron variables no técnicas (cadena de suministro, costes por caídas de mercado, paradas por contaminación). Resultados obtenidos: El estudiantado logró sintetizar la resolución de ambos retos (técnico y teórico) en el formato exigido ("1 o 2 diapositivas"), demostrando no solo la adquisición de la competencia técnica, sino una alta capacidad de análisis de impacto y visión estratégica. Como desajuste temporal menor, algunos grupos requirieron trabajo extra fuera del aula debido a la densidad de la programación en MATLAB (ej. reto de la cerveza o modificaciones estructurales del código), lo que demuestra un alto grado de implicación.
--	--

Objetivo nº 3	Evaluar la eficacia de la metodología híbrida ABP-ABR para mejorar la preparación del estudiantado ante escenarios industriales complejos, fomentar la integración de la sostenibilidad (ODS) y potenciar las habilidades de toma de decisiones bajo incertidumbre, así como medir la satisfacción estudiantil con esta innovación.
Actividades que había previsto en la solicitud del proyecto:	1. Evaluación de las soluciones finales de la fase de retos (presentaciones) utilizando las rúbricas diseñadas. 2. Análisis comparativo de las competencias demostradas en la fase ABR respecto a la fase ABP inicial. 3. Administración y análisis de un cuestionario específico (anónimo) para recoger la percepción y satisfacción del estudiantado. 4. Análisis cualitativo de las soluciones propuestas.
Actividades realizadas y resultados obtenidos:	Evaluación de soluciones: Se evaluaron las diapositivas ejecutivas y las presentaciones de los grupos aplicando las rúbricas diseñadas, constatando una madurez técnica superior a la de años previos sin la fase ABR. El formato de entrega forzó positivamente a los estudiantes a justificar el diagnóstico técnico y presentar evidencias visuales claras (gráficas comparativas). Cuestionario de satisfacción y análisis: Se habilitó como paso final y obligatorio ("Paso 3: Feedback") un cuestionario anónimo de satisfacción. Se obtuvieron 24 respuestas detalladas que han permitido medir empíricamente el éxito del proyecto (ver preguntas al final del documento y los resultados en la Figura 1). Visualización industrial y MATLAB: La inmensa mayoría de los estudiantes puntuaron con la máxima nota (4 y 5 sobre 5) que los retos les ayudaron a visualizar problemas reales de escala industrial y a usar MATLAB como diagnóstico. Preferencia metodológica: Ante la pregunta de si preferían esta metodología frente a exámenes o trabajos tradicionales, los valores fueron abrumadoramente positivos (4s y 5s), validando la aceptación de la hibridación ABP-ABR. Análisis cualitativo: En las preguntas abiertas, el alumnado destacó como puntos fuertes "la interacción con el resto de compañeros", "poder explorar nuevas ideas y situaciones reales que no habíamos tenido en cuenta" y "acercarnos al día a día de lo que ocurre en una industria real". Respecto a las áreas de mejora, el feedback recabado ha sido fundamental: la sugerencia más repetida ha sido disponer de un poco más de tiempo para asimilar el modelo antes de exponer el reto, lo cual se tendrá en cuenta para futuras ediciones.

2. Realice una breve valoración sobre la influencia del proyecto ejecutado en la evolución de las asignaturas implicadas.

<i>Análisis del impacto de la innovación en las asignaturas relacionadas con el proyecto</i>
La implementación del enfoque híbrido ABP-ABR en la asignatura "Procesos Biotecnológicos" ha supuesto una evolución natural y un salto cualitativo sin precedentes en su docencia. Durante los últimos 8 cursos académicos, la asignatura había consolidado una metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) donde el estudiantado diseñaba un bioproceso a escala industrial asistido por MATLAB. Tal y como documentamos recientemente, esta metodología ABP ya garantizaba la adquisición de competencias de análisis (GC4) y síntesis de procesos biotecnológicos (SC15), arrojando una nota media histórica muy positiva de 8,9 ± 0,3 sobre 10 en una muestra de 441 estudiantes (González-Cortés et al., 2025). Sin embargo, el salto hacia el Aprendizaje Basado en Retos (ABR) (Kohn Rådberg et al., 2020) ejecutado este curso buscaba cubrir un vacío fundamental: enfrentar al alumno a la toma de decisiones bajo incertidumbre. Lejos de abrumar al estudiantado con esta capa extra de dificultad (contingencias, fallos de equipos, fluctuaciones de mercado), la contextualización real ha disparado su motivación extrínseca e implicación. Análisis comparativo de rendimiento: El impacto académico ha sido extraordinario. La evaluación final de los Casos Prácticos de este curso 2025/2026 (n=58 alumnos evaluados) ha arrojado una nota media de 9,28 sobre 10. Esto demuestra que la transición del proyecto al reto no solo ha consolidado los excelentes resultados históricos, sino que los ha elevado a la franja más alta de la serie (superando el promedio de los últimos 8 años). Al exigir un nivel cognitivo superior (diagnosticar y proponer soluciones ante crisis en tiempo real), el alumnado ha respondido con un mayor rigor procedimental y actitudinal, validando rotundamente la eficacia de la innovación.

