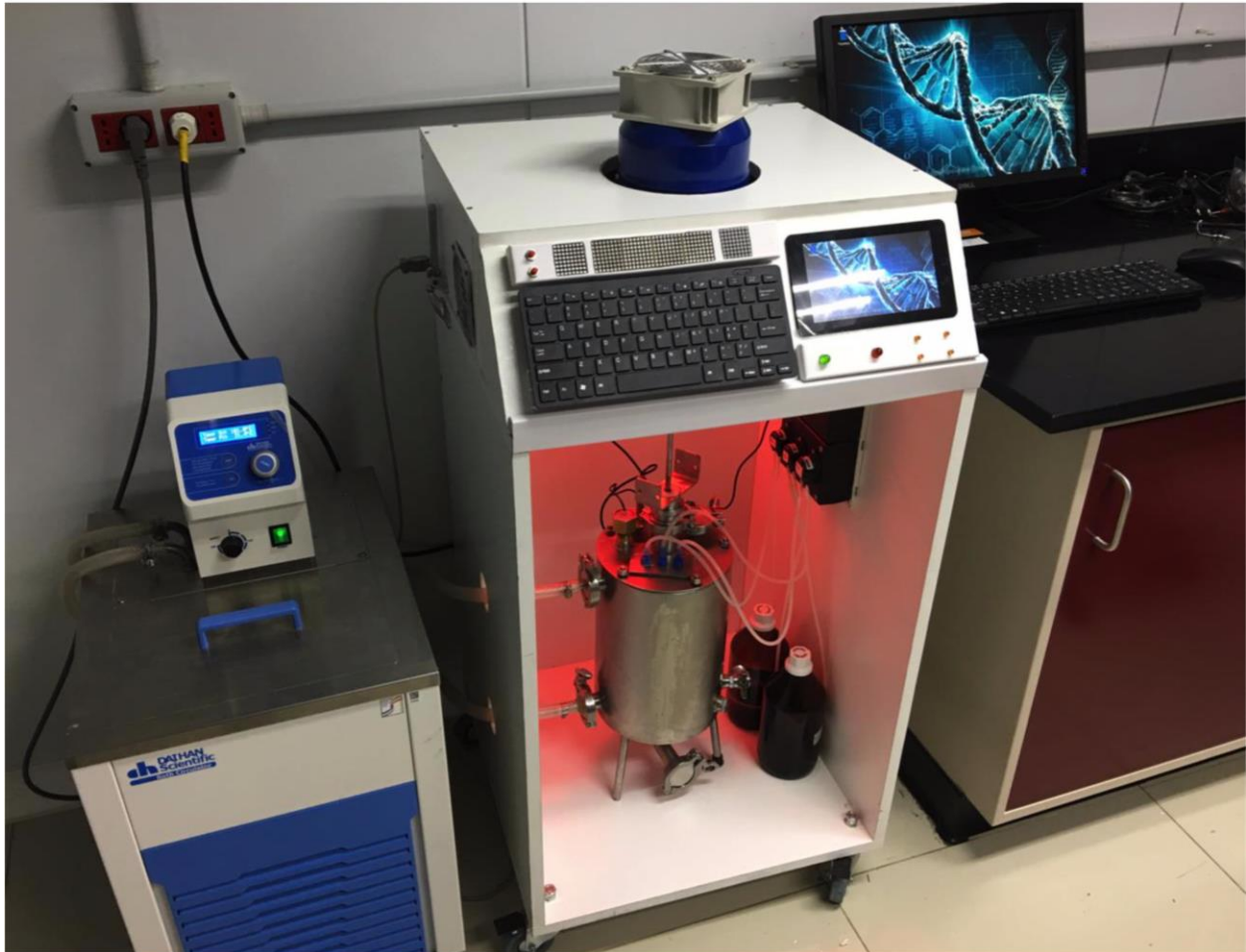


Universidad ORT Uruguay
Facultad de Ingeniería



Manual de Usuario:
SMARTFERMENTOR (2018)

Laboratorio de Biotecnología

SmartFermentor es una herramienta profesional y pedagógica de ayuda en la gestión y utilización regulada de un fermentador o biorreactor de investigación, de uso habitual en procesos extensos temporalmente en el departamento de Biotecnología (Ilustración 1). Busca facilitar a sus usuarios en las tareas complejas de control de magnitudes relevantes y relevamiento de datos para análisis posterior de su evolución en las reacciones y bioprocesos de estudio. Asimismo, pretende simplificar actividades de reserva del equipamiento y aprendizaje mediante entretenimiento temático competitivo asociado a áreas de instrumental de laboratorio, genética y microbiología.

Estas funcionalidades se encuentran a disposición de todo usuario estudiante o docente autenticado una vez registrado por el administrador, a través de una plataforma local ubicada in situ respecto al sistema referido. Esta aplicación incluida en la herramienta admite que el equipamiento pueda ser trasladado y es compatible con cualquier monitor o teclado que le usuario busque anexionar. En conjunto a esto, todo interesado puede supervisar el estado actual del proceso en ejecución en el sistema desde cualquier ordenador o dispositivo móvil de preferencia dentro de la red habilitada.

