

NUEVOS ALCANCES PARA EL CONTROL Y MONITOREO DEL CRECIMIENTO MICROBIOLÓGICO

José V. Trucco/R.J.Duffy/J.Vazquez

GRACE Dearborn/Buenos Aires/Argentina

Los microorganismos juegan un importante rol durante el proceso de fabricación del papel. Este mundo invisible encuentra en los sistemas de las máquinas de papel un habitat ideal donde poder desarrollarse.

Un flujo continuo de nutrientes y parámetros de proceso tales como el pH, la temperatura, concentración de sales, etc, establecen condiciones ideales que favorecen el desarrollo de estos organismos.

La actividad de estos microorganismos se manifiesta de distintas maneras obligando al papelerero a enfrentarse a un sin número de problemas, algunos de los cuales son difíciles de ser asociados en forma rápida a la presencia de tales microorganismos.

Como ejemplos comunes merecen citarse:

1. Se forman depósitos que al desprenderse parcial o totalmente dan lugar tanto a cortes en la hoja de papel como a defectos en la misma.
2. Ciertas bacterias (particularmente Sulfato Reductoras) pueden causar corrosión en los equipos de fabricación.
3. Microorganismos (basicamente Bacterias Anaeróbicas) pueden formar sustancias detestables a través de su metabolismo. Estas sustancias producen malos olores en la misma planta de papel, en el efluente y en el papel.
4. Pueden degradar la calidad de las materias primas empleadas en fabricación, tal el caso del oscurecimiento en las suspensiones de las cargas minerales y la disminución de viscosidad de las soluciones de almidón.
5. Pueden generarse gases explosivos (ej.: metano y sulfídrico) que se asocian a la presencia de bacterias anaeróbicas.
6. Los hongos y ciertas bacterias producen esporas que sobrevivirán al proceso de secado y estarán presentes en el producto terminado (ej: cartón) para desarrollarse cuando las condiciones favorables retornen.

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

Con el transcurso de los años, importantes cambios han ido ocurriendo en el proceso de fabricación del papel.

La necesidad de recuperar fibras y aditivos químicos, reducir el consumo de agua fresca y ahorrar energía, han llevado a incrementar el cierre de los circuitos de agua. Como consecuencia de esto, parámetros tales como la concentración de nutrientes, temperatura, concentración de oxígeno, etc. se ven afectados impactando en la población microbiológica.

El empleo de fibra secundaria sigue una proyección creciente en los últimos años, afectando tanto por ser una fuente potencial de inoculación al sistema como también porque permite ingresar mayor cantidad de nutrientes.

Si bien el hecho de trabajar a pH cercanos a 7 otorga ciertas ventajas al papelerero existirá una alteración en el ecosistema que se manifiesta por una predominancia de bacterias formadoras de slime.

Es evidente que es necesario desarrollar programas microbiológicos más acorde con las nuevas realidades, donde principios activos más cercanos al perfil de un microbicida ideal, sistemas de dosajes más efectivos y equipamientos de monitoreo que nos permitan establecer cambios en el programa de tratamiento en forma casi inmediata, deben interrelacionarse entre sí de manera tal de proveer un control microbiológico técnicamente efectivo pero a su vez factible desde un punto de vista económico.

SELECCION DE UN PROGRAMA DE CONTROL MICROBIOLÓGICO

Es frecuente escuchar esta pregunta. Tienen un Biocida para agregar a mi máquina?

Simplificando en esta pregunta lo que en realidad es un proceso complejo.

Si bien en la elección de un principio activo recae gran parte de la responsabilidad de un tratamiento eficaz, éste no es suficiente por sí mismo para asegurar una solución al problema.

La selección de un programa adecuado atraviesa diferentes fases, y soslayar la importancia de alguna de ellas pueden concluir en el fracaso del mismo.

Cuando hablamos de programa de control microbiológico no estamos pensando en desinfectar todo el sistema, lo cual podría ser técnicamente posible pero económicamente impracticable, sino lo que necesitamos es mantener esa población microbiológica bajo control, asegurando que no nos causen problemas.

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

Vamos a clasificar los pasos siguientes:

a. Estudio e Interpretación de los Problemas

Esta etapa tiende a definir el problema y a partir de la información suministrada por los técnicos de planta intenta cuantificar los mismos.

Datos sobre como el desprendimiento de depósitos afectan la producción y la calidad del papel fabricado, corrosión de los equipos, degradación de aditivos, tienden a cotar el problema y definir el objetivo del tratamiento.

La inspección visual del sistema ayuda a detectar areas contaminadas.

b. Diseño del Programa

Toda nueva aplicación requiere un tratamiento en particular, por lo tanto productos específicos, un sistema de soaje adecuado para esa máquina como así también cantidades definidas se necesitan en cada caso.

Transladar una aplicación efectiva en una máquina a otra que a simple vista son similares puede conducir a un error, teniendo en cuenta que numerosas variables intervienen en la decisión de un programa determinado.

Es decir, debemos encontrar los Biocidas a utilizar y resolver donde y como lo vamos a aplicar.