3. Incluya en la siguiente tabla el número de alumnado matriculado y el de respuestas recibidas en cada opción y realice una valoración crítica sobre la influencia que el proyecto ha ejercido en la opinión del alumnado.

Opinión del alumnado al inicio del proyecto				
Número de alumnado matriculado:		62 alumnos/as (24 respuestas)		
Valoración del grado de dificultad que cree que va a tener en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
0	2	10	9	3
Opinión del alumnado en la etapa final del proyecto				
Valoración del grado de dificultad que ha tenido en la comprensión de los contenidos y/o en la adquisición de competencias asociadas a la asignatura en la que se enmarca el proyecto de innovación docente				
Ninguna dificultad	Poca dificultad	Dificultad media	Bastante dificultad	Mucha dificultad
3	11	8	2	0
Los elementos de innovación y mejora docente aplicados en esta asignatura han favorecido mi comprensión de los contenidos y/o la adquisición de competencias asociadas a la asignatura				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
1	0	1	8	14

En el caso de la participación de profesorado invitado				
<i>La participación del profesorado invitado ha supuesto un gran beneficio en mi formación</i>				
Nada de acuerdo	Poco de acuerdo	Ni en acuerdo ni en desacuerdo	Muy de acuerdo	Completamente de acuerdo
-	-	-	-	-
Valoración crítica sobre la influencia que ha ejercido el proyecto en la opinión del alumnado				
El análisis cruzado de las 24 encuestas finales demuestra una evolución muy favorable en la percepción del estudiantado. Al inicio de la asignatura, el 75% anticipaba un grado de dificultad medio-alto, condicionado por la exigencia de programar en MATLAB y afrontar un diseño de bioprocesos complejo. Sin embargo, al finalizar el itinerario ABP-ABR, la curva de dificultad percibida se desplazó drásticamente hacia los niveles de "poca" o "ninguna" dificultad (en acumulado, más del 58% sitúa la dificultad baja), evidenciando que las sesiones de tutorización y el andamiaje del proyecto funcionaron con eficacia. Específicamente, el 91.6% del alumnado se muestra "muy" o "completamente de acuerdo" en que la innovación ha favorecido su aprendizaje. Las valoraciones cuantitativas reflejan que el Reto Práctico en MATLAB obligó a ver el software como una herramienta de diagnóstico ingenieril (y no un mero cálculo), mientras que el sistema de elección libre desde el "menú" de Moodle potenció la motivación en comparación con una asignación rígida. Cualitativamente, los estudiantes valoran positivamente "acercarse al día a día de una industria real" y la cohesión del trabajo en equipo. Como área de mejora crítica extraída de sus propias aportaciones (preguntas 2 y 8 de la encuesta), se señala la conveniencia de homogeneizar y anticipar con mayor margen los plazos de comunicación de los retos para evitar la saturación en los últimos días de exposición, aspecto clave a optimizar en futuras ediciones.				

4. **Describe las medidas de difusión a las que se comprometió en la solicitud y las que ha llevado a cabo. Describe, analice y valore los desajustes respecto a lo previsto en el proyecto y las soluciones aplicadas.**

Descripción de las medidas comprometidas en la solicitud
1. Difusión Interna UCA: -Presentación de la metodología y resultados en las Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Cádiz. -Comunicación de la experiencia y resultados en reuniones del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos. -Actualización de la Guía Docente de la asignatura "Procesos Biotecnológicos" para incorporar formalmente la metodología ABP-ABR.2. Difusión Externa (Potencial): -Consideración de presentación de la experiencia en congresos nacionales o internacionales sobre Educación en Ingeniería / Biotecnología. -Valoración, a medio plazo, de la redacción de una publicación científica.
Descripción de las medidas que se han llevado a cabo
Difusión interna: Se ha actualizado formalmente la metodología en la planificación, consolidando el ABR como actividad evaluable de cierre. Asimismo, se han compartido los resultados preliminares y el material de contingencias diseñado con los compañeros del Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los Alimentos para fomentar la transferencia de la práctica a asignaturas afines (ej. Biorreactores). La propuesta de comunicación para las próximas Jornadas de Innovación Docente de la UCA está en fase de preparación utilizando los datos estadísticos extraídos de esta memoria. Difusión externa: La recopilación de las 24 encuestas finales y su tabulación (reflejadas en el apartado 3) suponen una base de datos necesaria pero, a priori, no suficiente para la redacción de una publicación científica. Valoración de desajustes: Se esperaba la posible publicación de un artículo científico pero la escasa participación (24 alumnos sobre mas de 60 matriculados) no hacen factible un tratamiento estadístico fiable.