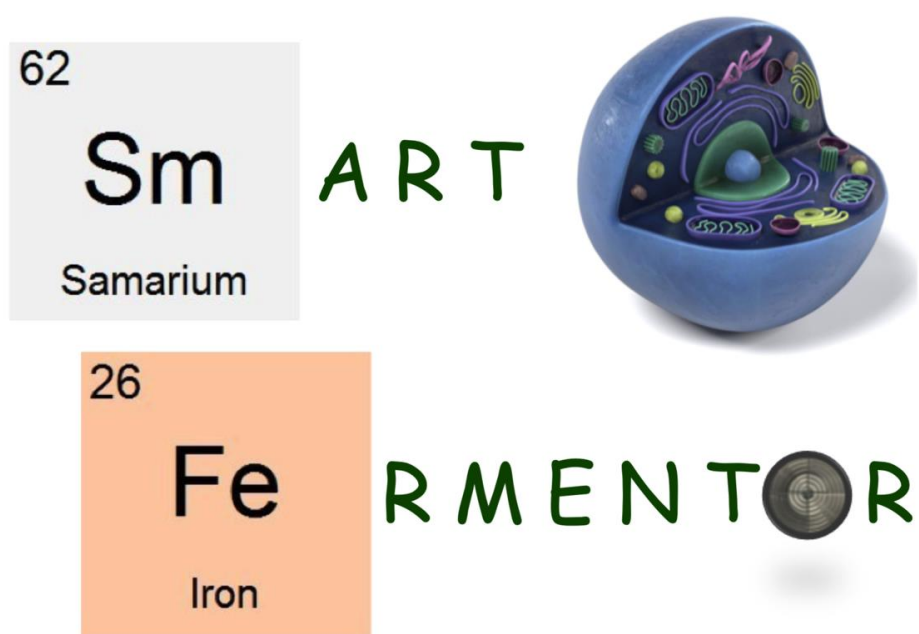


Ilustración 1. Logo o emblema oficial del producto creado para la Universidad ORT Uruguay.

Se presentan a continuación un conjunto de instrucciones sobre operaciones básicas ofrecidas por el sistema, buscando continuar un orden creciente de complejidad y de considerada necesidad de utilización en el transcurso del trabajo proporcionado por el usuario. No se por tanto abordarán procedimientos simples o que se entiendan suficientemente autoexplicativos de manera de resultar trivial la realización de una guía. Tenga presente que ante cualquier operación efectuada en el sistema, se le enviará al correo electrónico de contacto una notificación para confirmar la correcta realización de la misma. Frente a cualquier consulta, no dude en preguntar al administrador delegado del sistema o encargados del departamento, quienes no demorarán en asistirle.

1.1 – Consideraciones iniciales

Instalación del *Software*

- (A) Verificar obtención de las aplicaciones accesorias utilizadas (Nginx, Crontab, VNC Viewer y GNU Octave) y crear carpeta */home/pi/Desktop/FermentationData*.
- (B) Copiar los archivos de la aplicación en *SmartFermentor_App* a */var/www/html*.
- (C) Copiar los archivos de la aplicación en *SmartFermentor_OnExec* a */home/pi/Documents*, y continuar con su documento Readme para configuración inicial.

Configuración de conexión Wi-Fi

- (A) Para conectarse a la red LAN para supervisión remota, dirigirse a la pestaña de Wi-Fi en *Desktop*, seleccionar wlan0 e ingresar como dirección IP 192.168.1.3, al igual que como dirección de *DNS Server* la dirección 192.168.1.2. Recién luego acceder a la red.
- (B) Para conectarse a la red Wi-Fi ORT, dirigirse a la pestaña de W-Fi en *Desktop*, seleccionar wlan0 y seleccionar la opción *Clear*. Recién luego acceder a la red.

Inicialización del sistema

- (A) Ejecutar acceso directo *SmartManagement.exe* en */home/pi/Desktop* para acceder a área administrativa y de preparación de la Fermentación.

(B) Ejecutar acceso directo *SmartFermentation.exe* en */home/pi/Desktop* para acceder a área de configuración y realización de la Fermentación.

(C) Una vez conectado a la red local *SmartFermentor*, dirígase en su navegador de preferencia a *smartfermentor.edu* para acceder al servidor web remoto configurado.

Aclaraciones sobre configuración

(A) ¿Aún no se encuentra registrado/a? Solicite su identificación de usuario al administrador del sistema, o contactelo a smartfermentor@gmail.com.

(B) ¿Duda de configuración? Dirígase a opción de Ayuda en esquina inferior izquierda.

(C) ¿No se encuentra a gusto con el idioma de elección? Modifíquelo en tiempo real iterando entre Inglés, Español, Portugués y Alemán desde la barra de opciones inferior.

(D) Por seguridad suya y del equipamiento, utilice todas las herramientas a su disposición dentro de *SmartManagement* y *SmartFermentation* junto a respaldos manuales mensuales para prevenir la mayor cantidad de factores causantes de error.