Relevamiento de Datos del Sistema

Los primeros pasos para favorecer el diseño del programa consiste en parámetros operativos que tendrían influencia en la selección del programa.

- Datos de operación de la Máquina de Papel (Producción, Materias Primas, etc.)

Dibujo detallado del sistema teniendo en cuenta fundamentalmente todos los flujos de pasta y de agua.

Detallar puntos de entradas de aditivos a los tanques.

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

Explicitar volúmenes de trabajo y caudales de salida de los tanques.

- Perfil analítico (temperatura; pH, conductividad, etc.)
- Perfil biológico (determinar puntos de mayor contaminación)

Selección de los Biocidas

Existen innumerables compuestos químicos que pueden utilizarse como microbicidas si se miran desde un punto de vista estrictamente práctico, es decir, teniendo en cuenta su capacidad de inhibir el desarrollo de los microorganismos; pero en la medida que otros aspectos entren en consideración, la lista se comprime sobremanera.

Muchos de los Biocidas utilizados en el pasado han caído en desuso no por su eficiencia sino porque aspectos toxicológicos han abligado a su abandono.

Cuando hablamos de un microbicida moderno consideramos cuan cerca está de un perfil ideal.

Es oportuno seleccionar un rango de productos que nos acerquem lo más posible al perfil de un Biocida ideal tal cual se describe a continuación.

Performance

Espectro amplio de acción (Bacterias aeróbicas, anaeróbicas, hongos, levaduras, algas).

Aplicables en un espectro amplio de pH (4.5 - 8.5).

Aplicables en un espectro amplio de temperatura (20°C - 60°C).

Buena relación costo / beneficio.

Acción rápida.

No ser afín a las fibras.

No interferir con otros aditivos químicos.

Composición

Libre de solventes orgánicos

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

Inoloro
Líquido

Toxicología

Alto LD-50
Alto LC-50
No irritante
No ejerza influencia en plantas de tratamientos de efluentes
Facilmente degradable
Degradación rápida
Productos de descomposición no tóxicos

Registración

Deberá cumplir con regulaciones importantes tales como FDA, BGA, DPL.

Cuál Biocida voy a Aplicar

El método más eficiente para determinar la efectividad de un microbiocida sobre una microflora determinada es realizando un test de selección donde distintos microbiocidas previamente seleccionados (de acuerdo a ciertos parámetros) se exponen a la nuestra en diferentes tiempos de contacto.

La Fig. 1 muestra un test de sensibilidad llevado a cabo con 2 Biocidas en dos concentraciones distintas a diferentes tiempos de contacto.

Es posible visualizar los distintos tiempos de contactos requeridos por cada Biocida para obtener un 90% de reducción sobre el blanco.

La aplicación de programas combinados de microbiocidas es aconsejable en la mayoría de los casos.

El espectro de acción se amplía evitando que reducciones selectivas de microorganismos favorezcan el desarrollo más rápido de especies remanentes. Al término "adaptación" es más exacto relacionarlo con lo anteriormente expuesto que con la resistencia de un organismo expuesto a la acción de un tóxico.

Donde Aplicar el Biocida

Seleccionados los productos a utilizar debemos decidir cuál es el lugar adecuado para dosario. Para esto es necesario englobar tanto el conocimiento

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

del sistema como el de los productos ya que el punto elegido debe ser consistente con el biocida seleccionado:

EJ.: El tiempo de residencia de un tanque está en estrecha relación con el modo de acción del biocida (acción rápida o lenta); el pH y la temperatura gobiernan la velocidad de degradación de muchos tóxicos.

Cómo Aplicar un Biocida

Una vez seleccionado los productos a aplicar se deberá decidir cómo los vamos a dosar. La primera elección recae en el método, es decir, cuál es el mejor, pudiéndolos diferenciar básicamente en dos:

Método continuo

Método semicontinuo o shocks

De hecho la aplicación por shocks es ampliamente usada y ofrece ventajas innegables, las cuales se pueden enumerar:

Se obtienen concentraciones más altas, por lo tanto es factible alcanzar concentraciones efectivas.

Se consigue una reducción de microorganismos más rápida.

No existe adaptación.

El tratamiento es más económico

Las figuras 2a y 2b muestran comparativamente los perfiles de concentración que se alcanzan en un determinado sitio cuando aplicamos una cierta cantidad de activo en un intervalo de tiempo limitado vs la misma cantidad aplicada en forma continua.

La aplicación semicontinua y la más ampliamente usada significa agregar una cantidad conocida de biocida sobre un período de tiempo calculado repitiéndose la operación a ciertos intervalos de tiempo.

El método semicontinuo implica calcular:

- . Número de choques por día.
- . Intervalo de duración de cada choque.
- . ML/min del Biocida seleccionado para ese lugar.

Con el complemento de programas de modelado cuya alimentación principal son datos precisos tanto del volumen de trabajo como del caudal de salida del

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

lugar de aplicación seleccionado, es posible calcular la concentración de biocida minuto a minuto, tanto durante el período de dosaje como un período posterior.

La Fig. 3a. muestra el tipo de gráfico que se obtiene. Permite visualizar si el nivel de concentración efectivo se alcanza.