5. **Conclusiones. Entre ellas, describa las aplicaciones futuras del proyecto, su sostenibilidad y**

posible continuidad y estrategias para ello.

Conclusiones
1. Consecución de objetivos: El proyecto "De Proyectos a Retos" ha cumplido con éxito su meta principal. La hibridación de la metodología ABP (diseño) con ABR (resolución de contingencias) ha cerrado la brecha existente entre las simulaciones académicas ideales y la compleja realidad de la industria biotecnológica (fallos de equipos, contaminaciones, restricciones de suministro o mercado). 2. Cambio de paradigma en el uso de herramientas: Destaca como conclusión fundamental que el alumnado ha dejado de visualizar MATLAB como un simple software de cálculo matemático para interiorizarlo como un sistema de diagnóstico, predicción y toma de decisiones. 3. Sostenibilidad y viabilidad económica: El proyecto ostenta una sostenibilidad máxima. Al no requerir financiación, su mantenimiento en el tiempo depende exclusivamente del capital intelectual generado. El catálogo de retos (Categorías A y B), las rúbricas de evaluación y el sistema de menú de Moodle quedan integrados permanentemente en el Campus Virtual de la asignatura. 4. Continuidad y estrategias de mejora futura (aplicación del feedback): La principal estrategia de cara al próximo curso surge del análisis de las respuestas del alumnado. Como aplicación futura inmediata, se adelantará la comunicación del catálogo de retos. En lugar de presentarlo a mitad del desarrollo del ABP, se introducirá al principio del mismo. Esto proporcionará a los estudiantes mayor margen de tiempo para familiarizarse con su "escenario de desastre" sin saturar la carga de trabajo final, mejorando la coordinación y garantizando el éxito rotundo y la continuidad de esta innovación docente. 5. Impacto objetivo en el rendimiento académico: Más allá de la excelente percepción subjetiva recogida en las encuestas, la comparativa cuantitativa de las calificaciones es concluyente. La media obtenida tras la implantación de los Retos (9,28/10) supera la media histórica de la asignatura (8,9/10) evaluada durante casi una década. Queda demostrado empíricamente que someter al alumnado a presiones de diseño realistas (fallos de equipos, adaptación de ODS) mejora la calidad de sus entregables y su excelencia académica.

Referencias

- González-Cortés, J. J., Cantero, D., & Ramírez, M. (2025). Project-Based Learning in Bioprocess Engineering: MATLAB Software as a Tool for Industrial-Scale Bioreactor Design. *Computer Applications in Engineering Education*, 33, e22811. <https://doi.org/10.1002/cae.22811>
- Kohn Rådberg, K., Lundqvist, U., Malmqvist, J., & Hagvall Svensson, O. (2020). From CDIO to challenge-based learning experiences—expanding student learning as well as societal impact. *European Journal of Engineering Education*, 45(1), 22-37. <https://doi.org/10.1080/03043797.2018.1441265>

Preguntas del cuestionario final:

1. La resolución de estos retos me ha ayudado a visualizar mejor el tipo de problemas reales que ocurren a escala industrial.
2. El Reto Práctico (MATLAB) me ha obligado a usar el modelo como una herramienta de diagnóstico de ingeniería, y no solo como un ejercicio matemático.
3. El Reto Teórico me ha hecho reflexionar sobre variables estratégicas (ODS, mercado, crisis) fundamentales para mi futuro profesional.
4. El sistema de elección libre desde un "menú" de retos ha aumentado mi motivación en comparación con la asignación directa de un problema.
5. El formato de entrega (una única diapositiva ejecutiva) me ha parecido adecuado y útil para entrenar mi capacidad de síntesis.
6. Globalmente, prefiero esta metodología de retos (ABR) frente a la realización de un trabajo teórico tradicional o un examen clásico.