Precauciones:

- Derrames o salpicaduras: Cuidar del ingreso de líquidos u otro elemento inesperado al interior del mueble normalmente cerrado.
- Orificios de ventilación: Permanecer sin intrusiones ni bloqueos los orificios laterales y superiores de ventilación.
- Conexión de periféricos: Asegurar un correcto conexionado de los periféricos al momento previo a iniciar la aplicación.
- Colocación de paletas: Verificar firme agarre de las paletas al colocarlas en el adaptador. Intentar no golpear el disco ranurado o desalinearlo del eje. La paleta colocada debe encontrarse completamente vertical y paralela al recipiente.
- Manipulación del circulador: Encender el circulador al iniciar el sistema. Verificar que el mismo no se encuentre calentando, enfriando, cronometrando o bombeando al momento de iniciar la aplicación.

- Posicionamiento de tubos a bombas peristálticas: Colocar los tubos a entre las bombas y el recipiente lo más directo y sin vueltas posible, de manera de facilitar el flujo del líquido. Asegurar que previo y posteriormente a su utilización los mismos reciban una limpieza con alcohol y/o agua.

1.2 – Descripción del equipamiento

En la Ilustración 2 se aprecia la porción inferior al mueble, con indicaciones respecto a la ubicación de componentes elementales del sistema de habitual manipulación por parte del usuario, siendo de especial relevancia su conocimiento.

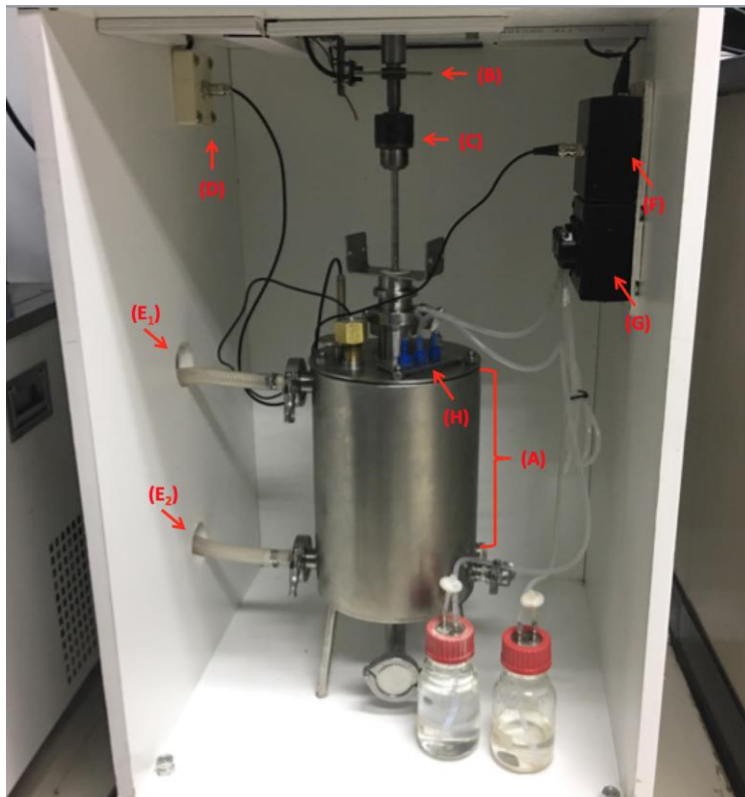


Ilustración 2. Imagen de porción del Sistema para manipulación rutinaria del usuario.

(A) Recipiente de aluminio inoxidable para fermentación, con orificios para colocación de sensores y extracciones de muestras.

(B) Sensor de velocidad por disco ranurado solidario al eje de rotación del motor.

(C) Adaptador mecánico para colocación de paletas de agitación.

- (D) Conexión del Sensor de temperatura al microcontrolador correspondiente.
- (E) Ingreso (1) y Egreso (2) de líquido del circulador térmico contiguo al sistema.
- (F) Conexión del Sensor de pH al microcontrolador correspondiente.
- (G) Bombas peristálticas conectadas al microcontrolador de pH.
- (H) Orificios y adaptaciones para conexión de tubos de bombas peristálticas.

1.3 – Estado de conexión y modificación de puertos

Es recomendable realizar una corroboración del estado de la conexión con periféricos antes de cada fermentación, como etapa fundamental para prevenir posibles errores críticos que impidan el correcto funcionamiento del equipamiento (Ilustración 3).



Ilustración 3. Indicaciones para relevar información sobre estado de conexión.

- (A) Ingresar a *SmartManagement.exe* y autenticarse con su usuario y contraseña.
- (B) Dirigirse a la pestaña de Fermentación, seleccionar “Verificar Conexión” y esperar unos pocos segundos a una respuesta del sistema.

(C) Corrobada la conexión, las letras de los componentes se colorearían en verde (verificación exitosa), naranja (recepción fallida) o roja (transmisión fallida).

Ante la detección de desconexión, es buena práctica verificar manualmente los enlaces y cableados a efectos de evitar posibles fallos por extremos flojos. Recién una vez descartada esta posibilidad, prosiga a realizar un modificación de puertos e intentar nuevamente (Ilustración 4).

