



UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, QUÍMICAS Y NATURALES

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (CIDeT)

Director: Dr. Rogelio S. Stampella

Revista de Ciencia Y Tecnología

CONSEJO DE DIRECCIÓN

Director: Ing. Qco. Héctor R. Russo

Área Bioquímica y Farmacia: Dr. Sergio Andrés Tonon

Área Ingeniería y Tecnología: Ing. Qco. María Dora Pettri Flores

Área Genética y Biología: Dr. Alberto Sergio Fenocchio

CONSEJO DE EDICIÓN

Área Genética y Biología:

Prof. Ing. Fernando Doulut - U.N. La Plata

Ing. Aveliano Fernández - U.N.N.E.

Dr. Juan L. Santos - U. Comp. de Madrid

Dr. Carlos M. Abatte - PROIMI. Tucumán

Dr. Marcelo Cabada - U.N.Rosario

Dr. Alfredo Recca - Sec. Rec. Nat. y D.S.

Lic. Beatriz A. de Avanza - U.N.N.E.

Dr. Edgardo Romero - U.B.A.

Área Bioquímica y Farmacia:

Dra. Regina de Wikinski - U.B.A.

Dr. Ramón de Torres - U.B.A.

Dr. Eduardo Ercoli - U. N. de Cuyo

Ing. Federico Emiliani - INALI. S. Fe

Prof. Eloy L. López - U.B.A.

Dra. María M. Elías - U.N.Rosario

Dra. Clara E. López - U.N.Rosario

Dr. Alfredo Zurita - U.N.N.E.

Área Ingeniería y Tecnología:

Dra. Stella Maris Alzamora - U.B.A.

Dra. María A. Tessi - U.N. Litoral

Dr. Roberto Rossi - U.N. Córdoba

Dr. Rodolfo H. Mascheroni - U.N. La Plata

Ing. Martín J. Urbicain - PLAPIQUI. U.N. Sur. CONICET

Ing. José F. Haddad - Fac. Engenharia. SANIPLAN. R. J. Brasil

Ing. Gloria del Carmen Plaza - U.N. Salta

Ing. Roberto Melos - U. de Concepción. Chile

Dr. Jorge Bessone - U.N. Sur. CONICET

Esta Revista es un servicio del CIDeT. Está prohibida su venta a terceros como también la reproducción total o parcial con fines comerciales. Los trabajos presentados han sido aceptados para su publicación por el Consejo de Dirección y el Consejo de Edición. La Revista no se hace responsable de las opiniones contenidas en los artículos, siendo de responsabilidad exclusiva de los autores de los mismos. La edición de la Revista cuenta con el apoyo económico de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales y la Fundación Fac.Cs.Ex.Qcas. y Naturales.

Toda correspondencia relacionada a la Revista, debe ser dirigida a: Sr. Director del CIDeT / Félix de Azara 1.552 / 3300 POSADAS. Misiones. Rep. Argentina / Teléfono: 54 - 3752 - 435096 - Fax: 54 - 3752 - 425414- E-mail: cidet@fceqyn.unam.edu.ar



EDITORIAL UNIVERSITARIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
San Martín 2212 - 1º Piso - C. P. 3300
Posadas - Misiones - Telefax (03752) 428601

Diseño: Sergio Manela

Armado de interiores y cubierta: Francisco A. Sánchez

Revisión de texto: Hedda Giraudo

Hecho el depósito de la Ley 11723

Impreso en Argentina

ISSN: 0329-8922

Revista de Ciencia y Tecnología

ÍNDICE

2

AÑO 2 / Nº 2 / 1999

- 5 EDITORIAL
- 6 BIOQUÍMICA Y FARMACIA
Comparación de medios de cultivo empleados en la investigación de *Salmonella* en aguas / Benassi, Fernando; Naidich, Alfredo.
- 12 Microflora de hierbas aromatizantes utilizadas para elaborar yerba mate compuesta / Jerke, Gladis; Marucci, Raúl Salomón.
- 18 INGENIERÍA y TECNOLOGÍA
Evaluación de cañerías de transporte de agua tratada en una planta celulósica. I: Predicción de tiempos de falla / Ruiz, E. R.; Ensisa, N. O.; Schwiderke, E. E.; Stampella, R. S.
- 26 Evaluación de cañerías de transporte de agua tratada en una planta celulósica. II: Alternativas más económicas de mantenimiento / Ruiz, E. R.; Ensisa, N. O.; Schwiderke, E. E.; Stampella, R. S.
- 33 Disgregado de tejidos leñosos por el método clorito - ácido acético - carbonato. Evaluación del daño producido a las fibras / Núñez, Carlos E.; Pavlik, Claudio A.
- 38 Densidad, composición química y contenido fibroso de la madera de *peteribí*, *Cordia trichotoma* (vell) Johns / Núñez, Carlos E.
- 44 La madera de *peteribí*, *Cordia trichotoma*, (vell) Johns., como recurso fibroso. I: Morfología, dimensiones y variación con la edad de los elementos celulares / Núñez, Carlos E.
- 51 GENÉTICA y BIOLOGÍA
Los árboles y arbustos cultivados en la ciudad de Posadas (Misiones, Argentina) / Rodríguez, M. E.; Dematteis, M.
- 67 NOTAS
Incidencia de *Salmonella* en huevos de gallina y mayonesa artesanal / Amer, Lidia; Von Specht, Martha; Maubecín, Elsa; Bargardi, Severino.
- 71 INVESTIGACIONES EN CURSO
- 75 NORMAS Y PROCEDIMIENTO PARA PUBLICACIONES



COMPARACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN DE *SALMONELLA* EN AGUAS

Benassi, Fernando / Naidich, Alfredo

Facultad de Cs. Ex. Qcas. y Nat. - Cátedra de Microbiología Industrial - U.Na.M.

PERFORMANCE OF CULTURE MEDIA IN THE RESEARCH OF WATERBORNE *SALMONELLA*

Presence of microorganisms belonging to *Salmonella* genus was studied from Zaiman creek waters and Posadas city inner creek waters.

1.730 suspected colonies were isolated. Elevated temperature technique for the isolations of *Salmonella* was applied (41.5°C) and these organisms were recovered in 28% of the examined samples.

Isolation frequency of serovars is presented, with *S. Saphra* prevailing among the studied samples.

Typical, well-isolated *Salmonella*-like colonies were recovered by streaking plating media, from incubated broths (24-72 hours).

Performance of the following enrichment broths and plating media were tested: Tetrathionate broth with addition of 0,004% of Novobiocin (Tet), Dulcitol Selenite broth (DS) and Rappaport-Vassiliadis broth (RV), EMB agar (Eosin-Methylene Blue), DCLS agar (Desoxycholate-Citrate-Lactose-Saccharose), XLD agar (Xilose-Lysine-Desoxycholate) and BS agar (Bismuth Sulphite).

The efficiency of broth culture media DS and RV, proved to be similar. Best results were obtained, when both, DS and BS media were used, followed by RV and BS combination.

KEY WORDS: *Salmonella*, culture media performance, water pollution.

Se compararon distintos medios de cultivo para el aislamiento y caracterización de *Salmonella* en cursos de agua que recorren la ciudad de Posadas, Misiones.

Se aislaron 1.730 cepas de las cuales, 484 (28%) fueron confirmadas como pertenecientes al género *Salmonella*. Se señala a *S. Saphra* como la serovar de mayor abundancia.

Se aplicaron técnicas de incubación de alta temperatura (41,5°C) con plaques sucesivos efectuados a distintos tiempos de incubación (24 y 72 horas).

Se emplearon los siguientes caldos de enriquecimiento y medios de aislamiento: caldo Tetrationato con el agregado de 40 mg/l de Novobiocina (Tet); Dulcitol Selenito (DS) y Rappaport-Vassiliadis (RV); agar Eosina-Azul de Metileno (EMB); agar Desoxicolato-Citrato-Lactosa-Sacarosa (DCLS), agar Xilosa-Lisina-Desoxicolato (XLD) y agar Sulfito de Bismuto (BS). Los caldos de enriquecimiento más eficaces fueron DS y RV y la mejor combinación de caldos de enriquecimiento y medios de aislamiento resultó ser DS/BS, seguida por RV/BS.

PALABRAS CLAVES: *Salmonella*, rendimiento de medios de cultivo, contaminación de aguas.

ABSTRACT

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

Las salmonelosis son enfermedades frecuentes e importantes causadas por la ingestión de alimentos contaminados, manifestándose mediante cuadros clínicos inespecíficos, tales como diarreas y gastroenteritis [1, 2, 3]. Por ello resulta de gran interés determinar la presencia de *Salmonella* en los cursos de agua que en gran número recorren vastas zonas de la ciudad de Posadas cuya población aledaña las utiliza para consumo, lavado y esparcimiento. En numerosos casos las mismas reciben efluentes cloacales y excretas de la población, con lo cual se hallan ampliamente favorecidas las condiciones de diseminación y contagio.

Si bien existen numerosos trabajos que detallan diferentes técnicas para la recuperación de *Salmonella*, no hay disponible una metodología estandarizada para su investigación en aguas [4, 5, 6, 7, 8]. Este trabajo presenta una comparación entre distintos procedimientos empleados por nuestro grupo de trabajo para el aislamiento y caracterización de *Salmonella* y los principales resultados obtenidos a fin de contribuir a una posible normatización de las técnicas de recuperación de este microorganismo [9].

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de muestras

Las muestras fueron obtenidas por el método de las gasas por ser uno de los más eficientes para cursos de agua [5, 8, 10, 11]. Las gasas fueron recogidas 48 horas después de ser colocadas, fueron transportadas al laboratorio en recipientes térmicos y procesadas dentro de las 6 horas de recibidas.

Investigación de *Salmonella*

a) Enriquecimiento

Se emplearon tres caldos de enriquecimiento: Tetratiónato con el agregado de 40 mg/l de Novobiocina (Tet), Dulcitol Selenito (DS) y Rappaport-Vassiliadis (RV) [12, 13, 14, 15, 16]. Los caldos se incubaron a 41,5°C (método de las altas temperaturas) [17, 18], tomándose muestras del material a las 24 y 72 horas de incubación.

b) Aislamiento

Se utilizaron placas de agar Eosina-Azul de Metileno (EMB) (Britania), incubadas a 41,5°C, agar Desoxicolato-Citrato-Lactosa-Sacarosa (DCLS) (Merck), agar Xilosa-Lisina-Desoxicolato (XLD) (Merck) y agar Sulfito de Bismuto (BS) (Merck). Se incubaron a 37°C durante 24 ó 48 horas, según requerimientos.

Se seleccionaron colonias características, las cuales se propagaron en tubos estría de agar Triptéina-Soya (TSA) (Britania), con el fin de lograr los cultivos adecuados para los ensayos bioquímicos [6, 7].

c) Identificación primaria

Se realizó tinción de Gram y las siguientes pruebas bioquímicas:

- citocromooxidasa;
- producción de ureasa;
- producción de fenilalanina deaminasa;
- prueba de Voges-Proskauer;
- licuefacción de la gelatina;
- asimilación de glucosa, lactosa y sacarosa;
- producción de sulfuro y gas de glucosa;
- producción de indol;
- producción de lisina decarboxilasa;
- B-galactosidasa.

d) Confirmación bioquímica y serológica

La identificación fue confirmada en el Servicio de Enterobacterias del Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas (INEI), ANLIS "Dr. Carlos G. Malbrán".

e) Estadística

El tratamiento estadístico de los resultados del presente trabajo fue elaborado según el test de las proporciones [19].

RESULTADOS

Se realizaron un total de 47 campañas de muestreo, que comprendieron los arroyos interiores de la ciudad de Posadas (Antonica, Itá, IV sin nombre, Mitre, Vicario, VII sin nombre, VIII sin nombre, Divisa), y el arroyo Zaimán que recorre vastas zonas suburbanas de la ciudad de Posadas.

Se examinaron finalmente 1.730 aislamientos, de los cuales 484 (28%) fueron caracterizados

como pertenecientes al género *Salmonella* por nuestro grupo de trabajo y confirmadas por el ANLIS.

En la Tabla 1 se indica el rendimiento relativo de los caldos de enriquecimiento. Se encontraron rendimientos similares entre el DS y el RV (diferencias no significativas), mientras que el caldo Tet fue marcadamente inferior ($P < 0,0006$).

En la Tabla 2 se representa el rendimiento de las combinaciones de medios de enriquecimiento y aislamiento.

En la Tabla 3 se representan las serovariedades aisladas y su porcentaje de aislamiento. La serovariedad predominante resultó ser *S. Saphra*.

En la Tabla 4 se indican las serovariedades aisladas en cada uno de los tres caldos de enriquecimiento.

En la Tabla 5 se muestran las serovariedades aisladas en función de los tiempos de incubación (24 y 72 horas).

DISCUSIÓN

Si bien se conocen numerosos medios de cultivo aptos para el enriquecimiento y aislamiento de serovariedades pertenecientes al género *Salmonella*, se requiere una adecuada selección para obviar el crecimiento competitivo que presentan en dichos medios los microorganismos no patógenos, en especial los pertenecientes al grupo coliforme. Por otra parte, una muestra relativamente grande debe ser examinada para asegurar el éxito del aislamiento [6, 7].

El enriquecimiento es una de las etapas críticas, dado que la presencia de salmonelas es generalmente baja en relación con la flora acompañante; por ello se emplean caldos diseñados para la inhibición de ésta.

Este objetivo se logra por el agregado de colorantes, sales minerales o antibióticos, resultando conveniente trabajar con dos caldos en paralelo, ya que no todas las serovariedades de

Salmonella pueden ser recuperadas de un mismo caldo. Los caldos Dulcitol Selenito y Rapaport-Vassiliadis son los que presentaron mayor rendimiento.

Asimismo, se aconseja el empleo simultáneo de dos medios de aislamiento, uno de baja o mediana selectividad y otro de alta selectividad. El medio de aislamiento de mayor eficiencia resultó ser Sulfito de Bismuto ($P < 0,000001$), mientras que no se encontraron diferencias significativas entre los otros medios.

Los caldos Dulcitol Selenito y Rapaport-Vassiliadis son los que presentaron mayor rendimiento.

El mayor número de serovariedades se obtuvo a las 72 horas, si bien resulta importante destacar que no todas las serovariedades aisladas a las 24 horas se recuperaron a las 72 horas, por lo que se confirmó la conveniencia de efectuar plaqu coastos en períodos consecutivos de 24 horas preconizado por otros autores [20].

La combinación más adecuada de medios de cultivo fue Dulcitol Selenito-Sulfito de Bismuto y en segundo lugar Rapaport-Vassiliadis-Sulfito de Bismuto. Ambas difieren significativamente del resto de las combinaciones ($P < 0,017$).

El esquema bioquímico de identificación primaria, que consta de 12 pruebas, fue seleccionado a partir de un sistema microcomputarizado de identificación de bacterias Gram (-) de 21 reacciones bioquímicas y mostró una eficiencia cercana al 100%.

Cabe señalar que en el enriquecimiento las muestras fueron procesadas en forma independiente, dado que por las características del método de muestreo no fue posible trabajar en paralelo.

AGRADECIMIENTOS

A la Doctora María Inés Caffer, de la División Enterobacterias del Instituto Nacional de Enfer-

Tabla 1: Rendimiento de caldos de enriquecimiento

Caldos de Enriquecimiento	DS	Tet	RV	Totales
Colonias examinadas	888	330	512	1.730
Colonias confirmadas	261	67	156	484
Porcentaje de confirmación	29,38%	20,30%	30,46%	27,98%

Tabla 2: Rendimiento de los medios de aislamiento

Medios de Aislamiento	DS		Tet		RV		
	Colonias Examin.	Colonias Conf. %	Colonias Examin.	Colonias Conf. %	Colonias Examin.	Colonias Conf. %	Totales
BS	314	46,14	154	24,02	240	37,50	708
EMB	261	22,60	140	15,00			401
DCLS	172	19,18	36	25,00	140	22,14	348
XLD	141	17,02			132	25,75	273
Totales	888		330		512		1730

Tabla 3: Serovariedades aisladas y frecuencia de aislamiento

Serovariedades	Frecuencia de Aislamiento	
	N	%
S. Saphra	131	27,06
S. Panama	38	7,85
S. Infantis	36	7,43
S. Newport	34	7,24
S. Typhimurium	31	6,40
S. Enteritidis	25	5,16
S. Oranienburg	25	5,16
S. Kentucky	20	4,13
S. Bredeney	17	3,51
S. Montevideo	15	3,10
S. Give	13	2,68
S. Zaimán	11	2,27
S. Anatum	9	1,85
S. Cerro	9	1,85
S. Miam	9	1,85
S. Seftenberg	9	1,85
S. Agona	8	1,65
S. Chester	8	1,65
S. Madelia	8	1,65
S. Belem	6	1,23
S. Heidelberg	6	1,23
S. San Diego	6	1,23
S. Blockley	2	0,41
S. Derby	2	0,41
S. Glostrup	2	0,41
S. Lichtfield	2	0,41
S.E IV 21:g; Z 51:-; CNK-	2	0,41
TOTAL	484	

Tabla 4: Serovariedades aisladas en función de los caldos de enriquecimiento

RV	DS	Tet
S. Bredeney	S. Agona	S. Anatum
S. Enteritidis	S. Anatum	S. Belem
S. Heidelberg	S. Belem	S. Enteritidis
S. Infantis	S. Blockley	S. Give
S. Montevideo	S. Bredeney	S. Infantis
S. Newport	S. Cerro	S. Newport
S. Saphra	S. Chester	S. Kentucky
S. Typhimurium	S. Derby	S. Oranienburg
	S. Enteritidis	S. Panamá
	S. Give	S. Saphra
	S. Glostrup	S. Seftenberg
	S. Heidelberg	S. E IV 21:g; Z51:-; CNK-
	S. Infantis	
	S. Lichtfield	
	S. Madelia	
	S. Miami	
	S. Oranienburg	
	S. Panamá	
	S. San Diego	
	S. Saphra	
	S. Seftenberg	
	S. Typhimurium	
	S. Zaimán	

medades Infecciosas, por su valiosa colaboración en la identificación serológica de las cepas. ✍

REFERENCIAS

1. BINSTEIN, N.; EIGUER, T.; D'EMPAIRE, M., *Epidemia de salmonelosis en Buenos Aires y sus alrededores*. Medicina (Buenos Aires). 42: 161-167. 1982.
- 2- BLASSER, M.; RAFUSE, E.; WELLS, J., *An outbreak of salmonelosis involving multiple vehicles*. Amer. J. Of Epidemiol. 114: 663-670. 1981.
3. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, *Programa de control de enfermedades diarreicas*. Informe de grupos científicos de trabajo. 1978-1980.
4. ANSELMO, R.; BARRIOS, H.; VIOVA, S.; LLORENTE, B.; EIGUER, T.; CAFFER, M.; FLIESS, E., *Estudio comparativo de cuatro métodos de aislamiento de salmonelas de aguas superficiales*. Rev. Arg. De Microbiol. 21: 127-132. 1989.
5. HARVEY, R. W.; PRICE, T. H., *Sewer and drain swabbing as a mean of investigating salmonellosis*. J. Hyg. Cam. 68: 611-624. 1970.
6. Media specifications. En: RAND, M. C.; GREENBERG, A. E.; TARAS, M. J., *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 14 de. p. 892-902. Washington, A.P.H.A. 1976.
7. Analytical Methodology – Section E, *Salmonella* – En: BORDNER, R.; WINTER, J., *Microbiological Methods for Monitoring the Environment*. P. 154-185; Cincinnati, E.P.A. 1978.

Tabla 5: Serovariedades aisladas en función de los caldos de enriquecimiento

24 hs	72 hs
S. Anatum	S. Agona
S. Belem	S. Anatum
S. Blockley	S. Belem
S. Bredeney	S. Cerro
S. Enteritidis	S. Chester
S. Infantis	S. Derby
S. Miami	S. Enteritidis
S. Montevideo	S. Give
S. Oranienburg	S. Glostrup
S. San Diego	S. Heidelberg
S. Saphra	S. Infantis
S. Seftenberg	S. Kentucky
S. Typhimurium	S. Lichtfield
S. Zaimán	S. Madelia
S. E IV 21:g; Z 51:-; CNK-	S. Newport
	S. Oranienburg
	S. Panamá
	S. Saphra
	S. Typhimurium

8. *General qualitative isolation and identification procedures for Salmonella.*

En: RAND, M. C.; GREENBERG, A.; TARAS, M. J. (de.) *Standard methods for the examinations of water and wastewater.* 14. de. p. 955-960. Washington, A.P.H.A. 1976.

9. BENASSI, F. O.; MARTÍNEZ VÁZQUEZ, F.; EIGUER, T., *Salmonella: su incidencia en aguas del arroyo Zaimán.* Rev. Arg. de Microbiol. 15: 169-175. 1983.

10. MOORE, B., *The detection of Paratyphoid carriers in towns by means of sewage examination.* Monthly Bull. Minist. P. Hh. (London); 7: 241-248. 1948.

11. ANSELMO, R. J.; BARRIOS, H. A.; VIARA, S.; CAFFER, M. I., *Aislamiento y caracterización de Salmonella de aguas del río Luján.* Rev. Arg. de Microbiol. - 23: 204-210. 1991.

12. *Composition of media.* En: BORDNER, R.; WINTER, J., *Microbiological Methods for Monitoring the Environment.* Cincinnati, E.P.A. 1978.

13. JEFFRIES, L., *Novobiocin Tetrathionate Broth. A medium for improved selectivity for isolation of Salmonella from faeces.* J. Clin. Path. 12: 568-571. 1979.

14. TRICHOPOULOS, D.; DASKALOPOULOS, G.; KALAPOTHAKI, V.; KALANDIDI, A.; VASSILIADIS, P., *Enrichissement secondaire en milieu de Rappaport dans l'isolement de Salmonella, a partir d'organes de porcs.* Zbl. Bakt. I. Orig., A 219, 306-312. 1972.

15. VASSILIADIS, P., *The Rappaport-Vassiliadis enrichment medium for the isolation of Salmonella: an overview.* J. Applied Bact. 54: 69-76. 1983.

16. MONTICELLI, L. S.; LASTA, J. A.; GARIBOGLIO, M. A., *Aislamiento y cuantificación de Salmonella en aguas del Río de la Plata destinadas a recreación.* Rev. Arg. de Microbiol. 16 (1): 1-10. 1984.

17. NASSIM NABBUT, H., *Elevated temperature technique for the isolation of Salmonella from sewage and human faeces.* J. Hyg. Camb. 71: 49-54. 1972.

18. SPINO, D. F., *Elevated temperature technique for the isolation of Salmonella from streams.* Appl. Microbiol. 14: 591-596. 1966.

19. HICKS, C., *Fundamental concepts in the design of experiments.* Saunders Coll. P. p. 30-32. 1982.

20. YOSHPE, Y.; RIVKLIS, S. H.; PAIST, M., *A convenient method for isolation of Salmonella from sewage and contaminated sea water.* Water research. Pergamon Press. 4: 113-120. 1971.



MICOFLORA DE HIERBAS AROMATIZANTES UTILIZADAS PARA ELABORAR YERBA MATE COMPUESTA

Jerke, Gladis / Marucci, Raúl Salomón

Laboratorio de Micología de Alimentos y Micotoxinas (CIDEt). Facultad de Cs. Ex. Quím. y
Nat. U.Na.M. Módulo de Bioquímica y Farmacia.

M. Moreno 1375 - (3300) Posadas - Misiones - TE: 03752-427687.

E-Mail: g.jerke@fceqyn.unam.edu.ar

MYCOFLORA OF AROMATIC HERBS USED TO ELABORATE YERBA MATE WITH HERBS

ABSTRACT

The objective of our research was to evaluate the total fungal contamination (filamentous fungi and yeast) and the main types present in the aromatic herbs like Kaá Heé (*Rebaudiana Bertonii*), Peppermint (*Minthostachys verticillata*) and Pennyroyal (*Lippia turbinata*), used to elaborate yerba mate with herbs. Dilution plating method was employed for fungal growth and identification. The total fungal count was in the order of 10^5 CFU/g for all three aromatic types studied. The main genera of filamentous fungi identified were *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Scopulariopsis spp* and *Cladosporium spp*. The more frequently isolated yeast was *Rhodotorula spp* and *Saccharomyces spp*.

KEY WORDS: mycoflora, aromatic herbs, yerba mate, Kaá Heé, peppermint, pennyroyal.

RESUMEN

El objetivo de nuestro trabajo consistió en evaluar la contaminación fúngica total (hongos filamentosos y levaduras) y los principales géneros presentes en las hierbas aromatizantes Kaá Heé, Peperina y Poleo empleadas en la elaboración de Yerba Mate compuesta. Se utilizó el método de Dilución en placas para el desarrollo e identificación de la flora fúngica. Los resultados del Recuento total de Colonias fueron del orden de 10^5 UFC/g, para las tres especies aromatizantes estudiadas. Los principales géneros de hongos filamentosos identificados fueron *Aspergillus spp*, *Penicillium spp*, *Scopulariopsis spp* y *Cladosporium spp*. Las levaduras de aislamiento más frecuente fueron *Rhodotorula spp* y *Saccharomyces spp*.

PALABRAS CLAVES: micoflora, hierbas aromatizantes, yerba mate, Kaá Heé, peperina, poleo.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los molinos yerbateros del país están comercializando **yerba mate compuesta**, la que se elabora con yerba mate más el adicionado en proporciones diversas de distintas hierbas aromatizantes. Estas le confieren al producto final sabores heterogéneos agradables de buena recepción en el mercado. En la provincia de Misiones, dadas las características climáticas y del suelo, se cultiva con buen rendimiento una amplia variedad de especies, lo que significa un importante aporte económico a la producción local.