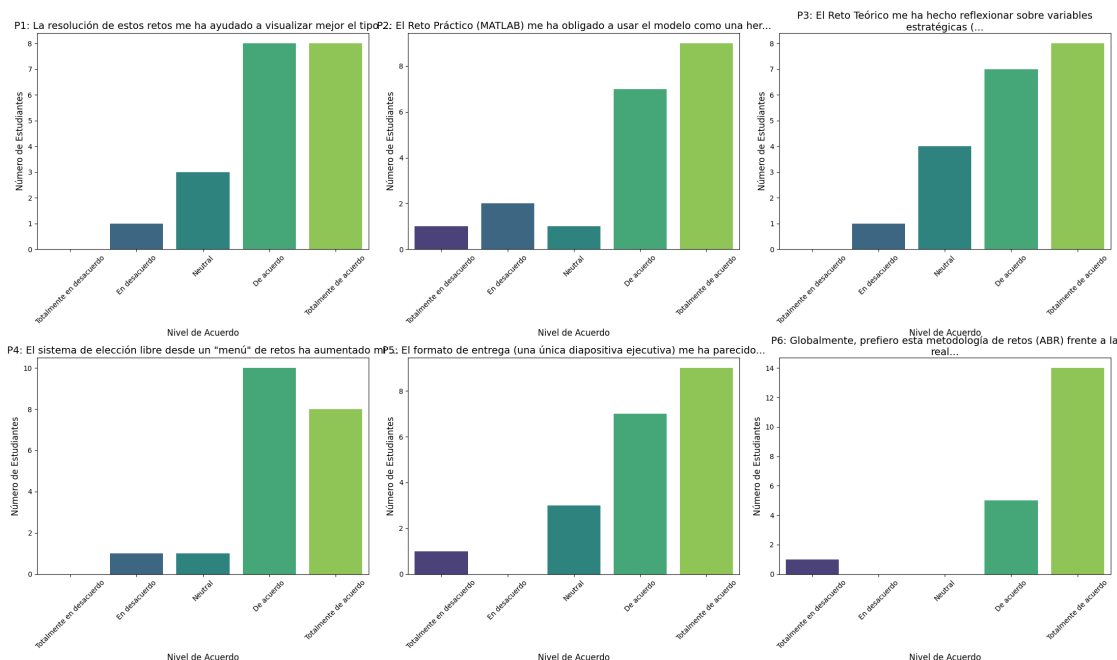


Figura 1. Recopilación de las respuestas de los alumnos al cuestionario final

En anexos se muestra captura de pantalla de la sección del Campus Virtual destinada al proyecto de innovación docente, fragmento de la presentación realizada a los alumnos, los retos teóricos y prácticos propuestos y un ejemplo de resolución de los retos por parte de los alumnos.

GONZALEZ
CORTES JOSE
JOAQUIN -
49074885S

Firmado
 digitalmente por
GONZALEZ CORTES
JOSE JOAQUIN -
49074885S
 Fecha: 2026.09.15
 12:59:14 +02'00'

APRENDIZAJE BASADO EN RETOS (ABR)

Enmarcado en el Proyecto de Innovación Docente INNOVA 2025/2026: "De Proyectos a Retos"

En esta sección pasamos a la resolución de incidencias reales y retos industriales.

Encontraréis los siguientes recursos justo debajo:

PDF de la Presentación: Resumen de la sesión introductoria y objetivos del ABR.

Guía Detallada de Retos: Documento con todas las especificaciones técnicas y requisitos de entrega.

Elección de Reto Teórico: Espacio para inscribir a vuestro grupo (limitado a un máximo de 2 grupos por reto).

Encuesta de Valoración: Cuestionario obligatorio que deberéis completar al finalizar la presentación del caso práctico



De Proyectos a Retos - Integración ABR



Retos desarrollados



Inscripción: Elección de Reto Teórico



No disponible hasta que: se pertenezca a cualquier grupo



Cuestionario de Satisfacción: Metodología de Retos (ABR)



Convocatoria INNOVA de Proyectos de Innovación y Mejora Docente (sol-
202500299047-tra)

De Proyectos a Retos

Integración de Aprendizaje Basado en Retos (ABR) en la
Enseñanza de Ingeniería de Bioprocesos (PBIO)

Contexto

Evolucionando el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)
hacia la toma de decisiones (Aprendizaje Basado en Retos,
ABR).

¿En qué consiste? (Integración ABR en ABP)

Categoría A: Retos Prácticos (MATLAB)



Diagnóstico

Traducir un problema de planta (incidencia) en un parámetro matemático del modelo cinético.



Simulación

Evaluar dinámicamente el daño operacional mediante la modificación del script de MATLAB.



Estrategia

Integrar variables no técnicas como, fallos en cadena de suministro, contaminaciones, efecto de impurezas, etc.

Categoría A: Retos Prácticos (Simulación en MATLAB)

Requiere modificar el código original y aportar gráficas justificativas.