Interrelacionando las 3 variables mencionadas es posible ir modificando la curva de concentración del biocida, sin necesidad de agregar más del mismo.

Por ejemplo, si un biocida se agrega en un período largo de tiempo podría no alcanzar una concentración efectiva. Acortando el período de dosaje podría ser posible alcanzarla. Fig. 3a y 3b muestran ejemplos de lo anterior.

c. Monitoreo

Una vez que un programa de control ha sido seleccionado e iniciada su aplicación buscando maximizar sus beneficios, es necesario monitorear el sistema de manera tal que cualquier cambio que ocurra en el status microbiológico pueda detectarse lo más rápido posible.

Cuando más predecible mantengamos el sistema de la máquina, más confiable es.

Por años, el conteo en placa ha sido el método tradicional y aceptado en las plantas de pulpa y papel para medir los niveles de microorganismos en sus aguas de proceso. La limitación más importantes es el período de incubación que se requiere antes de obtener los resultados y además no todos los microorganismos tienen la posibilidad de multiplicarse en el medio de cultivo seleccionado. En los últimos años se han utilizado dip-slides y viales con nutrientes con las mismas limitaciones.

ATP

ATP es el método seleccionado por GRACE Dearborn para monitorear la actividad microbiológica en las máquinas de papel.

Esta tecnología nos brinda información acerca de cuan activas están las células en el sistema de la máquina en cuestión de minutos, otorgando la posibilidad de efectuar cambios necesarios en el programa de control antes de que sea demasiado tarde.

Qué es ATP

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

La respiración es una fase del metabolismo que comprende una serie de reacciones químicas que efectúa la célula viva a partir de nutrientes, a fin de obtener la energía necesaria para sus funciones vitales.

ATP (adenosintrifosfato) capta esta energía útil de manera que la célula pueda emplearla a fin de transformarla y utilizarla.

ATP es la fuente de energía inmediata y directa utilizada por las células para realizar sus actividades.

La presencia de ATP es esencial para que las células desarrollen funciones como la conversión de nutrientes a compuestos celulares, transporte de nutrientes y desechos, movimiento, producción de slime, etc.

El contenido de ATP varía de especie a especie, y en particular cuanto más actividad desarrolla el microorganismo más ATP necesita.

Existen dos consideraciones que otorgan viabilidad al método:

ATP está presente en todos los organismos vivos.

Degrada inmediatamente una vez que la célula muere.

Como se Mide

El ATP contenido en la Biomasa existente en la muestra, es extraído de las mismas. El ATP extraído interviene en una reacción enzimática que emite luz. Esta es registrada a través de un instrumento adecuado y es proporcional a la cantidad de ATP contenido en la masa biológica. Comparada la lectura con una curva estándar de ATP es posible expresar la medición en nanogramos de ATP/ml de muestra.

Las enzimas que intervienen en la reacción son específicas para la reacción y se conocen con el nombre Luciferin - Luciferasa y no son afectadas por agentes oxidantes, reductores, metales pesados y pH.

Beneficios

El método ofrece varios beneficios:

Resultados inmediatos - Significa poder tomar acción sobre un programa de control en forma inmediata.

Reproducibile - Otorga al método confiabilidad.

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

Fácil - Otorga la posibilidad de que varios sitios de muestra pueden ser monitoreados, a intervalos frecuentes, lo que permite construir un quadro preciso de la situación.

Relevante - Lo que se mide es la actividad microbiológica, y no el numero de microorganismos. La importancia reside en que pocos organismos en rápido desarrollo pueden causar más problemas que un número alto de microorganismos inactivos.

El Bioscan es una herramienta eficaz que puede utilizarse con distintos objetivos. Es evidente que la velocidad de respuesta es una ventaja determinante.

Monitorear un programa de control microbiológico puesto en marcha o uno ya existente, permitiendo obtener datos que permitan tomar acción en forma inmediata. (Fig.4)

Permite evaluar la respuesta del sistema ante un cambio de un Biocida.

La Fig. 5 muestra el efecto de un microbiocida Nitrohalogenado a dos concentraciones distintas.

A un dosaje de 4 ppm de ingrediente activo, todos los microorganismos son muertos y el nivel de ATP decae a niveles indetectables. Por otro lado, a una concentración de 1 ppm los microbios se recuperan del tratamiento.

Así, la eficacia de un biocida puede ser evaluada a medida que actuan sin esperar varios días para conocer su eficacia.

Es posible realizar un ensayo de selección de Biocida. Si bien generalmente los mismos se realizan en el laboratorio, en las condiciones lo requieren se pueda realizar una selección in - situ teniendo en cuenta los cambios que puedan ocurrir a la muestra en su traslado desde la planta.

Relevar el sistema hallando los puntos de mayor contaminación. (Fig.6)

CONCLUSION

Las máquinas de papel modernas emplean alta tecnología. El proceso de fabricación de papel es sofisticado, pero a su vez muy sensible a cualquier alteración.

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

En este contexto, la necesidad de contar con productos más elaborados integrados en un programas de tratamientos adecuados, es el desafío constante.