La flora fúngica natural contaminante de hojas y tallos se conoce con el nombre de flora filoplana siendo importante conocer el nivel de la misma en las hierbas dado su empleo en la elaboración de diversas yerbas mate compuestas.

Las especies de hierbas aromatizantes que son destinadas para la mezcla se someten a un proceso de deshidratación que consiste en distribuir las dentro de un espacio cubierto convenientemente aireado para la eliminación natural del contenido acuoso. Una vez eliminada la humedad de las hojas y tallos, se les realiza una molienda fina.

A la yerba mate con el período de estacionamiento cumplido se le adicionan las hierbas en proporciones que oscilan desde el 0,5 al 1% de cada una, dependiendo de las características aromáticas y de sabor que se le quieran otorgar al producto para lograr buena aceptación por el consumidor.

Hasta el presente no se ha realizado el análisis de la micoflora en hierbas aromatizantes regionales, aun cuando las condiciones climáticas favorecen ampliamente la contaminación fúngica del sustrato. Por otra parte, estas hierbas no pueden recibir tratamientos térmicos ni químicos debido a que se eliminarían y/o alterarían los compuestos aromatizantes que las caracterizan.

Por ello y ante la presencia en el mercado de una amplia variedad de marcas comerciales de yerba mate compuesta, nos interesó estudiar la flora fúngica contaminante de las hierbas aromatizantes, en especial la presencia de cepas potencialmente micotoxigénicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo

Se estudiaron las especies aromatizantes: Kaá Heé, peperina y poleo, obtenidas de un establecimiento yerbatero local productor de yerba mate compuesta.

Se realizaron dos muestreos con un intervalo de tres meses, sobre un total de 1.000 Kg, cada vez, recolectándose 500 g de cada una de las especies almacenadas en bolsas de 50 Kg de paño de arpillera de tejido sintético. Las muestras se tomaron mediante muestreo aleatorio con un calador de acero inoxidable de 50 g de capacidad colocándolas en bolsas de papel.

Preparación de las Muestras Analíticas

Se tomaron alícuotas de 20 g de cada una de las especies, se les adicionó 180 ml de agua peptonada al 0,1% y se homogeneizaron en licuadora industrial. Los homogenatos obtenidos se filtraron a través de gasa estéril obteniéndose una dilución de 10^{-1} , a partir de la cual se prepararon las diluciones de 10^{-3} y 10^{-4} [1].

Siembra e Incubación

Se sembraron por triplicado 100 μ l de las diluciones de 10^{-3} y 10^{-4} en medios de cultivo OGYE (Agar Oxytetraciclina-Glucosa-Extracto de Levadura) y DRBC (Agar Dichloran-Rosa de Bengala-Cloramfenicol), mediante diseminación en superficie con espátula de Drigalski. Las placas se incubaron en estufa a $27 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 3 a 5 días.

Recuento Total de Colonias

A los 4 días se procedió al Recuento Total de Colonias (RTC), y a la caracterización de los géneros que ya presentaban cuerpos de fructificación que permitieran su identificación. Se aislaron las cepas de levaduras para su posterior clasificación y se incubaron nuevamente las placas hasta el completo desarrollo de los hongos filamentosos presentes. Se promediaron los triplicados de los resultados del conteo total de colonias obtenidos en las placas de OGYE y DRBC y se expresaron en Unidades formadoras de Colonias por gramo (UFC/g).

Identificación Taxonómica de Hongos Filamentosos

La identificación genérica de las cepas de hongos filamentosos se realizó en base a la macro-micromorfología de las colonias [1-6]. Se clasificaron por las características que presentaban sus cuerpos de fructificación, los cuales se observaron directamente de las placas del RTC mediante observación microscópica directa (10X) de los bordes de las colonias donde el micelio está más distendido. Las cepas que no fructificaron a los 3-5 días se dejaron crecer hasta que se constató la presencia de micelio aéreo adulto. En estos casos, la identificación se realizó mediante la observación microscópica por el método de la cinta adhesiva [4, 9].

Identificación Taxonómica de Levaduras

Se analizaron las características de crecimiento de las cepas en diversos medios de cultivo [1-11]. Las cepas de levaduras aisladas en medios de mantenimiento se repicaron a: 1) Agar Extracto de Malta (MEA), (a 25°C), para la observación de la macro-micromorfología de las colonias; 2) Agar MEA, incubado a 37°C, que mide el crecimiento a temperaturas elevadas; 3) Agar MEA+Ácido acético (a 25°C), para cepas resistentes a preservativos; 4) Agar MEA+ 50% Glucosa (a 25°C), para medir crecimiento a actividad acuosa reducida; 5) Agar harina de Maíz (a 25°C) para cepas del género *Cándida spp*; 6) Agar Czapeck (a 25°C) para medir la habilidad de utilizar al nitrato como única fuente de nitrógeno. La inspección de las placas

se realizó a los 3-7 días. Se anotó el tamaño y color de la colonia, así como la presencia o ausencia de crecimiento en los diversos medios de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El nivel de contaminación fúngica obtenido fue elevado siendo del orden de 10^5 UFC/g para las tres hierbas aromatizantes estudiadas. Los resultados del Recuento Total de Colonias (RTC) y los géneros de hongos filamentosos y levaduras más representativos identificados, así como los porcentajes de los mismos, se presentan en la Tabla 1.

Kaá Heé presentó el mayor recuento fúngico, de $5,1 \times 10^5$ UFC/g con predominio de los géneros de hongos filamentosos *Penicillium spp* (48%), *Aspergillus spp* (44%), *Scopulariopsis spp* (3%) y la levadura *Rhodotorula spp* (3%) (Figura 1).

Peperina arrojó un RTC de $1,2 \times 10^5$ UFC/g siendo *Aspergillus spp* (36%), *Penicillium spp* (23%), *Saccharomyces spp* (14%) y *Rhodotorula spp* (13%) los principales géneros identificados (Figura 2). En esta especie el recuento de levaduras fue más importante que para las otras dos hierbas analizadas llegando al 32% del RTC.

Poleo presentó una flora fúngica muy variada, como puede apreciarse en la Tabla 1, con predominancia de los géneros de hongos filamentosos *Aspergillus spp* (35%), *Penicillium spp* (13%), *Cladosporium spp* (8%), *Chrysosporium spp* (6%) y de las levaduras *Rhodotorula spp* (8%) y *Saccharomyces spp* (6%) (Figura 3). El RTC para esta especie aromatizante fue de $1,1 \times 10^5$ UFC/g.

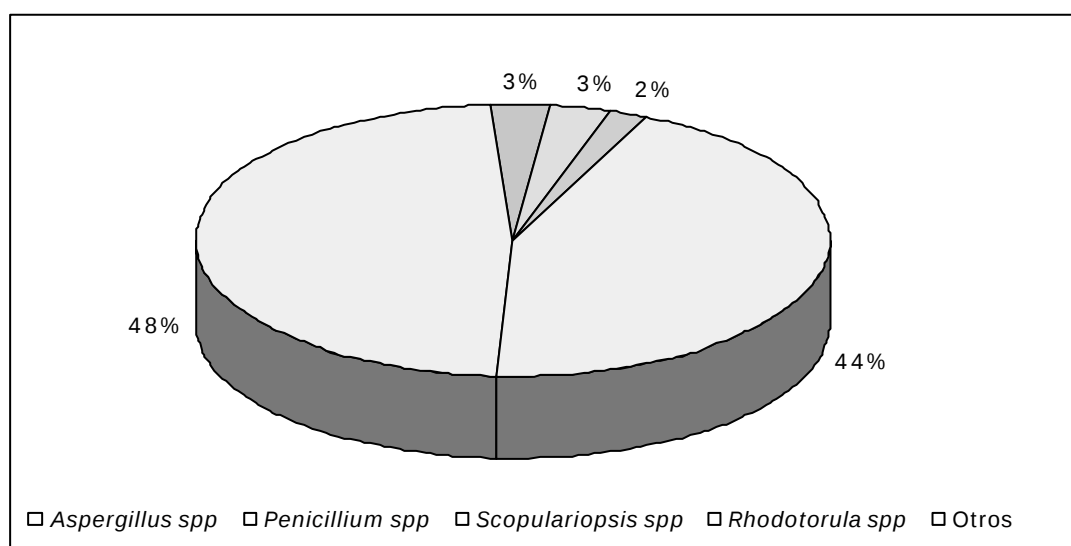


FIGURA 1: Contaminación relativa porcentual en KAÁ HEÉ

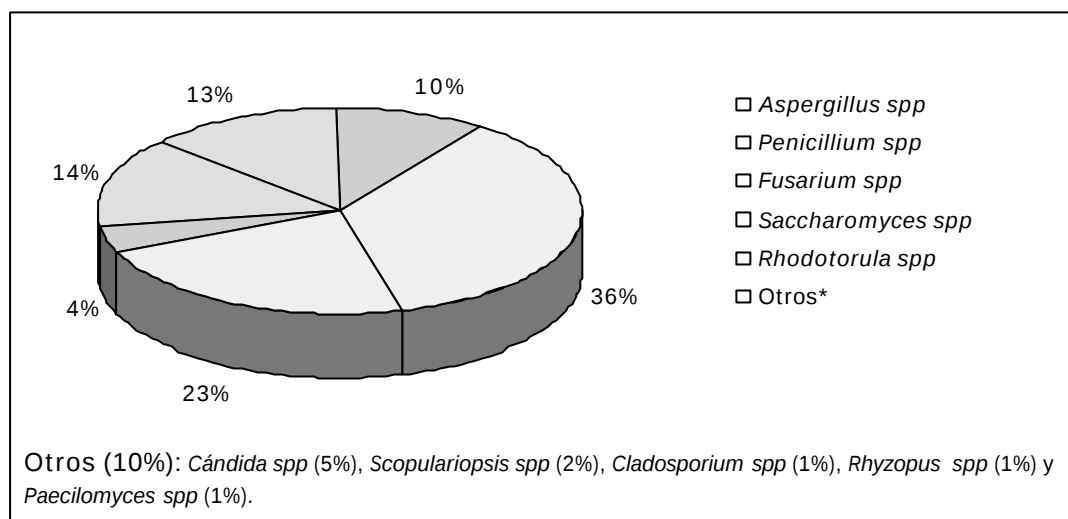


FIGURA 2: Contaminación relativa porcentual en PEPERINA

Tabla 1: Recuento total de colonias fúngicas e identificación genérica de hongos filamentosos y levaduras contaminantes						
	KAÁ HEÉ		PEPERINA		POLEO	
Recuento total de colonias (UFC/g)	5,1 x 10 ⁵		1,2 x 10 ⁵		1,1 x 10 ⁵	
Recuento de filamentosos	4,8 x 10 ⁵ (95%) a	% RTC	8 x 10 ⁴ (68%)	% RTC	9,3 x 10 ⁴ (85%)	% RTC
<i>Aspergillus spp</i>	2,25 x 10 ⁵	44	4,2 x 10 ⁴	36	3,85 x 10 ⁴	35
<i>Penicillium spp</i>	2,4 x 10 ⁵	48	2,7 x 10 ⁴	23	1,4 x 10 ⁴	13
<i>Fusarium spp</i>			4,8 x 10 ³	4	4,4 x 10 ³	4
<i>Cladosporium spp</i>			1,4 x 10 ³	1	8,8 x 10 ³	8
<i>Scopulariopsis spp</i>	1,5 x 10 ⁴	3	2,3 x 10 ³	2		
<i>Rhizopus spp</i>			1,2 x 10 ³	1	5,5 x 10 ³	5
<i>Paecilomyces spp</i>			1,3 x 10 ³	1	3,3 x 10 ³	3
<i>Alternaria spp</i>					4,4 x 10 ³	4
<i>Chrysosporium spp</i>					6,5 x 10 ³	6
<i>Aerobasidium spp</i>					5,4 x 10 ³	5
<i>Trichosporon spp</i>					2,2 x 10 ³	2
Recuento de levaduras	2,5 x 10 ⁴ (5%) b	% RTC	3,8 x 10 ⁴ (32%)	% RTC	1,7 x 10 ⁴ (15%)	% RTC
<i>Saccharomyces spp</i>	9,8 x 10 ³	1,8	1,6 x 10 ⁴	14	7 x 10 ³	6
<i>Rhodotorula spp</i>	1,4 x 10 ⁴	3	1,6 x 10 ⁴	13	9 x 10 ³	8
<i>Cándida spp</i>	1,2 x 10 ³	0,2	6 x 10 ³	5	1 x 10 ³	1
a - % de Hongos filamentosos/Recuento total de Colonias.						
b - % de Levaduras/Recuento total de Colonias.						
% RTC = Recuento del género de Hongo Filamentoso o Levadura/Recuento total de Colonias.						

En las tres hierbas aromatizantes analizadas la presencia de hongos filamentosos prevaleció sobre el recuento de levaduras (Figura 4), con importantes recuentos de hongos potencialmente micotoxigénicos, en especial los géneros *Aspergillus spp* (38%) y *Penicillium spp* (28%). Esto concuerda con las características propias del sustrato estudiado con actividad acuosa reducida y en contacto directo con el aire, vehículo importante de una gran variedad de esporas fúngicas. El RTC para Kaá Heé se observó más elevado que para peperina y poleo.

Los géneros identificados para cada especie vegetal analizada arrojaron resultados diferenciales, propios de la flora filoplana naturalmente presente en estas plantas. El RTC del orden de 10^5 UFC/g, resalta la importancia de conocer la microflora de hierbas aromatizantes, dado que las mismas no pueden recibir ningún tipo de tratamiento químico ni físico para controlar la contaminación fúngica. Además, este nivel de contaminación podría alterar la calidad del producto final.

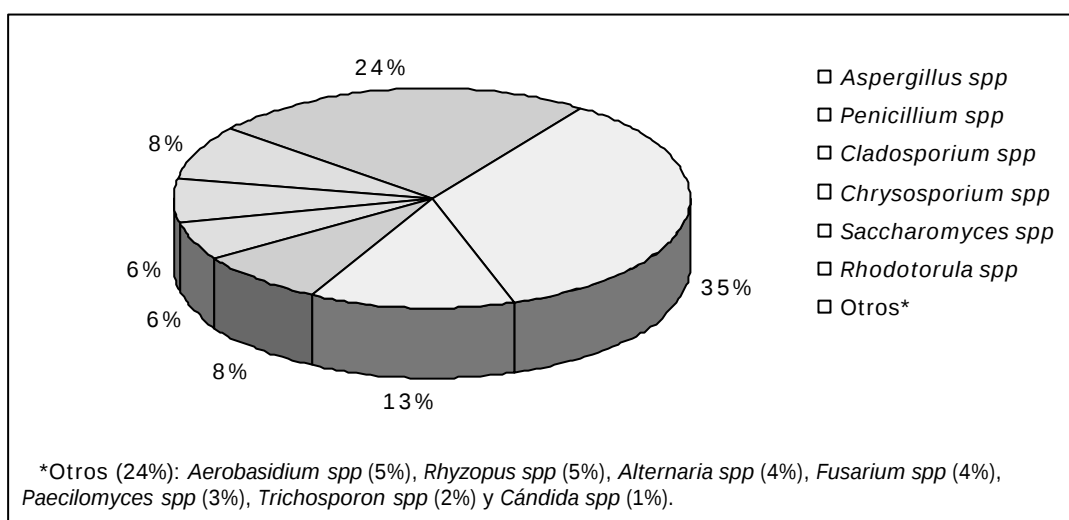


FIGURA 3: Contaminación relativa porcentual en POLEO

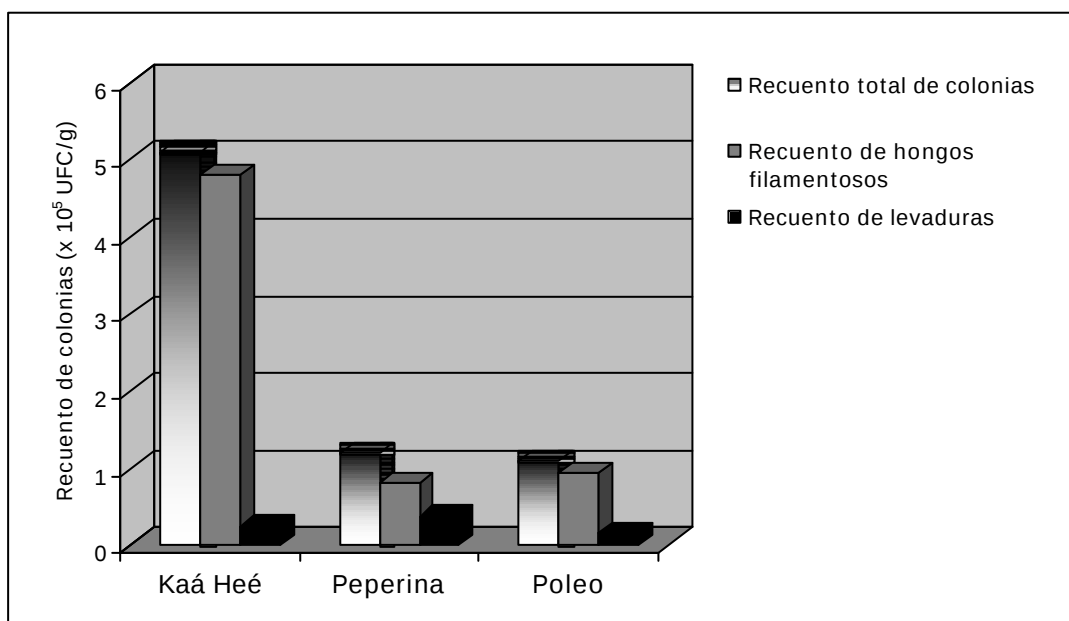
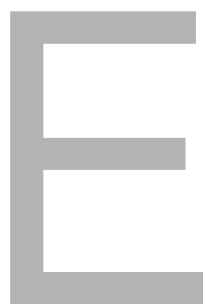


FIGURA 4: Recuento total de colonias, de Hongos filamentosos y de Levaduras

REFERENCIAS

1. PITT, J. I.; HOCKING, A. D., *Fungi and Food Spoilage*. 2° ed. London-Wienheim-New York-Tokyo-Melbourne-Madras: Blackie Academic & Professional. 1997.
2. PIONTELLI, E. L., *Bases y conceptos para la clasificación de los hongos de importancia Médico-Veterinaria*. En Curso: Criterios taxonómicos básicos para las Disciplinas microbiológicas. Posadas, Misiones: Universidad Nacional de Misiones. 1995.
3. WEBSTER, J., *Introduction to Fungi*. 2° ed. C.U. Press. Vol. 1. Cambridge: University of Cambridge. 1991.
4. KONEMAN, E. W.; ROBERTS, G. D., *Micología Práctica de Laboratorio*. 3° ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana S. A. 1987.
5. VAAMONDE, G.; CABRAL, D., *Micología de Alimentos*. Universidad de Buenos Aires: Buenos Aires. 1995.
6. LARONE, D. H., *Medically Important Fungi A Guide to Identification*. 2° ed. New York: Elsevier. 1987.
7. CÁTEDRA DE MICROBIOLOGÍA. *Guías Prácticas*. En Curso de Micología de Alimentos. Córdoba: Universidad Nacional de Río Cuarto. 1994.
8. BETTUCCI, L.; ROQUEBERT, M. F., Curso sobre Biología e Identificación de hongos contaminantes de Alimentos. Micotoxinas. Universidad de la República. Facultad de Ciencias. PEDECIBA. 1995.
9. ALEXOPOULUS, C. J., *Introducción a la Micología*. 3° ed. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires. 1979.
10. KING, D. A. J.; HOCKING, A. D.; PITT, J. I., *A novel selective medium for the enumeration of yeasts and moulds associated with food spoilage*. J. Appl. Environ. Microbiol. 37: p. 959-964. 1979.
11. MOSSEL, D. A. A.; VISSER, M.; MENERINK, W. H. J., *Media for the selective enumeration of moulds and yeasts*. J. Appl. Bact. 33: p. 454-457. 1962.



EVALUACIÓN DE CAÑERÍAS DE TRANSPORTE DE AGUA TRATADA EN UNA PLANTA CELULÓSICA. I: PREDICCIÓN DE TIEMPOS DE FALLA

Ruiz, E. R. / Ensisa, N. O. / Schwiderke, E. E. / Stampella, R. S.
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - U.Na.M.
Félix de Azara Nº 1552 - Posadas - Misiones - (3300) Telefax: 03752- 425414.

EVALUATION OF TREATED WATERS TRANSPORT PIPES IN A PULP AND PAPER FACTORY.
I: LIFE TIME PREDICTION

ABSTRACT

In this , the first part of a two part series, the probable time of failure of steel pipes of 12, 18 y 30" diameters that handle treated waters in a pulp and paper factory are the main topics of the present work. Firstly, the kind of corrosion attack is determined: it starts as pitting corrosion, sensitive to SO_4^- ion and it is followed by crevice corrosion. For the life prediction a statistics method of extreme value distribution, the doubly exponential distribution or, more especifically, Gumbel's method was used. 12" pipes are the one with higher durability, much higher, than those of 18" and 30" pipes.

KEY WORDS: steel pipes, treated waters, pitting corrosion, crevice corrosion, extreme value distribution, life time.

RESUMEN

En ésta, la primera parte de una serie de dos, se calculan los tiempos probables de falla de cañerías de acero de 12", 18" y 30" de diámetro, que transportan agua tratada en una planta de pasta celulósica. Se logra, primero, definir el tipo de ataque corrosivo: comienza como picado, sensible al ion SO_4^- , y se extiende como corrosión en rendijas. Se predice, luego, el tiempo de vida útil de las cañerías aplicando un método estadístico de distribución de valores extremos, el método de distribución doble exponencial, más específicamente la distribución de Gumbel. Las cañerías de 12" presentan una vida útil mucho mayor que las cañerías de 18" y 30".

PALABRAS CLAVES: cañerías de acero, agua tratada, corrosión por picado, corrosión en rendijas, distribución de valores extremos, vida útil.

INTRODUCCIÓN

Se sabe que las aguas tratadas contienen gases y sales disueltas que influyen sobre sus propiedades corrosivas frente al acero [1, 2]. El pH de las aguas tratadas suele estar entre 6 y 8,5, intervalo dentro del cual el proceso catódico normal es la reducción del O_2 : $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^- = 2OH^-$. De aquí que el contenido en oxígeno sea, probablemente, el factor más importante respecto de la corrosión.

Debido a la limitada solubilidad del O_2 en agua, la reacción catódica en muchos casos se encuentra controlada por la difusión de este gas. Cuando en la superficie del metal existen áreas con diferente aporte de O_2 , se originan pilas de aereación diferencial, haciendo que las zonas más oxigenadas actúen como cátodos. Las diferencias en la concentración de O_2 pueden ser motivadas por la presencia de sedimentos, productos de corrosión, incrustaciones, resquicios, etc. Estos dan origen a corrosión localizada.

Con el aumento de la velocidad de circulación del agua se incrementa tanto el aporte de oxígeno como su facilidad de llegada a la superficie metálica ya que disminuye el espesor de la capa difusional esperándose una corrosión de tipo más uniforme. Si la velocidad es suficientemente elevada y están presentes posibles capas protectoras y/o de productos de corrosión, el agua es capaz de arrastrarlas, quedando estas zonas en contacto directo con el medio y favoreciendo otro ataque de tipo localizado: la erosión-corrosión.

Cuando existe corrosión por picado la vida útil de una cañería está íntimamente ligada al tiempo en que el primer *pit* alcance a perforar la pared del tubo. Esta perforación deberá ser reparada. De ahí que se precise una herramienta que permita predecir los tiempos de aparición de los *pits*.

Se hicieron estudios empíricos sobre el proceso de picado. Un trabajo pionero fue el de Scott en 1933, quien descubrió que la profundidad de los *pits* seguía una distribución asimétrica [3]. Azis, en 1956, encontró que la distribución de Gumbel podía ser usada para muestras con *pits* [4]. La aparición de nuevos *pits* y el crecimiento de los mismos siguen leyes probabilísticas una vez superadas las condiciones ambientales requeridas [5]. Fundamentos teóricos sobre formación y propagación de *pits* fueron realizados por McDonald y Urquidí [6, 7]. La primera aplicación importante

desde el punto de vista ingenieril fue de Finley y Toncre [8], quienes utilizaron la técnica de análisis estadístico de valores extremos para predecir el tiempo a la primera fuga en un sistema de cañerías sumergidas en el lago Maracaibo [8, 9]. Un estudio muy interesante de conceptos sobre predicción de vida útil de materiales utilizados en procesos industriales fue editado por Kowaka [10]. Provan y Rodríguez [12] realizaron un importante estudio de la corrosión por picado utilizando el desarrollo de Markov, y además desarrollaron un sistema de control de fallas para estimar la confiabilidad de estructuras.

El objetivo del presente trabajo fue predecir el tiempo en que ocurrirá la primera falla en cada cañería de transporte de agua tratada, y para ello se hizo uso de la técnica de análisis de probabilidad de Gumbel que representa una distribución doblemente exponencial de valores máximos, y más específicamente el método MVLUE (estimador lineal de mínima varianza) [10]. Para cumplir con esta finalidad se necesitó analizar, primeramente, el proceso de corrosión desde un punto de vista electroquímico.

PARTE EXPERIMENTAL

La Tabla 1 muestra los datos más relevantes de los análisis químicos de rutina correspondientes al agua que transporta el sistema de cañerías.

