

# IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE ALIMENTACIÓN PARA PROCESOS FERMENTATIVOS DE LARGA DURACIÓN

M. Cantone<sup>(1)</sup>, M. Ortega<sup>(1)</sup>, L. Matos<sup>(1)</sup>, S. Casal Bruno<sup>(2)</sup>

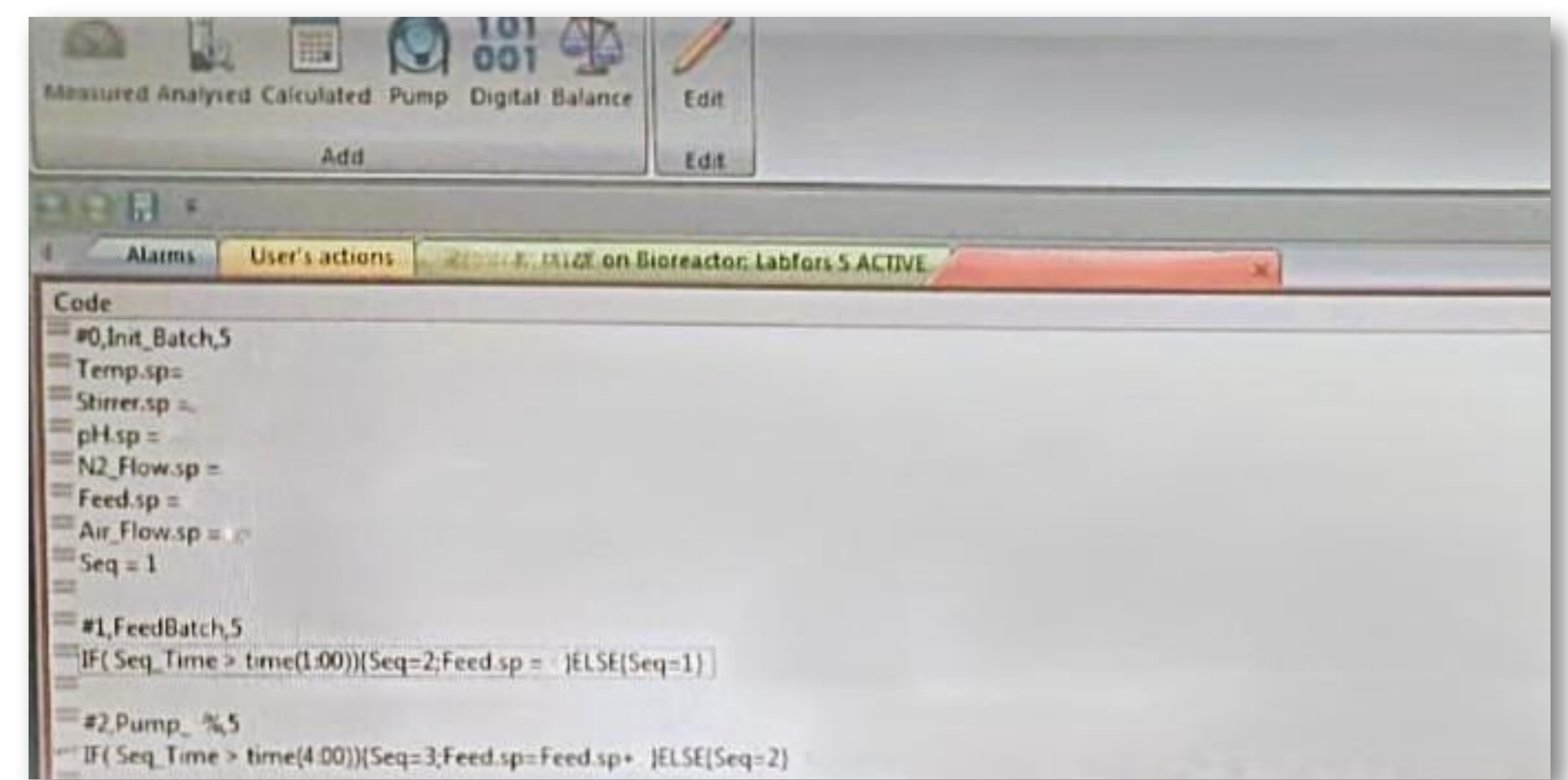
(1) Dirección técnica de Biotecnología, (2) Dirección técnica de Transformación Digital.