Además, cuando antes podamos precedir la aparición de un problema, más cerca estaremos de solucionarlo antes que se manifieste.

La tecnología GRACE Dearborn BIOSCAN pone en nuestros menos un método innovativo que provee información confiable e inmediata, otorgandonos la posibilidad de tomar acción en forma inmediata.

"Trabalho apresentado no 27º Congresso Anual de Celulose e Papel da ABTCP, realizado em São Paulo-SP-Brasil, de 7 a 11 de novembro de 1994"

TEST DE SENSIBILIDAD

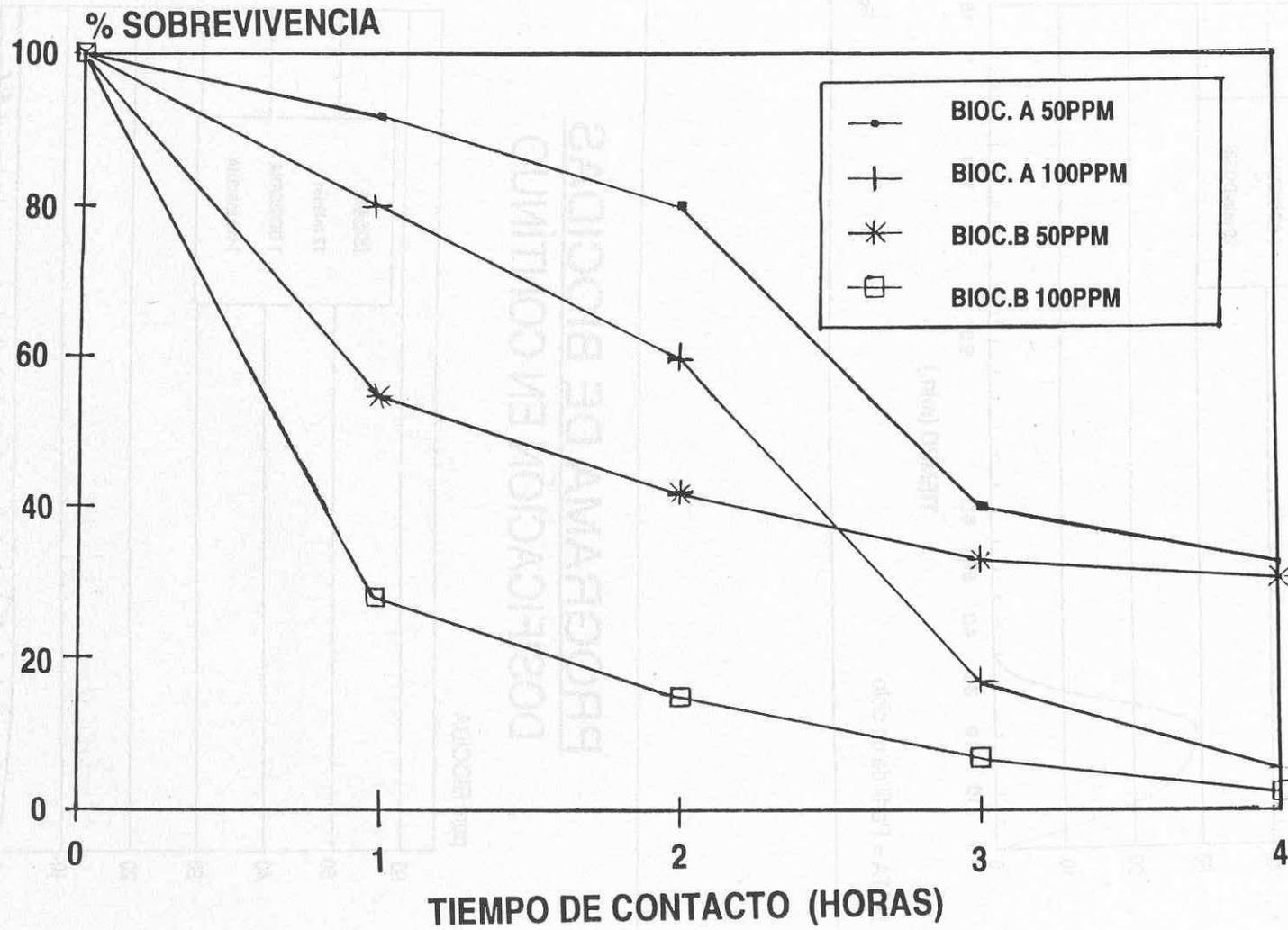
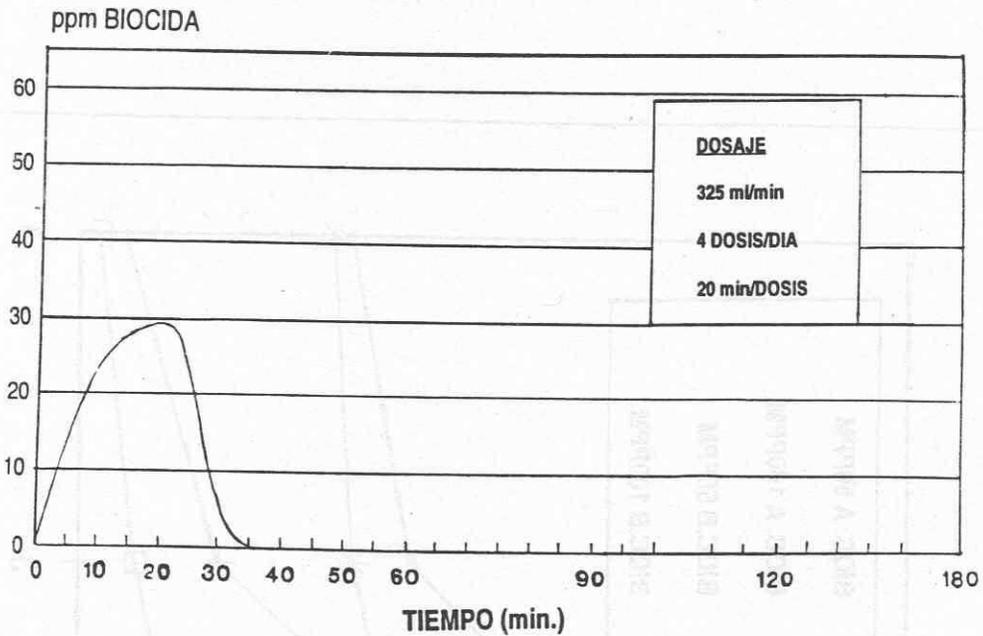


