

Eduardo Duarte

efecto de los desinfectantes sobre los microorganismos del jugo de caña

Resumen

Se estudia el efecto de varios desinfectantes con distintos niveles de concentración, sobre el pH, acidez y tenor microbiano del jugo de caña, en el laboratorio. Con los resultados obtenidos se hicieron aplicaciones de los mismos en dos unidades de producción, comprobándose las diferencias de tenor microbiano antes y después de la desinfección. Se incluye un balance comparativo de pol entre el período desinfectado y el correspondiente a zafas anteriores.

Summary

The effect of a number of disinfectants at various levels of concentration on the pH, acidity and microbial content of the juice was studied at laboratory scale.

With the results obtained trials were carried out in two production units, comparing the microbial content before and after disinfection.

A comparative balance of the pol in the disinfected period and that corresponding to former harvests is included.

Introducción

La aplicación de desinfectantes a los jugos en los molinos es un tema bastante tratado y sus resultados muy discutidos, pero generalmente el mismo ha sido enfocado desde el punto de vista químico, recomendando uno u otro en forma algo empírica y en muchos casos representando intereses comerciales, independientemente del tipo de desinfectante que se use, todos están de acuerdo en la importancia de la asepsia para disminuir las caídas de pureza, aumento de los reductores, viscosidad en mieles, etc., es decir obtener un mayor recobrado.^{1,2,3}

En este trabajo desarrollamos el estudio de los desinfectantes partiendo de su efecto sobre los microorganismos del jugo y basado en nuestras experiencias de estudios microbiológicos del proceso de fabricación de azúcar crudo,^{4,5,6} hacemos las aplicaciones en dos unidades de producción, reflejando la diferencia de la tendencia de los incrementos microbianos y señalando algunos datos de laboratorio obtenidos después de la desinfección, pues no es posible determinar el aumento de recobrado directamente.

Parte experimental

Como primer paso en este trabajo estudiamos en el laboratorio el efecto de varios desinfectantes a diferentes concentraciones sobre el pH, acidez y contenido microbiano del jugo de caña y con los resultados obtenidos hacer una correcta y económica aplicación de los mismos en la etapa industrial.

Se prepararon frascos estériles, en los que se pesaron 500 g de jugo mezclado a los cuales se le adicionó formol a 25, 50 y 75 ppm; hipoclorito de calcio, 25 y 50 ppm, mezcla de estos dos desinfectantes a partes iguales de 25 y 50 ppm, un producto comercial tenso-activo al 0.2 y 0.5% del peso del jugo; en iguales condiciones se preparó un blanco sin adicionarle desinfectante, al que se le determinó pH, acidez y conteo microbiano, estos análisis fueron repetidos después de un período de incubación de dos horas conjuntamente con las demás muestras.

El pH fue medido potenciométricamente, la acidez total expresada como ácido acético, el conteo microbiológico se efectuó por el método de Koch, sembrándose tres diluciones por triplicado de cada muestra, empleando como medio nutriente McCleskey Faville para bacterias y malta ácida para levaduras. El tiempo y temperatura de incubación fueron los usuales. Los resultados obtenidos son comparados en cada caso, con los del blanco en la hora cero y final.

Para la aplicación industrial procedimos a determinar el grado de contaminación en los jugos de los molinos y tanques de maceración antes y después del empleo de los desinfectantes, estos se aplicaron en puntos determinados con el fin de poder observar mejor sus efectos, además se aumentó la temperatura en los tanques de recirculación a 70°C aproximadamente para lograr un aumento en el efecto bactericida⁷ de los desinfectantes.

El formol se aplicó en los tanques del 3º, 4º y 5º molino, el hipoclorito al del cuarto y quinto,

esto se realizó en esta forma para ver el efecto del desinfectante al diluirse en el jugo mezclado.