Se cortaron muestras de cañerías del sistema de distribución de agua, las que están constituidas en acero SAE 1020 (Fe, 0,20% C, 0,15 – 0,30% Si, 0,40 – 0,70% Mn, <0,045% S y <0,04% P). Se realizaron: inspecciones visuales, análisis químicos, ensayos electroquímicos y el análisis estadístico. Para los ensayos electroquímicos se llevaron a cabo curvas de polarización de acuerdo con normas ASTM [11]. Los electrodos, provenientes de las muestras de Planta, poseían un área de 1 cm². Las curvas de polarización, las que se cumplieron con curvas de potencial vs. tiempo, se realizaron con burbujeo de N₂, burbujeo de aire, con agitación sin burbujeo, y sin agitación ni burbujeo. Donde así se consigne, los electrodos fueron previamente precatodizados durante 10 minutos a E = -1.600 mV NHE.

Para el análisis estadístico, el primer paso consistió en seleccionar áreas unitarias o celdas, con posiciones al azar en las que se debió medir la profundidad del *pit* de mayor penetración. El área de cada celda fue lo suficientemente grande como para contener al *pit* de mayor diámetro. De esta

Tabla 1: Datos de Planta

Dureza del agua	20.1 a 28.1	promedio 23.5 mg/l CaCO ₃
PH	7.6 a 8.2	promedio 7.95
Temperatura	25 a 30°C	
Cl ⁻	2.6 a 5	promedio 4.2 ppm
Cl ₂	0.6 a 1.4	promedio 0.95 ppm
SO ₄ ⁼	4.5 a 9.9	promedio 7.5 ppm
Alcalinidad total	16.0 a 21.1	promedio 19.0 ppm
Fe total	0.04 a 1	promedio 0.06 ppm
Fe ⁺⁺ /Fe ⁺⁺⁺	3/2	
Sílice SiO ₂	11.6 a 12.8	promedio 12 ppm
Tasa de corrosión (por métodos de pérdida de peso)	3 a 13	promedio 7 mpy

manera se fijó la medida de la celda unitaria en 4 cm x 4 cm, y de ahí su superficie:

s = Superficie de la celda = 16 cm²

El sistema está formado por cañerías de tres diámetros diferentes: 12, 18 y 30 pulgadas. Por lo tanto, el paso siguiente es calcular la cantidad mínima de celdas a medir, por cañería, para lograr que las medidas tengan valor estadístico [13]. Para ello se hace uso de la fórmula:

$$n: \frac{?^2}{D^2} \frac{?^2}{z^2} \frac{1}{T} \quad (1)$$

donde:

n : número mínimo de celdas a medir por cañería;
 $?$: estimación de la desviación estándar respecto a la medida de profundidad;

D : tolerancia (en tanto por uno) de la precisión en profundidad: precisión para medir la profundidad / valor máximo de la profundidad;

z : cantidad de desviaciones estándar correspondiente a la precisión con la que se desea trabajar;
 T : población de la cañería, es decir, el número de celdas que habría si toda la cañería estuviese dividida en celdas: S_c / s : superficie de la cañería / superficie de la celda.

La distribución de valores extremos de este conjunto de datos ajustó correctamente al modelo de distribución de Gumbel. Las líneas se podrían haber ajustado con el método de mínimos cuadrados pero se empleó uno más avanzado, ya nombrado, el método MVLUE.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Inspección visual

Se observa, en primera instancia, una superficie irregular. En todas las muestras, los productos de oxidación se encuentran formando capas superpuestas. Desde el exterior y hacia el metal se observan capas marrón y naranja de poco espesor donde el material es suelto. Una capa gris metálica que es compacta y de mayor espesor que las anteriores, y después una negra, que es la más abundante y el material es suelto, a veces con oquedad en su parte central. Las capas marrón y naranja probablemente estén en su mayor parte compuestas por óxidos férricos, mientras que las capas gris y negra por magnetita. Resumiendo, las observaciones correspondieron a los típicos estados de oxidación del hierro. La zona de contacto pared-productos de corrosión tiene una estructura irregular, lo cual sugiere que la corrosión no es uniforme.

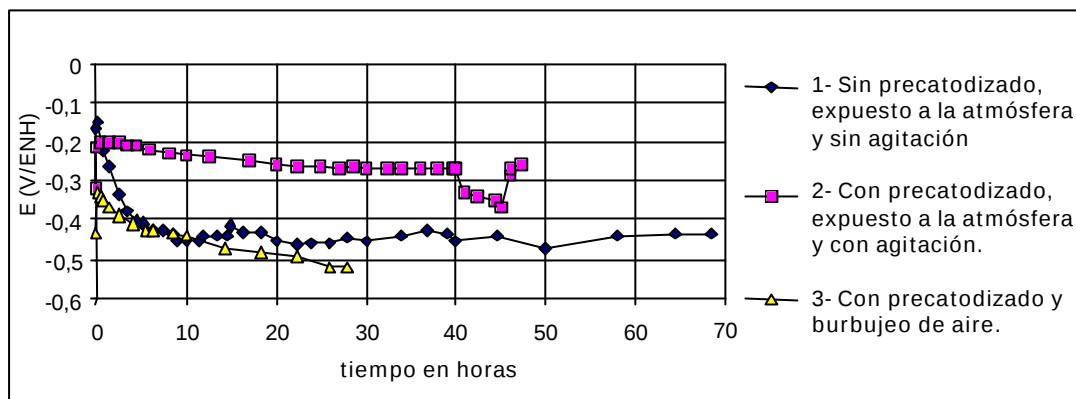


FIGURA 1: Potenciales de corrosión versus tiempo

Análisis químicos

Se llevaron a cabo para indicar la presencia de sulfuros en los productos de corrosión. Dieron resultados lo suficientemente bajos como para descartar la acción microbiológica como proceso significativo.

Ensayos electroquímicos

Las curvas de polarización realizadas con el agua de planta en condiciones de aereación muestran resultados ligeramente diferentes. Si se analizan, por ejemplo, una con burbujeo de aire y otra con agitación sin burbujeo (no mostradas aquí) se aprecia que ambas curvas tienen comportamientos similares, siendo los potenciales de corrosión, E_{corr} , -0,047V y -0,006V respectivamente, y la densidad de corriente de corrosión, i_{corr} , aproximadamente, 1,0 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ en ambas experiencias.

En la Figura 1 se muestran medidas de potenciales de circuito abierto vs. tiempo en diferentes condiciones de precatodización y de aereación.

Las curvas 1 (sin precatodizado, expuesto a la atmósfera y sin agitación) y 3 (con pre-catodizado y burbujeo de aire) mostraron respuestas similares. Ambas partieron de potenciales entre -0,1V y -0,3V, estabilizándose entre -0,4V y -0,5V. La curva 2 (con precatodizado, expuesto a la atmósfera y con agitación) presentó en cambio un lento decrecimiento desde -0,2V a -0,25V que, luego de tiempos más prolongados, probablemente alcanzarían un E_{corr} con valores similares a las curvas anteriores. Los potenciales más elevados se deben a que el agitado produce una mayor oxigenación del sistema. Podría inferirse que el burbujeo en solución no es tan eficiente como la agitación para proveer de oxígeno al electrodo. El salto hacia valores más catódicos que se observa a las 40 horas fue porque se interrumpió intencionalmente

la agitación. Al devolver la agitación al sistema, el potencial recuperó su valor anterior.

Todos estos resultados comprueban la conocida influencia del O_2 en la corrosión de cañerías de acero [1, 2].

Observaciones ópticas de los electrodos usados en las experiencias de la Figura 1 mostraron a éstos parcialmente cubiertos por manchas de productos de la corrosión. En cada mancha sobresalían uno o más montículos del mismo material. La eliminación de estos productos mostró la presencia de *pits* debajo de cada montículo y un ataque corrosivo irregular, tipo *crevice*, localizado debajo de las manchas. Observaciones morfológicas más detalladas de la capa de productos de corrosión mostraron una gran similitud con lo que, en otra escala, se describió en la inspección visual de las muestras de Planta.

Después de finalizar la curva 1 (Figura 1), al cabo de 68 horas de inmersión, se realizó una curva de polarización. El E_{corr} -0,455V es similar al obtenido en una medida de polarización llevada a cabo con burbujeo de N_2 (no expuestas en este trabajo). Esto significa que el electrodo, al estar totalmente cubierto de óxido, se comporta como en ausencia de O_2 , de lo que se concluye que la velocidad inicial de corrosión no se mantiene sino que disminuye marcadamente con el transcurso del tiempo.

La bibliografía específica supone que el ataque localizado es, principalmente, debido a la acción de los cloruros. Sin embargo la agresividad del medio probado resulta exagerada para la concentración de cloruros presentes (4,2 ppm). Se decidió entonces probar la acción combinada de cloruros con sulfatos, presentes estos en concentración de 7,5 ppm aproximadamente. Se tomó agua destilada y se le agregó Cl^- y SO_4^{2-} en distin-

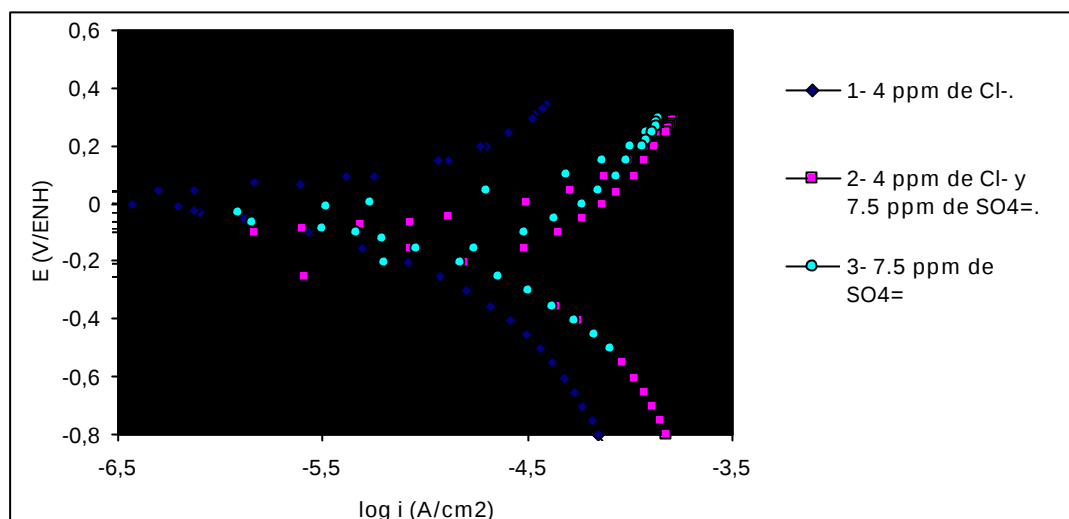


FIGURA 2: Curvas de polarización con diferentes concentraciones de Cl^- y SO_4^{2-}

tas concentraciones para analizar el efecto de estos iones sobre el picado. La Figura 2 muestra las curvas de polarización de las experiencias más relevantes. La primera y tercera curva corresponden a una concentración de Cl^- y SO_4^{2-} similar a la del agua de planta (4 y 7,5 ppm respectivamente), mientras que la segunda corresponde a una mezcla de ambos iones a las mismas concentraciones. Las curvas con SO_4^{2-} muestran histéresis en la zona de picado en contraste con la curva 1 en donde no se observó este fenómeno.

Observaciones ópticas de los electrodos después de las experiencias mostraron lo siguiente: curva 1: electrodos libres de óxidos y de picado; curvas 2 y 3: electrodos parcialmente recubiertos de óxidos que una vez eliminados mostraron signos de picado y de *crevice*. En definitiva, tanto las curvas de polarización como las observaciones ópticas prueban que el verdadero agente picante es, cuando la concentración de cloruro es menor o igual que 4 ppm, el ion SO_4^{2-} .

A partir de los ensayos electroquímicos se puede concluir que el proceso de corrosión se inicia como picado y se propaga como *crevice*. Sobre la superficie original, se forman *pits* que se van cubriendo con montículos de productos de corrosión. A medida que el espesor de óxidos so-

bre el *pit* va creciendo, la velocidad de picado disminuye. Paralelamente, debajo de la capa de óxido, se va desarrollando un fenómeno de *crevice* que finalmente abarca a toda la superficie y lentamente va creciendo en profundidad. Se pudo observar, además, que el fenómeno de picado se debe a la presencia del SO_4^{2-} . En contraste con lo que ocurre en otros sistemas, el ion Cl^- no ejerce una participación significativa sobre el proceso de picado, quizás debido a la baja concentración presente en el sistema bajo estudio.

Análisis estadístico

Utilizando la ecuación (1) se determinan las magnitudes de la Tabla 2. Se trabajó con los siguientes valores:

?: se supone 0.6 mm (valor que se comprueba más adelante en este trabajo), lo que implica un $n=41.33$;

D: hubo consenso del personal de Planta con respecto a que la tolerancia D sea de un 28% para los diferentes diámetros. Así, pesando el valor obtenido para la cañería de 18", donde el número mínimo de celdas a medir fue de 41.33, se tomó 50 como número de celdas a analizar;

z: en este trabajo se usó una precisión de tres desviaciones estándar [10];

Tabla 2: Número mínimo de celdas por cañería

Cañería	d mm	$S_c \text{ m}^2$	T	n	n_c
12"	10,31	35	21875	41,33	50
18"	14,27	495	309375	41,33	50
30"	12,70	314	196250	41,33	50

n_c : cantidad de celdas que efectivamente se usaron en la práctica por cada una de las cañerías;
 d : espesor nominal del tubo en mm;
 e : espesor mínimo de la celda en mm;
 x : profundidad máxima de ataque en la celda, en mm; d-e.

Cuando la distribución de probabilidad de la variable aleatoria x sigue la distribución doble exponencial de valores máximos, la función de distribución acumulativa que corresponde, $F_I(x)$, está dada por

$$F_I(x) = \exp\left(-e^{-\frac{x}{a}}\right) \quad (2)$$

a : parámetro de locación.

b : parámetro de escala.

En este caso la variable normalizada se define por

$$y = \frac{x - a}{b} \quad (3)$$

y de ahí que:

$$F_I(y) = \exp\left(-e^{-y}\right) \quad (4)$$

Conociendo las profundidades x de los *pits* más profundos en cada celda se hace una escala en orden creciente de profundidades de 1 a n_c , una por cada cañería, para calcular la función distribución.

$$F_I(y) = \frac{i}{n_c + 1} \quad (5)$$

i : es el número de orden del *pit* en la escala.

El valor estimado de x para la distribución de Gumbel de acuerdo con el método MVLUE es:

$$x_m = y \quad (6)$$

Para este caso el tipo de distribución utilizada fue la correcta, lo que se evidencia en el excelente ajuste mostrado en las Figuras 3, 4 y 5, correspondientes a la probabilidad acumulativa expresada en términos de y respecto a la profundidad máxima de *pit*, x .

Conociendo el valor de T , se puede calcular $F_I(y)$ usando la ecuación

$$F_I(y) = 1 - \frac{1}{T} \quad (7)$$

sustituyendo este valor en

$$y = -\ln F_I(y) \quad (8)$$

permite calcular así la profundidad máxima de *pit* utilizando la ecuación (6).

Haciendo uso de la Tabla de Coeficientes Estándar MVLUE se pueden determinar

$$V_{x_m} = A(N, n)^2 y^2 + B(N, n)y + C(N, n) \quad (9)$$

V_{x_m} : varianza de la profundidad máxima estimada de *pit*.

$A(N, n)$, $B(N, n)$, $C(N, n)$, $a_{i(N, n)}$ y $b_{i(N, n)}$ son los llamados coeficientes MVLUE. Estos coeficientes, hasta $N = 23$, se extrajeron de tablas [10] tal que cuando los valores de x se distribuyen según una función doble exponencial, se ordenan de mayor a menor de manera tal que los valores para el parámetro de locación y el parámetro de escala estén dados por:

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_{i(N, n)} x_i \quad y \quad b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n b_{i(N, n)} x_i$$

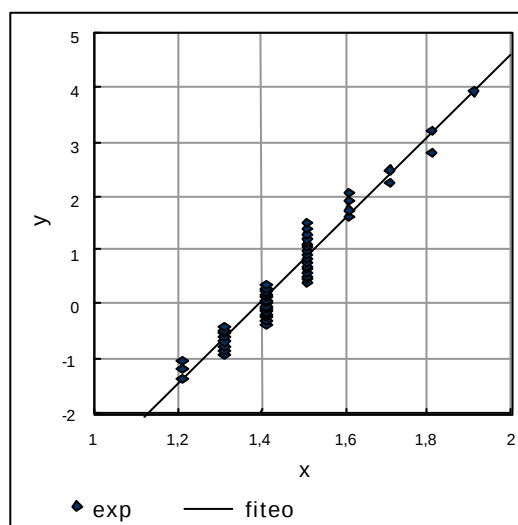


FIGURA 3: Cañería de 12"

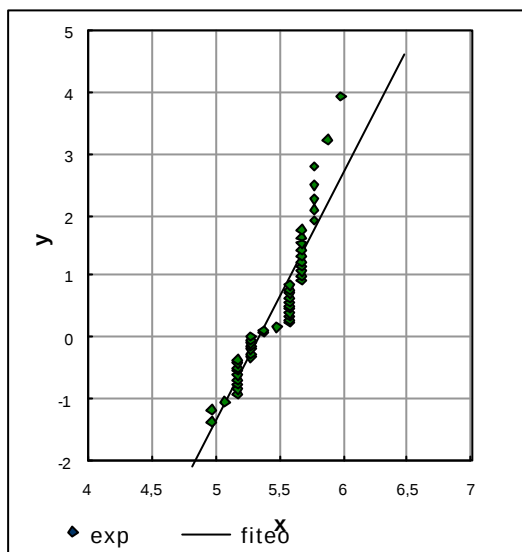


FIGURA 4: Cañería de 18"

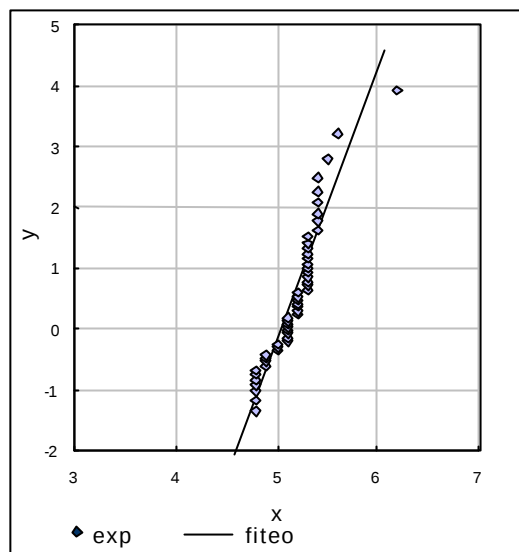


FIGURA 5: Cañería de 30"

respectivamente y la varianza por la ecuación (9) siendo

$$s_{x_m} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_{mi} - \bar{x}_m)^2} \quad (10)$$

s_{x_m} : desviación estándar de la profundidad máxima estimada de *pit*.

Se considera seguro aceptar un valor límite superior de tres sigmas [10].

$$x_m^* = \bar{x}_m + 3s_{x_m} \quad (11)$$

Una vez conocidos los valores extremos de profundidades, el paso siguiente es calcular la velocidad de crecimiento de estos valores para poder predecir el tiempo en que se producirá la primera falla. El procedimiento más correcto sería hacer un seguimiento de los valores extremos durante varios años y encontrar la función que describa este crecimiento. Lamentablemente en este trabajo solamente se contó con un conjunto de datos para un solo tiempo de medida.

Para poder predecir la vida residual en el caso presente y asegurar la estimación respecto a la seguridad, se toma la ley de potencia [10] para representar la cinética de corrosión.

$$x = a_0 + k t^p \quad (12)$$

x : profundidad máxima del *pit*, variable aleatoria.

Sustituyendo con $a_0 = 0$ y $t_i = 0$ y suponiendo $x = x_m^*$ a $t = t^*$, queda

$$x_m^* = k t^{*p} \quad (13)$$

El tiempo de vida de la cañería se define como el período al que x iguala al espesor de la pared.

$$d = k t^{0p} \quad (14)$$

de (13) y (14) se tiene

$$t^0 = \left(\frac{d}{x_m^*} \right)^{1/p} t^*$$

p : está en el rango 0.3-0.5, en sistemas que se pican. En este caso se toma $n = 0.5$ para ubicarse del lado de la seguridad;

Tabla 3: Resumen de resultados

Diámetro	ϕ	δ	$F_i(y)$	y	x_m mm	Vx_m	s_{x_m} mm	x_m^* mm	t^0 años
12"	0.1316	1.3962	0.99995	9.993	2.7113	0.07599	0.27566	3.5383	93.50
18"	0.2490	5.33606	0.99999	12.642	8.484	0.42699	0.65345	10.443	20.53
30"	0.2240	5.05197	0.99999	12.187	7.782	7.78206	0.56711	9.483	19.73

Tabla 4: Verificación del valor de γ

D	n	n_c	γ	n (recalculado)
12"	41,33	50	0,27566	8,7
18"	41,33	50	0,65345	48,9
30"	41,33	50	0,56711	36,9

t^* : tiempo de funcionamiento de la planta: 11 años.

Los t^0 se evaluaron para una probabilidad del 99%.

Se verificó el valor de γ y por ende del n_c seleccionado lo que implicó volver a calcular n : Tabla 4.

CONCLUSIONES

- El proceso de corrosión se inicia como picado y se propaga como *crevice*.
- El fenómeno de picado se debe a la concentración salina del medio, fundamentalmente la del $\text{SO}_4^{=}$.
- La cañería de 12" no fallará en los próximos 93 años.
- La cañería de 18" no fallará en los próximos 20 años.
- La cañería de 30" no fallará en los próximos 19 años.

REFERENCIAS

1. FONTANA, M. G.; GREENE, N. D., *Corrosion Engineering*. McGraw Hill, New York. 1967.
2. UHLIG, H. H., *Corrosion Handbook*. Wiley. 1976.
3. SCOTT, G. N., *API Committee on Corrosion of Pipe Lines*. API Bulletin. 1933.
4. AZIZ, P. M., *Corrosion*, 12, p. 495t. 1956.
5. GRABIELLI, C.; HUET, F.; KEDDAM, M.; OLTRA, R., *Corrosion*, 46-4, p. 266. 1990.
6. MACDONALD, D. D.; URQUIDI-MACDONALD, M., *Corrosion*, 48-5, p. 354. 1992.
7. ENGELHARDT, G.; MACDONALD, D. D., *Corrosion*, 54-6, p. 469. 1998.
8. FINLEY, H. F.; TONCRE, A. C., *Materials Protection*, 3-9, p. 29. 1964.
9. FINLEY, H. F., *Corrosion*, 23, p. 83. 1967.
10. KOWAKA, M., *Introduction to Life Prediction of Industrial Plant Materials*. Allerton Press, New York. 1994.
11. ANNUAL BOOK OF A.S.T.M. STANDARDS, Vol. 03.02, *Wear and Erosion; Metal Corrosion*. 1987.
12. PROVAN, J. W.; RODRÍGUEZ, E. S., *III. Corrosion*, 45-3, p. 178. 1989.
13. HAMBURG, M., *Statistical Analysis for Decision Making*. Hartcourt Brace Jovanovich, Publishers, San Diego. 1987.

EVALUACIÓN DE CAÑERÍAS DE TRANSPORTE DE AGUA TRATADA EN UNA PLANTA CELULÓSICA. II: ALTERNATIVAS MÁS ECONÓMICAS DE MANTENIMIENTO

Ruiz, E. R. / Ensisa, N. O. / Schwiderke, E. E. / Stampella, R. S.
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - U.Na.M.
Félix de Azara Nº 1552 - Posadas - Misiones. - (3300) Telefax: 03752- 425414.

EVALUATION OF TREATED WATERS TRANSPORT PIPES IN A PULP AND PAPER FACTORY.
II: MAINTENANCE ECONOMIC ALTERNATIVES

ABSTRACT

The most economic alternatives for the maintenance of steel pipes of 12", 18" and 30" diameters that handle treated waters in a pulp and paper factory are the main topics of this second part of the present work. The following calculations were made: the time in which the successive localized attacks appeared, the cumulative cost of repairing each successive failure, the complete substitution costs and the time where the repairing cost overcomes that of complete substitution. 12" pipes are the one that will be able to be repaired almost indefinitely. 18" and 30" pipes will have to be substituted in 5 and 3 years, respectively, from the time of the appearance of the first failure.

KEYWORDS: steel pipes, treated waters, cost of repairing, substitution cost, most economic alternatives.

RESUMEN

En esta segunda parte del presente trabajo se evalúan las alternativas más económicas para el mantenimiento de las cañerías de 12", 18" y 30" de diámetro que transportan agua tratada en una planta de pasta celulósica. Se realizan los siguientes cálculos: tiempo en que irán apareciendo los ataques (localizados) sucesivos, costo acumulado al ir reparando las sucesivas fallas, cálculo del costo de sustitución completa y determinación del momento en que el costo de reparación se hace mayor al de reemplazo total de la cañería en estudio. La cañería de 12" es la que podrá repararse indefinidamente. Las cañerías de 18" y 30" deberán ser sustituidas a los 5 y 3 años, respectivamente, desde la aparición de la primera falla.

PALABRAS CLAVES: cañerías de acero, aguas tratadas, costo de reparación, costo de sustitución, alternativas más económicas.

INTRODUCCIÓN

La habilidad para predecir el momento en que ocurra la primera falla y de ahí en adelante la capacidad de conocer el instante en que los costos [1] de reparación y sustitución actualizados [2, 3] se igualen, redundaría en ganancias para cualquier empresa. Por lo tanto mejorar la capacidad de adelantarse a los hechos debería ser un tema importante de investigación.