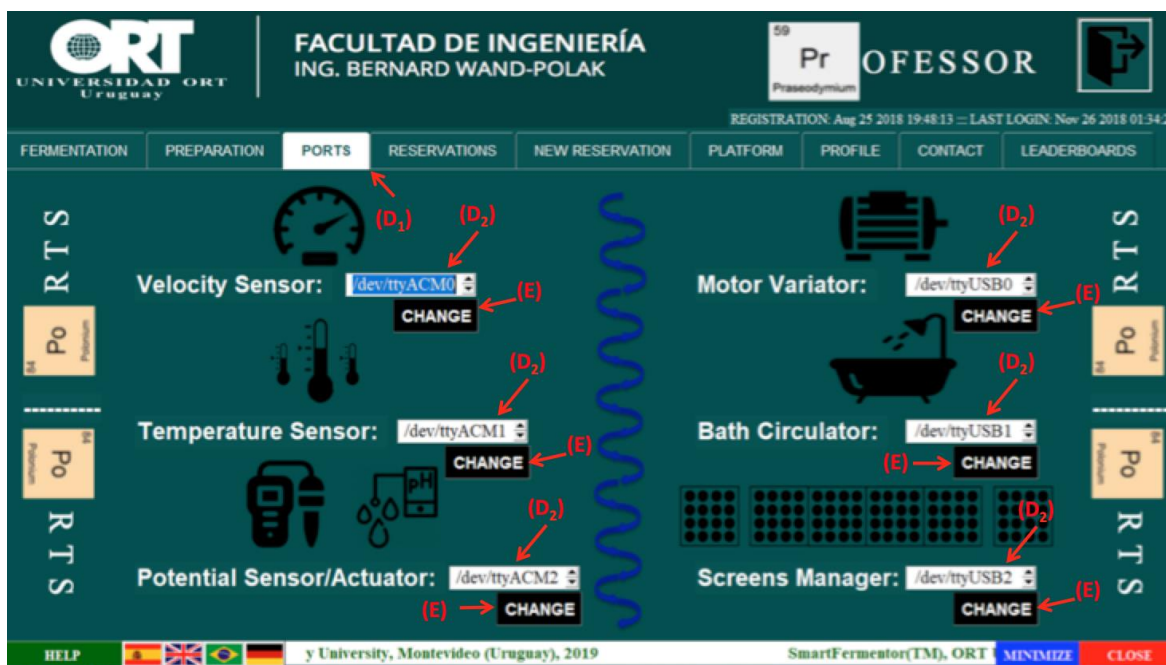


Ilustración 4. Indicaciones para posibilidad de modificación de puertos.

(D) Si es estudiante, comunicarse con su docente a cargo. Si es docente, ingresar a la Pestaña de Puertos y variar el mapeo de puertos para cada dispositivo allí presente.

(E) Verificar la correcta nomenclatura y no repetición de puertos entre dispositivos, seleccionar “Modificar Puertos” y reintentar los pasos (B) y (C) nuevamente.

(F) Frente a continuos errores de conexión, focalícese en los periféricos que sepa utilice.

1.4 – Calibración de sensores y testeo de datos

El calibrado del sensor de pH debe ser obligatoriamente realizado diariamente a efectos de fomentar las buenas prácticas de laboratorio, facilitando la posterior corroboración del mismo al

permitir una prueba de solicitud de datos a los sensores (Ilustración 5). Se recomienda por tanto proseguir cuidadosamente y verificar una correcta calibración luego de cada etapa. Es igualmente relevante fomentar buenos hábitos de prolijidad y limpieza, posibilitando la higienización de los tubos de expulsión anexados a las bombas.