Resultados y discusión

Analizando los datos de las Tablas 1 y 2 que reflejan los resultados obtenidos para una muestra determinada, en cada caso realizada en paralelo con diferentes desinfectantes, podemos señalar que el incremento de bacterias en el blanco, en dos horas de incubación corresponde a una multiplicación por diez y las levaduras lo hacen aproximadamente por dos, estando esto de acuerdo con el tiempo de generación de dichos microorganismos. Cuando el pH inicial es inferior de 5.0 la multiplicación microbiana es menor, debido al ácido formado, el cual no interfiere al desarrollo de las levaduras.

El jugo de caña es un medio que tiene suficientes elementos necesarios para el desarrollo de los microorganismos que se encuentran en el suelo y que comienzan a afectar la composición del mismo tan pronto la caña es cortada,⁸ en mayor o menor magnitud, de acuerdo con el grado de mecanización alcanzado,^{9,10} ya que por esta causa se aumentan las materias extrañas y la superficie expuesta al ataque de los microorganismos favoreciéndose con el tiempo que demore su procesamiento, ésta es la principal razón de la gran variabilidad del tenor microbiano en el jugo de la primera extracción, causa que nos hace no tomar un promedio único inicial del mismo, pues nos daría un error al comparar los resultados de los diferentes desinfectantes que en cada caso han actuado en condiciones iniciales desiguales.

En la Tabla 3 se comparan y promedian los resultados obtenidos para cada desinfectante con sus blancos correspondientes en los parámetros estudiados.

Formol

Este desinfectante se empleó a tres concentraciones diferentes, calculado a base de pureza del producto comercial no obteniéndose diferencias apreciables y sí un ligero efecto para las levaduras en relación directa a su concentración, de acuerdo con los resultados obtenidos parece que no debe usarse a una concentración mayor de 50 ppm, pues sólo lograríamos un mejor efecto sobre las levaduras y encarecer su aplicación hasta un punto que no fuera costeable.

En la Tabla 3 podemos observar el efecto sobre el pH y la acidez que nos indica la acción bacteriostática ejercida, lo que nos interesa para evitar la actividad microbiana con la correspondiente disminución en la destrucción de azúcar.^{11,12}

En el central aplicamos formol a 30 ppm de un producto comercial (corresponde a 12 ppm del desinfectante puro) a los jugos de los tanques del 3º, 4º y 5º molinos, además elevamos la temperatura del jugo en el tanque del 3er. molino alrededor de 70°C, el método de aplicación fue intermitente cada cuatro horas. En la Tabla 4 se encuentran los promedios de los resultados obtenidos, donde podemos apreciar tanto la influencia de la temperatura sobre la actividad del desinfectante, como el efecto del mismo en los jugos recirculados y el cambio de correlación entre el contenido microbiano del jugo de la desmenuzadora y el jugo mezclado.

TABLA 1
Promedios de conteo bacteriano por muestra

<i>Blanco</i>		<i>Formol</i>			<i>Hipoclorito de calcio</i>		<i>Producto Tensoactivo</i>		<i>Mezcla de Hipoclorito y Formol</i>	
<i>Hora 0</i>	<i>Hora 2</i>	<i>25 ppm</i>	<i>50 ppm</i>	<i>75 ppm</i>	<i>25 ppm</i>	<i>50 ppm</i>	<i>2000 ppm 0.2%</i>	<i>5000 ppm 0.5%</i>	<i>30 ppm</i>	<i>50 ppm</i>
5.5×10^7	1.7×10^9	5.0×10^7	—	—	3.5×10^7	—	—	3.0×10^6	8.5×10^7	—
2.5×10^8	5.0×10^8	1.2×10^8	—	—	3.0×10^8	4.5×10^7	2.5×10^8	2.0×10^7	4.0×10^8	1.9×10^8
3.0×10^8	3.5×10^9	—	4.0×10^7	—	4.0×10^8	—	—	3.0×10^7	5.0×10^8	—
8.5×10^7	2.1×10^8	1.5×10^8	—	—	9.0×10^7	6.0×10^7	3.3×10^8	—	—	—
3.0×10^7	3.0×10^8	—	—	2.0×10^8	1.5×10^8	3.5×10^6	—	1.0×10^7	2.2×10^8	—
1.0×10^8	9.6×10^8	—	1.4×10^8	1.0×10^8	2.7×10^8	8.0×10^7	3.0×10^8	—	—	—
3.5×10^7	3.2×10^8	4.0×10^7	—	—	1.4×10^8	—	—	2.0×10^7	—	—
6.5×10^8	6.0×10^9	—	2.5×10^8	—	—	1.7×10^8	—	—	—	6.0×10^7
5.3×10^7	7.0×10^8	6.0×10^8	—	—	4.5×10^8	—	—	1.1×10^7	4.5×10^8	—
1.1×10^8	1.1×10^9	—	1.4×10^8	—	—	1.0×10^6	3.0×10^8	—	—	1.5×10^7
2.5×10^7	9.5×10^8	—	3.5×10^7	—	—	1.5×10^7	—	—	—	4.0×10^7
1.8×10^7	5.0×10^8	5.7×10^7	—	—	—	1.9×10^7	2.0×10^8	—	1.9×10^3	—
8.0×10^8	8.0×10^9	1.9×10^9	7.5×10^8	8.0×10^8	—	—	—	—	—	—
6.0×10^8	8.0×10^9	—	—	2.1×10^9	—	—	—	—	—	3.0×10^8