El objetivo de este trabajo es encontrar las alternativas de mantenimiento más económicas. Para ello las tareas a realizar en esta etapa son: cálculo de los tiempos o momentos en que irán apareciendo las sucesivas perforaciones, es decir los distintos $t_{perf,i}$ donde i es el número de orden de aparición de la falla; cálculo del costo de reparación de cada falla de ataque localizado; cálculo del costo acumulado de ir reparando las sucesivas fallas; cálculo del costo de sustitución completa y, por último, determinación del momento en que el costo de reparación se hace mayor que el de sustitución total de la cañería en estudio.

METODOLOGÍA

Los métodos o procedimientos utilizados para el cálculo de costos son los usuales en estos casos. La actualización a la primera falla se llevó a cabo teniendo en cuenta la bibliografía ya citada.

Las fallas o perforaciones en los conductos irán apareciendo en forma sucesiva de acuerdo con una función de distribución estadística. Como ya se mencionó [4], el método estadístico del Valor Extremo puede calcular el tiempo cronológico en que se produce la primera falla a partir de la instalación de la cañería de proceso. Con esta herramienta se calculó el tiempo en que se produciría la primera perforación en cada cañería. Para ello se comenzó buscando el valor de x_m = máxima profundidad de *pit* (en mm) y x_{m*} = máxima profundidad de *pit* con el 99% de confianza (en mm), calculado en función de un y_m .

Recordando las fórmulas ya citadas [4] y utilizando los subíndices "1" para indicar que se trata de la primera perforación, se puede escribir:

$$y_1 = \ln \frac{T - 1}{T} \quad (1)$$

$$x_1 = x_m \cdot y_1 \quad (2)$$

$$x_1^* = x_m \cdot 3 \quad (3)$$

donde T : es la población de la cañería, x_m = desvío estándar de x_m y y = parámetros del ajuste lineal ya obtenidos.

Se hizo la siguiente presunción: se asume que cada nueva perforación ocurre en una celda que no ha sido perforada anteriormente. Así se puede calcular la falla N° 2 como:

$$y_2 = \ln \frac{T - 2}{T} \quad (4)$$

$$x_2 = x_m \cdot y_2 \quad (5)$$

$$x_2^* = x_m \cdot 3 \quad (6)$$

Continuando, para la falla de orden n -ésimo tendremos:

$$y_n = \ln \frac{T - n}{T} \quad (7)$$

$$x_n = x_m \cdot y_n \quad (8)$$

$$x_n^* = x_m \cdot 3 \quad (9)$$

La profundidad al tiempo t de los *pits* de orden n -ésimo es:

$$x_{n,t} = k \cdot t^{0.5} \quad (10)$$

Como el tiempo para el que se tomaron las medidas fue de 11 años, se puede calcular k haciendo:

$$k = \frac{x_{n,11años}}{11años^{0.5}} \quad (11)$$

Así, la primera perforación de la tubería en el lugar n -ésimo ocurre cuando el *pit* alcanza a tener

un valor igual al espesor nominal d (en mm) de la cañería:

$$x_{perf,n} = d \cdot k t_{per,n}^{0,5} \quad (12)$$

de donde:

$$t_{perf,n} = \frac{d^2}{k^2} \quad (13)$$

Antes de calcular los costos de mantenimiento es necesario analizar cuáles son las alternativas de reparación de fallas.

Existen básicamente dos maneras de hacerlo:
a) sellar los agujeros de los ataques localizados y
b) sustituir por completo el tramo dañado. Para ello se definen los conceptos básicos relacionados con el cálculo de costos:

R : costo presente de reparación de una falla;

C : costo presente de instalación completa de la cañería.

T_s : tiempo en años que es conveniente sustituir una cañería;

t : tiempo en años;

f_t : número de fallas acumuladas anuales que se producen en una cañería al tiempo t ;

i : tasa de interés = 12 %.

El costo de instalación completa de cada cañería se puede estimar sobre la base del costo por tonelada C_{ton} .

Para la cañería de 12" tenemos:

$$C_{12} = A \cdot L \cdot \rho \cdot C_{ton} \quad (14)$$

donde:

A : superficie de la cañería en m^2 ;

L : longitud de la cañería en m;

ρ : densidad en ton/m^3 ;

a su vez:

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot 0.0254 \cdot \frac{2 \cdot d}{100} \quad (15)$$

donde:

D : diámetro de la cañería en pulgadas.

A igual procedimiento se someten los restantes diámetros.

El costo de reparación de una falla a su vez es el prorrateo de diferentes componentes:

R_{he} : costo de reparación cañería enterrada bajo hormigón con equipos;

R_{ps} : costo de reparación cañería enterrada bajo zona parcialmente pavimentada sin equipos;

R_{ns} : costo de reparación cañería enterrada bajo zona no pavimentada sin equipos;

R_{ne} : costo de reparación cañería no enterrada.

Las longitudes respectivas que corresponden a estos costos son:

L_{he} : longitud cañería enterrada bajo hormigón con equipos;

L_{ps} : longitud cañería enterrada bajo zona parcialmente pavimentada sin equipos;

L_{ns} : longitud cañería enterrada bajo zona no pavimentada sin equipos;

L_{ne} : longitud cañería no enterrada.

Entonces se puede calcular el costo de reparación de una falla como:

$$R = \frac{R_{he} \cdot L_{he} + R_{ps} \cdot L_{ps} + R_{ns} \cdot L_{ns} + R_{ne} \cdot L_{ne}}{L} \quad (16)$$

El costo de reparación de las fallas de un año se actualizarán a t_o = tiempo de aparición de la primera falla, descontándolo a la tasa $i = 12\%$, es decir:

$$R_n = R / (1 + i)^{t - t_o} \quad (17)$$

donde:

R_n = costo actualizado o descontado de reparación de todas las fallas en el año n ;

t = tiempo en que ocurre la falla i -ésima en el año n ;

t_o = tiempo de aparición de la primera falla.

Posteriormente se calcula el costo de sustitución que también se actualiza a t_o = tiempo de apa-

rición de la primera falla a efectos de comparar, es decir:

$$C_n = \frac{C}{(1+i)^n} + \frac{V_r}{(1+i)^{t_0}} \quad (18)$$

donde:

C_n = costo actualizado de sustitución de toda la cañería en el año n ;

C = valor presente de sustitución total de la cañería;

V_r = valor residual de la cañería al año n ;

$V_r = C / (n+1)$; (19)

t_0 = tiempo de aparición de la primera falla.

Durante los primeros años el C_n es mayor que el R_n . El año T_s para el cual el R_n se haga mayor que el C_n , es el año en donde conviene reemplazar toda la cañería.

Entonces:

$R_n \geq C_n$ \ Conveniencia de Sustitución de la Cañería.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los datos resumidos en la Tabla 1 obtenidos en la primera parte del presente trabajo [4], se calculan los tiempos de perforación o de falla a través de las ecuaciones indicadas.

Donde:

λ : parámetro de escala;

μ : parámetro de locación;

$F_i(y)$: función distribución acumulativa normalizada;

y : variable normalizada;

x_m mm: profundidad de *pit* en mm de acuerdo con el método MVLUE;

Vx_m : varianza de la profundidad máxima estimada de *pit*;

σ_{x_m} mm: desviación estándar de la profundidad máxima estimada de *pit*;

x_m^* mm: profundidad de *pit* en mm con seguridad tres sigmas de acuerdo con el método MVLUE;

t^0 años: tiempo de vida útil de la cañería.

La Figura 1 muestra cómo se va incrementando el número de fallas a través del tiempo.

Se observa que las cañerías de 30" y 18" tienen un crecimiento rápido de número de fallas a partir de los 20 años aproximadamente, mientras que la de 12" comienza a fallar después de los 90 años.

Luego se calculan los costos de instalación partiendo de la base que el costo unitario es de \$4.000/ton y la densidad igual a 8,9 ton/m³. Usando las ecuaciones descritas se obtienen los resultados que se muestran en la Tabla 2.

Tabla 1: Resumen de resultados

Diámetro	λ	μ	$F_i(y)$	y	x_m mm	Vx_m	$[\lambda, 1] \sigma_{x_m}$ mm	x_m^* mm	t^0 años
12"	0,1316	1,3962	0,99995	9,993	2,7113	0,07599	0,27566	3,5383	93,50
18"	0,2490	5,33606	0,99999	12,642	8,484	0,42699	0,65345	10,443	20,53
30"	0,2240	5,05197	0,99999	12,187	7,782	7,78206	0,56711	9,483	19,73

Tabla 2: Cálculo del costo de sustitución de cada cañería

D	L (m)	d (mm)	A (m ²)	V (m ³)	C (\$)
30"	131	12,7	0,029896	3,39163	139.417,67
18"	345	14,27	0,019857	6,8506	243.873,85
12"	36	10,31	0,009538	0,3434	12.224,15

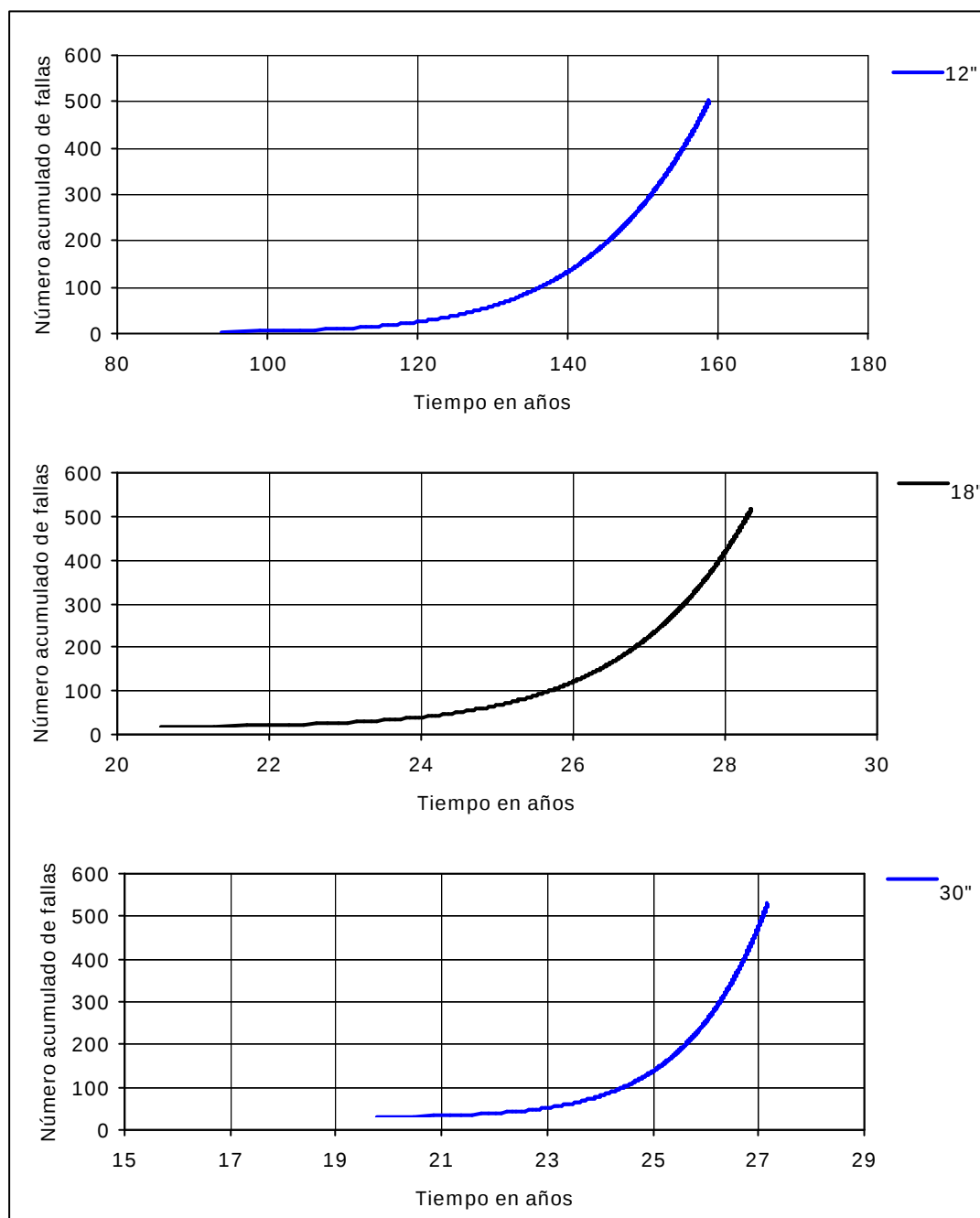


FIGURA 1: Distribución acumulada de fallas versus años desde instalación de la Planta

La Tabla 3 muestra los costos de reparación de fallas y las longitudes de los tramos según tipo de estructura enterrada. Los datos ofrecidos por la planta no especifican la diferencia de longitud entre cañería enterrada en zona parcialmente pavimentada sin equipos y la que está en zona no pavimentada, es decir entre L_{ps} , y L_{ns} . En este caso se supone que a cada una le corresponde el 50% del total de ambas. La tabla también muestra los cálculos de los costos de reparación de cada falla.

Posteriormente se calculan los tiempos en que sea necesario cambiar la cañería completa. La Figura 2 muestra la evolución de los costos anuales actualizados de reparación y de sustitución para las distintas cañerías. El tiempo de sustitución corresponde a la intersección de ambas curvas.

De los gráficos anteriores se puede obtener la Tabla 4.

Tabla 3: Cálculo del costo de reparación por falla de cada cañería

Costos unitarios		R_{he}	R_{ps}	R_{ns}	R_{ne}	
		\$ 12.000	\$ 5.500	\$ 3.500	\$ 200	
D	$L(m)$	L_{he}	L_{ps}	L_{ns}	L_{ne}	$R(\$)$
30"	131	44	44	43	0	7.026,72
18"	345	24	101	100	120	3.528,98
12"	36	0	0	0	36	200,00

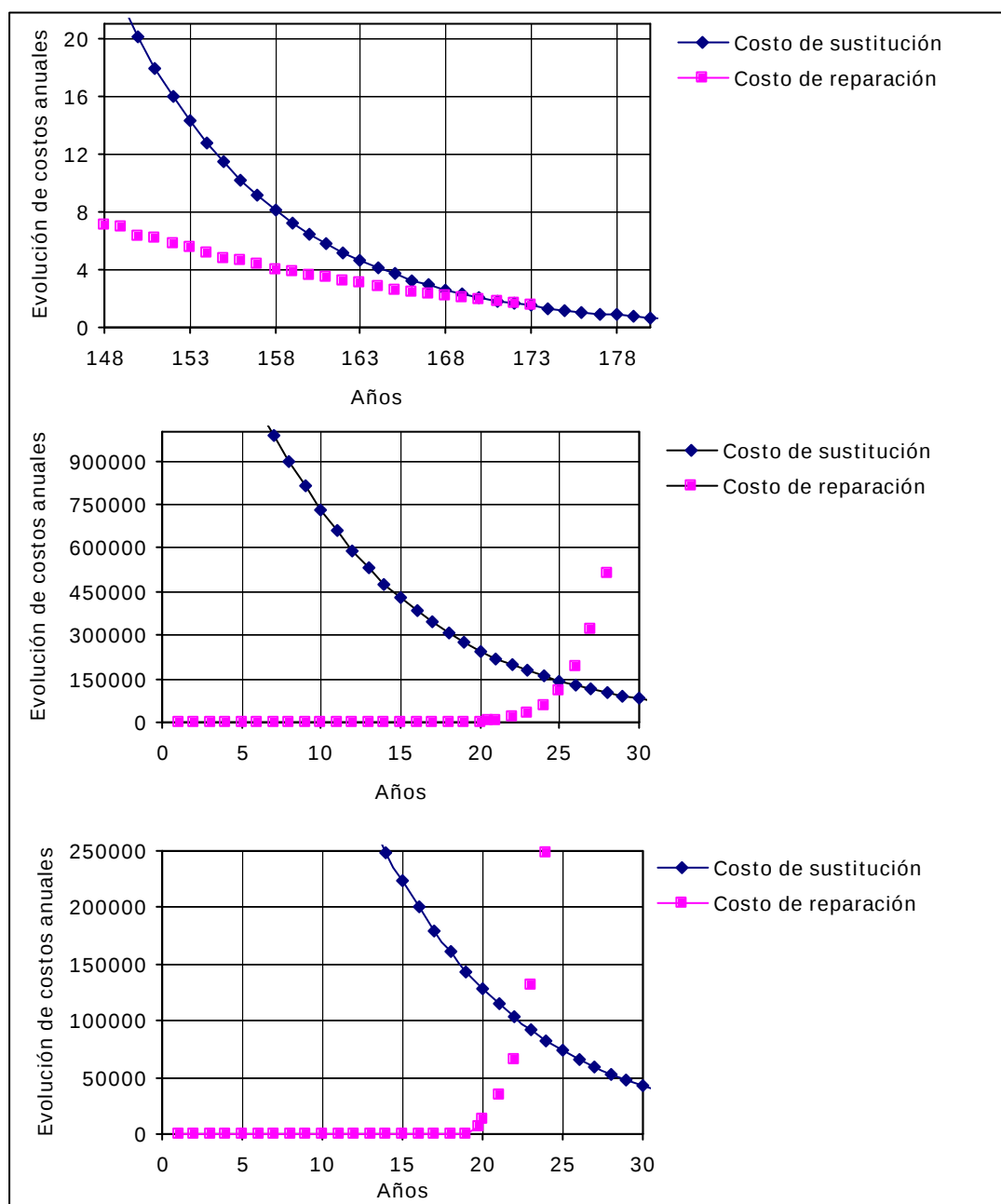


FIGURA 2: Distribución actualizada de costos anuales de reparación y sustitución por cañería

Tabla 4: Tiempos de sustitución por cañería

D	t_o (años) = tiempo de 1° falla	T_s (años) = tiempo sustitución	Cantidad años de reparación
30"	19,73	22,50	2,77
18"	20,53	25,50	4,97
12"	93,50	172,00	78,50

CONCLUSIONES

El avance del proceso de picado hace que las cañerías deban ser reparadas a medida que aparezcan las fallas. Sin embargo, además, se puede recomendar lo siguiente:

La cañería de 30" deberá ser sustituida al 3er. año de aparición de la primera falla, debido a su alto costo de reparación.

La cañería de 18" deberá ser sustituida al 5to. año de aparición de la primera falla.

La cañería de 12" podrá repararse casi indefinidamente, ya que el tiempo de sustitución recomendable es 79no. año después de la primera falla; más aún si se tiene en cuenta que el tiempo de la primera falla es de 93,5 años.

REFERENCIAS

1. ALONSO, A.; ETCHEGOYEN, R., *Análisis de la rentabilidad de inversiones en la empresa argentina*. Federación Argentina de Consejos Profesionales en Ciencias Económicas. 1976.
2. WESTON, J. F.; COPELAND, T. E., *Finanzas en administración*. Novena edición. Tomo I y II. McGraw Hill, New York. 1995.
3. BREALEY, R. A.; MYERS, S. C., *Fundamentos de financiación empresarial*. Cuarta edición. McGraw Hill, New York. 1993.
4. RUIZ, E. R.; ENSISA, N. O.; SCHWIDERKE, E. E.; STAMPELLAR, S., *Revista de Ciencia y Tecnología*, F.C.E.Q. y N. - U.Na.M. - 2 (1), 18-25. 1999.

DISGREGADO DE TEJIDOS LEÑOSOS POR EL MÉTODO CLORITO - ÁCIDO ACÉTICO - CARBONATO. EVALUACIÓN DEL DAÑO PRODUCIDO A LAS FIBRAS

Núñez, Carlos E./ Pavlik, Claudio A.

Programa de Investigación de Celulosa y Papel

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - U.Na.M.

Félix de Azara N° 1552 - Posadas - Misiones. - (3300) Telefax: 03752- 425414.

Correo Electrónico: pavlik@fceqyn.unam.edu.ar

LIGNEOUS TISSUES DISINTEGRATION BY THE CHLORITE-ACETIC ACID-CARBONATE METHOD.
FIBER DAMAGE EVALUATION

ABSTRACT

The treatment using chlorite-acetic acid is widely used for lignocellulosic materials disintegration. A sodium carbonate stage was added as a modification of the original method with the aim of avoiding high levels of raw materials delignification. This work compare the quantitative damage produced on the fibers by the original method and its alternative. Five wood types were studied. Results show that with the alternative method, fiber damage is less than 1%, being ten times lower than with the original procedure. Furters studies showed that this method might be improved changing the impregnation conditions.

KEYWORDS: plant tissues, microscopy, sample preparation, defibration, fiber analysis, chlorites.

RESUMEN

El tratamiento con clorito - ácido acético es ampliamente utilizado para disgregar material lignocelulósico. Para que no sea necesario llegar a altos niveles de deslignificación con el consiguiente daño de los elementos celulares, se modificó el método original agregando una etapa de tratamiento con carbonato de sodio, deslignificando menos el material. Se compararon en este trabajo la rotura cuantitativa de fibras entre método y variante. En cinco maderas estudiadas se determinó que la variante con carbonato de sodio en ningún caso llegó a romper más del 1% de las fibras, siendo en comparación unas diez veces mayor la rotura de fibras con el método original. Por observaciones posteriores al trabajo experimental, se concluyó que se puede mejorar el método cambiando las condiciones de impregnación.

PALABRAS CLAVES: tejidos vegetales, microscopía, preparación de muestras, disgregado, análisis fibrosos, clorito.

INTRODUCCIÓN

En el estudio de la anatomía de tejidos lignificados, es necesario efectuar la operación de disgregado que consiste en un tratamiento químico específico del material, con el fin de desestructurarlo y poder analizar los elementos celulares por separado.

Los primeros métodos consistían en tratamientos agresivos con ácidos fuertes y altas temperaturas, que desprendían elementos celulares bastante dañados de la superficie de los trozos de material.

Al desarrollarse el conocimiento de la química de la deslignificación por la industria de la pulpa para papel, se encontraron reactivos específicos de la lignina dentro de los cuales el dióxido de cloro ha mostrado ser uno de los más eficientes.

Por lo que sabemos, la primera cita de la utilización de este reactivo como agente disgregante se debe a Jayme [1], existiendo hacia la misma época referencias de Lovell [2], Wise *et al.* [3], y Spearing e Isenberg [4], todas en la década de los años 40.

La técnica corriente consiste en tratar el material lignocelulósico con solución de clorito de sodio a la que se le agrega ácido acético hasta pH alrededor de cuatro, para generar dióxido de cloro. Posteriormente se mantiene la temperatura entre 70-80°C por 30-60 minutos. Esta forma original del método la denominaremos clorito-ácido acético o "CAA".

El procedimiento se repite las veces que sea necesario hasta que por una fuerte agitación se disgregue una parte considerable del espécimen. Puesto que se utiliza un pH regulado y temperaturas y tiempos limitados, se consigue una deslignificación muy selectiva del material.

Sin embargo, el material permanece duro aun que se elimine hasta el 80% de la lignina, y es necesario llevar el tratamiento hasta las últimas instancias para conseguir un buen disgregado.

Suponiendo que ello se debe justamente a la alta selectividad del dióxido de cloro que no llega a disolver el complejo hemicelulosas - lignina de la lámina media, se realizó una modificación que consiste en un segundo tratamiento con una solución de carbonato de sodio medianamente concentrada, que disuelve o dispersa dicho complejo.

De esta manera no es necesario completar la deslignificación para que los elementos se libe-

ren, quedando menos degradados y más fáciles de teñir.

Esta variante que denominamos clorito, ácido acético-carbonato (CAA-C), ha probado su eficacia en trabajos previos, habiéndose evaluado su aptitud para mantener los parámetros biométricos de las fibras originales de la madera [5].

Para completar el estudio metodológico, en el presente trabajo se midió el nivel de fibras rotas que genera el CAA-C como así también, de forma cualitativa, el estado general de los elementos celulares. El daño se distinguirá del producido por los sistemas mecánicos de fraccionamiento, extrayendo muestras de la parte interna de los fragmentos de material lignocelulósico utilizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales lignocelulósicos

Se eligieron cinco especímenes de madera de la xiloteca del PROCYP y se cortó de cada uno de ellos una rodaja de aproximadamente tres centímetros de ancho. Las mismas correspondían a las siguientes especies:

Laurel Negro (*Nectandra saligna*-Lauráceas). Individuo de la selva misionera de aproximadamente 25 años, proveniente de Puerto Piray, Misiones.

Guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum*-Rutáceas). Individuo de la selva misionera de aproximadamente 35 años, proveniente de Alba Posse, Misiones.

Álamo 214 (Álamo híbrido-Salicáceas). Individuo de plantación comercial de 8 años, proveniente del Delta del Río Paraná.

Eucalyptus grandis (Mirtáceas). Ejemplar de plantación comercial de 7 años implantado en Virasoro, Corrientes.

Pinus elliottii (Pináceas). Ejemplar de plantación comercial de 8 años proveniente de Puerto Esperanza, Misiones.

Preparación y tratamiento de las muestras

De cada una de las rodajas se extrajo un cuerpo prismoidal de aproximadamente 2,5 cm de lado. En el caso de las latifoliadas abarcaba albura y duramen y en el *Pinus elliottii* comprendió desde el fin de la madera juvenil hasta el anteúltimo anillo. A estos bloques se les hizo un tratamiento en cinco etapas como se indica a continuación:

- 1) 5 días en agua a 50°C;
- 2) 48 horas a 40°C en solución de clorito-acético, manteniendo pH entre 4,0 y 4,2 (10 g/l de clorito de sodio);
- 3) cambio de solución y agregado de solución nueva de clorito de sodio de 17 g/l por 5 días;
- 4) cambio de solución y agregado de solución nueva de clorito de sodio de 50 g/l por 3 días;
- 5) 24 horas en solución de Carbonato de sodio de 40 g/l (pH ~ 10) a 40°C.