Fig. 1

PROGRAMA DE BIOCIDAS DOSIFICACIÓN EN SHOCK



NOTA = Perfil de un ciclo

Fig.2a

PROGRAMA DE BIOCIDAS DOSIFICACIÓN EN CONTÍNUO

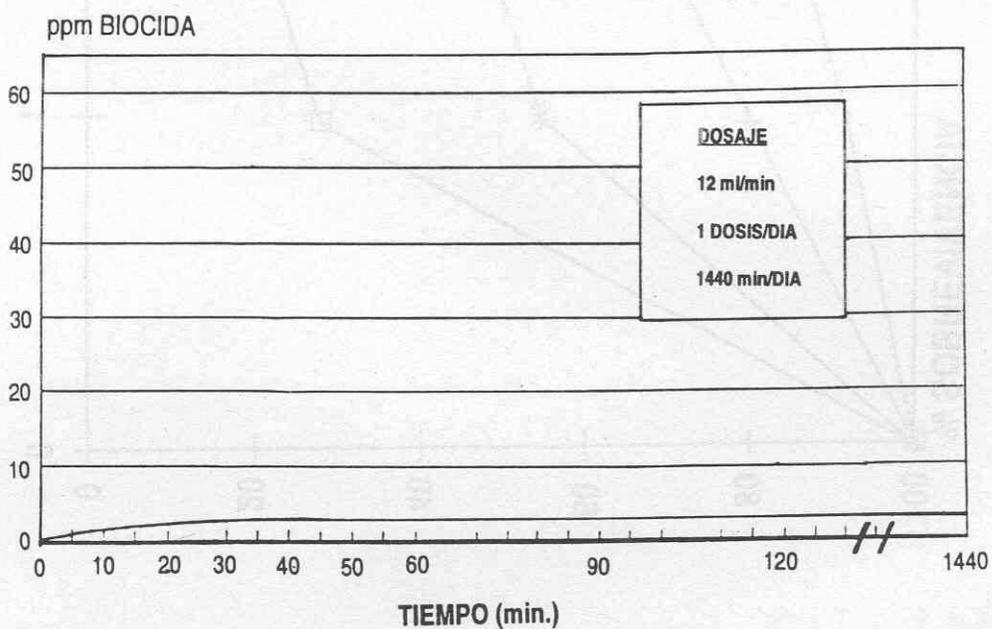
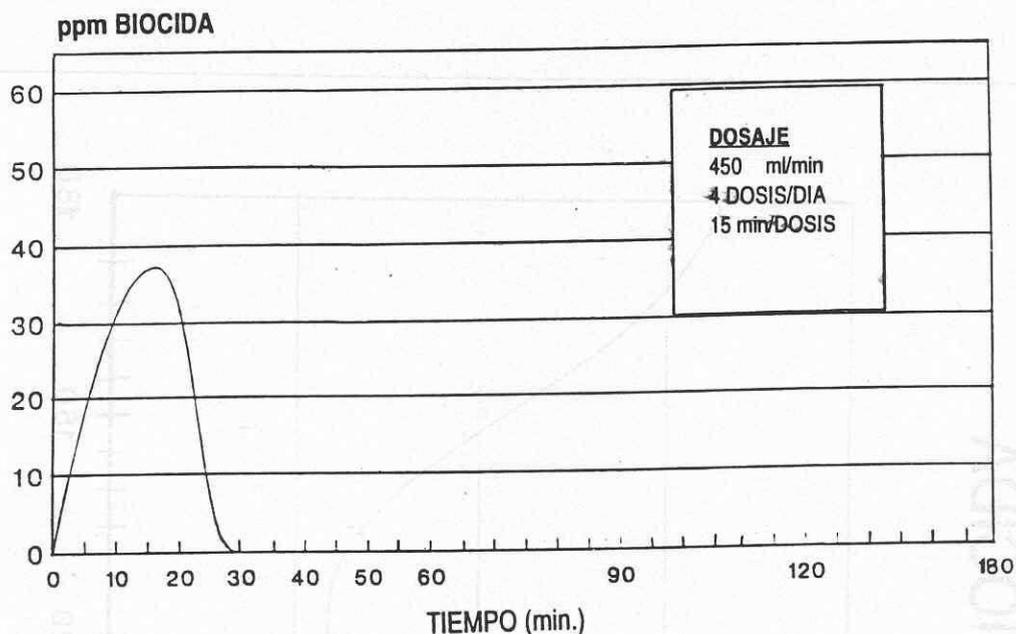