Grupo 1 (Levadura): Fallo en el Compresor de Aire

- **El Escenario:** La levadura panadera requiere condiciones estrictamente aerobias para maximizar la biomasa y evitar el efecto *Crabtree*. Durante el lote industrial, el compresor principal falla y **se corta la aireación durante 2 horas** en plena fase de crecimiento exponencial.
- **El Reto en MATLAB:** Programen un condicional temporal en su código para que el coeficiente de transferencia de oxígeno (k_{La}) o el caudal de aireación caiga drásticamente a un valor residual durante esas 2 horas.
- **Análisis:** ¿Cómo afecta este evento a la curva de crecimiento de biomasa y al consumo de sustrato? Si su modelo incluye la ruta fermentativa, ¿cuánto etanol indeseado se ha producido durante el apagón?

Grupo 2 (Penicilina): Avería en la Bomba de Alimentación

- **El Escenario:** La producción de penicilina es un proceso *fed-batch* donde la alimentación de glucosa debe estar muy controlada. Al iniciar la fase de producción (tras la fase de crecimiento), **la bomba de alimentación se avería y permanece parada durante el 20% del tiempo total** estimado para esa fase.
- **El Reto en MATLAB:** Modifiquen su perfil de alimentación (F) para que sea igual a 0 durante ese periodo de tiempo específico.
- **Análisis:** Simulen el impacto en la velocidad específica de crecimiento y en la producción de penicilina. ¿Se detiene por completo la producción? Propongan un nuevo caudal de alimentación para el tiempo restante que intente recuperar parte del producto perdido.

Grupo 3 (Ácido Cítrico): Contaminación por Inhibidor Externo

- **El Escenario:** Se ha utilizado una partida de melaza de baja calidad que contiene altas concentraciones de metales pesados. Su modelo original de *A. niger* seguramente no incluye un término de inhibición por este tipo de compuestos.
- **El Reto en MATLAB:** Introduzcan manualmente un término de inhibición (por ejemplo, inhibición no competitiva o competitiva) en la ecuación cinética de crecimiento celular o de producción de ácido cítrico de su modelo.
- **Análisis:** Simulen el proceso asumiendo una concentración de inhibidor constante. ¿Cómo se deforma la curva de producción de ácido cítrico? ¿Cuánto tiempo extra de fermentación se necesitaría para alcanzar la misma concentración final que en un lote sin inhibidor?

Grupo 4 (Cerveza): Baja Calidad de la Malta (Mosto Diluido)

- **El Escenario:** Debido a una mala cosecha de cebada, el mosto inicial que llega al fermentador tiene **un 20% menos de azúcares fermentables (sustrato)** respecto al diseño estándar, pero el volumen del tanque es el mismo.
- **El Reto en MATLAB:** Modifiquen las condiciones iniciales de su modelo por lotes (*batch*) reduciendo la concentración de sustrato un 20%.
- **Análisis:** Simulen el impacto de esta dilución en el perfil del grado alcohólico final. Además, observen qué ocurre con la curva de diacetilo (si su modelo lo contempla): ¿se reabsorbe más rápido o más lento? ¿Se podría acortar el tiempo total de fermentación en los tanques?

Grupo 5 (Vinagre): Corte Eléctrico y Estrés Celular

- **El Escenario:** Las bacterias acéticas son extremadamente sensibles a la falta de oxígeno; una caída de O_2 puede causar muerte celular o una fase de latencia prolongada. Durante el ciclo semicontinuo, ocurre un apagón y **se corta la aireación (agitación/turbina) durante 45 minutos** en el momento de máxima velocidad de acetificación.
- **El Reto en MATLAB:** Modifiquen el código para que el oxígeno disuelto caiga a cero (reduciendo K_{La} o el caudal de aireación) durante ese intervalo de tiempo exacto. Si el modelo no contempla muerte por asfixia, fuercen una paralización temporal de la cinética de crecimiento/producción durante el corte.
- **Análisis:** Simulen el retraso que sufre el ciclo de producción. ¿Cuántas horas se retrasa la descarga del vinagre respecto a un ciclo normal? ¿Es el daño proporcional al tiempo de apagón?

Grupo 6 (Bioetanol): Fallo en el Sistema de Retirada de Producto

- **El Escenario:** En fermentaciones de muy alta gravedad (VHG), la inhibición por etanol es el factor limitante (el etanol mata a la propia levadura). Si están usando estrategias de *stripping* (retirada de gas) para sacar etanol, asuman que este sistema falla durante un cierto tiempo. Si no, asuman que la levadura ha mutado y su constante de tolerancia al etanol (K_I) ha empeorado un 30%.
- **El Reto en MATLAB:** Desactiven el término de retirainhda de etanol en sus balances de materia, o bien modifiquen la constante de inhibición para hacerla más severa.
- **Análisis:** Simulen el proceso. ¿En qué momento exacto se detiene la fermentación por toxicidad? ¿Cuánto sustrato inicial se queda sin consumir ("azúcares residuales") por culpa de esta parada prematura?