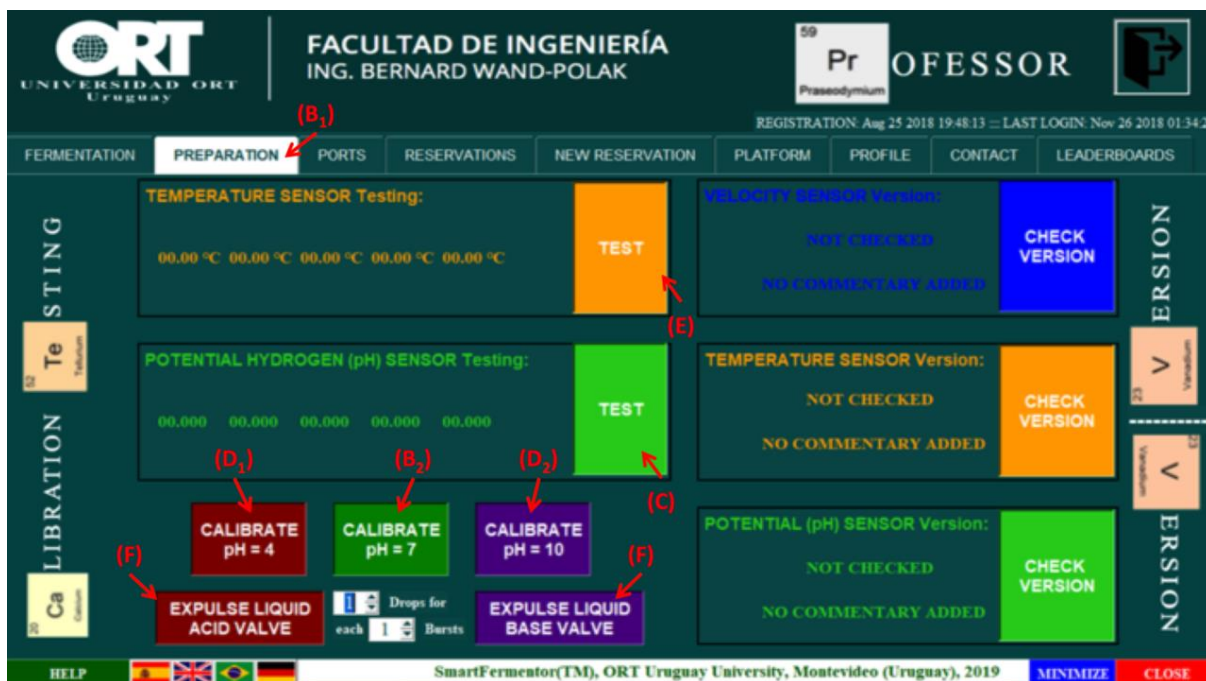


Ilustración 5. Indicaciones para efectuar el Calibrado de Sensores y Testeo de Datos.

- (A) Ingresar a *SmartManagement.exe* y autenticarse con su usuario y contraseña.
- (B) Dirigirse a la pestaña de Preparación, colocar el sensor en el compuesto neutro de muestra y seleccionar “Calibración 7.0” y esperar a una respuesta del sistema.
- (C) Verificar la correcta calibración usando el testeo de datos del sensor de pH (verde). En caso de operación correcta, el sistema le notificará y se actualizarán los cinco valores de pH desplegados con valores actualizados de tal magnitud.
- (D) Terminada la calibración a pH neutro, prosiga a repetir los pasos (B) y (C) anteriores ordenadamente para “Calibración 4.0” (Ácido) y “Calibración 10.0” (Base).

(E) Verificar el correcto funcionamiento del sensor de temperatura utilizando su opción de testeo de datos (naranja). En caso de operación correcta, el sistema le notificará y se actualizarán los cinco valores de temperatura desplegados con valores actualizados de tal magnitud.

(F) En caso de requerirlo, seleccionar la opción de expulsión de contenido de las bombas peristálticas de modo de realizar una limpieza de los tubos. Para ello indique cuantas gotas desea expulsar en cuantas ráfagas y espere un mensaje del sistema.

1.5 – Registro y verificación de versionado

La funcionalidad para realizar periódicamente corroboraciones a efectos de continuar un seguimiento de la evolución del desarrollo del código en controladores resulta menester en un sistema constantemente cambiante y expandible (Ilustración 6 e Ilustración 7). Este seguimiento busca sinérgicamente que el *Software* utilizado se encuentre constantemente actualizado y en su última versión funcional.



Ilustración 6. Indicaciones para registrar una nueva versión del *Software*.

(A) Ingresar a *SmartManagement.exe* y autenticarse como administrador.

(B) Dirigirse a la pestaña de Versión y seleccione la opción “Verificar Versión” de la magnitud particular de interés.

(C) Esperar a la respuesta del sistema. Una vez adquirida la nueva versión, agregar un comentario en el recuadro inmediatamente inferior y seleccionar la opción “Agregar nuevo comentario”.

(D) Verificar que la nueva versión se encuentre correctamente registrada en la lista contigua. Esta lista posibilita el tratamiento diferencial entre las versiones no necesariamente paralelas del código de los 3 controladores, posibilitando la adición de hasta 100 registros antes de necesitar borrar el historial.