Variación en el número de bacterias/ml de jugo por acción de los desinfectantes.

TABLA 2
Promedios conteos levaduras por muestra

<i>Blanco</i>		<i>Formol</i>			<i>Hipoclorito de calcio</i>		<i>Producto Tensoactivo</i>		<i>Mezcla de Hipoclorito y Formol</i>	
<i>Hora 0</i>	<i>Hora 2</i>	<i>25 ppm</i>	<i>50 ppm</i>	<i>75 ppm</i>	<i>25 ppm</i>	<i>50 ppm</i>	<i>0.2%</i>	<i>0.5%</i>	<i>30 ppm</i>	<i>50 ppm</i>
6.0×10^5	1.5×10^6	8.0×10^4	—	—	2.0×10^5	—	—	5.0×10^4	—	2.0×10^5
2.0×10^6	4.0×10^6	—	6.5×10^5	—	2.0×10^6	2.0×10^5	—	7.0×10^5	1.9×10^6	6.5×10^5
1.7×10^6	3.0×10^6	—	—	7.0×10^5	3.0×10^6	2.5×10^5	1.9×10^6	—	—	—
1.3×10^6	4.0×10^6	—	—	2.0×10^6	1.5×10^6	2.8×10^6	1.0×10^6	—	1.5×10^6	—
1.5×10^6	2.4×10^6	2.2×10^6	—	—	2.7×10^6	7.0×10^5	2.9×10^6	—	—	—
3.5×10^5	4.5×10^5	5.0×10^5	—	—	8.0×10^5	6.0×10^5	—	2.9×10^4	—	6.5×10^5
5.5×10^5	1.0×10^6	—	5.0×10^5	—	—	7.5×10^5	2.0×10^6	—	—	2.5×10^5
1.3×10^7	3.0×10^7	—	6.3×10^6	6.2×10^6	—	—	—	—	—	—
1.3×10^6	1.4×10^6	—	5.0×10^5	—	—	—	—	8.0×10^5	—	3.5×10^5
7.0×10^6	9.0×10^6	7.5×10^6	—	4.0×10^6	—	—	—	—	—	—
4.5×10^5	5.0×10^5	—	6.5×10^5	—	7.0×10^5	1.0×10^5	—	1.9×10^5	—	—

Variación en el número de levaduras/ml de jugo por acción de los desinfectantes.