Fig.2b

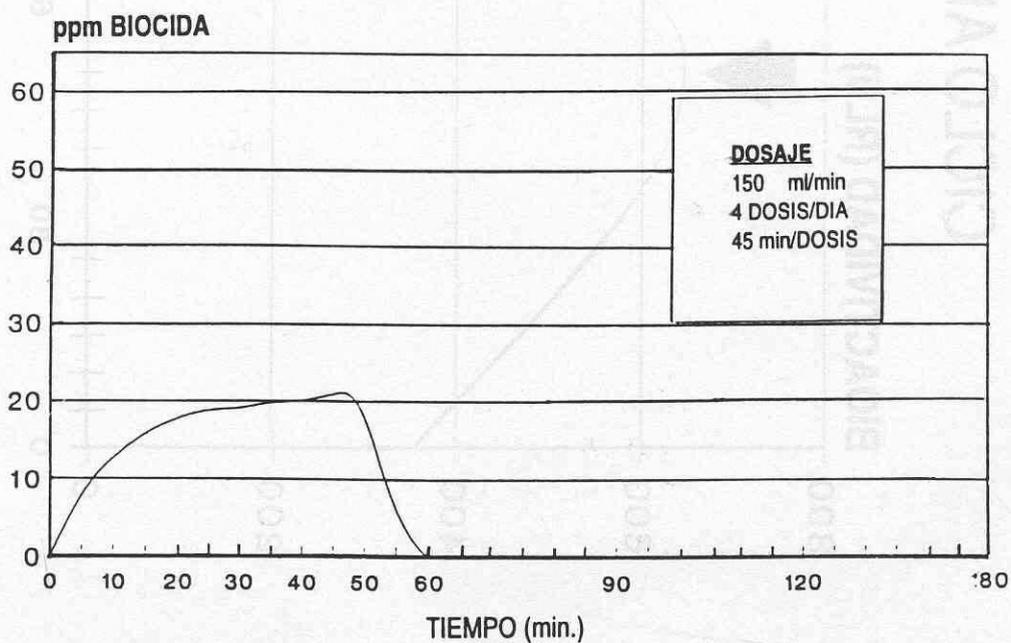
PROGRAMA DE BIOCIDAS DOSIFICACION EN SHOCK