INTI, Av. Gral. Paz 5445, San Martín, Bs. As., Argentina | [scasal@inti.gov.ar](mailto:scasal@inti.gov.ar)

## 1. Resumen del caso

En este caso se aborda la necesidad de implementar sistemas de control en procesos fermentativos de larga duración. Dado que el control manual presenta limitaciones en reproducibilidad, tiempo de respuesta, rendimiento y costos operativos - al requerir la supervisión constante de un operador -, se optó por implementar sistemas de alimentación automatizados que modifiquen sus parámetros en tiempo real basados en la evolución de las biomazas.

El sistema permitió establecer setpoints dentro de rangos óptimos mediante estrategias de control retroalimentado, complementadas con ajustes específicos para cada fase del proceso.



• Software de control y medición IRIS

## 2. Situación Inicial

En los procesos biotecnológicos destinados a la producción de microorganismos o de metabolitos secundarios, los tiempos de cultivo suelen extenderse significativamente, pudiendo superar las 8 horas y alcanzando entre 24 horas y varios días, según el tipo de proceso. Para maximizar el crecimiento celular y el rendimiento del bioproceso, es habitual implementar estrategias de alimentación controlada, ya que la fuente de carbono, oxígeno disuelto u otros nutrientes esenciales suelen volverse factores limitantes.

La alimentación puede realizarse de distintas maneras. De forma constante, manteniendo un flujo fijo que conduce a una limitación en la fuente de carbono, o de forma exponencial, ajustando la tasa de alimentación en función del incremento de biomasa o de la cantidad de microorganismos. En este último caso, el control puede llevarse a cabo de manera manual, requiriendo la presencia continua de un operador junto al fermentador, o bien mediante la utilización de un software de control que permita modificar automáticamente la tasa de alimentación en función de parámetros de proceso.