TABLA 3
Resumen de valores promedios obtenidos

	<i>BACTERIAS</i>		<i>LEVADURAS</i>		<i>pH</i>		<i>ACIDEZ</i>	
	<i>Hora 0</i>	<i>2 Horas</i>	<i>Hora 0</i>	<i>2 Horas</i>	<i>Hora 0</i>	<i>2 Horas</i>	<i>Hora 0</i>	<i>2 Horas</i>
Blanco	1.8×10 ⁸	1.7×10 ⁹	2.3×10 ⁶	3.3×10 ⁶	4.9	4.35	.90	1.815
Formol 25 ppm		4.1×10 ⁸		2.5×10 ⁶		4.5		1.625
Blanco	3.3×10 ⁸	2.2×10 ⁹	3.4×10 ⁶	7.4×10 ⁶	5.19	4.6	.61	1.36
Formol 50 ppm		2.3×10 ⁸		1.7×10 ⁶		5.09		.88
Blanco	3.8×10 ⁸	4.3×10 ⁹	2.2×10 ⁷	3.2×10 ⁷	4.96	4.4	.876	1.88
Formol 75 ppm		8.0×10 ⁸		3.2×10 ⁶		4.86		1.20
Blanco	1.1×10 ⁸	6.6×10 ⁸	1.2×10 ⁶	2.5×10 ⁶	5.2	4.7	.66	1.15
Producto tensoactivo 0.2% 2000 ppm		2.6×10 ⁸		1.9×10 ⁶		4.6		1.14
Blanco	2.2×10 ⁸	2.0×10 ⁹	9.4×10 ⁵	1.5×10 ⁶	5.2	4.4	.67	1.60
Producto tensoactivo 0.5% 5000 ppm		1.5×10 ⁷		3.5×10 ⁵		5.2		.73
Blanco	1.1×10 ⁸	1.0×10 ⁹	1.1×10 ⁶	2.3×10 ⁶	5.2	4.5	.69	1.36
Calcio		2.3×10 ⁸		1.5×10 ⁶		4.9		.95
Hipoclorito 25 ppm								
Blanco	1.7×10 ⁸	1.3×10 ⁹	1.1×10 ⁶	2.1×10 ⁶	5.3	4.7	.73	1.19
Calcio								
Hipoclorito 50 ppm		4.9×10 ⁷		6.9×10 ⁵		5.2		.74
Blanco	1.1×10 ⁸	1.2×10 ⁹			5.1	4.5	.625	1.24
Mezcla 30 ppm								
Hopoclorito y formol		3.1×10 ⁸				4.7		.95
Blanco	3.7×10 ⁸	3.5×10 ⁹	8.4×10 ⁶	1.7×10 ⁶	5.3	4.6	.75	1.25
Mezcla 50 ppm								
Hipoclorito y formol		1.2×10 ⁸		4.2×10 ⁵		5.0		.83

Nota: Conteo en microorganismos/ml de muestra. Acidez en % de ácido acético en la muestra.

TABLA 4
 Promedio de los resultados obtenidos con desinfectantes y sin ellos

	<i>Hipoclorito</i>		<i>Sin desinfectante</i>		<i>Formol</i>		<i>Product. humectante comercial</i>	
	<i>Bact.</i>	<i>Lev.</i>	<i>Bact.</i>	<i>Lev.</i>	<i>Bact.</i>	<i>Lev.</i>	<i>Bact.</i>	<i>Lev.</i>
Desmenuzadora	6.0×10^6	2.6×10^5	6.2×10^7	3.4×10^5	5.4×10^7	1.9×10^5	1.5×10^8	2.4×10^6
M-1	7.0×10^6	7.8×10^4	3.3×10^7	3.1×10^5	1.8×10^7	1.5×10^5	1.4×10^8	1.3×10^6
M-2	2.1×10^7	1.6×10^5	1.1×10^8	1.7×10^6	1.6×10^7	1.8×10^5	1.3×10^8	1.5×10^6
M-3	1.0×10^7	6.1×10^5	1.0×10^8	2.1×10^5	1.3×10^7	2.5×10^5	7.6×10^7	5.0×10^5
TM-3	2.5×10^5	1.2×10^2	1.7×10^8	2.5×10^5	3.0×10^4	3.0×10^1	2.0×10^5	3.0×10^1
M-4	8.5×10^6	1.0×10^6	7.2×10^7	1.6×10^5	1.8×10^7	1.2×10^5	1.5×10^7	2.5×10^6
TM-4	4.0×10^5	1.6×10^5	8.4×10^7	2.7×10^5	1.3×10^7	1.8×10^5	1.9×10^7	3.5×10^5
M-5	5.2×10^6	1.2×10^5	6.2×10^7	6.1×10^4	1.4×10^6	4.0×10^4	1.3×10^7	2.0×10^5
TM-5	1.0×10^5	10^2	7.8×10^7	1.5×10^5	1.3×10^6	2.5×10^4	3.0×10^7	2.0×10^5
J. Mezclado	2.1×10^7	1.6×10^6	8.3×10^7	5.4×10^5	3.7×10^7	2.1×10^5	9.0×10^7	4.0×10^5