NOTA = Perfil de un ciclo

Fig. 3a

PROGRAMA DE BIOCIDAS DOSIFICACION EN SHOCK



NOTA = Perfil de un ciclo

Fig. 3b

MEDICION DE ATP SOBRE EL CICLO APLICACION DE BIOCIDA

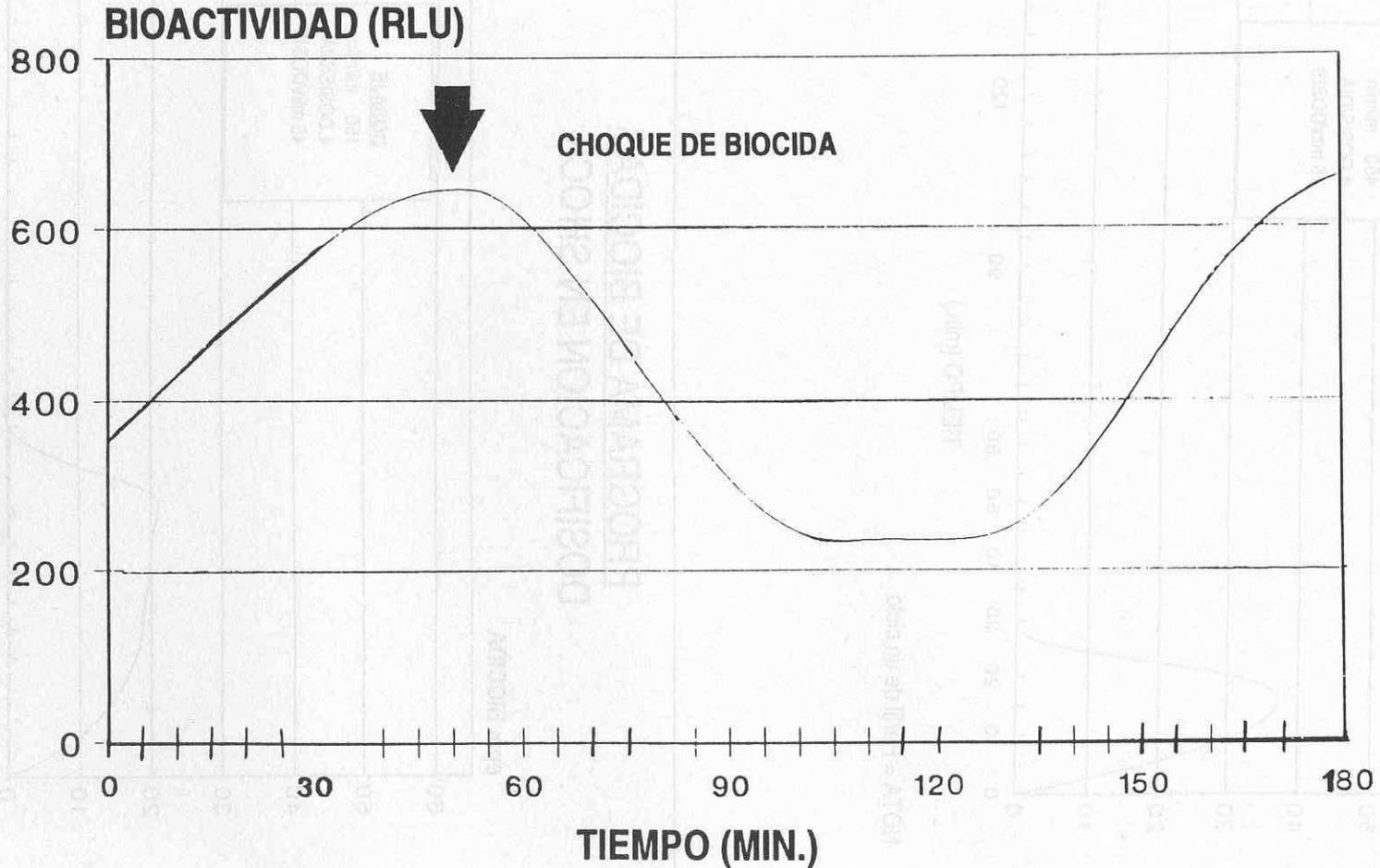


