



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

CENTRO DE INVESTIGACIÓN y DESARROLLO TECNOLÓGICO (CIDEt)
Director: Dr. Sergio Andrés Tonon

Revista de Ciencia Y Tecnología

CONSEJO DE DIRECCIÓN

Director: Dr. Rogelio Santos Stampella
Área Bioquímica y Farmacia: Dr. Sergio Andrés Tonon
Área Ingeniería y Tecnología: Ing. Qco. María Diora Pettri Flores
Área Genética y Biología: Dr. Alberto Sergio Fenocchio

CONSEJO DE EDICIÓN

Área Genética y Biología:
Prof. Ing. Fernando Dulout - 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.
Dr. Claudio J. Bidau - U.N. Misiones
Dr. Mario A. Poli - CNIA-INTA. Castelar

Área Bioquímica y Farmacia:

Dra. Regina de Wikinski - U.B.A.
Dr. Ramón de Torres - U.B.A.
Dr. Eduardo Ercoli - U. N. Cuyo
Ing. Federico Emiliani - INALI. S. Fe
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
Dr. Carlos E. Schvezov - U. N. Misiones
Ing. Hugo E. Poncino - IMAE. U.N. Rosario

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 - 422186/427498/435085 - Fax: 54 - 3752 - 425414- E-mail: cidet@fceqyn.unam.edu.ar



EDITORIAL UNIVERSITARIA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES
San Luis 1870 - 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

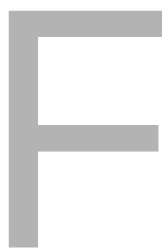
Revista de Ciencia y Tecnología

ÍNDICE

3

AÑO 3 / Nº 3 / 2000

- 5 EDITORIAL
- 6 BIOQUÍMICA Y FARMACIA
Factores de riesgo para la aterosclerosis coronaria en el nordeste argentino. Dieta alimentaria y nivel de instrucción / Castillo, S.; Coniglio, R. I.; Doubnia, M. I.; Lopez Torres, J.; Guersanik, C. S.; Meza, G.; Claramaunt, R.; Durando, A.; Ramírez, R.; Silva, E.; D'alonzo, T.
- 17 Niveles fisiológicos de componentes sanguíneos en población geriátrica del nordeste argentino / Coppo, J. A.; Coppo, N. B.
- 31 INGENIERÍA y TECNOLOGÍA
Búsqueda de consolidantes para suelos de tierra colorada de la provincia de Misiones. Parte I: comparación de propiedades físico-mecánicas de suelo colorado natural y de suelo nido termitero (tacurú) / Siviero, N. R.; de Lima, E.; Argüello B. del V.
- 36 GENÉTICA y BIOLOGÍA
Análisis de la lluvia polínica de la Ciudad de Posadas / Paul, R. M.; Fernández, L. C.; Huk, L. H.
- 47 Extracción, purificación y detección molecular del genoma de dengue tipo 2 en mosquitos *Aedes aegypti* / Liotta, D. J.; Cabanne, G. S.; Tonon, S. A.
- 53 Primer hallazgo de *Aedes aegypti* en Paraná, provincia de Entre Ríos, Argentina / Guidotti, A. M.
- 59 Parámetros genéticos para características de crecimiento en un rodeo de bovinos de la raza Santa Gertrudis del Estado de San Pablo / Gunski, R. J.; Bezerra, L. A. F.; Duarte, F. A. M.; Garnero, A. del V.; Lobo, R. B.
- 64 *Limnoperna fortunei* en el Alto Paraná argentino / Di Persia, D. H. / D'Angelo, R. A.
- 71 NOTAS
Estudio comparativo del sistema de ventilación de una mina subterránea, utilizando un nuevo programa de cálculo / González, P. L. / Marín, M. / Grasso, A. B. / Molina, W. G.
- 80 INVESTIGACIONES EN CURSO
- 83 NORMAS Y PROCEDIMIENTO PARA PUBLICACIONES



FACTORES DE RIESGO PARA LA ATEROSCLEROSIS CORONARIA EN EL NORDESTE ARGENTINO. DIETA ALIMENTARIA Y NIVEL DE INSTRUCCION

Castillo, S.* / Coniglio, R. I.** / Doubnia, M. I.*** / Lopez Torres, J.*** / Guersanik, C. S.*** Meza, G.*** / Claramaunt, R.*** / Durando, A.*** / Ramírez, R.*** / Silva, E.*** D'alonzo, T.***.

* Facultad de C. Exactas Químicas y Naturales - U.Na.M. ** Centro de Invest.

Biomédicas - Viedma. Río Negro. *** Hospital Dr. R. Madariaga - Posadas - Misiones.