Los trozos así tratados estaban blandos en la parte externa y casi inalterados en el centro. Las muestras para microscopía se extrajeron de la parte blanda más interna, para tener la seguridad que el daño a los elementos fuera debido al método químico de tratamiento y no al proceso mecánico de cortado de los bloques.

A continuación se colocaron en tubos de ensayo con tapa y se sacudieron unas pocas veces sin utilizar demasiada energía, esperando unos instantes para que decantaran las eventuales astillas y haces fibrosos. Se pasó la suspensión a un filtro de vidrio sinterizado, lavándola varias veces con agua y conservándola en solución de bicarbonato de sodio al 0,5%.

Preparación de los *slides*

Se tomó con agitación una alícuota de la suspensión fibrosa, y se colocó en un tubo de ensayo. Se le agregó posteriormente la cantidad de agua adecuada para hacer una dilución tal, que contuviera aproximadamente 200 fibras para las latifoliadas y 100 traqueidas para el pino.

Se pasaron fracciones de un mililitro a varios portaobjetos preparados adecuadamente, se secaron a 50°C, se tiñeron *in vitro* con safranina, se enjuagaron y volvieron a secar.

Para el recuento se agregó glicerina y se colocaron cubreobjetos.

Recuento de fibras

En una observación previa de los *slides* por el método CAA-C, se observó que en general los elementos fibrosos estaban enteros y que los pocos fragmentos existentes se podían asimilar a mitades y tercios de fibras. De esta manera se fueron sumando las fracciones halladas para determinar el número de fibras rotas, de acuerdo con la expresión:

$$X = (A \cdot \frac{3}{4} + B \cdot \frac{1}{2})$$

donde X es número entero, A el número de fragmentos estimados tercios de fibras, y B el número de fragmentos estimados mitades.

El porcentual de fibras rotas se calculó como la relación entre X y el número total de fibras enteras leídas más X, por 100.

En el caso de los *slides* de material tratado por el método CAA, dada la cantidad de fragmentos, muchos de ellos de corta longitud, se extrajo un factor empírico de 3,1 por el que se dividió el número de fragmentos leídos para determinar la cantidad de fibras rotas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la observación microscópica de los preparados se pudo observar en general que las fibras se hallaban en muy buen estado, no habiendo fibrilación ni desgarramiento de pared como suelen observarse en los disgregados con ácidos fuertes y con peróxido - ácido acético.

El número de fibras rotas en ningún caso excedió del 1%, Tabla 1, valor que se considera aceptable para los trabajos corrientes de estudios anatómicos en estos materiales.

En comparación, los mismos materiales tratados con el método CAA, produjeron mayor rotura, como se puede apreciar en los resultados de la Tabla 2 y en las Figuras 1 y 2.

Tabla 1: Rotura de fibras debidas al método CAA-C

Especie	Nº fibras leídas	Nº fibras rotas	% fibras rotas
Laurel Negro	1578	1	0,06
Guatambú blanco	931	8	0,86
Álamo 214	2031	20	0,98
<i>Eucalyptus grandis</i>	2255	17	0,75
<i>Pinus elliotii</i>	1080	2	0,18

Tabla 2: Comparación de rotura de fibras entre los métodos CAA y CAA-C

	CAA		CAA-C	
Especies	Nº fibras leídas	% fibras rotas	Nº fibras leídas	% fibras rotas
Laurel Negro	1107	5,2	1578	0,06
<i>Eucalyptus grandis</i>	925	6,0	2255	0,75

La existencia de haces fibrosos y astillas fue muy variable de madera en madera, y esto se puede explicar por las distintas facilidades de impregnación y deslignificación de cada una de ellas.

Este hecho, sumado a la diferencia de dureza final de los trozos tratados, indica que no se ve factible la estandarización de una metodología con la técnica CAA-C, sino que por el contrario en cada caso se deberán fijar empíricamente las variables de trabajo, para entrar en el rango deseado, es decir, la zona en la que haya muchas fibras sueltas en buen estado, y poca cantidad de astillas o fibras sobretratadas.

Una observación posterior a la realización del trabajo experimental merece ser destacada. Los

trozos de madera utilizada que quedaron en solución de carbonato, se fueron ablandando con el tiempo hasta quedar, en uno o dos meses, completamente desmenuzables con los dedos. Ello confirma la idea de que la etapa crítica del desfibrado es la disolución de la lámina media y no la deslignificación, y que por lo tanto el método podría simplificarse y hacerse menos agresivo aún, realizando una sola impregnación con clorito de sodio, acidificando después y tratando posteriormente con carbonato de sodio de forma más intensa y completa que como se hizo en esta oportunidad.

En concordancia con lo hallado en este trabajo, hay un estudio de Stewart *et al* [6] en el que,

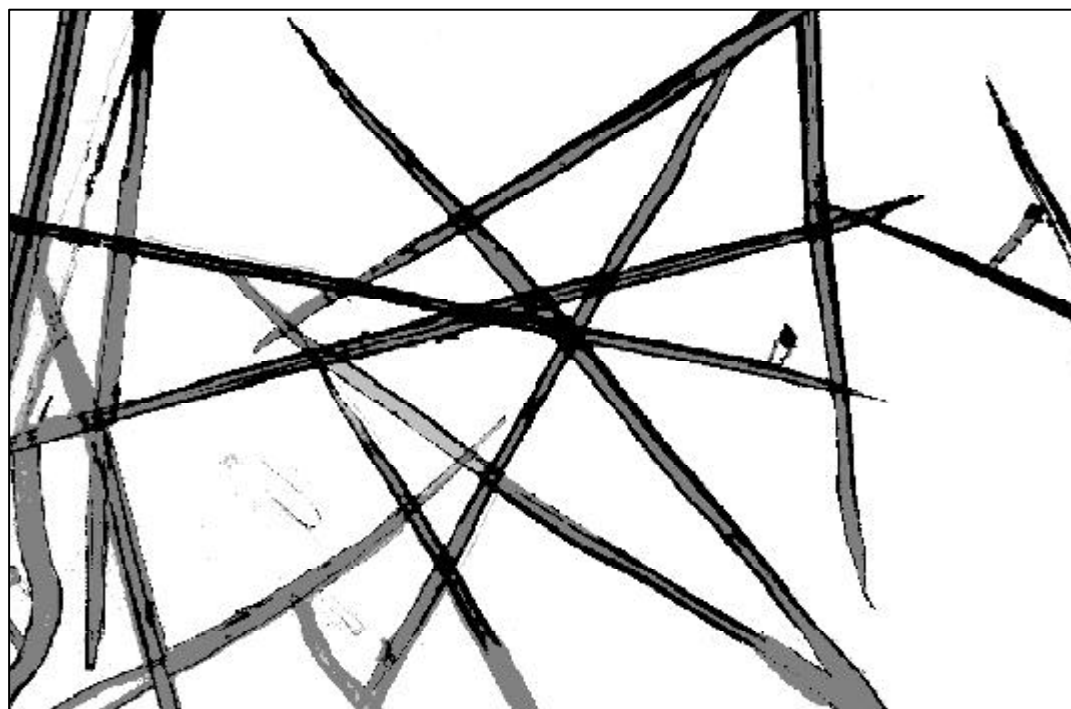


FIGURA 1: Fotografía representativa del estado de las fibras luego del desfibrado con clorito - ácido acético - carbonato

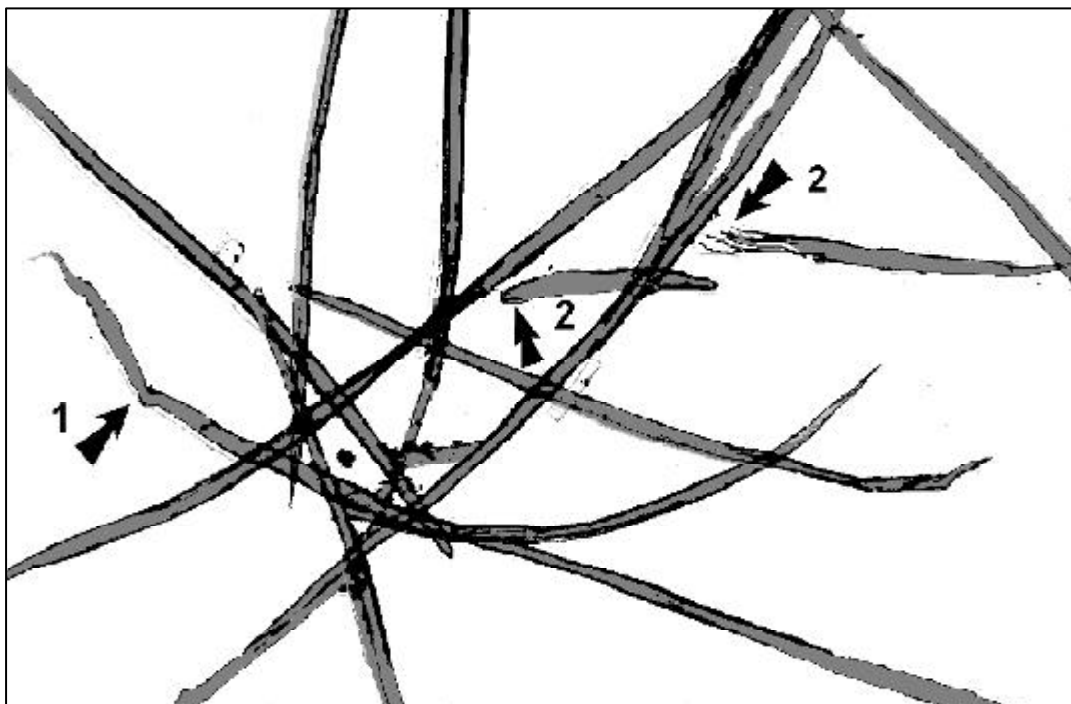


FIGURA 2: Fotografía representativa del estado de las fibras luego del desfibrado con clorito-ácido acético, sin tratamiento con carbonato. (La flecha que lleva el nº 1 indica zona dañada, y las que llevan el nº 2 fibras rotas)

analizando las energías de desfibrado de láminas de maderas, llegaron al resultado que un tratamiento alcalino luego del clorito disminuye considerablemente la energía de desfibrado, y que además los álcalis parecen ser 10 veces más efectivos que los ácidos para disminuir el grado de cohesión interfibrilar.

CONCLUSIONES

El método clorito - ácido acético - carbonato demostró en este trabajo dañar muy poco las fibras, dado que en ninguna de las maderas estudiadas el porcentual de fibras rotas fue mayor al 1%.

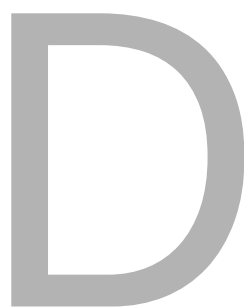
Corroborando lo dicho, en los disgregados se observó la integridad de los elementos celulares y la falta de paredes arrancadas o fibras con fracturas.

En condiciones semejantes, el método al clorito-ácido acético sin etapa de carbonato, produjo en los tejidos tratados una rotura de fibras alrededor de 10 veces superior.

Se halló, durante el trabajo experimental, que el método se puede mejorar modificando la forma y tiempo de los tratamientos.

REFERENCIAS

1. JAYME, G., *Cellulose Chem.* 85, 226 - 227. 1942.
2. LOVELL, E. L., *Ind. Eng. Chem* 37: 1034 - 1037. 1945.
3. WISE, L. E.; MURPHY, M.; D'ADDIECO, A. A., *Paper Trade J.* 122: 35 - 43. Enero 10. 1946.
4. SPEARING, W. E.; ISENBERG, I. H., *Science* 105 (2721): 214. 1947.
5. NÚÑEZ, C. E., *Proceedings 25º Congreso Téc. Celulosa y Papel.* Buenos Aires, noviembre de 1989.
6. STEWART, C. M.; KOTTEK, J. F.; DADSWELL, H. E.; WATSON, A. J., *TAPPI* 44, 11, 798 - 813. 1961.



DENSIDAD, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CONTENIDO FIBROSO DE LA MADERA DE *PETERIBÍ*, *CORDIA* *TRICHOTOMA* (VELL) JOHNS

Núñez, Carlos E.

Programa de Investigación de Celulosa y Papel

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - U.Na.M.

Félix de Azara Nº 1552 - Posadas - Misiones. - (3300) Telefax: 03752- 423745.

Correo Electrónico: nunez@fceqyn.unam.edu.ar

WOOD DENSITY, CHEMICAL COMPOSITION AND FIBER CONTENT OF *Cordia trichotoma* (Vell) Johns. WOOD

ABSTRACT

Cordia trichotoma, is a high value South American hardwood resource. Supposing its industrial culture is possible, thinnings could be used as papermaking raw materials. With this objective, *C. trichotoma* wood density, chemical composition and wood structure were studied. While old wood is in general very dense, sapwood could be adequate for these uses. *C. trichotoma* cellulose and extractives content are superior and hemicelluloses quantity is lower than in regional *Eucalyptus* species. Wood structure shows higher fibers, similar vessel elements, and lower parenchyma cells content. These results confirm a possible paper-making use of thinnings before heartwood formation.

KEY WORDS: *Cordia*, wood structure, wood density, chemical composition, plant tissues, South America.

RESUMEN

Cordia trichotoma es una especie de alto valor maderero indicada como de posible forestación comercial en el norte del Cono Sur sudamericano. Suponiendo su cultivo en plantaciones de alta cantidad de individuos por hectárea, se estudió su densidad de madera, composición química y celular, para un eventual uso de los raleos como materia prima papelera. Se encontró que el duramen es demasiado denso para ello y su albura aunque densa podría utilizarse como tal. Posee más celulosa y extractivos que la madera de los *Eucalyptus* papeleros de la región, en detrimento del contenido de hemicelulosas. En cuanto a la proporción de tejidos celulares tiene más fibras, similar contenido de elementos vasculares y mucho menos parénquima. Estos resultados confirman la posible utilización de los raleos que no hayan formado duramen.

PALABRAS CLAVES: *Cordia trichotoma*, aptitud papelera, densidad de madera, estructura leñosa, composición química, composición celular.

INTRODUCCIÓN

Cordia trichotoma, (Vell) Johns., llamado comúnmente *Peteribí*, es una especie de la familia de las boragináceas, que crece en toda la zona septentrional del Cono Sur sudamericano.

Como otras especies del género *Cordia*, posee madera de alto valor comercial, utilizada para muebles y ebanistería, aunque su utilización se halla restringida actualmente debido a la escasez de rollizos comerciales dentro de los montes naturales.

Por su características silvícolas es una de las especies de latifoliadas autóctonas factibles de implantar en futuros bosques de maderas de ley [1] [2].

En su elección se tuvo en cuenta el criterio de optimización del uso del suelo como biomasa, es decir, realizar plantaciones densas de las que se harían raleos periódicos hasta dejar los mejores individuos para madera. De esta forma los rollizos extraídos podrían ser materia prima fibrosa, de la misma manera como se manejan actualmente las plantaciones de coníferas.

El presente trabajo es una recopilación de estudios parciales realizados entre 1987 y 1995, a los que se le da ahora una presentación conjunta. Ello explica la utilización de algunos estándares de análisis TAPPI que han sido posteriormente recodificados y colocados entre los de pulpa y papel, hecho que no invalida de manera alguna los resultados obtenidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Madera

Se trabajó con cinco troncos provenientes de árboles de la provincia de Misiones: cuatro de ellos de la selva natural (localidades de Puerto Piray, Alba Posse y Cerro Azul), y el restante del arboreto del Jardín Botánico de Posadas. Sus diámetros estaban comprendidos entre 15 y 34 cm de diámetro.

En todos los casos se despuntaron y cortaron en rodajas de aproximadamente 20 cm de espesor. Una rodaja del centro se guardó para la caracterización botánica y el estudio de los anillos de crecimiento.

Del resto de las rodajas se extrajeron dos sectores circulares en ángulo recto, que se descortezaron y trozaron manualmente en forma de *chips*, de aproximadamente 20 x 15 x 3 mm.

El peso de estos *chips* fue de alrededor de 2 Kg que luego del cuarteo se redujeron a 400 g.

Una alícuota del cuarteo fue convertida en aserrín en un molino tipo Willey hasta que todo pasó por tamiz de 40 *mesh*, y con este material se efectuaron los análisis químicos.

Para la realización de los disgregados necesarios para la medición de los tres tipos de tejidos, fibras, parénquima y elementos vasculares, se trató otra alícuota de los *chips* seleccionados con licor *Kraft* de 20% de álcali activo y 30% de sulfidez durante ocho días a reflujo.

Posteriormente se trataron con solución de clorito de sodio y ácido acético a 60°C, hasta desfibración parcial. El material disgregado fue paulatinamente extraído para evitar un exceso de deslignificación.

Este método especial, más laborioso que los utilizados corrientemente, fue necesario para mediciones biométricas sobre las fibras cuyos resultados se publicarán en otro trabajo.

Para la determinación de las densidades se confeccionaron paralelepípedos a partir de las rodajas secas, primero al aire y luego a estufa, midiéndoles el volumen de dos formas: por geometría y por desplazamiento. Ambos métodos dieron resultados coincidentes dentro de un rango de $\pm 0,007 \text{ g/cm}^3$.

De esta manera se midieron las densidades referidas a peso seco sobre volumen seco, que se denominarán *Ds*.

Las densidades *Ds* se pueden convertir a densidades básicas (*Db*, peso seco a estufa sobre volumen verde), por medio de la expresión

$$\log Db = 0,2513 + 0,8592 \log Ds$$

que proviene de datos experimentales sobre varias especies de coníferas y latifoliadas, según se publicara en un trabajo anterior [3].

Análisis químico

Se utilizaron los siguientes métodos:

Preparación muestra: TAPPI T12-os75.

Soluble alcohol benceno: TAPPI T5-os73.

Soluble alcohol: TAPPI T5-os73. Esta determinación no rutinaria se efectuó por el eventual contenido de taninos no solubles en alcohol - benceno.

Soluble agua caliente: TAPPI T1-os59.

Soluble NaOH 1%: TAPPI T4-os59.

Lignina insoluble en ácido: TAPPI T13-m58.

Lignina soluble en ácido: método espectrofotométrico UV TAPPI UM 250.

Holocelulosa: método de Jaime modificado. La holocelulosa luego de tres tratamientos con clorito se corrigió por lignina residual por medio de su N° de Kappa de acuerdo con la expresión $\text{lignina \%} = 0,135 \times \text{N}^\circ \text{ de Kappa}$.

Celulosa: método de Saifert [4].

Composición celular

Se efectuó clasificando en el equipo Bauer-MacNett una fracción de 10 gramos representativa de la muestra completa. Cada una de las fracciones fue pesada y luego analizada al microscopio contando los porcentuales de los tres tipos de tejidos: fibras, elementos vasculares y parénquima, a los que se les aplicaron los factores de peso calculados según el método de Hillton [5].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de madera

Las densidades medidas en las muestras de la madera en estudio se describen en la Tabla 1.

Los valores de densidad del duramen no corresponden a todos los troncos, puesto que en tres de ellos no se había iniciado su formación.

Sin embargo en los dos que lo poseían, se puede observar una considerable diferencia en los valores de densidades con respecto a la albura.

Si se toman los trabajos realizados para latifoliadas de bajas latitudes, las densidades más adecuadas para el pulpado químico están comprendidas entre los valores de Ds de 0,50 - 0,60 g/cm³ [6] [7] [8] [9] [10]. Ello indicaría que la albura de *C. trichotoma* estaría algo por encima del óptimo, mientras que el duramen sería ostensiblemente denso.

Observaciones microscópicas realizadas demostraron que, como era de esperar, este aumento en la densidad del duramen se debe a la oclusión de sustancias tílicas y tanoides, que se sabe dificultan grandemente el pulpado, por lo que se concluye que desde este punto de vista el duramen del *Cordia trichotoma* prácticamente no tendría valor papelerero.

Aceptando la premisa previamente expuesta de la utilización como fibra de eventuales raleos de *Peteribí*, quedaría definido el uso del duramen para madera, y la albura, incluidos los costaneros, para pulpa.

Está bien demostrada la buena relación existente entre densidad y algunas propiedades de la hoja. Se pueden citar los trabajos de Petroff [11] y Navarro [7], quienes estudiaron especies tropicales semejantes a la examinada, y la síntesis de Higgins *et al.* [2] para *Eucalyptus*.

De la comparación de estos trabajos surge como intento predictivo que, de una madera con la densidad de la albura del *Peteribí*, se podrían esperar pulpas químicas con menores valores de resistencia a la tracción y explosión, y mayores de opacidad y densidad que las elaboradas con las maderas más livianas utilizadas comúnmente.

Por el contrario, posiblemente la resistencia al rasgado sería igual o mayor, puesto que este parámetro está correlacionado principalmente al espesor de pared, que es a su vez proporcional a la densidad de la madera.

Composición química

En la Tabla 2 se muestran los valores hallados, y su comparación con la de los *Eucalyptus* utilizados para pulpa en el norte de la Mesopotamia Argentina.

De la Tabla 2 se desprende que en líneas generales la madera en estudio tiene variaciones

Tabla 1: Densidades de madera de *Cordia trichotoma*

	Ds máx.	Ds mín.	Ds prom.	Db máx.	Db mín.	Db prom.
Albura	0,64	0,69	0,65	0,57	0,53	0,54
Duramen	0,77	0,79	0,78	0,63	0,62	0,62
Madera total	0,66	0,71	0,68	0,58	0,54	0,54

Tabla 2: Composición química de las muestras de *Cordia trichotoma* comparada con *Eucalyptus grandis*, (% sobre madera seca total)

Fila	DETERMINACIÓN	<i>C. trich.</i>	<i>E. grandis</i> (14)
1	Soluble en alcohol-benceno	4,0	1,2-2,9
2	Soluble en alcohol	0,3	
3	Soluble en agua caliente		1,1 - 1,8
4	Soluble en NaOH 1%	15,5	18,0 - 22,8
5	Lignina insoluble en ácido	28,1	24,1 - 26,7
6	Lignina soluble en ácido	1,1	3,0 - 3,9
7	Lignina total 5 + 6	29,2	27,5 - 29,8
8	Holocelulosa determinada	68,2	68,9 - 71,2
9	Holocel. calc. $100 - (1+2+3+7)$	64,7	
10	Celulosa Saifert	47,1	42,7 - 45,8
11	SUMATIVO de 1, 2, 3, 7 y 8	103,5	100,1 - 101,1
12	Hemicel. calc. $100 - (1+2+3+7+10)$	17,6	22,9 - 24,4

destacadas en su composición química con respecto al *Eucalyptus* utilizado para pulpa en la región.

Las mismas se pueden sintetizar en un mayor tenor de celulosa, lignina y extractivos, en detrimento, aparentemente, de las hemicelulosas.

Como se sabe, no hay métodos confiables para determinar hemicelulosas y holocelulosa.

Habitualmente, las primeras se estiman por diferencia del resto de las sustancias determinadas, como se ve en la fila 12 de la Tabla 2. En este caso efectivamente se cumple que el tenor de hemicelulosas es marcadamente menor que el de los *Eucalyptus*.

Una corroboración sobre el bajo tenor de hemicelulosas se consigue comparando la fracción soluble en NaOH al 1%, que es función del contenido de estas sustancias en la madera.

Con respecto a la holocelulosa, el valor de 68,2 de la fila 8 es seguramente muy elevado, puesto que como se comprueba cuando se hace la corrección por lignina que se hiciera en los valores de *Eucalyptus* [13], la holocelulosa baja varios puntos, que coincide con el 3,5% de exceso que da el sumativo de la columna 11.

Ello se confirma porque al hacer la resta entre el 100% de la madera y los extractivos y lignina, se obtiene 64,7 de hemicelulosas.

Por lo tanto, una estimación bastante confiable de la composición química del *C. trichotoma*, según los criterios descritos sería la que se da en la Tabla 3.

Por consiguiente, y comparando los valores de las dos maderas, se puede resumir que el *Peteribí* posee mayor contenido de celulosa y

Tabla 3: Composición química corregida de *Cordia trichotoma*. (Los valores calculados por correcciones se escriben en bastardilla)

Fila	DETERMINACIÓN	<i>C. trich.</i>	<i>E. grandis</i> (14)
1	Total extractivos	6,1	1,2 - 2,9
2	Total lignina	29,2	27,5 - 29,8
3	Celulosa Saifert	47,1	42,7 - 45,8
4	<i>Hemicelul. calc. 100 - (1+2+3)</i>	17,6	22,9 - 24,4
5	<i>Holocel. calc. 100 - (1+2-)</i>	64,7	
6	SUMATIVO de 1, 2 y 3	99,0	100,1 - 101,1

extractivos en detrimento de las hemicelulosas, manteniéndose igual la cantidad de lignina.

Dado que los rendimientos de pulpas químicas son función del contenido de celulosa, es de esperar que esta madera los dé significativamente mayores que el *Eucalyptus grandis*.

El bajo contenido de hemicelulosas influiría negativamente en un fácil refino de las pulpas, además de modificar otras propiedades ópticas.

Con respecto al valor de lignina cercano al 29,2%, es normal para las maderas de bajas latitudes. Así Navarro [10] halló 27,1% para el promedio de 79 especies de Surinam y Petroff [9], 28 - 32% para la clase modal de 1.000 especies tropicales. Las maderas de la selva misionera, de donde proviene el *Peteribí*, dan valores algo más bajos; el promedio de 16 de ellas según Zilli [13], sumados a análisis del PROCYP [3] dio 26,0.