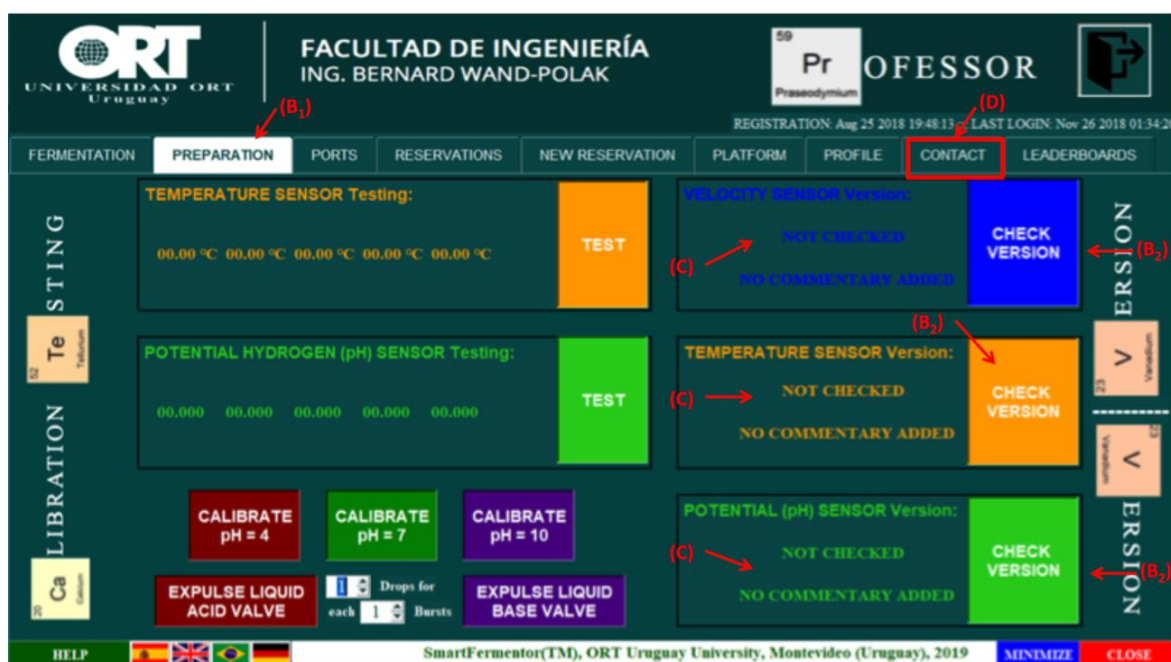


Ilustración 7. Indicaciones para verificar la versión del *Software* utilizada.

(A) Ingresar a *SmartManagement.exe* y autenticarse como usuario (sin restricción).

(B) Dirigirse a la pestaña de Preparación y seleccionar la opción “Verificar Versión” referente a la magnitud particular de interés.

(C) Esperar a la respuesta del sistema y, ante una operación correcta se actualizará el contenido del recuadro respectivo.

(D) En caso de no encontrarse registrada la nueva versión utilizada, el usuario debe notificar al administrador del sistema para que realice tal procedimiento.

1.6 – Realización y edición de reservas del equipamiento

Siendo desarrollo común en prácticas de laboratorio por la creciente demanda de uso de equipamiento, se facilitan utilidades de modo de efectuar reservas del sistema posibilitados incluso durante múltiples días y con meses de antelación (Ilustración 8 e Ilustración 9). La reserva es autorizada únicamente por un usuario con autoridad de docente y es permitida a ser aplicada a sí mismo o a un alumno identificado por su número de estudiante.

The screenshot shows the 'NEW RESERVATION' form in the SmartFermentor system. The interface includes a header with the ORT Uruguay logo and faculty information. A navigation bar at the top contains tabs for FERMENTATION, PREPARATION, PORTS, RESERVATIONS, and NEW RESERVATION. The main form area has a left sidebar with a list of students, a central reservation form, and a right sidebar with additional options. Red arrows and labels (B₁, B₂, C₁, C₂, D, E) point to specific elements: B₁ points to the 'Beginning' date field, B₂ points to the 'Ending' date field, C₁ points to the student list, C₂ points to the 'Reserve for Myself' option, D points to the 'Notify Users NOW' checkbox, and E points to the 'ADD RESERVATION' button.

Ilustración 8. Indicaciones para realizar una nueva reserva de *SmartFermentor*.

(A) Si es un usuario con autoridad de docente, ingresar a *SmartManagement.exe* y autenticarse con su identificador y contraseña.

- (B) Dirigirse a la pestaña de Nueva Reserva y definir el periodo deseado para realizar la reserva, el cual debe encontrarse en una misma semana. Opcionalmente escribir un mensaje de precaución a ser desplegado para todo usuario que visualice las reservas.
- (C) Seleccionar el nombre del estudiante en la lista contigua al que busca realizar la nueva reserva o identificar que esta reserva pretende ser efectuada para usted mismo.
- (D) Indicar si se desea que los usuarios involucrados sean notificados en el momento del establecimiento de la reserva y/o una semana previa a la ocurrencia de la misma. En caso de seleccionar esta opción, asegurese de encontrarse conectado a Internet.
- (E) Verificar ingresos y seleccionar opción de Añadir Reserva. La reserva será añadida en el momento en caso de ya no existir otra previamente registrada. Para todo caso, el sistema le notificará de la acción u observación realizada.