RISK FACTORS TO CORONARY HEART DISEASE IN THE ARGENTINA NORTHEAST. DIET AND INSTRUCTION LEVEL

ABSTRACT

It is important to know the prevalence of risk factors for atherosclerosis in our region. We studied 498 subjects in Argentina North East, living in Posadas City, 219 males and 279 females, aged 20 or more, "apparently healthy". We determined: a) the diet intake; b) the most frequent values and percentages of: BMI (Body Mass Index), Systolic Blood Pressure (PS), Diastolic Blood Pressure (PD), Total Cholesterol (CT), Triglycerides (TG), HDL Cholesterol (CHDL), LDL Cholesterol (CLDL) and c) prevalence of principal risk factors for coronary atherosclerosis according to sex, age and instruction level. The diet of these 102 subjects of both sexes, contained: 3059 ± 1143 Kcal, $53 \pm 10\%$ carbohydrates, $30 \pm 9\%$ lipids, $17 \pm 4\%$ proteins, 487 ± 237 mg/day cholesterol, P/S 1.02 ± 0.44 , Key Index 31.6 ± 10.8 . The average of PS, PD, CT, TG, CHDL, CLDL in males were: 129 mmHg, 83 mmHg, 176, 120, 41 and 109 mg/dl respectively; in females, 129 mmHg, 81 mmHg, 179, 116, 45 and 111 mg/dl respectively. The prevalence of principal risk factors, in males and females, between 30 and 50 years of age, were: CLDL ≥ 160 mg/dl, 13.9% y 5.9% ($P < 0.05$) ; Cig ≥ 10 /d, 24% y 7.6% ($P < 0.01$) ; Arterial Hypertension (HTA) (160/95 mmHg ó treated), 25.3% y 30.3% respectively. HTA was more frequent in subjects with elementary instruction vs. high school graduates, 44.8% vs. 15.9% ($P < 0.01$) respectively. Our results indicate that the diet was within recommended values of the American Heart Association; the average CT and CLDL were below those found in other regions of Argentina; CLDL ≥ 160 mg/dl did not exceed the 10% in both sexes, but were 19.6% in females aged 50 and older; HTA, aged 50 and older were: 40% in males and 44.9% in females; the females with lower levels of formal instruction showed higher frequency of HTA. We recommended campaigns to be promote for blood pressure control of the population resident in the region under study.

KEY WORDS: atherosclerosis, risk factors, prevalence, diet, hypercholesterolemia, hypertension, smoking habit, overweight, education level.

RESUMEN

Es importante conocer la prevalencia de los factores de riesgo para la aterosclerosis en la región donde se vive porque puede haber diferencias interregionales por múltiples causas que no hacen recomendable adoptar valores de otras regiones. Se estudiaron 498 sujetos del Nordeste argentino que habitaban en la ciudad de Posadas (provincia de Misiones), 219 varones y 279 mujeres, todos de 20 años y más, "aparentemente sanos". La dieta alimentaria en 102 individuos contenía: 3.059 ± 1.143 Calorías, $53 \pm 10\%$ Hidratos de Carbono, $30 \pm 9\%$ Lípidos, $17 \pm 4\%$ Proteínas, 487 ± 237 mg/día Colesterol, P/S 1.02 ± 0.44 , Índice de Keys 31.6 ± 10.8 . Los sujetos con menores recursos económicos consumían una dieta más rica en hidratos de carbono y lípidos y más pobre en fibras que

los de mayor nivel de recursos. En varones, los promedios de presión sistólica (PS), presión diastólica (PD), Colesterol total (CT), Triglicéridos (TG), Colesterol HDL (C-HDL) y Colesterol LDL (C-LDL) fueron: 129 mm Hg, 83 mmHg, 176, 120, 41 y 109 mg/dl respectivamente; en mujeres: 129 mmHg, 81 mmHg, 179, 116, 45 y 111 mg/dl respectivamente. La prevalencia de los factores de riesgo principales entre 30 y 50 años, en varones y mujeres, fue: C-LDL $\geq$ 160 mg/dl, 13.9% y 5.9% ($P < 0.05$); Cig $\geq$ 10/d, 24% y 7.6% ($P < 0.01$); Hipertensión arterial (HTA) (160/95 ó tratados), 25.3% y 30.3% respectivamente. HTA fue mayor en mujeres con instrucción primaria vs. secundaria, 44.8% vs. 15.9% ($P < 0.01$) respectivamente. La dieta consumida se encontró dentro de los valores recomendados por la American Heart Association; los promedios de CT y C-LDL fueron más bajos que en otras regiones del país; C-LDL $\geq$ 160 mg/dl no superó el 10% en ambos sexos, pero fue 19.6% en mujeres de más de 50 años; HTA, en mayores de 50 años fue 40% en varones y 44.9% en mujeres; las mujeres con menor nivel de instrucción tenían mayor frecuencia de HTA. Se recomienda promover campañas de control de la presión arterial en la región estudiada.