Categoría B: Retos Teóricos

Los grupos deben elegir **UN** reto de esta lista. Requiere investigación, análisis crítico y visión industrial, sin necesidad de simulación profunda. **Máximo dos grupos por reto**

1. **Gestión contaminación:** Crear un plan de acción ante una contaminación bacteriana aguda: parada vs. recuperación, causa raíz, prevención y comunicación interna.
2. **Resiliencia en cadena de suministro:** Análisis de riesgos ante el fallo de suministro de una materia prima, un aditivo o precursor clave y selección justificada de una alternativa viable.
3. **Adaptación a demandas del cliente:** Proponer cambios teóricos en la operación del biorreactor o procesos del *downstream* para reducir un **15%** el perfil de impurezas secundarias, analizando su impacto en la cinética principal.
4. **Estrategia frente a competencia:** Ante una caída del **15%** en el precio de mercado, identificar los 3 factores que más afectan al coste de su proceso y proponer estrategias para hacer reducir el coste del proceso.

RETO PRÁCTICO

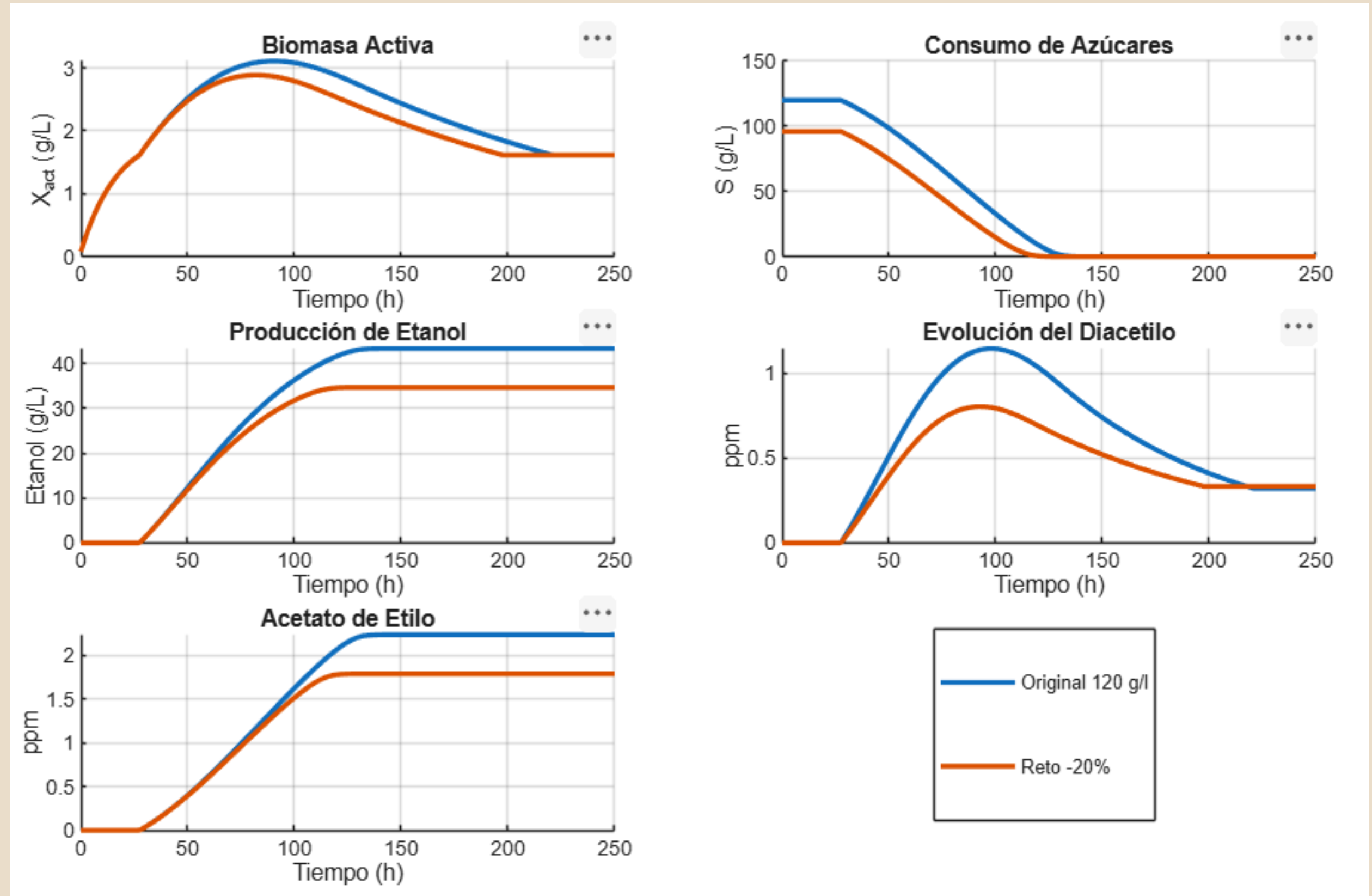
-20% de sustrato inicial

ORIGINAL

Temperatura: 10°C
Etanol final: 43,32 g/l
Alcohol estimado: 5,49 %

-20% SUSTRATO

Temperatura: 10°C
Etanol final: 34,66 g/l
Alcohol estimado: 4,39%



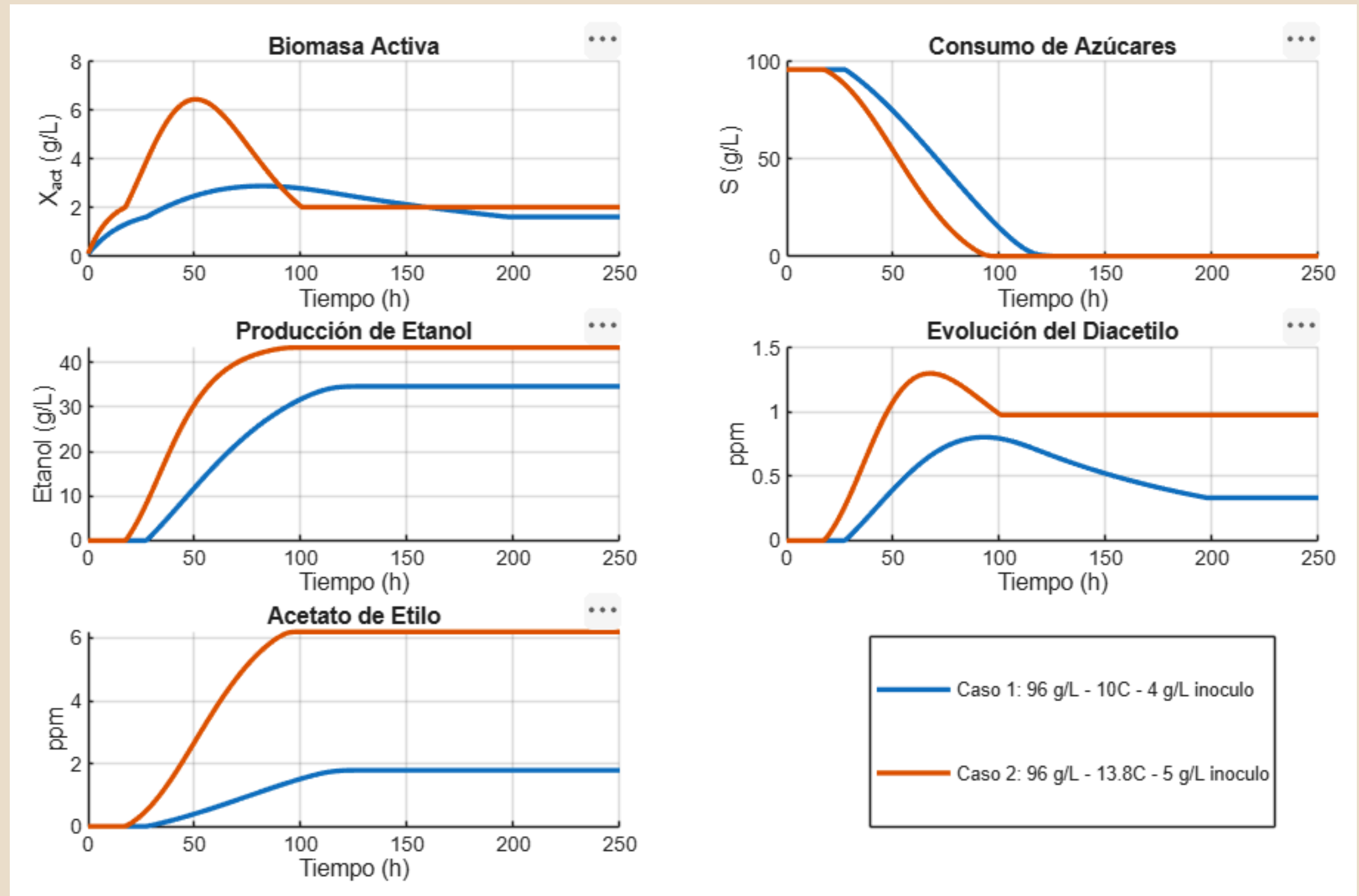
RETO PRÁCTICO

Correcciones de las variables

-20% SUSTRATO
Sustrato: 96 g/l
Biomasa: 4 g/l
Temperatura: 10°C
Etanol final: 34,66 g/l
Alcohol estimado: 4,39 %