—En el tanque del 3er. molino se aplicó calor con los desinfectantes.

—En el tanque del 5to. molino se aplicó calor al usar el hipoclorito.

M = Molino

TM = Tanque molino

Aumentando la temperatura al jugo del tanque del 3er. molino logramos una eficiencia tal que el tenor microbiano es inferior al óptimo señalado por varios autores,^{12,13} para que las pérdidas ocasionadas por ellos sean mínimas, igualmente se obtiene una disminución del mismo, en los jugos del segundo molino y el jugo mezclado comparado con el jugo primario, contrario a lo que ocurre usualmente.

Producto comercial tenso-activo

Este producto fue ensayado a concentraciones superiores a la señalada por el fabricante, pues las mismas resultaron inútiles, se ensayó al 0.2 y 0.5% del volumen del jugo, siendo muy efectivo en esta concentración, pero como es obvio resulta inoperante.

En el central se usó dicho producto de acuerdo a las especificaciones del fabricante, lo cual requería una limpieza previa de todo el tándem con agua caliente y vapor antes de atomizarlo en todos los puntos muertos en forma intermitente cada 4 horas, por los resultados en la Tabla 4 aparentemente se obtienen mejoras con el empleo de este producto, pero hay que tener presente que se efectuó una limpieza sistemática, cada cuatro horas, con agua caliente y vapor de todo el tándem y que el mismo se aplicó por medio de un atomizador a presión por todas partes, incluyendo los pisos aledaños.

Aunque hay una disminución de contaminación entre el jugo mezclado y de la desmenuzadora, en los jugos de maceración hay incremento del tenor microbiano con excepción en el tanque del tercer

molino por el calentamiento de este jugo, el cual incide directamente sobre el jugo mezclado.

Hipoclorito de calcio

A este producto se le han señalado los inconvenientes, que la materia orgánica presente tiene un efecto negativo sobre su actividad que puede resultar corrosivo usado en exceso, poca solubilidad que puede combinarse con la levulosa y compuestos nitrogenados del jugo, aunque esto último no es perjudicial pues los compuestos cloronitrogenados tienen efecto germicida.

A pesar de todos los señalamientos anteriores, resulta efectivo y fue ensayado a concentraciones de 25 y 50 ppm referido a contenido de cloro activo (50% del peso del producto). Los resultados obtenidos están en relación a la concentración, tanto bactericida como bacteriostático ya que cuando empleamos 25 ppm el conteo microbiano, pH y acidez se mantienen similar a los de la hora inicial. Al emplear 50 ppm estos efectos son aumentados, el conteo microbiano resulta inferior al inicial y la acidez no se altera. La Tabla 3 presenta el promedio de los resultados obtenidos con este desinfectante.

En el central se aplicó dicho desinfectante a 30 ppm, en forma intermitente cada 4 horas, en los tanques de los jugos del 4º y 5º molinos, además se elevó la temperatura de este último entre 60 y 70°C para ver el efecto del calor. Del promedio de los resultados en la Tabla 4 podemos inferir que la aplicación del desinfectante en esta forma es efectiva para los ju-

gos recirculados, pero la misma no alcanza al jugo mezclado que presenta una contaminación superior a la desmenuzadora.

En la Tabla 5 presentamos los resultados del balance del pol obtenido cuando se aplicó desinfección (1973) comparados con los de igual período en zafras anteriores (1971 y 1972).