Fig.4

MEDICION DE ATP

ACCION DE BIOCIDA NITROHALOENADO SOBRE MICROORGANISMOS

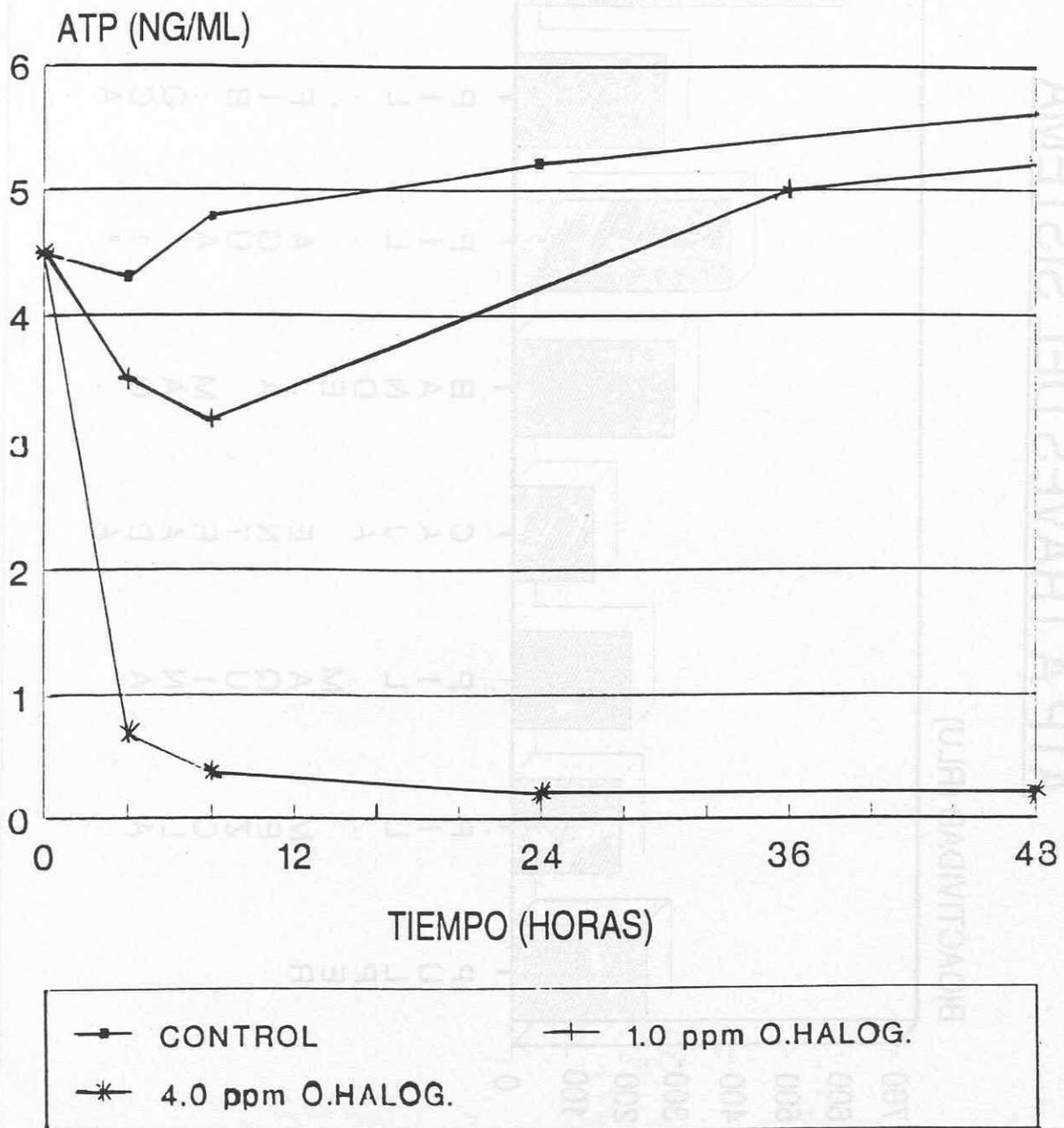


Fig. 5

ATP A TRAVES DEL SISTEMA

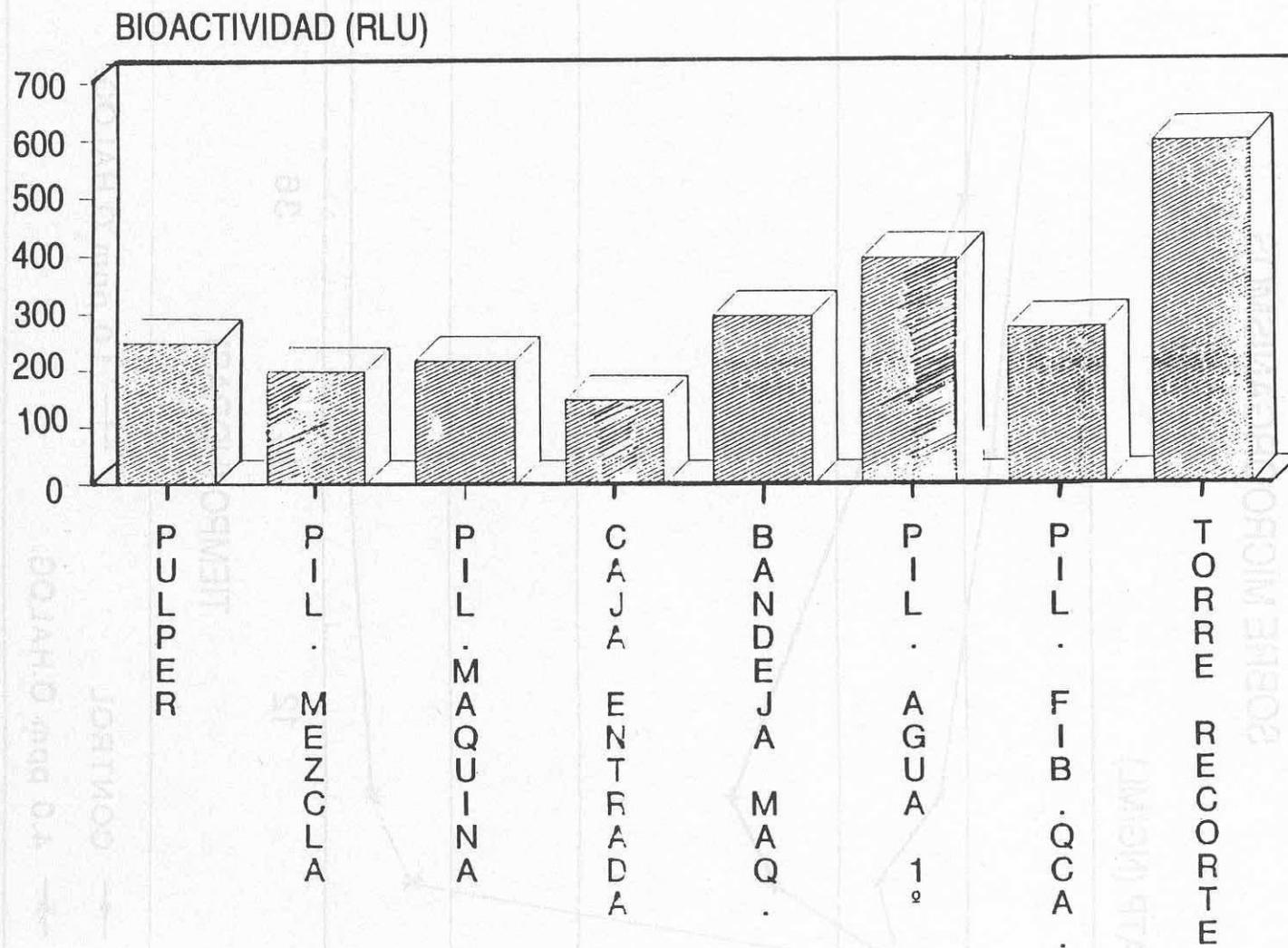


Fig. 6