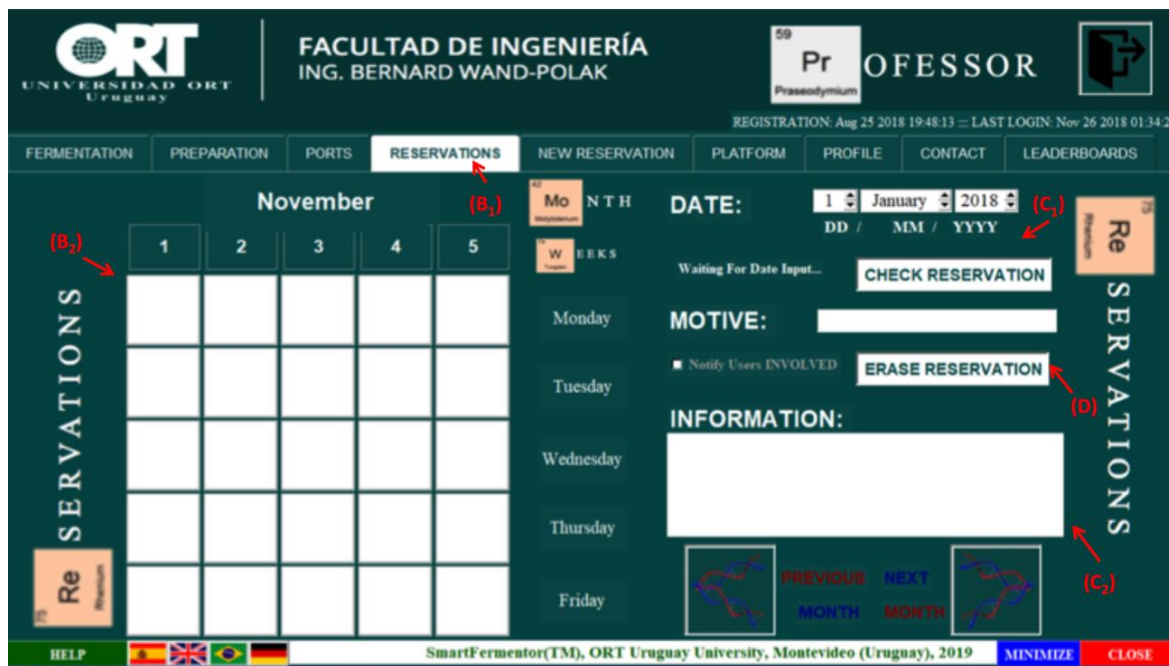


Ilustración 9. Indicaciones para editar una reserva ya realizada.

- (A) Ingresar a *SmartManagement.exe* y autenticarse como usuario (sin restricción).

(B) Dirigirse a la pestaña de Reservas y visualizar las reservas registradas para el mes actual y aquellos 6 posteriores.

(C) Indicar un día del periodo de reservas previamente registrado que se busca verificar. En caso de que exista una reserva en tal día será indicado por el sistema y los datos de precaución indicados serán desplegados en Información.

(D) Para eliminar una reserva suya, proseguir a identificar el día, indicar si se desea notificar a los involucrados y luego seleccionar la opción Borrar Reserva.

1.7 – Configuración de procesos en variante automática

La configuración de las condiciones a establecer para la fermentación puede ser realizada mediante la definición de una rutina diferente para cada magnitud de interés (variante por defecto que brinda una mayor regulación en cuanto al tiempo y condiciones conocidas de cultivo, presentada en la Ilustración 10) o por única indicación de objetivo y ejecución por tiempo indeterminado (variante conocida como Modo Libre, desplegada en la Ilustración 11). Estas modalidades consisten en las variantes para manipulación automática controlada del equipamiento sobre el sistema. Complementariamente, existen parámetros de los controles configurables en tiempo real ubicados en la pestaña acorde de Personalización.



Ilustración 10. Indicaciones para configurar los parámetros de un control en variante por Rutina.

- (A) Ingresar a *SmartManagement.exe*, autenticarse como usuario y configurar nueva fermentación o continuar una ya configurada. Luego ingresar a *SmartFermentation.exe*.
- (B) Dirigirse a la pestaña con el nombre de la magnitud de interés (Velocidad, Temperatura o pH) que se desea controlar utilizando la variante de rutina.
- (C) Definir la sucesión de pasos de la rutina mediante la especificación del parámetro objetivo y la duración por la que se desea que se controle, considerando que en este tiempo es también considerado el proceso de alcanzar el mencionado objetivo. Podrá definir hasta un máximo coherente de 10 pasos por rutina.
- (D) Proseguir con la especificación de otras magnitudes de interés o inicialice el control de la magnitud actual seleccionando el botón de Ejecutar. Note que por seguridad no se le permitirá la modificación de los parámetros ya configurados una vez inicializado el control, debiendo pausar o detenerlo en forma previa a su edición.



Ilustración 11. Indicaciones para configurar los parámetros de un control en variante Modo Libre.

- (A) Ingresar a *SmartManagement.exe*, autenticarse como usuario y configurar nueva fermentación o continuar una ya configurada. Luego ingresar a *SmartFermentation.exe*.

(B) Dirigirse a la pestaña Modo Libre y seleccione las magnitudes a las que desea aplicarle esta variante de control. Note como estas opciones se encuentran por defecto desactivadas, estando configurado predeterminadamente el tratamiento por rutina.

(C) Indicar el valor objetivo de la/s magnitud/es que se desea/n controlar por esta variante y presionar el botón de Ejecutar para inicializar. Observe nuevamente como no podrá modificar el valor objetivo de ninguna magnitud una vez realizado este paso. Deberá nuevamente pausar o detener el control antes de realizar cambios.

1.8 – Configuración de procesos en variante manual

En caso de requerirse todo usuario puede desactivar algún o todo control en cualquier momento del proceso y continuar con una indicación manual del accionar sobre el sistema (Ilustración). Esto aporta una mayor flexibilidad al usuario al tratar cotidianamente con sustancias de comportamiento poco predecible. Los datos consecuentes de esta variante manual son registrados con el mismo formato y ritmo que aquellos con la variante automática.