Mezcla de formol e hipoclorito

Esta mezcla a partes iguales, dosificada a 30 y 50 ppm fueron utilizadas con el objeto de aprovechar el efecto combinado de ambos desinfectantes. Con 15 ppm de cada uno (30 ppm en total) los resultados promedios obtenidos son similares a los del blanco en la hora 0 con un ligero incremento en la acidez, lo que nos indica un efecto bacteriostático. La mezcla de 25 ppm de cada uno (50 ppm en total) tiene un comportamiento eficiente como bactericida ya que el contenido microbiano resulta algo inferior al del blanco en la hora 0, siendo esto más señalado para levaduras. La acidez se mantiene en los mismos niveles como podemos observar en la Tabla 3.

La aplicación industrial (Tabla 6) se efectuó en otra unidad que tiene dos tándems similares y en uno de ellos se había presentado un problema de aumento de Pol en bagazo y caída notable en la pureza de los jugos respecto al otro.

Se usó la mezcla de los desinfectantes a 10 ppm de cada uno, con calentamiento del jugo del tanque del tercer molino y del agua de imbibición a 60-65°C. La desinfección se efectuó por un corto período de tiempo pues la zafra estaba terminando.

TABLA 5

Balance de pérdidas en casa calderas

Decena	1a. Febrero			2da. Febrero			1a. Marzo			2a. Marzo			1a. Abril		
	73	72	71	73	72	71	73	72	71	73	72	71	73	72	71
Año	7.87	—	—	7.15	9.44	9.65	6.80	7.86	8.55	5.34	6.87	7.66	6.26	8.76	12.74
Miel	0.82	—	—	0.78	0.46	0.15	0.49	0.48	0.97	0.67	0.82	0.76	0.58	0.93	0.45
Cachaza	0.45	—	—	0.58	0.96	0.27	0.68	0.38	0.14	0.64	0.56	0.56	0.67	0.82	0.49
Indet.	9.64	—	—	8.51	10.86	10.07	7.97	8.70	9.66	6.65	8.25	8.98	7.51	10.51	13.68
Total C.															

Nota: La desinfección comienza la 2da. decena de febrero de 1973.

A continuación señalamos algunos datos decenales de antes y después de aplicar la desinfección:

<i>Fecha</i>	<i>Tándem A Pol Bagazo</i>	<i>Tándem B Pol Bagazo</i>
Marzo 21 - 31	2.62	2.36
Abril 1 - 10	2.34	2.10
Abril 11 - 20	2.17	2.08
Abril 21 - 30	2.08	2.06

TABLA 6
Microorganismos/ml de jugo

	<i>Antes</i>		<i>Después</i>	
	<i>Bacterias</i>	<i>Levaduras</i>	<i>Bacterias</i>	<i>Levaduras</i>
Jugo desmenuzadora	5.0×10^7	3.2×10^6	7.0×10^7	6.0×10^6
Jugo mezclado	5.4×10^7	5.0×10^6	4.5×10^6	2.0×10^6
Jugo Tanque 3er. molino	1.0×10^8	5.0×10^6	5.0×10^5	6.0×10^4
Jugo Tanque 5to. molino	5.0×10^6	9.0×10^5	4.0×10^4	1.0×10^3

Resultados en el tenor microbiano antes y después de aplicar la desinfección.

Es de señalar que antes de la desinfección, casi la totalidad de la contaminación del jugo del tanque del 3er. molino estaba constituida por microorganismos del género *Leuconostoc* los que desaparecieron después de la misma.

Conclusiones

Analizando el estudio realizado en el laboratorio y en la fábrica podemos hacer las siguientes observaciones.

Formol

Este producto en prueba de laboratorio resulta mejor a 50 ppm

por su efecto bactericida, su aplicación industrial a esta concentración puede resultar útil en casos de infección muy acentuada, pero debemos recordar su efecto irritante sobre las mucosas, usado a 15 ppm con calentamiento del jugo del tanque del 3er. molino y agua de imbibición se logra una alta eficiencia del mismo, con menor consumo de producto sin incremento en el de vapor.