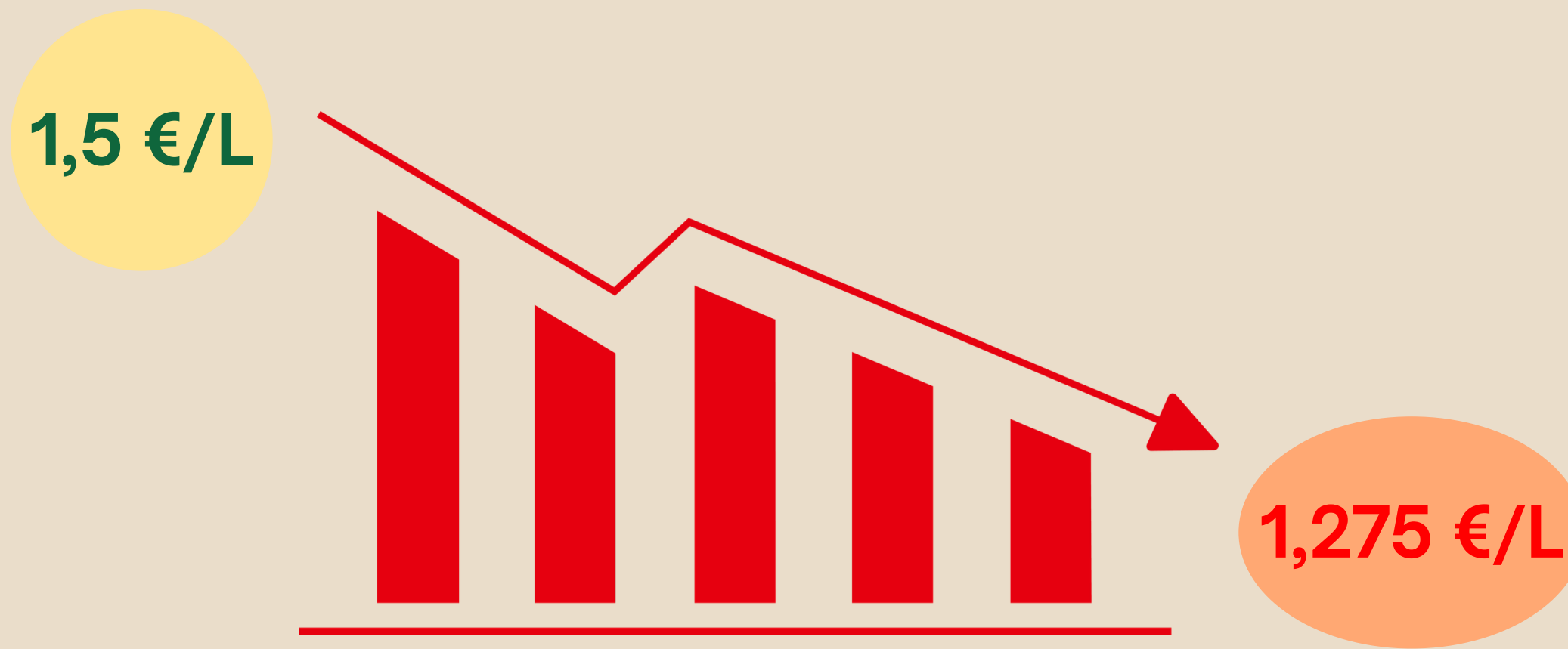
CAMBIANDO VARIABLES
Sustrato: 96 g/l
Temperatura: 13,8°C
Biomasa: 5 g/l

RESULTADOS
Etanol final: 43,39 g/l
Alcohol estimado: 5,5 %

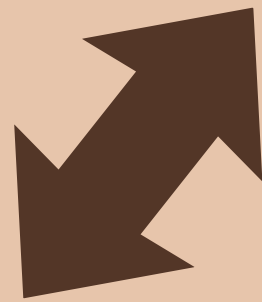


RETO TEÓRICO

¿Qué ocurriría si la presión competitiva del mercado nos obligara a aplicar una rebaja del 15% sobre nuestro precio de venta?



RETO TEÓRICO



MAXIMIZACIÓN DEL VOLUMEN

Incremento de ocupación del 70% al **80%**

Aumento de 7M a **8M** de Litros anuales sin CAPEX adicional



REFORMULACIÓN DE SUSTRATOS^[32]

Sustitución de malta por **cereales económicos**

Uso de enzimas exógenas para mantener el rendimiento



HIGH GRAVITY BREWING

Fermentación de alta densidad y **dilución final**

Optimización de la cinética de los 17 reactores

RETO TEÓRICO

OPEX Original

0.72 €/L

OPEX Plan B

0.58 €/L

4.600.000 €

¡VENTAS NETAS!

> 10.200.000 €