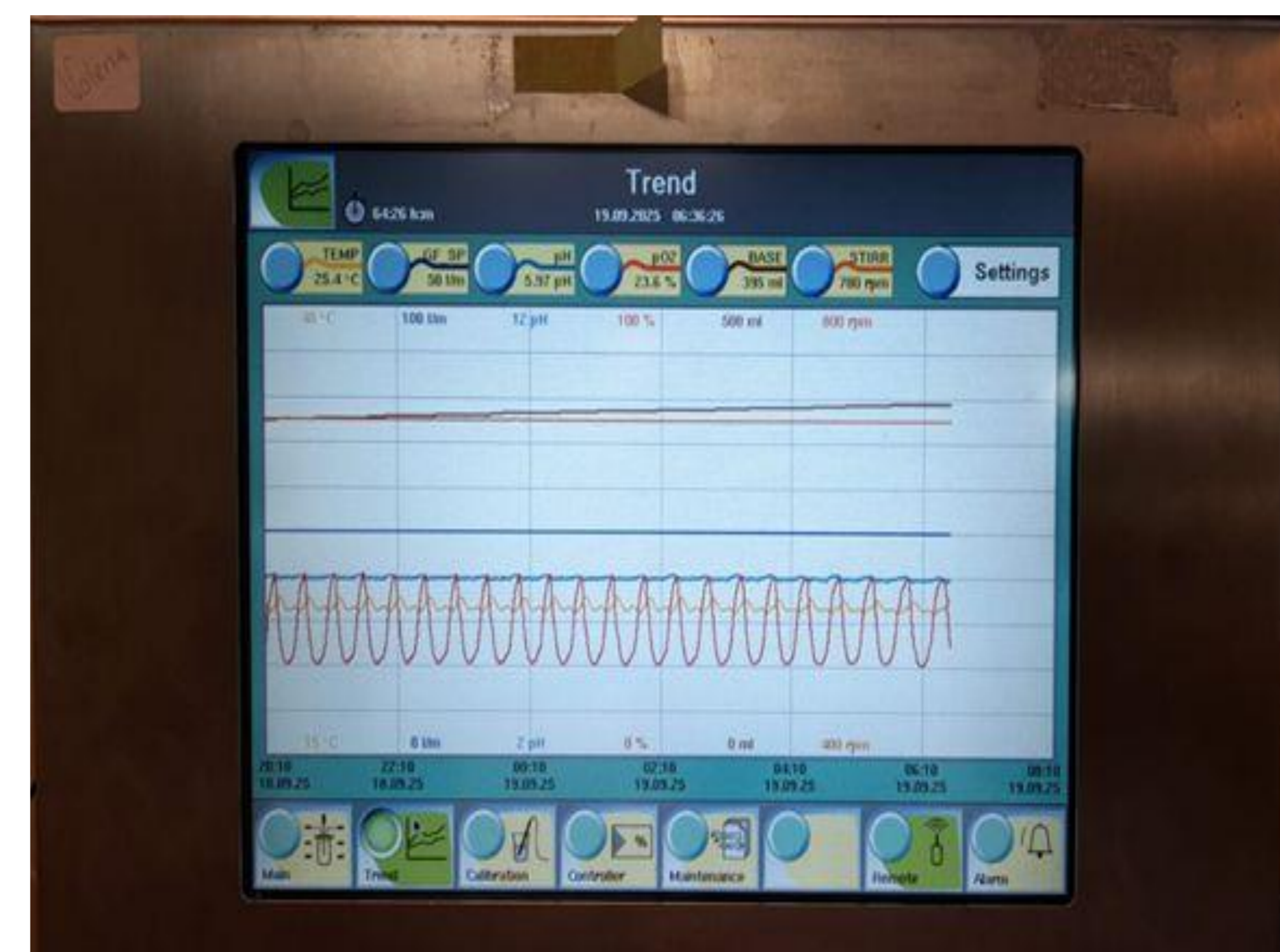
• Fermentador

## 3. Herramientas o métodos utilizados

Para el control de los procesos fermentativos se emplearon diferentes plataformas de software de automatización y control, según el tipo de microorganismo y las condiciones del cultivo.

En el caso de microorganismos aeróbicos, caracterizados por una elevada demanda de oxígeno, se utilizó el software de programación Sartorius que facilitó generar una receta donde se permite ajustar la alimentación en función del consumo de oxígeno disuelto. El sistema fue configurado mediante un control por bandas, de modo que la bomba de alimentación se encenderá o apagará según las variaciones en la señal de oxígeno, evitando limitaciones tanto de oxígeno como de la fuente de carbono.

Para los microorganismos anaeróbicos, donde no es posible fijar la alimentación en función del oxígeno, se empleó en el software IRIS un diseño con estrategia de alimentación creciente en pasos, basada en datos de consumo obtenidos en procesos previos, de modo que la tasa de alimentación acompañará el crecimiento del cultivo. Esta programación se implementó a través de recetas escalonadas de alimentación, manteniendo un suministro continuo y coherente con la dinámica del proceso.



• HMI de visualización y control Sartorius

## 4. Resultados alcanzados

La implementación de **estrategias de control automatizado** permite adaptar la alimentación a las condiciones específicas de cada cultivo, optimizando la dinámica de crecimiento y el aprovechamiento de nutrientes. Estas mejoras permitieron alcanzar **mayor estabilidad operativa, reproducibilidad y eficiencia global** en los procesos fermentativos prolongados. Además, **facilita la operación continua en fermentaciones de mayor duración**, reduciendo la necesidad de supervisión constante y **simplificando las tareas del operador**.

## 5. Próximos pasos

Se planea avanzar hacia la implementación de **procesos más complejos y sofisticados**, incorporando funciones de **PID**, modelos matemáticos y fórmulas anidadas los parámetros de control que permitan ajustar dinámicamente la alimentación y otros parámetros críticos del cultivo.