Proporción de elementos celulares

En los resultados que se detallan en la Tabla N° 3, se puede observar la proporción en peso de los diversos tejidos que componen la madera, comparados con la de *Eucalyptus grandis*.

Se aprecia que el *C. Trichotoma* posee una cantidad significativamente mayor de fibra, en detrimento principalmente del tejido parenquimático.

La diferencia es considerable, 14 contra 24%. Ello significaría que las hojas realizadas con pulpa de *Peteribí* tendrían menor cantidad de elemen-

tos isodiamétricos, y por ende una lisura más pobre, mayor porosidad y menor drenabilidad que las de *Eucalyptus grandis*.

Con respecto a las resistencias es difícil predecir pero posiblemente se vean favorecidas las que dependan de la resistencia individual de fibras como el rasgado.

CONCLUSIONES

De la madera de los cinco individuos analizados de *Cordia trichotoma* se desprende:

1. la densidad de la albura está en el límite superior del rango utilizado para pulpas. El duramen es marcadamente más denso y por ende debiera descartarse como eventual recurso fibroso. Estos resultados hacen mantener la premisa de la utilización de albura para pulpa y el duramen como madera de ley;
2. *C. trichotoma* tiene más celulosa y extractivos, igual tenor de lignina y menos hemicelulosas que los *Eucalyptus* papeleros;
3. con respecto a los tejidos celulares posee más fibra y ostensiblemente menos células parenquimáticas que dichas maderas.

AGRADECIMIENTOS

Por la colaboración en la recolección de las muestras a Roberto Pascutti, R. Meaurio y Victoriano Benítez, de "Celulosa Argentina" Fca.

Tabla 4: Proporción en peso de elementos celulares de la clasificación realizada en clasificador Bauer- Mc Nett

RET. EN MESH N°	PESO TOTAL FRACC. (g)	PESO FIBRAS (g)	PESO ELEM. VASCUL. (g)	PESO ELEM. PARENQ. (g)
30	2,92	2,92	0,00	0,00
50	4,08	4,03	0,04	0,01
100	1,38	0,67	0,67	0,04
150	0,21	0,00	0,08	0,13
325	1,25	0,00	0,20	0,15
TOTAL	9,94	7,62	0,99	1,33
RACIONAL.	100%	76%	10%	14%
EUCALYP.	100%	62%	14%	24%

Puerto Piray; al Aserradero “Alba Posse” de Posadas; al productor R. Ruthge de Cerro Azul y a la “Asociación Jardín Botánico” de Posadas, todos de la provincia de Misiones.

PERSONAL TÉCNICO INTERVINIENTE

Laboratorio químico: Olga Barboza; Mónica Reinoso; Carlos Núñez (PROCYP).

Laboratorio microscopía: Raquel Fretes; Carlos Núñez (PROCYP).

REFERENCIAS

- MARADEI, D., *Proceedings*. Primeras Jornadas Técnicas Sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. Facultad de Ciencias Forestales - UNaM. Eldorado - Misiones. 1982. Pág. 105.
- MARADEI, D., Ídem anterior. Pág. 111.
- NÚÑEZ, C.; ELY, R., ATIPCA 27(3). 1988. Pág. 28.
- JAIME J., *Métodos de Análisis Químicos de Madera*. Merck Ag-Darmstad. 1957.
- HILLTON, N. R., *Microscopía de la Madera*. Celulosa Argentina S.A. Capitán Bermúdez. 1970.
- PETROFF, F., Boletín N° 53. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Mérida. 1978.
- NAVARRO, J., *Evaluación de Mezclas de Maderas Frondosas Tropicales Para la Fabricación de Pulpa y Papel*. FAO. Roma. 1976.
- HIGGINS, H. G.; DE JOUNG, J.; BALODIS, B.; PHILLIPS, G. H.; COLLEY, J., TAPPI 56 (8). Pág. 127. 1973.
- HILLIS, W. E., APITTA 33 (5). Pág. 339. 1980.
- ZILLI, N., *Latifoliadas Naturales de Misiones. Investigación de sus Aptitudes*. Informe Interno Celulosa Argentina S.A. Fecha desconocida.
- PETROFF, F., Boletín N° 53. Instituto Forestal Latino-Americano de Investigación y Capacitación. Mérida. 1978.
- HIGGINS, H. G.; DE JOUNG, J.; BALODIS, B.; PHILLIPS, G. H.; COLLEY, J., TAPPI 56 (8). Pág. 127. 1973.
- NÚÑEZ, C. E.; FELISSIA, F. E., *Proceedings*. 24° Congreso Técnico sobre Celulosa y Papel. ATIPCA, Buenos Aires. Tomo 1. Páginas 213 a 223. Noviembre de 1988.

LA MADERA DE *PETERIBÍ*, *CORDIA TRICHOTOMA*, (VELL) JOHNS., COMO RECURSO FIBROSO.

I - MORFOLOGÍA, DIMENSIONES Y VARIACIÓN CON LA EDAD DE LOS ELEMENTOS CELULARES

Núñez, Carlos E.

Programa de Investigación de Celulosa y Papel

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - U.Na.M.

Félix de Azara Nº 1552 - Posadas - Misiones. - (3300) Telefax: 03752- 423745.

Correo Electrónico: nunez@fceqyn.unam.edu.ar

Cordia trichotoma (Vell) Johns. WOOD AS A PAPERMAKING RAW MATERIALS. 1. MORPHOLOGY, DIMENSIONS AND AGE VARIATION OF CELLULAR ELEMENTS

ABSTRACT

South American *Cordia trichotoma* wood was studied as a possible raw material for papermaking. The objective of this work was to evaluate if *C. trichotoma* thinings could be used as papermaking raw material, supposing its industrial culture is possible. The morphology of wood elements and their variation with the age of trees were evaluated. Fiber dimensions (Length 1491 microns, fiber diameter 15.7 microns, cell wall thick 5.11 microns) indicate that they are longer, narrower and ticker than fibers of regional *Eucalyptus* species. Growths rings study shows that fiber lengths increase uniformly and that there was a diminution of fiber width between the ninth and the twenty-first ring. Fiber wall thickness and fibril angle presented a constant value. These fiber characteristics confirm that only young trees could be used as papermaking resources.

KEY WORDS: *Cordia*, fiber structure, fiber dimensions, plant tissues, growth rings, South America.

RESUMEN

Se estudió la morfología celular y su variación con el crecimiento de la planta, de la madera de peteriby, *Cordia trichotoma* (Vell.) Johns., natural del Cono Sur sudamericano, para determinar la aptitud papelera de raleos de futuras plantaciones comerciales. Se halló una longitud de fibra de 1.491 micras, un ancho de fibra de 15,7 micras y un espesor de pared de 5,11 micras. Estos valores indican que esta madera posee fibras largas, angostas y macizas, en comparación con las de los *Eucalyptus* papeleros de la región, que la hacen de limitada aptitud papelera. Respecto a las variaciones con la edad de la planta, se halló un aumento sostenido en la longitud entre el noveno y el vigésimo sexto anillo, una disminución del ancho y constancia en el espesor de pared y ángulo fibrilar. De estos resultados se concluye que desde el punto de vista morfológico la única madera de características aceptables para fibra sería la de pocos años de edad, acentuándose las características negativas con los años. Ello confirma la posible utilización de los raleos.

PALABRAS CLAVES: *Cordia trichotoma*, dimensión de fibras, anatomía de fibras, morfología de fibras, anillos de crecimiento, Sudamérica.

INTRODUCCIÓN

Cordia trichotoma, (Vell.) Johns., llamado comúnmente *Peteribí* por su nombre indígena, es una especie de la familia de las boragináceas, que crece en toda la zona septentrional del Cono Sur sudamericano. Mayores datos silvícolas y comerciales se describen en otro trabajo publicado en este mismo cuerpo [1].

En la elección del estudio de esta madera se tuvo en cuenta el criterio de optimización del uso del suelo como biomasa, es decir, realizar plantaciones densas de las que se harían raleos periódicos hasta dejar los mejores individuos para madera. De esta forma los rollizos extraídos podrían ser materia prima fibrosa, de la misma manera como se manejan actualmente las plantaciones de coníferas.

En el presente trabajo se estudiaron los parámetros biométricos de los elementos fibrosos de su madera, es decir, longitud, ancho, espesor de pared y ángulo fibrilar sobre el mismo elemento, y no como se hace habitualmente utilizando cortes de madera para el ancho y el espesor de pared, y disgregados para longitud y ángulo fibrilar.

Se efectuó también la separación de la madera anillo por anillo, y se fueron analizando los parámetros biométricos y la morfología de los elementos producidos por la planta año a año, es decir en función a su edad.

Con ello se trató de extraer información referida a las variaciones de la madera producida cuando la planta tiene la edad de los eventuales raleos utilizables para fibra.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información completa sobre la metodología se describe en otro trabajo publicado en el mismo cuerpo de esta revista [1], siendo el siguiente un resumen.

Madera

Se trabajó con cinco troncos de la provincia de Misiones, que se cortaron en rodajas de aproximadamente 25 cm de espesor. De ellas se extrajeron sectores circulares que se trozaron como para hacer unos 2 Kg de *chips* manuales, que se cuartearon hasta llegar a 400 gramos.

Disgregado

Una fracción de dichos *chips* se disgregó para los estudios microscópicos con una técnica especial consistente en tratamiento con licor *Kraft* a ebullición por ocho días, y posteriormente con solución de clorito de sodio y ácido acético a 60°C, hasta desfibración parcial.

El material disgregado fue paulatinamente extraído para evitar un exceso de deslignificación.

Con este procedimiento se consiguió obtener los elementos celulares separados pero rígidos, de manera de poder leer *in vitro* los tres parámetros fibrosos correspondiente a la misma fibra. El proceso habitual consiste en medir por separado el ancho y espesor de pared en cortes de madera y la longitud en disgregados.

Esto se pudo realizar no solamente por el método de disgregación descrito, sino también por la rigidez propia de las fibras estudiadas, que no permite su colapsamiento *in vitro*.

Medición de parámetros celulares

Se prepararon los *slides* según la técnica general de Hillton [2].

Debido al interés de medir los tres principales parámetros fibrosos en la misma fibra, se probó la relación entre los anchos reales de las fibras como aparecen en los cortes de madera y los medidos en los disgregados. Para ello se midieron cuarenta fibras por sendos métodos, hallándose un valor promedio prácticamente igual en ambos casos.

La elección de los individuos a medir se realizó al azar y en la misma fibra se midieron los tres parámetros, cambiando los aumentos del microscopio cuando fue necesario.

Como se desarrollará en un trabajo posterior, se halló que las fibras de *Cordia trichotoma* poseen un marcado ensanchamiento en la parte central, lo que hace variar mucho el coeficiente de flexibilidad a lo largo del mismo individuo.

Puesto que este fenómeno es inusual, no se halló información sobre los criterios metodológicos de medición en este caso particular.

Por ello se adoptó el de medir el ancho de fibra en un sitio donde mediciones previas hubieran mostrado que se aproximaba al ancho promedio. Para ello se eligieron cinco fibras representativas y se les midió el ancho en toda su longitud cada cinco micras.

Se constató que los promedios coincidían en todos los casos con una zona cercana al ensan-

chamiento y en ella se midió el ancho en el resto de las fibras.

El ángulo fibrilar se determinó según la técnica de Tamolang *et al.* [3], en los elementos en los que era visible el ángulo de las puntuaciones.

Se midieron de esta manera unos 400 elementos fibrosos y se observaron en total unos 4.600 elementos celulares entre cortes y disgregados.

Las definiciones de los parámetros utilizados fueron las siguientes:

longitud de fibra: la distancia entre las dos puntas de la fibra, medida por el eje principal;

ancho de fibra: para un punto dado de la longitud de la fibra, la distancia entre los puntos extremos de la misma perpendicular a dicho eje, según se observaron en los disgregados, es decir con el elemento extendido sobre el vidrio del portaobjetos. Como ya se dijo este valor de ancho es igual al leído en un corte transversal de la madera por la falta de colapsamiento de las fibras;

espesor de pared: el espesor observado por transparencia en la fibra extendida sobre el vidrio del portaobjetos;

coeficiente de flexibilidad: la relación entre ancho del lumen y el ancho de fibra;

coeficiente de fieltrabilidad: la relación entre la longitud y el ancho de la fibra.

Medición de elementos celulares por anillos

Este punto se efectuó sobre un solo tronco por los pocos años que poseían algunos de ellos, y la falta de definición de otros. El elegido fue uno de los dos troncos de Puerto Piray, de 34 cm de diámetro sin corteza, al que se le contaron 35 anillos de crecimiento.

Fue muy dificultosa la identificación del límite anual entre madera tardía y temprana, puesto que en estas especies subtropicales el período fenológico de cesación del crecimiento es de corta duración y variable año a año.

Sin embargo, por fino pulimento de las superficies transversales de las rodajas y considerable práctica, se pudieron definir las finas líneas que lo definen, pudiendo aseverar que los anillos anuales fueron separados sin error significativo.

Otro problema surgido fue debido al hecho de que estos árboles crecidos naturalmente en el monte, poseen sus primeros anillos muy estrechos, puesto que tienen que abrirse paso hasta la luz de los estratos superiores antes de formar una

copa considerable y crecer en diámetro más que en altura. Por lo tanto, no se pudo estudiar la madera juvenil, y la primer madera separada fue la del noveno anillo.

Este hecho limitó el estudio de la madera del árbol joven, situación que se podría revertir solamente realizando una plantación artificial con los espaciamientos y cuidados necesarios.

Una vez separada la madera de cada anillo se disgregó con el método citado anteriormente y se midieron 170 fibras de cada uno de los anillos números 9, 15, 21, 27 y 33 a partir de la médula.

Definiciones morfológicas

Se definió como fibra libriforme aquel elemento fibroso que no tuviera puntuaciones visibles o, de tenerlas, fueran pocas y apenas visibles. Como caracteres secundarios se observó que fueran largas, de extremos agudos y paredes gruesas.

En las fibrotraqueidas, por el contrario, se englobaron las fibras que tenían puntuaciones visibles, siendo rasgos secundarios menor longitud, mayor anchura y paredes finas.

En general hubo concordancia entre el rasgo definitorio, las puntuaciones, y los otros de carácter secundario, observándose una relativa baja cantidad de elementos indefinidos, que oscilaron entre el 6 y el 17%, Tabla 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dimensiones de los elementos fibrosos

Los valores de todas las mediciones realizadas y de los coeficientes de ellas derivados, se muestran en la Tabla 1.

De su análisis se desprende que en líneas generales, las fibras de *Cordia trichotoma* son largas, finas y macizas, con respecto a las de los *Eucalyptus* papeleros de la región, cuyos parámetros promedios se muestran en la columna indicada con un asterisco.

El hecho de ser espesas, es decir tener un bajo coeficiente de flexibilidad, está de acuerdo con la alta densidad hallada para su madera en un trabajo anterior [1].

Si se comparan los valores hallados con los de la única referencia que se posee sobre esta madera, el estudio de Colcombet de 80 especies de la selva misionera [4], encontramos gran similitud en los valores de longitud y espesor de pared,

Tabla 1: Dimensiones de los elementos fibrosos de *Cordia trichotoma*

Parámetro	Nº de lect.	Promedio	Desv. Est.	<i>Eucal.</i>
Longitud de fibra (?)	413	1.491,5	113,8	926
Ancho de fibra (?)	406	15,7	3,2	18
Espesor de pared (?)	417	5,11	1,11	2,0
Ángulo fibrilar (°sexag.)	85	8,5	3,0	10
Coef.de fieltrabilidad	402	92	31	51
Coef. de flexibilidad(%)	402	40	15	73

dado que en ese trabajo se encontraron 1.560 y 4,9 micras respectivamente.

No sucede lo mismo con el ancho de fibra, puesto que dicho autor halló 26,3 micras, es decir, una significativa diferencia con el hallado que fue de 15,7 micras.

Esta diferencia hace variar el coeficiente de flexibilidad de 63% para dicho trabajo, a 40 para los valores hallados en éste, lo que implica pasar de un aceptable valor papelerero a otro que no lo es.

Si bien Colcombet no indica la metodología utilizada en las mediciones, se infiere que la diferencia se debe al criterio de efectuar las mediciones hacia el medio de la fibra.

Dado el ensanchamiento que poseen las fibras de *Peteribí* en su parte central, es posible que dicho autor haya publicado no el valor promedio de ancho sino el máximo.

Esta idea puede apoyarse en el hecho que utilizando en las estudiadas ese valor máximo, 24-27 micras, se obtiene 59-66% de coeficiente de flexibilidad, que coinciden perfectamente con el de Colcombet.

Al margen de cuál sea el valor más adecuado para la predicción del comportamiento de las fibras en la hoja de papel, debemos destacar aquí no sólo la importancia de la descripción suficientemente detallada de las metodologías utilizadas, sino las dificultades que presenta efectuar un trabajo de esta índole que abarca gran cantidad de especies.

En estos trabajos, en razón de su magnitud, se efectúan análisis superficiales de cada especie,

sin tener en cuenta las desviaciones al comportamiento del modelo morfológico ideal, siendo ello particularmente válido para las latifoliadas provenientes de bajas latitudes.

En este caso, dado que se utilizó dicho trabajo para la elección de las maderas a estudiar con fines papeleros, significó haber elegido una especie que de promisorio pasa a estar cerca de no ser apta.

La longitud de fibra del *Peteribí*, aproximadamente 1,5 mm de promedio, es un valor interesante dentro de las latifoliadas. Se halla muy por encima del de las utilizadas comercialmente en la región: 700-1.100 micras para los *Eucalyptus* [5] [6] [7]; 750-1.300 para las *Salicáceas* [8] [9] [10], y es casi tan alta como las del género *Podocarpus* de coníferas.

Esta alta longitud de fibra debería influir favorablemente en la resistencia a la tracción y a la explosión, que dependen de ella significativamente.

Con respecto al ángulo fibrilar su valor es bajo, aún más que el de los *Eucalyptus*, y siguiendo los resultados de Tamolang *et al.* [11], ello implicaría alto valor de resistencia individual de fibra, y por ende de la resistencia al rasgado.

Los resultados de las mediciones fibrosas en los anillos de crecimiento se muestran en la Tabla Nº 2 y en las Figuras 1, 2, y 3.

De ellos se desprende que varios parámetros se modifican de forma considerable desde la médula al *cambium*.

La longitud de fibra denota un aumento sostenido que lleva su valor desde 1.353 micras en el

Tabla 2: Variación de elementos con la edad de la madera

Nº Anillo	9		15		21		27		33	
Parámetro	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S	Prom.	D.S
Longitud (?)	1353	369	1.491	427	1.532	322	1.632	332	1.767	371
Ancho (?)	17,1	5,9	15,1	4,6	14,0	2,7	14,2	3,6	12,1	2,4
Espes. pared (?)	3,9	1,1	3,7	0,8	4,0	0,8	3,9	0,9	3,8	0,9
Fieltrabilidad %	79	-	99	-	109	-	116	-	145	-
Flexibilidad %	54	-	51	-	43	-	45	-	37	-
Ángulo fibrilar °Sx	7,0	2,3	7,5	2,7	6,8	-	6,1	3,0	7,5	2,8
Fib.libriiformes %	7	-	4	-	12	-	22	-	28	
Fibrotraqueidas %	83	-	90	-	70	-	72	-	58	-
Indeterminado %	10	-	6	-	17	-	6	-	14	-

noveno anillo a 1.767 en el 33ro., es decir un 30%; Figura 1.

Este hecho ha sido observado en otras maderas tanto coníferas como latifoliadas [12] [13] [14].

En general se halla un aumento sostenido en los primeros años de la madera juvenil, para luego seguir aumentando de manera mucho menor hasta hacerse constante. En este caso no se pudieron medir los primeros anillos por lo ya explicado.

El ancho, por el contrario, si bien varía lo hace de forma inversa, es decir, disminuye con el número de anillo desde 17,1 hasta 12,1, lo que corresponde a una merma de un 30%. El espesor de pared aparece prácticamente invariable.

La relación de estos parámetros fibrosos redundante en un importante aumento de la fieltrabilidad, Figura 2, en la que se unen los dos efectos de aumento de longitud y disminución de los anchos respectivos.

Por otro lado la disminución menos marcada de la flexibilidad sólo se debe a la reducción del ancho de fibra, puesto que el espesor se mantiene constante.

De esta manera, en el espécimen estudiado a medida que el árbol crece, las fibras se van haciendo cada vez más largas, más finas y más rígidas,

es decir que, salvo por la longitud, se van alejando del óptimo papelerero.

Si se analiza la proporción de fibras libriiformes y fibrotraqueidas, Figura 3, podemos observar que en una cierta medida estos cambios se pueden atribuir a un proceso de variación de las cantidades relativas de tejidos formados y no a una modificación general del total de los elementos.

Es como que si la planta produjera cada vez más fibras de sostén en detrimento de las que también poseen actividad conductora. Esta aseveración que no queda bien explicada aquí, se tratará en un próximo trabajo sobre morfología.

De esta manera, las fibrotraqueidas que son el 90% del total en el 9no. anillo, se reducen en el último a solamente el 58%. Por ende, y desde este punto de vista, la mejor madera de *C. trichotoma* para pulpa sería la de pocos años de edad.

Este juicio está de acuerdo con lo hallado en trabajos anteriores [1], por lo que se confirma la posibilidad de una eventual utilización de los raleos para utilizarla como recurso papelerero.

Con respecto al ángulo fibrilar, que es inversamente proporcional a la resistencia individual de fibras, no es alterado por la edad del árbol manteniendo su excelente bajo valor.

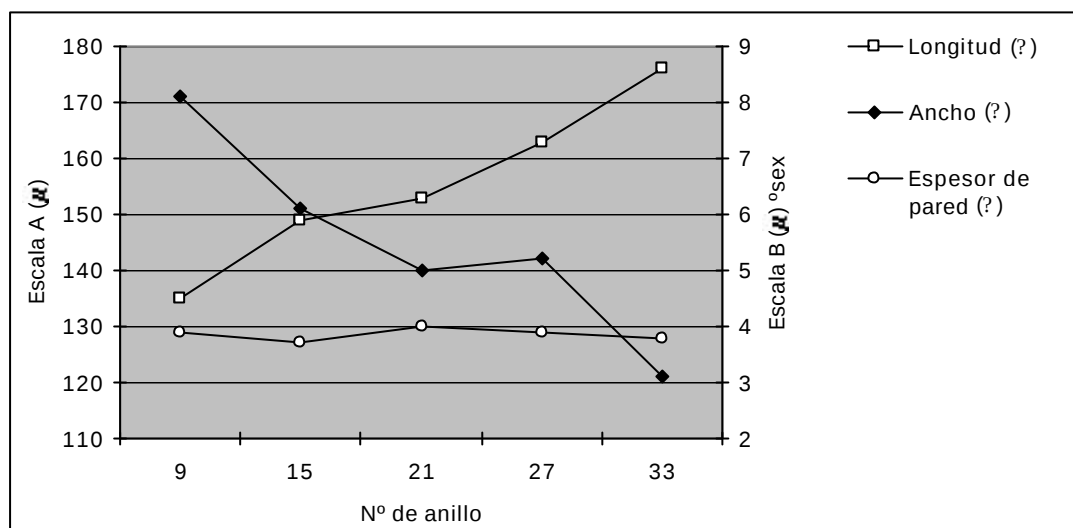


FIGURA 1: Variación de los parámetros fibrosos con la edad

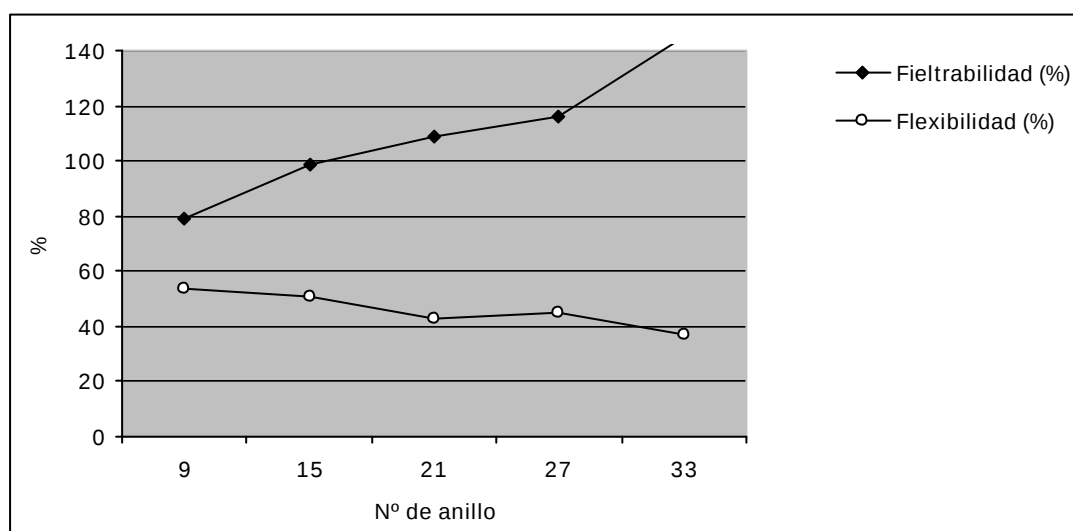


FIGURA 2: Variación de los coeficientes de fieltrabilidad y flexibilidad con la edad

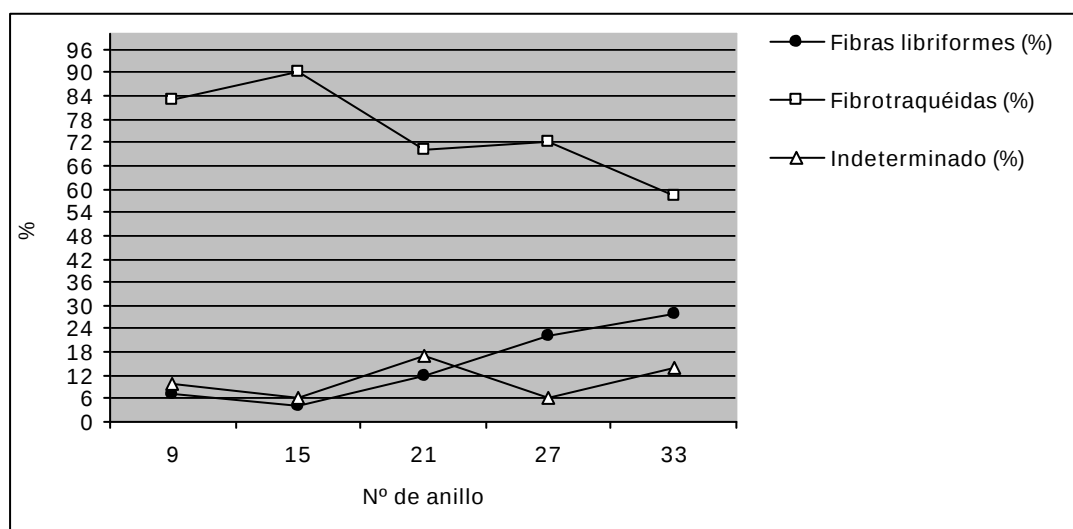


FIGURA 3: Variación de los tejidos con la edad

CONCLUSIONES

Las características biométricas de las fibras de *Peteribí* indican una aptitud papelera limitada.