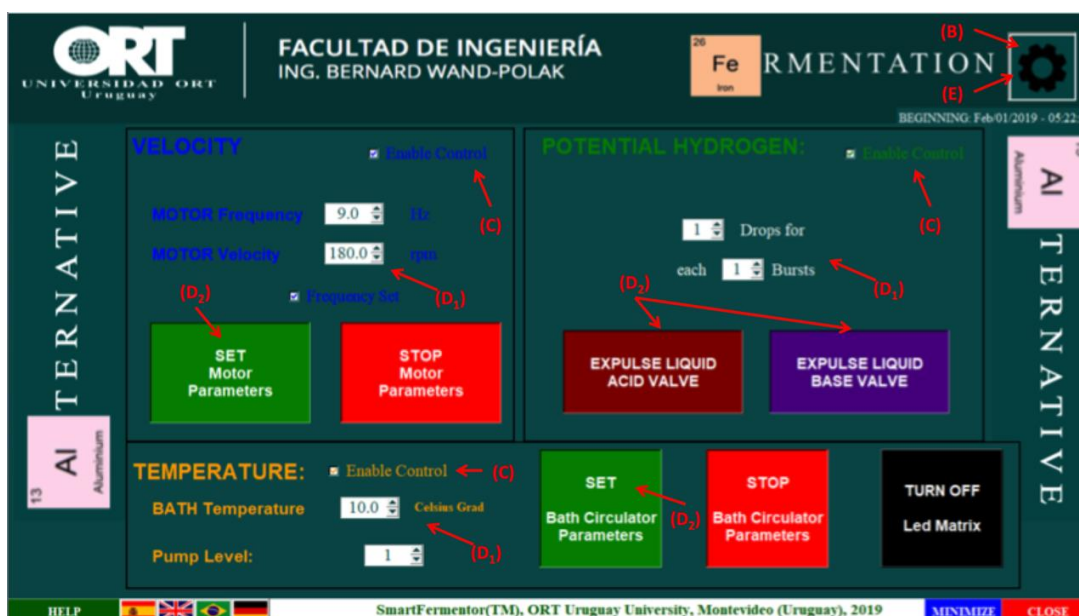


Ilustración 12. Indicaciones para utilización de la variante manual de manipulación del sistema.

(A) Ingresar a *SmartManagement.exe*, autenticarse como usuario y configurar nueva fermentación o continuar una ya configurada. Luego ingresar a *SmartFermentation.exe*.

(B) Seleccionar la opción de Configuración presente en la esquina superior derecha de la ventana y se desplegarán las opciones de manipulación manual posibilitada.

(C) Para la manipulación manual sobre alguna de las magnitudes de interés, deshabilitar primero el respectivo control, con efecto en tiempo real.

(D) Configurar los parámetros buscados a utilizar y accionarlos o establecerlos cuando se busque generar tal efecto. El sistema le notificará ante toda correcta operación.

(E) Seleccionar nuevamente la opción de Configuración para regresar a la vista de la ventana de Fermentación habitual en la que podrá visualizar los gráficos de interés.

1.9 – Obtención de datos resultantes de fermentaciones

Una vez realizada y registrada una fermentación en el sistema, todo usuario podrá acceder a los datos crudos de las magnitudes de interés utilizando el registro de fermentaciones ubicado dentro de carpeta *ControlData*, al igual que obtener desde su sesión los mismos datos procesados en formato Excel y/o CSV (Ilustración 13).



Ilustración 13. Indicaciones para obtención de datos obtenidos de las fermentaciones.

- (A) Ingresar a *SmartManagement.exe* y autenticarse como usuario (sin restricción).
- (B) Dirigirse a la pestaña de Plataforma para luego identificar y seleccionar la fermentación deseada para la recolección de datos. Facilite su búsqueda seleccionando una a una fermentación y observando la información descriptiva contigua.
- (C) Verificar opcionalmente la existencia en el sistema de los registros de la fermentación seleccionada. Para ello, seleccione el botón aledaño al recuadro de “Nombre de Archivo”. El sistema le indicará si el resultado de la búsqueda fue exitoso.
- (D) Indicar la opción de “Enviar este Archivo a mi Correo” en caso de necesitar que estos datos sean automáticamente enviados a su correo electrónico de contacto. Verifique para ello que el sistema se encuentre conectado a internet. En caso de éxito, recibirá aproximadamente de 5 minutos luego de la indicación del archivo un correo de smartfermentor@gmail.com con su solicitud.
- (E) Seleccionar la opción “Obtener Información en Formato Excel” u “Obtener Información en Formato CSV” dependiendo del formato objetivo que desee. El sistema le indicará cuando el procesamiento de datos haya sido finalizado.

Aportes finales

- Ubicación de Datos de Controles: */var/www/html/ControlData*
- Ubicación de Archivos de Fermentaciones: */home/pi/Desktop/FermentationData*
- Ubicación de Datos del Sistema: */var/www/html/SystemData*
- Datos iniciales del Perfil de Administrador
 - Nombre de Usuario: BiotecORT
 - Contraseña: Smart.1450
- Datos de un usuario Profesor ya registrado
 - Nombre de Usuario: 173630
 - Contraseña: HarryPott.2
- Datos de un usuario Estudiante ya registrado
 - Nombre de Usuario: 173631
 - Contraseña: HerisHisis.2
- Correo electrónico de Contacto: smartfermentor@gmail.com (misma contraseña que Administrador).



Ilustración 218. Dedicatoria a Universidad ORT Uruguay y departamento de Biotecnología.