Producto tenso-activo

De los resultados obtenidos en el laboratorio y de la extraordinaria limpieza que hay que realizar

en la fábrica resulta poco atractivo el empleo de este producto.

Hipoclorito de calcio

A nivel de laboratorio este desinfectante resulta el más eficaz como bactericida a 50 ppm al igual que en la industria pero los múltiples inconvenientes que presenta, entre ellos su poca solubilidad e incremento del CA⁺⁺ hace no recomendamos su uso, pudiéndose emplear como sustituto el Hipoclorito de Sodio.¹⁵

Mezcla de formol e hipoclorito

Esta mezcla a 15 ppm de cada desinfectante se comporta similar a sus componentes a 25 ppm, sin embargo a 50 ppm (25 ppm de cada uno) es superior al formol a esta concentración pero no al hipoclorito, pudiéndose señalar como ventaja sobre éste que de haber algún efecto corrosivo del cloro éste sería menor en la mezcla. Su aplicación industrial fue específica a un problema motivado por infección en un tándem con resultados satisfactorios.

Finalmente podemos decir que la aplicación de un desinfectante es necesaria no sólo para aumentar la cantidad de azúcar recobrada, sino su calidad y otros beneficios obtenibles en la fábrica, como disminución de la viscosidad en masas y mieles.

El empleo de uno u otro desinfectante está de acuerdo a su economía, facilidad de adquisición y de aplicación, pero estimamos que el uso del formol e hipoclorito con elevación de la temperatura de los jugos de recirculación y agua de imbibición es el más eficiente.

Reconocimiento

A mis compañeros del Dpto. de Microbiología sin cuya cooperación este trabajo no hubiese sido posible realizarse.

Bibliografía

1. Medidas antisépticas para prevenir pérdidas de sacarosa por microorganismos en los molinos. M. A. Mascaró, ATAC XV Conferencia 1941 (169-172).
2. Desinfección automática y a presión de los molinos. R. Ruiz Cortez, ATAC XXV Conferencia 1951 (339-351).
3. Esterilización de los jugos en los molinos. Ing. R. Velázquez, Bol. Azuc. Mex. 1970.2 (34-39).
4. Estudio microbiológico de un difusor. Grupo Microbiológico, Dirección de Fermentaciones, ICIDCA, ATAC 39 Conf. 1970. Simposio de difusión. (100-115).
5. Estudio microbiológico del proceso de fabricación de azúcar crudo. E. Duarte, I. Valdés, ATAC XL Conf. 1972. (No publicado.)
6. Estudio microbiológico del proceso de fabricación de azúcar crudo. E. Duarte, I. Valdés. Dpto. Microbiología, Direc. Fermentaciones, ICIDCA, 1973. (No publicado.)
7. Desinfection and sterilization. G. Sykes 1958. M. Sc. (London), F.R.J.C., 370 págs.

8. Deterioration of chopped up cane. D. H. Foster. Proc. 36th Conf. Queensland Soc. Sug. Cane Tech. 1969.
9. Deterioration of mechanically harvested chopped up cane. Keniry, Lee y Davies. Part I, I.S.J. Nov. 1967 (230-233).
10. I. B. Part II, I.S.J. Dic. 1967 (330-333).
11. Comportamiento pH en difusión y pérdidas de azúcar. Klaushofer, Pollack Sucker 1972, 25, 18 (602-609).
12. Correlación entre ácido formado y pérdidas de sacarosa. Klaushofer, Pollack Sucker 1972, 51 (157-165).
13. Evaluación experimental de pérdidas en azúcar de origen microbiano. P. Bidan, M. Blanchet, J. Genotells. Ind. Agric. Alim. 1963, 80-7-8 (711-719).
14. Microbiology of beet sugar manufacture. Klaushofer, F. Hollaus, G. Pollack Process Bioch. June 1971 (39-41).
15. Estudios microbiológicos en la industria azucarera húngara. O. Vajda. Año XII 1959. No. 8. (Publicación 211.)