En comparación a las de los *Eucalyptus* papeleros de la región son largas, finas y macizas. Su longitud de fibra más elevado y su bajo ángulo fibrilar podrían contribuir en alguna medida a disminuir el efecto negativo de su bajo coeficiente de flexibilidad, particularmente en lo que se refiere a las propiedades que dependen de la resistencia individual de fibras.

A medida que el árbol crece se acentúan las características negativas de sus fibras, por lo que la edad más conveniente para su utilización será la temprana, en concordancia con lo hallado en trabajos anteriores.

AGRADECIMIENTOS

A las siguientes personas y firmas que contribuyeron a la recolección de las Muestras: Roberto Pascutti, R. Meaurio y Victoriano Benítez, de Celulosa Argentina; Aserradero Alba Posse de Posadas; R. Ruthge de Cerro Azul y Asociación Jardín Botánico de Posadas.

PERSONAL TÉCNICO INTERVINIENTE

Laboratorio químico: Olga Barboza; Mónica Reinoso; Carlos Núñez (PROCYP).

Laboratorio microscopía: Raquel Fretes; Carlos Núñez (PROCYP).

REFERENCIAS

1. NÚÑEZ, C. E., *Densidad y Composición Química y Celular de la Madera de Peteribí, Cordia trichotoma* (Vell) Johns. Ver en este cuerpo de la Revista de C. y T. de la Fac. Cs. Ex. Quím. y Nat.
2. HILLTON, N. R., *Microscopía de la Madera*. Celulosa Argentina S.A. Capitán Bermúdez. 1970.
3. TAMOLANG, G. N.; VAANGARD, F. G.; KELLOGG, R. M., TAPPI 50 (2) 1967. Pág. 68.
4. COLCOMBET, R., Actas del Primer Congreso Forestal Argentino. Buenos Aires. Pág. 972. 1969.
5. FOELKEL, C.; ZVINAKEVINICIUS, TAPPI 63 (3) 1980.
6. SUCATTE, S.; GARONE, M.; TACCONI, R., ATIPCA 19 (5) 1980. Pág. 7.
7. NÚÑEZ, C., *Proceedings*. 25° Congreso Técnico ATIPCA. Pág. 113. 1989.
8. TAMOLANG, G. N.; VAANGARD, F. G.; KELLOGG, R. M., TAPPI 50 (2). Pág. 68. 1967.
9. BONAVIDA de GUTH, E.; PIUSSAN, C., 25° Congreso Técnico ATIPCA. Pág. 265. 1989.
10. BONAVIDA de GUTH, E., *Proceedings*. 17° Congreso Técnico ATIPCA. Pág. 23. 1981.
11. TAMOLANG, G. N.; VAANGARD, F. G.; KELLOGG, R. M., TAPPI 50 (2) 1967. Pág. 68.
12. AREA, M. C.; FRETES, R., ATIPCA 27 (2). Pág. 46. 1988.
13. REPETTI, R.; TACCONI, R.; CASAL, O.; CASABONA, A., *Proceedings*. 17° Congreso Técnico ATIPCA, Buenos Aires. Pág. 51. 1981.
14. MARTON, R.; RUSHTON, P.; SACCO, J. S.; SUMIYA, K., TAPPI 55 (10). Pág. 1.499. 1972.



LOS ÁRBOLES Y ARBUSTOS CULTIVADOS EN LA CIUDAD DE POSADAS (MISIONES, ARGENTINA)

M. E. Rodríguez / M. Dematteis

Programa de Estudios Florísticos y Genética Vegetal - Facultad de Ciencias Exactas,
Químicas y Naturales - U.Na.M. - Rivadavia 2370. (3300) Posadas, Misiones.

THE TREES AND SHRUBS CULTIVATED IN POSADAS CITY (MISIONES, ARGENTINA)

ABSTRACT

In the present work a census of trees and shrubs cultivated in the centre of Posadas city was carried out. A total of 128 species belonging to 102 genera and 48 plant families were identified. The most frequent species were: *Jacaranda mimosifolia* Don with 1.266 plants (17,69%), *Ligustrum lucidum* Ait. with 945 (13,20%), *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd. with 721 (10,07%), *Delonix regia* (Boj.) Raf. with 655 (9,15%), *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. with 644 (8,99%) and *Cassia fistula* L. with 463 (6,47 %). The families with major number of species represented were: *Fabaceae* (=Leguminosae) (20,31%), *Moraceae* (7,03%), *Bignoniaceae*, *Euphorbiaceae*, *Rutaceae* (4,68%) and *Arecaceae* (=Palmae) (3,9%). The results show a great prevalence of exotic species (87) with respect to native taxa (41). The data presented in this work could allow a better arborization planning of the city public spaces.

KEY WORDS: trees, shrubs, Posadas, arborization.

RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un censo de los árboles y arbustos cultivados en el área céntrica de la ciudad de Posadas. Se identificaron un total de 128 especies pertenecientes a 102 géneros y 48 familias vegetales. Las especies más frecuentes fueron: *Jacaranda mimosifolia* Don con 1.266 plantas (17,69%), *Ligustrum lucidum* Ait. con 945 (13,20%), *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd. con 721 (10,07%), *Delonix regia* (Boj.) Raf. con 655 (9,15%), *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. con 644 (8,99 %) y *Cassia fistula* L. con 463 (6,47%). Las familias con mayor número de especies representadas fueron: *Fabaceae* (=Leguminosae) (20,31%), *Moraceae* (7,03%), *Bignoniaceae*, *Euphorbiaceae*, *Rutaceae* (4,68%) y *Arecaceae* (=Palmae) (3,9%). Los resultados muestran una gran predominancia de especies exóticas (87) respecto a los taxones nativos (41). Los datos presentados en este trabajo podrían permitir una mejor planificación de la arborización de los espacios públicos de la ciudad.

PALABRAS CLAVES: árboles, arbustos, Posadas, arborización.

La ciudad de Posadas, capital de la provincia de Misiones, Argentina, se encuentra ubicada en una de las pronunciadas curvas del río Paraná [1]. El clima subtropical que caracteriza a esta provincia favorece el cultivo de muchas especies exóticas, además de las especies nativas. Dichas condiciones hacen que el paisaje del arbolado público de la ciudad posea una riqueza de especies, de belleza y características particulares.

Diversos han sido los autores que se interesaron en el estudio de los árboles y arbustos cultivados en zonas urbanas; cabe mencionar entre otros a Cappelli & Ceppi (1940) [2], Cozzo (1942) [3] y Pire (1988) [4]. En lo que respecta al arbolado de la ciudad de Posadas, existen dos estudios vinculados con el diseño urbano [5] [6]. Sin embargo, hasta el momento no se han concretado trabajos que contemplen aspectos sistemáticos y estadísticos de los ejemplares cultivados.

El presente estudio tuvo como objetivos conocer las especies cultivadas en calles, plazas y plazoletas de Posadas, determinar el número de individuos plantados por especie y estimar las familias y géneros más representados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de muestreo fue el microcentro de la ciudad, delimitado por las avenidas Andrés Guacurarí, Corrientes, Bartolomé Mitre y Roque Saénz Peña. Esta zona comprende un total de 179 manzanas, dos plazas principales (9 de Julio y San Martín), una plaza secundaria (Polonia) y 46 plazoletas ubicadas sobre las avenidas (Fig. 1).

El relevamiento de las especies cultivadas se realizó utilizando como unidad de muestreo la manzana catastral. A cada especie se le otorgó un código numérico arbitrario que fue utilizado para registrar la ubicación de cada planta en planos individuales de las manzanas.

Los ejemplares vegetales cultivados fueron coleccionados, determinados taxonómicamente y posteriormente depositados en el herbario de la Universidad Nacional de Misiones (MNES) y del Instituto de Botánica del Nordeste (CTES), donde se confirmaron las determinaciones. Los duplicados adicionales de los ejemplares fueron enviados al herbario del Instituto de Recursos Biológicos INTA de Castelar (BAB).

Los ejemplares coleccionados e identificados taxonómicamente representan un total de 128 especies, distribuidas en 102 géneros y 48 familias. En la Tabla 1 se detallan las especies encontradas, la cantidad de individuos cultivados, distribución, y los ejemplares de herbario. Se censaron un total de 7.156 individuos vegetales, de los cuales 5.034 (70,35%) pertenecen a especies exóticas y 2.122 (29,65%) a nativas. Considerando el número total de especies cultivadas, 87 de ellas son exóticas y solamente 41 nativas.

Las familias más representadas en cuanto a cantidad de especies son *Fabaceae* (= *Leguminosae*) (20,31%), *Moraceae* (7,03%), *Bignoniaceae*, *Euphorbiaceae* y *Rutaceae* (4,68%) y *Arecaceae* (= *Palmae*) (3,9%). Las restantes familias muestran valores de representatividad específica de tres por ciento (3%).

Los géneros con más especies cultivadas en Posadas son *Citrus* y *Ficus*, ambos con 5 especies, seguidos por *Albizia*, *Senna* y *Tabebuia* con 3 especies cada uno.

Entre las especies con más individuos cultivados se encuentran *Jacaranda mimosifolia* con 1.266 individuos (17,69%), *Ligustrum lucidum* con 945 (13,20%), *Platanus acerifolia* con 721 (10,07%), *Delonix regia* con 655 (9,15%) (Fig. 2), *Albizia lebbbeck* con 644 (8,99%) y *Cassia fistula* con 463 (6,47%) (Fig. 2). En menor proporción se presentan *Lagerstroemia indica* (5,06%), *Ficus auriculata* (3,60%) (Fig. 2), *Syagrus romanzoffiana* (3,27%) (Fig. 3), *Peltophorum dubium* (2,24 %) (Fig. 3), *Tabebuia heptaphylla* (2,08%) (Fig. 3), *Tecoma stans* (1,37 %) (Fig 3) y *Melia azedarach* (1,37%). Las 13 especies mencionadas incluyen el 84,39% de las plantas cultivadas, quedando el porcentaje restante distribuido entre las otras 115 entidades.

La cantidad de especies presentes (128) indicaría en primera instancia que existe una gran diversidad de plantas cultivadas. Sin embargo, el número de individuos plantados por especie no es uniforme, de manera que unas pocas comprenden casi el 90% de los vegetales y la mayoría se encuentra en una cantidad ínfima.

Hasta el momento, los trabajos realizados sobre las plantas cultivadas en los espacios públicos de la ciudad de Posadas contemplaron principalmente aspectos descriptivos y fenológicos

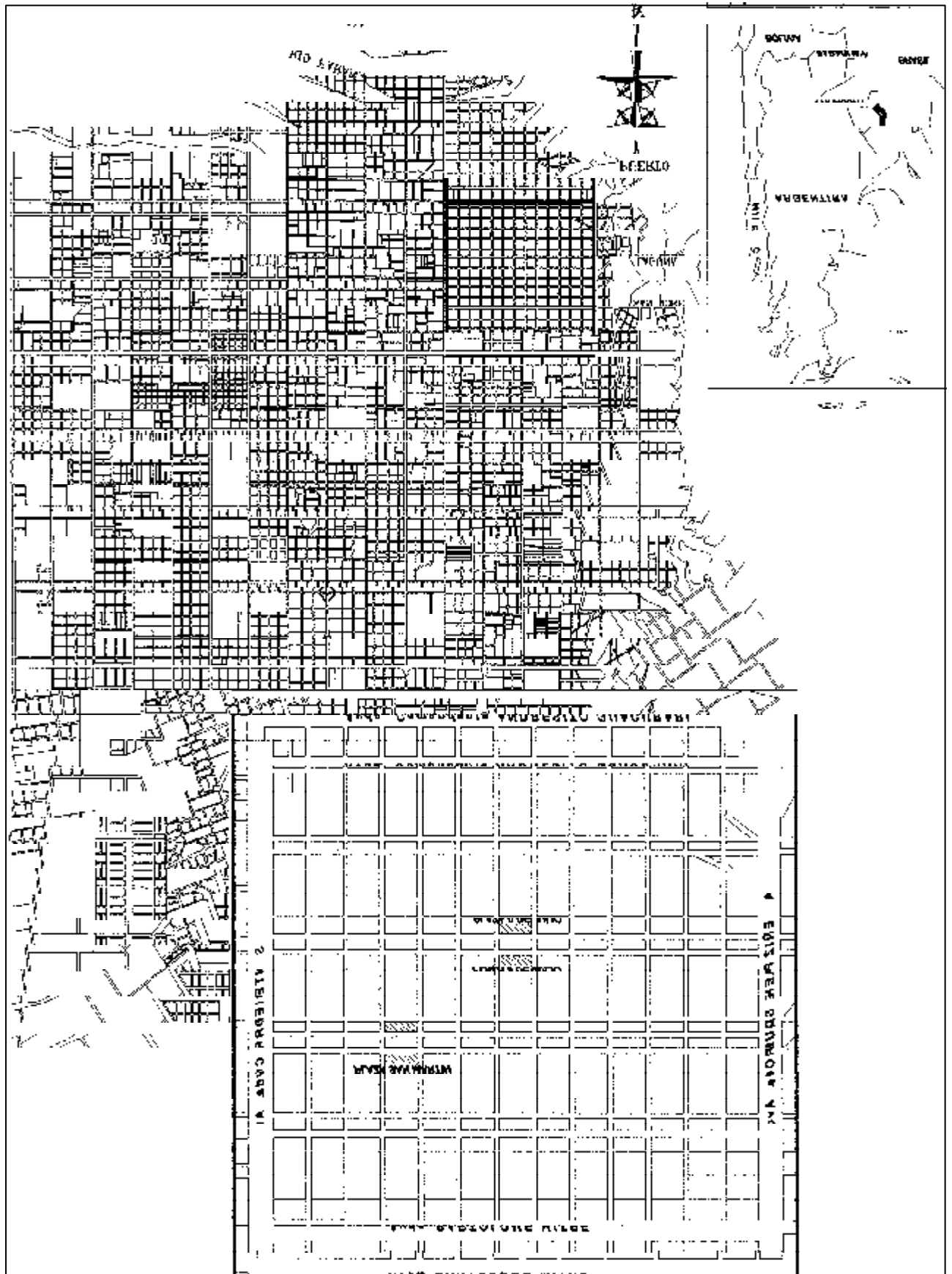


FIGURA 1. Ubicación de la zona de muestreo.



FIGURA 2. Especies nativas cultivadas en la ciudad de Posadas. A. *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman. B. *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. C. *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo. D. *Tecoma stans* (L.) H.B.K.



FIGURA 3: Especies exóticas cultivadas en la ciudad de Posadas. A. *Delonix regia* (Boj.) Rafin. B. *Ficus auriculata* Lour. C. *Cassia fistula* L.

de 34 especies arbóreas y arbustivas [5]. En el presente trabajo se mencionan 94 especies arbóreas y arbustivas adicionales.

Algunas especies exóticas, tales como el plátano (*Platanus acerifolia*) y el ligustro (*Ligustrum lucidum*), que son frecuentes en Posadas, deberían posiblemente dejar de ser cultivadas en vista de que son altamente alergógenas y producen serios perjuicios a la salud de la población [7].

El conocimiento de la cantidad de individuos plantados por especie permitió determinar una neta predominancia de las entidades exóticas respecto a las nativas. Esto también ha sido advertido por otros autores que recomiendan el cultivo de especies representativas de la flora misionera [6] [8] [9]. Tal es el caso de algunos frutales y forestales que son potencialmente aptos para cultivar y que merecerían ser incorporados al arbolado de la ciudad.

Finalmente, es necesario considerar que aún se encuentran especies que no han podido ser determinadas taxonómicamente a causa de la ausencia de ejemplares fértiles que permitan su identificación (por ejemplo algunas Palmeras y Gimnospermas). Por tal motivo, sería importante continuar con estos estudios a los efectos de incrementar el conocimiento de las plantas cultivadas en la ciudad.

CONCLUSIONES

Este trabajo proporciona una estimación cuantitativa y cualitativa de los árboles y arbustos cultivados en Posadas. El conocimiento de la cantidad de individuos plantados por especie constituye uno de los factores a considerar en la planificación del cultivo de las especies actuales o de otras más recomendables.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen muy especialmente al Ing. Antonio Krapovickas, la Dra. Carmen L. Cristóbal y el Sr. Aurelio Schinini por su constante

asesoramiento y colaboración en las determinaciones botánicas. Asimismo, se agradece a todos los demás investigadores del Instituto de Botánica del Nordeste por su excelente predisposición en las diferentes consultas.

A los compañeros de laboratorio con los que compartimos de una u otra manera este proyecto, y particularmente al Lic. Darío Aranda y a la Lic. Alicia Cardozo. A la Prof. Cristina Mayol por la corrección del abstract. ✍

REFERENCIAS

1. MARGALOT, J. A., *Geografía de Misiones*. Industria Gráfica El Libro, Buenos Aires. 261 pp. 1994.
2. CAPELLI, L.; CEPPI, N., *Los árboles de La Plata*. Conferencia publicada por la Intendencia Municipal de la Ciudad de La Plata. 1940.
3. COZZO, D., *El arbolado de las calles de la ciudad de Buenos Aires*. Rev. Arg. Agron. 9: p. 354-376. 1942.
4. PIRE, E., *Perspectivas para el ordenamiento de la vegetación urbana III*. Cuaderno de divulgación U.N.R. Fac. Ciencias Agronómicas. 1988.
5. TEMPORELLI, M.B.; LIRUSSI, M.; SÁNCHEZ, E., *Especies arbóreas y arbustivas, nativas y adaptadas de Misiones y su utilización en el diseño urbano*. Publicación de la Secretaría de Planeamiento. Dirección General de Planificación de Posadas, Misiones, p. 1-132. 1984.
6. DE NOAILLES, C., *Árboles apropiados en lugares apropiados (arborización correcta)*. Revista Construyendo N° 52, p. 23-25. 1992.
7. RATERA, E.L., *Contribución al estudio de los árboles alergógenos de las calles de la ciudad de Buenos Aires*. Bol. Soc. Arg. Hort. 15: p. 25-29. 1957.
8. BERNIO, J.C., *El arbolado urbano. Técnicas de implantación y cuidados*. Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Misiones, p. 23. 1993.
9. KRAUSEMANN, C., *Colaborar, ayudar*. Propuesta Ecológica. Año 2, N° 6, p. 27-29. 1992.

Tabla 1: Especies identificadas y número de individuos censados

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
Aceraceae <i>Acer negundo</i> L. "arce", "negundo"	Exótica América boreal	3	D y R 382 (MNES, CTES)
Anacardiaceae <i>Mangifera indica</i> L. "mango"	Exótica Asia	18	D y R 81 (MNES, CTES)
Apocynaceae <i>Nerium oleander</i> L. "laurel rosa", "adelfa"	Exótica Cuenca del Mediterráneo	25	D y R 10 (MNES, CTES)
<i>Plumeria rubra</i> L. "jasmín magno", "frangipani"	Exótica América tropical	13	R y G, 449 (MNES, CTES)
<i>Thevetia peruviana</i> (Pers.) Schum.	Exótica América Tropical e Islas Antillas	28	D 23 (MNES, CTES)
Aquifoliaceae <i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil. "yerba mate", "caá"	Nativa Sudamérica austral	1	
Araliaceae <i>Dizygotheca elegantissima</i> (Veitch.) R.Vig. et Guill.	Exótica Islas del Pacífico	5	D y R 132 (MNES, CTES)
Araucariaceae <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) Kuntze "pino paraná", "curiy"	Nativa Sudamérica austral	7	
Arecaceae <i>Acrocomia totai</i> Mart. "cocotero", "mbokajá"	Nativa América tropical y subtropical	40	
<i>Butia yatay</i> (Mart.) Becc. "palma yatay", "yatay"	Nativa NE de Argentina	1	

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
<i>Chrysalidocarpus lutescens</i> (Bory) Wendl. "palma frutos de oro"	Exótica Madagascar	9	
<i>Livistona chinensis</i> (Jacq.) R. Br. "palmera china de abanico"	Exótica Asia	8	H 654 (MNES)
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman "pindó", "palma reina"	Nativa Sudamérica austral	235	
Asteraceae <i>Vernonia fulta</i> Griseb.	Nativa Bolivia y NO de Argentina	2	R y D 953 (MNES, CTES)
Bignoniaceae <i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don. "jacarandá"	Nativa Sudamérica austral	1266	D y R 21 (MNES)
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv. "tulipa de África"	Exótica África tropical occidental	2	R y Da 839 (MNES, CTES)
<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandw. "lapacho amarillo"	Nativa S de Brasil y NE de Argentina	1	C 129 (MNES)
<i>Tabebuia chrysotricha</i> (Mart.) Standl. "lapacho"	Nativa E de Brasil y NE de Argentina	12	D y R 76 (MNES, CTES)
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo "lapacho negro"	Nativa Brasil, Argentina y Paraguay	150	C 56 (MNES)
<i>Tecoma stans</i> (L.) H.B.K. "guarán amarillo"	Nativa América, desde EE.UU. hasta el N de Argentina	99	C 24 (MNES)
Bixaceae <i>Bixa orellana</i> L. "urucú", "achote"	Nativa Sudamérica tropical	1	R y D 966 (MNES, CTES)
Bombacaceae <i>Chorisia speciosa</i> A.St.Hil. "palo borracho rosado", "samohú"	Nativa Brasil y NE de Argentina	17	D 57 (MNES, CTES)

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Exótica América Tropical	3	R y D 825 (MNES, CTES)
Boraginaceae <i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Johnst. "loro negro", "peteribí"	Nativa Sudamérica tropical y subtropical	2	R 900 (MNES, BAB, CTES)
<i>Patagonula americana</i> L. "guayaibí", "guayuvira"	Nativa Brasil, Paraguay y Argentina	1	D y R 188 (MNES, CTES)
Caricaceae <i>Carica papaya</i> L. "mamón", "papaya"	Exótica América tropical	5	
Combretaceae <i>Terminalia catappa</i> L. "amendoeira da praia", "chapeu de sol"	Exótica Madagascar, Indias Orientales y Archipiélago Indo-Malayo	2	D y R 134, R 440 (MNES, CTES)
Convolvulaceae <i>Ipomoea carnea</i> Jacq. subsp. <i>fistulosa</i> (Mart.) D.F.Austin "mandijura"	Nativa América tropical y NE de Argentina	3	D y R 54 (MNES, CTES)
Cupressaceae <i>Cupressus</i> sp. "ciprés"	Exótica América boreal, Asia y Europa	40	
<i>Thuja occidentalis</i> L. "tuya"	Exótica América boreal	5	
Euphorbiaceae <i>Acalypha Wilkesiana</i> Müll. Arg.	Exótica Oceanía	24	R y D 827 (MNES, CTES)
<i>Aleurites fordii</i> Hemsl. "tung"	Exótica Asia	1	D y R 190 (MNES)
<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd. "nuez misionera"	Exótica Asia	10	D 29 (MNES, CTES)
<i>Euphorbia cotinifolia</i> L.	Exótica India	54	D y R 38 (MNES, CTES)

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. "estrella federal"	Exótica Méjico y América Central	12	D y R 85 (MNES, CTES)
<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. var. <i>lutea</i> Hort. "estrella federal"	Exótica Méjico y América Central	1	D y R 84 (MNES, CTES)
Fabaceae <i>Acacia dealbata</i> Link "aromo", "mimosa", "acacia francesa"	Exótica SE Australia, Tasmania	5	A 210 (MNES)
<i>Albizia julibrissin</i> Durazz. "acacia de Constantinopla"	Exótica Asia	51	D 26 (MNES, CTES)
<i>Albizia lebbbeck</i> (L.) Benth.	Exótica Asia tropical	644	D y R 42 (MNES., CTES.)
<i>Albizia niopoides</i> (Benth.) Burk. "acacia", "acacia amarilla"	Nativa Brasil y NE de Argentina	9	R y DeM 826, R y Da 840 (MNES., CTES.)
<i>Anandenanthera</i> <i>colubrina</i> (Vell.) Brenan var. Cebil "cebil colorado", "cebil", "curupa'y"	Nativa Sudamérica	1	D y R 1 25 (MNES., CTES.)
<i>Bauhinia forficata</i> Link subsp. <i>pruinosa</i> (Vogel) Fortun. et Wund. "pata de vaca", "pata de buey"	Nativa Sudamérica austral	3	D 47, 54 (MNES., CTES.)
<i>Bauhinia variegata</i> L. "pata de buey"	Exótica Asia	53	R, Da y D 360 (MNES., CTES.)
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw. "chivato chico"	Exótica América tropical	2	R y G 442, D 66 (MNES., CTES.)
<i>Cassia fistula</i> L. "lluvia de oro"	Exótica Asia tropical	463	D y R 39, C65 (MNES., CTES.)
<i>Cassia javanica</i> L.	Exótica Indonesia	1	A y R 113 (MNES., CTES.)

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
<i>Cercis siliquastrum</i> L. "árbol de Judea", "nanaumbús"	Exótica S. de Europa	3	D y R 204 (MNES, BAB, CTES)
<i>Delonix regia</i> (Boj.) Rafin. "chivato", "samboyán", "flamboyana"	Exótica Africa	655	R y G 443, 445 (MNES, CTES)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong "oreja de negro", "timbó"	Nativa Brasil, Paraguay y Argentina	1	R y D 830 (MNES, BAB, CTES)
<i>Erythrina crista-galli</i> L. "ceibo"	Nativa Sudamérica austral	2	D y R 31 (MNES, CTES)
<i>Erythrina reticulata</i> Presl.	Exótica Méjico	3	C y R 59 (MNES, CTES)
<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill. "añil"	Nativa América tropical y subtropical	2	D 73 (MNES, CTES)
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl. "ysapuí", "sapuy morotí", "isapuy-guazú"	Nativa Bolivia, Paraguay y Argentina	3	R 288 (MNES)
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. "caña fístula", "ybyrá-pita"	Nativa Sudamérica austral	161	D 72 (MNES, BAB, CTES)
<i>Pterogyne nitens</i> Tul. "tipa colorada"	Nativa Brasil, Bolivia, Paraguay y Argentina	1	D 330 (MNES, CTES)
<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr. "samán"	Exótica Sudamérica ecuatorial	3	R y D 835 (MNES, CTES)
<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) Blake "bacurubú", "guapuruvú"	Exótica Brasil	2	
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb. "taperyva guasu"	Exótica Sudamérica tropical	1	
<i>Senna macranthera</i> (Collad.) Irwin et Barneby	Exótica E. de Brasil	1	D 74 (MNES, BAB, CTES)
<i>Senna spectabilis</i> (DC.) Irwin et Barneby	Nativa América tropical y subtropical, Argentina	1	D y R 8 (MNES, CTES)

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers. "acacia", "café"	Nativa Sudamérica austral	1	D 71 (MNES)
<i>Tipuana tipu</i> (Benth.) Kuntze "tipa", "tipa blanca"	Nativa Bolivia y NO de Argentina	36	R y G 447 (MNES, CTES)
Fagaceae <i>Quercus robur</i> L. "roble de Eslavonia"	Exótica Cuenca del Mediterráneo	3	
Hamamelidaceae <i>Liquidambar styraciflua</i> L. "liquidambar", "nogal satinado"	Exótica América boreal	12	D 191 (MNES, CTES)
Lauraceae <i>Cinnamomum zeylanicum</i> Breyn. "canelo"	Exótica Ceilán	4	R y D 364 (MNES, CTES)
<i>Persea americana</i> Mill. "palta", "aguacate"	Exótica América Tropical	18	D, De M y R 334 (MNES, CTES)
Liliaceae <i>Cordyline dracaenoides</i> Kunth "varana"	Nativa Sudamérica tropical, Argentina	7	
<i>Cordyline terminalis</i> Kunth	Exótica Asia	31	R, De M y D 969 (MNES, CTES)
<i>Dracaena fragans</i> (L.) Ker Gawl.	Exótica Nueva Guinea	36	
Lythraceae <i>Lagerstroemia indica</i> L. "crespón", "espumilla"	Exótica Asia y Oceanía	364	D y R 80 (MNES, BAB, CTES)
<i>Lagerstroemia speciosa</i> Pers.	Exótica Asia tropical	1	R 837 (MNES, BAB, CTES)
Magnoliaceae <i>Magnolia grandiflora</i> L. "magnolia"	Exótica América boreal	15	R 832 (MNES, BAB, CTES)
Malpighiaceae <i>Heteropterys angustifolia</i> Griseb. "tilo de campo"	Nativa NE de Argentina y Brasil	2	R y D 829 (MNES)
Malvaceae <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. "rosa de la China", "sinensis"	Exótica Asia	36	D 12 (MNES)

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
<i>Hibiscus syriacus</i> L. "rosa de sharon", "hibisco", "suspiro"	Exótica E de Asia	4	D y R 201 (MNES, CTES)
<i>Malvaviscus penduliflorus</i> DC.	Exótica India Occidental	7	D y R 18 (MNES, CTES)
Meliaceae <i>Cedrela</i> sp. "cedro"	Exótica América tropical, Asia y Australia	1	L 443 (MNES)
<i>Cedrela odorata</i> L.	Exótica Méjico	6	D y R 83 (MNES, CTES), D 28 (MNES)
<i>Melia azederach</i> L. "paraíso"	Exótica Asia	99	D y R 79 (MNES, CTES), D 193 (CTES)
Moraceae <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.	Exótica Asia y Africa tropical	1	D y R 135 (MNES)
<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul "ambay", "amba'y"	Nativa Sudamérica austral, Argentina	5	D y R 79 (MNES, CTES)
<i>Ficus auriculata</i> Lour "sombrero", "chapeu"	Exótica Asia	259	R y D 967 (MNES, CTES)
<i>Ficus benjamina</i> L.	Exótica Asia tropical	8	
<i>Ficus elastica</i> Roxb. "gomero"	Exótica India y Malasia	41	R y D 833 (MNES, CTES)
<i>Ficus lyrata</i> Warb.	Exótica África tropical	31	R 1065 (MNES, CTES)
<i>Ficus mysorensi</i> s Hayne	Exótica India	2	D y R 77 (MNES, BAB, CTES)
<i>Morus alba</i> L. "morera blanca"	Exótica China	22	D y R 20 (MNES, CTES)
<i>Morus nigra</i> L. "morera negra"	Exótica Asia	3	D, De M y R 335 (MNES, CTES)
Musaceae <i>Ravenala madagascariensis</i> Sonn. "árbol del viajero"	Exótica Madagascar	1	

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
Myrtaceae <i>Callistemon coccineus</i> F. Muell. "limpiatubo"	Exótica Australia	8	
<i>Eugenia uniflora</i> L. "ñangapiry", "pitanga"	Nativa Brasil, Uruguay, Argentina y Paraguay	2	D y R 133 (MNES, CTES)
<i>Psidium guajaba</i> L. "guayabo", "arasa"	Exótica América Tropical	11	D 24 (MNES, CTES)
Nyctaginaceae <i>Bougainvillea spectabilis</i> Willd. "santa rita"	Exótica Brasil	5	D y R 40 (MNES)
Oleaceae <i>Fraxinus</i> sp. "fresno"	Exótica Hemisferio Norte	10	
<i>Ligustrum lucidum</i> Ait. "ligustro", "aligustre"	Exótica China	945	D y R 44 (MNES, CTES)
Pinnaceae <i>Pinus elliottii</i> Engelm. "pino elioti"	Exótica SE de EE.UU.	5	D 189 (MNES)
Platanaceae <i>Platanus acerifolia</i> (Ait.) Willd. "plátano"	Exótica América del Norte, Europa y Asia	721	D 37, R y G 441 (MNES, CTES)
Polygonaceae <i>Ruprechtia laxiflora</i> Meissn. "marmelero"	Nativa Sudamérica, NE de Argentina	1	H 641 (MNES, CTES)
Proteaceae <i>Grevillea banksii</i> R. Br. "grevilea"	Exótica Australia	1	D y R 186 (MNES, CTES)
<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn. "roble sedoso", "grevilea", "roble australiano"	Exótica Australia	12	
<i>Stenocarpus sinuatus</i> Endl.	Exótica Australia	1	
Rhamnaceae <i>Hovenia dulcis</i> Thunb. "hovenia", "palito dulce", "uva china"	Exótica Asia	28	D 64 (MNES, CTES)

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
Rosaceae <i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl. "níspero", "níspero japonés"	Exótica China y Japón	6	D y R 320 (MNES, CTES)
<i>Rosa</i> sp. "rosa"	Exótica Hemisferio Norte	2	D y R 129 (MNES)
<i>Spiraea cantoniensis</i> Lour. "corona de novia"	Exótica China y Japón	34	D y R 192 (MNES, CTES)
Rubiaceae <i>Ixora coccinea</i> L.	Exótica SE de Asia	1	R, D y De M 970 (MNES)
<i>Coffea arabica</i> L. "café", "cafeto"	Exótica África tropical	2	D 82 (MNES, BAB, CTES)
<i>Pentas lanceolata</i> Schum.	Exótica África y E de Asia	2	D y R 19 (MNES, CTES)
Rutaceae <i>Citrus aurantium</i> L. "naranja agrio", "apepú", "naranja amargo"	Exótica SE de Asia y Malasia	17	R y D 965 (MNES, CTES)
<i>Citrus limon</i> (L.) Burn f. "limonero"	Exótica SE de Asia	13	
<i>Citrus paradisi</i> Macfad. "pomelo"	Exótica Indias Occidentales	1	
<i>Citrus reticulata</i> Blanco "mandarino"	Exótica SE Asia	7	
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck "naranja dulce"	Exótica China e Indonesia	17	D y R 8 (MNES, CTES)
<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack. "mirto"	Exótica Asia y Oceanía	6	D 70 (MNES, CTES)
Salicaceae <i>Salix humboldtiana</i> Willd. "sauce criollo"	Nativa Argentina	13	R y G 446 (MNES, CTES)
Sapindaceae <i>Cupania vernalis</i> Cambess. "camboatá"	Nativa Sudamérica austral, Argentina	2	R y D 834 (MNES, CTES)
<i>Melicoccus lepidopetalus</i> Radlk. "yva-povo"	Nativa Sudamérica austral, NE de Argentina	3	R y G 448 (MNES, CTES)

Especies Nombres vulgares	Origen	Nº de individuos	Coleccionista y Herbario
Solanaceae <i>Brunfelsia australis</i> Benth. "jasmín del Paraguay"	Nativa Sudamérica, N de Argentina	20	R y D 968 (MNES, CTES)
<i>Cestrum laevigatum</i> Schlecht.	Nativa Paraguay, Brasil y Argentina	2	D 41 (MNES, CTES)
Sterculiaceae <i>Brachychiton discolor</i> F. Muell.	Exótica Australia	1	D y R 33 (MNES, CTES), R, L y S 968 (MNES)
<i>Brachychiton populneum</i> R. Br. "braquiquito", "brachichito"	Exótica Australia	7	D y R 36 (MNES, CTES)
Taxodiaceae <i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook. "cuningamia", "abeto chino"	Exótica China	1	D 13 (MNES, CTES)
<i>Taxodium sp.</i> "ciprés"	Exótica América del Norte	1	
Theaceae <i>Camelia sinensis</i> L. "té"	Exótica India y China	5	
Tiliaceae <i>Luehea divaricata</i> Mart. "azota caballo"	Nativa América tropical y subtropical, N de Argentina	3	D y R 32 (MNES, CTES)
Verbenaceae <i>Duranta erecta</i> L. "duranta", "tala blanco"	Nativa América tropical y subtropical, N de Argentina	3	D y R 199 (MNES, BAB, CTES)
<i>Tectona grandis</i> L. "teka"	Exótica Asia	4	D y R 131 (MNES, CTES)
Total de individuos censados		7.156	
Las abreviaturas de los coleccionistas son: A= D. Aranda, C= A. Cardozo, Da= J. Daviña, D= M. Dematteis, De M= C. De Marcco, G= R. Guillén, H= A. Honfi, L= I. Lirussi, R= M. Rodríguez y S= G. Seijo			



NOTAS

INCIDENCIA DE *SALMONELLA* EN HUEVOS DE GALLINA Y MAYONESA ARTESANAL

Amer, Lidia / Von Specht, Martha / Maubecin, Elsa / Bargardi, Severino.
Facultad de Cs. Ex. Qcas. y Nat. - Cátedra de Microbiología General - U.Na.M.
M. Moreno 1375 - (3300) Posadas - Misiones - E-mail: sebarces@escenf.unam.edu.ar

OCCURRENCE OF *SALMONELLA* IN EGGS AND HOME-MADE MAYONNAISE

ABSTRACT

The main purpose of the present work was to determine the occurrence of *Salmonella* in eggs and home-made mayonnaise purchased in food marts of Posadas, Misiones. Forty-four eggs samples and twenty-four mayonnaise samples were analyzed, none of them were previously associated to any case of food intoxication. The egg crusts were washed and the contents assayed separately. A previous enrichment growth was followed by an isolation using selective media with a 24 and 48 hours sampling scheme. No *Salmonella* was detected in the samples, although *Salmonella* Enteritidis was recovered as an internal control.

KEYWORDS: salmonellosis, mayonnaise, eggs, occurrence of *Salmonella*.

RESUMEN

El propósito del presente trabajo fue determinar la eventual presencia de *Salmonella* en huevos frescos de gallina y comidas elaboradas con mayonesa casera. Se analizaron 44 y 24 muestras, respectivamente, procedentes de comercios de Posadas (Misiones). Éstas no estaban asociadas directamente a casos de brotes epidémicos de enfermedades transmitidas por alimentos. Se evaluaron separadamente los lavados de las cáscaras y el contenido de los huevos. Previo enriquecimiento de las muestras, se inocularon en caldos selectivos con aislamientos a las 24 y 48 horas.

No se detectó *Salmonella* en ninguna de las muestras, siendo recuperada la cepa patrón de *Salmonella* Enteritidis en los controles internos.

PALABRAS CLAVES: salmonelosis, mayonesa, *Salmonella* en huevos, incidencia de *Salmonella*

INTRODUCCIÓN

Entre los microorganismos potencialmente presentes en huevos, los del género *Salmonella* son los únicos patógenos para el hombre. Algunas cepas de *Salmonella*, pueden penetrar en los huevos a través de los ovarios de las gallinas, pero generalmente lo hacen a través de la cáscara, como otras bacterias, en especial cuando la misma está sucia con heces, húmeda, o durante el enfriamiento del huevo, pudiendo alcanzar en el interior del mismo cifras del orden de 10^8 UFC/g [1].

Aun cuando los huevos frescos sean ingredientes de alimentos que serán consumidos previa cocción, cabe destacar la importancia de un control microbiológico preventivo en vista de la posible transmisión del agente a otros alimentos que se consumen crudos [1, 2].

En España, la causa más frecuente de enfermedades transmitidas por alimentos (ETA) es la mayonesa casera preparada con huevos frescos. *Salmonella* Enteritidis es responsable del 78% de los brotes de etiología conocida; los huevos y productos aviares, constituyen el 90% de estos brotes [3]. A partir de 1986 comienza a registrarse en la Argentina un elevado número de ETA causadas por *Salmonella* Enteritidis [4, 5].

Las cepas de *Salmonella* contaminantes de los huevos, mueren a los pocos días en salsas y aderezos ácidos. Esto no acontece cuando la mayonesa no es ácida [1], y es allí donde se pueden registrar brotes de salmonelosis por consumo de la misma.

Los alimentos de mayor riesgo son aquellos que llevan principalmente huevos crudos en forma de mayonesa artesanal, aderezos, salsa golf y cremas [4].

En setiembre de 1992 se registró un brote de salmonelosis en un restaurante de la ciudad de Encarnación (Paraguay) a raíz de la ingesta de mayonesa casera. El mismo afectó a casi un centenar de personas. El plato consumido por la totalidad de los intoxicados fue ensalada rusa, sospechándose particularmente de la mayonesa [6]. Consecuentemente se aisló *Salmonella* del alimento original y en el coprocultivo de un paciente. En este último caso se envió la cepa al Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas «Dr. Carlos G. Malbrán» para su serotipificación, correspondiendo a *Salmonella* Enteritidis [7].

A raíz de este notorio caso, donde la probable fuente de contaminación fue la materia prima, y en vista de que en nuestra zona no se han realizado estudios al respecto, se decidió iniciar un relevamiento de la calidad microbiológica de huevos frescos de gallina y productos derivados tomados al azar y no asociados a ETA.

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de muestras

Se analizaron un total de 264 huevos frescos de gallina y 24 muestras de comidas elaboradas con mayonesa casera, presuntamente aptos para consumo, provenientes de comercios de la ciudad de Posadas, durante el período de un año.

Las muestras de huevos frescos consistieron en seis unidades en maples, tomadas al azar y transportadas al laboratorio en el mismo recipiente de expendio. Las muestras de comidas elaboradas con mayonesa casera, preparadas en el momento, procedieron de puestos callejeros y de comercios expendedores de comidas rápidas o al paso y se transportaron refrigeradas. El procesamiento se efectuó en forma inmediata a su arribo al laboratorio:

a) **Cáscaras:** se estudiaron las cáscaras de 220 huevos seleccionados al azar a partir de la muestra primaria. Se agruparon en *pools* de cinco unidades y se efectuó el lavado con 225 ml de agua de peptona al 0,1%, en bolsas de polietileno estériles;

b) **Contenido:** se estudió individualmente el contenido de 44 unidades independientes. Se esterilizó la cáscara de un huevo con alcohol de 95°, se flameó y se volcó el contenido asépticamente en 225 ml de agua de peptona al 0,1% y la cáscara fue descartada [3];

c) **Comidas elaboradas con mayonesa casera:** se tomaron 25 g de muestras en 225 ml de agua de peptona al 0,1%. Se homogeneizó en forma manual;

d) **Controles:** se emplearon como controles en cada experiencia, los lavados de las cáscaras de huevos, contenido de los mismos y de mayonesa que resultaron negativos, a los que se le sembró una ansada de *Salmonella* Enteritidis con el propósito de descartar solamente fallas operativas, ya que los medios usados y la técnica son mundialmente reconocidos.

Aislamiento e identificación de *Salmonella*

Se realizó el preenriquecimiento de las muestras en agua de peptona al 0,1%, 24 horas a 37°C. Luego se sembraron 1 ml de los cultivos a Caldo Selenito Cistina (SC) y a Caldo Tetratiónato (TT); 0,1 ml a Caldo Rapaport Vassiliadis (RV), los que se incubaron durante 24 horas a 37°C los primeros y a 43°C el RV.

A partir de estos, se estiraron placas de Agar Eosina y Azul de Metileno (EMB), Agar *Salmonella* Shigella (SS), Agar Bismuto Sulfito (BS), Agar Verde Brillante (VB) y Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD). Se incubaron a 35-37°C durante 24-48 horas. De cada placa se seleccionaron cinco colonias presuntivas de *Salmonella* que se inocularon a picos de Agar Hierro Tres Azúcares (TSI). Luego se continuó con la identificación bioquímica y serológica de las mismas [8].

RESULTADOS

No se aisló *Salmonella* de las muestras estudiadas, a pesar de haber logrado una buena recuperación del microorganismo patrón con todas las combinaciones de medios utilizadas.

Como flora acompañante identificada en cáscara, se recuperaron *Proteus* spp, otras enterobacterias, *Pseudomonas* spp, y *Staphylococcus* spp.

DISCUSIÓN

Los resultados de la experiencia coincidieron en gran medida con las realizadas por los investigadores extranjeros y argentinos [3, 4]. La incidencia de *Salmonella* en huevos frescos no relacionados con ETA arrojan resultados entre 0-0,2% en algunos países desarrollados; según Perales y colaboradores [3] en España 0,6%, en India 1%. Como vemos, estos valores que se observan en la India y aún el de España, resultan muy altos y superan los valores antes mencionados. En la provincia de Misiones no conocemos que se haya determinado la incidencia de *Salmonella* en huevos frescos, relacionada con ETA, ya sea en brotes epidémicos o interepidémicos, para poder comparar resultados y realizar una justa apreciación.

Una baja recuperación del microorganismo en el interior de los huevos puede explicarse por: 1) resistencia a la penetración por la cáscara y sus

membranas, y 2) los múltiples factores que hacen que la clara sea un medio pobre para el crecimiento microbiano [1].

En nuestro caso la falta de hallazgo de *Salmonella* podría explicarse también por la baja cantidad de huevos analizados y, además, porque no analizamos huevos procedentes de Encarnación que se comercializan en Posadas en forma clandestina y tampoco los provenientes de los hogares de barrios del conurbano, así como los provenientes del interior de la provincia.

El estudio bacteriológico del interior del huevo se realizó ante la posibilidad de aislamiento de alguna serovariedad de las citadas en la bibliografía. La recuperación de *Salmonella* en las ponedoras muertas y la transmisión transovárica podría explicar eventualmente el hallazgo. No obstante, se reconoce una menor incidencia en este caso comparada a la del ingreso de *Salmonella* por la cáscara [1, 3, 4].

Del análisis de las comidas surge: 1) en nuestro caso, el estudio en distintos períodos no resultó significativo; 2) el muestreo se hizo en lugares donde la fabricación de las comidas se realiza generalmente en forma inmediata y no de otros servicios de comidas donde la preparación se hace con mucha anticipación; esto explicaría en parte la falta de hallazgo de *Salmonella*; 3) la búsqueda de *Salmonella* se debería realizar siempre en casos de brotes y si estos no tuvieran lugar, realizarlas en forma esporádica con una buena planificación.

El brote ocurrido en Encarnación, según la comunicación de profesionales encargados del control [6], se debió a deficiencias sanitarias y a insuficiente capacidad de refrigeración del equipamiento que no alcanzaba las temperaturas reglamentarias, manteniéndose en los 10°C a pesar de tratarse de un día de baja temperatura (16°C), siendo coincidente con estudios que sostienen que los factores que contribuyen con más frecuencia a la aparición de brotes asociados a comidas preparadas son: 1) malas prácticas higiénicas durante el proceso de elaboración; 2) exposición del alimento a temperatura ambiente durante períodos prolongados; 3) insuficiente capacidad de refrigeración e interrupción de la cadena de frío; y 4) la contaminación cruzada por presencia de portadores entre el personal.

Por otra parte, como lo señala Eiguer T. y colaboradores [4], debemos pensar en “una necesaria y efectiva vigilancia de *Salmonella* Enteritidis y el control de los alimentos de origen aviar”, pero por sobre todas las cosas debemos evitar las ETA con medidas preventivas de control, algunas de las cuales mencionamos a continuación, tales como: “rápida recolección de huevos luego de la postura, no usar huevos cascados en la elaboración de comidas a menos que sean pasteurizados posteriormente, interrumpir el ciclo de infección de las aves en las granjas, etc.”.

Para nosotros resulta importante dejar establecidas las técnicas de trabajo, pensar en mejorarlas, y tener la disponibilidad de recursos humanos para estudios de brotes epidemiológicos en las ETA, como un servicio de la Facultad a disposición de los medios que requieran un estudio al respecto, en alimentos no cárnicos de origen animal.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades del CIDeT y a quienes nos alentaron a empezar y luego a seguir con el trabajo.

REFERENCIAS

1. ELLIOTT, R.P.; HOBBS, B.C., *Huevos y Ovoproductos. Ecología microbiana de los alimentos*. Tomo II, p. 526-572. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). Ed. Acribia. Zaragoza, España. 1980.
2. TERISOTTO, S.; TIBURZI de SIVA, M. C.; JIMÉNEZ de TEREZANI, S. M.; TESSI, M. A.; MOGUILEVSKY, M. A., *Prevalencia de Salmonella en canales de pollos eviscerados*. La Ind. Cárnica Latinoamericana, 18 (81): 40-46. 1990.
3. PERALES, I.; AUDICANA, A. *The role of hens' eggs in outbreaks of salmonellosis in north Spain*. International Journal of Food Microbiology, 8 p.175-180.1989.
4. EIGUER, T; CAFFER, M. I.; FRONCHKOWSKY, G. B., *Importancia de la Salmonella Enteritidis en brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en Argentina*, años 1986-1988. Rev. Arg.de Microbiología. Vol. 22, N° 1 p. 3 1-36. 1990.
5. MARTÍNEZ, L.; FRIGERIO, C.; MOYANO, S.; MARTÍNEZ, E.; ERASO, A., *Brotes de salmonelosis vehiculizados por mayonesa en la ciudad de Río Cuarto*. Libro de Resúmenes. V Congreso Argentino de Microbiología, Mar del Plata. E-24, 20 al 25 de noviembre de 1988.
6. PERIÓDICO EL TERRITORIO Año LXVIII, N° 22.868. p. 24 y N° 22.869. p. 16. Posadas. Misiones. 1992.
7. Comunicación personal.
8. ANDREWS, W.H.; BRUCE, V. R.; JUNE, G.; SATCHEL, F.; SHERROD, P., *Salmonella*. In Bacteriological Analytical Manual, 7th. Ed. Food and Drug Administration. Arlingtons, v.a. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), p. 51-69. 1992.
9. RASCOVSKY, E.; NADAL, M.; CHANARIAN, M. M.; LURÁ, M. C. E.; SILVESTRE A.; TESONE, S., *Aspectos epidemiológicos de 16 brotes de ETA ocurridos en la ciudad de Buenos Aires*. Libro de Resúmenes. V Congreso Argentino de Microbiología, Mar del Plata. E-22, 20 al 25 de noviembre de 1988.