PALABRAS CLAVES: aterosclerosis, factores de riesgo, prevalencia, dieta, hipercolesterolemia, hipertensión, hábito de fumar, sobrepeso, nivel de educación.

ABREVIATURAS: CT= Colesterol Total, TG= Triglicéridos, CHDL= Colesterol HDL, CLDL= Colesterol LDL, HTA= Hipertensión Arterial, Cig= Cigarrillos, BMI= Índice de Masa Corporal.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares constituyen la primera causa de muerte en nuestro país [1] y también en la provincia de Misiones [2].

La aterosclerosis coronaria es la principal causa del infarto de corazón y numerosos factores de riesgo intervienen para su silencioso desarrollo a través del tiempo. Los factores de riesgo han sido estudiados por numerosos grupos [3-7], y muchos de ellos se encuentran asociados entre sí siendo sus efectos multiplicativos.

Paneles de expertos [8] han definido los factores de riesgo principales para la aterosclerosis: C-LDL $\geq$ 160 mg/dl, C-HDL $<$ 35 mg/dl, hipertensión arterial, consumo de cigarrillos, diabetes, historia familiar de infarto de miocardio o muerte súbita antes de los 55 años en padre o hermanos varones, y antes de los 65 años en madre o hermanas, sexo masculino $\geq$ 45 años, sexo femenino $\geq$ 55 años.

La obesidad, sobre todo el peso ganado por los adultos jóvenes [9], está asociada positiva e independientemente con la enfermedad coronaria, el infarto cerebral y la mortalidad cardiovascular. En sujetos con obesidad adquirida se puede presentar el Síndrome X [10] caracterizado por la presencia de insulino-resistencia con hiperinsulinemia, hipertensión arterial, hipertrigliceridemia,

disminución de C-HDL e hiperglucemia; el cual está asociado a la enfermedad coronaria.

La dieta alimentaria, los factores climáticos y el nivel socio-económico, podrían generar determinados hábitos de vida, algunos de los cuales pueden ser perjudiciales para la salud de los individuos [11].

Por otra parte, los individuos con insuficiente nivel de instrucción formal tienden a tener estilos de vida no saludables en donde los factores de riesgo para la enfermedad coronaria pueden estar incrementados [12].

La ciudad de Posadas, capital de la provincia de Misiones, se encuentra en el nordeste de la República Argentina, enclavada entre las Repúblicas del Paraguay y del Brasil, en una zona de tránsito entre la pradera y la selva. Tiene un clima caluroso con abundantes lluvias todo el año, a 115 metros sobre el nivel del mar.

Un 73% de la población económicamente activa trabaja en el Sector Terciario (64% en el Sector Público y 30% en el de Comercio), 21% en el Sector Secundario (55% en la Construcción, 37% en la Industria Manufacturera) y el Sector Primario no alcanza al 1%. Es decir, la mayor parte de los ingresos de la población provienen del Empleo Público y de la Actividad Comercial [13].

En la práctica profesional hemos observado con frecuencia valores bajos de colesterolemia y elevada proporción de sujetos con hipertensión

arterial, estimándose de mucho interés estudiarlos en una muestra poblacional a la vez de relevar datos sobre la dieta alimentaria que se consume.

Los objetivos de este trabajo fueron: a) analizar la dieta alimentaria consumida; b) determinar los valores más frecuentes y percentiles de los parámetros relacionados con el riesgo cardiovascular según la edad y el sexo; c) determinar la prevalencia de los factores de riesgo principales según la edad y el sexo; d) determinar la frecuencia de sujetos con uno, dos o tres factores de riesgo principales y las combinaciones más frecuentes; e) analizar la asociación entre el nivel de educación de los sujetos y la frecuencia de los factores de riesgo principales entre los 30 y 50 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción de la muestra poblacional analizada

Los criterios de inclusión considerados en este trabajo se definieron como individuos “aparentemente sanos” que concurrían en forma espontánea para realizarse un chequeo clínico, mientras otros se incorporaron en forma voluntaria en campañas de educación para el control de la hipercolesterolemia y eran empleados del hospital, comercios, reparticiones públicas, bancos y empresas. Se excluyeron los individuos que mostraban signos o síntomas de hipotiroidismo, nefropatías, hepatopatías, diabetes o mujeres embarazadas.

Se trabajó con 498 individuos de la ciudad de Posadas, 219 varones y 279 mujeres de 20 años y más. Los estudios clínicos y bioquímicos se realizaron en el Hospital Gral. Dr. Ramón Madariaga. Las extracciones de sangre se realizaron con un ayuno previo de 12 a 14 horas.

En la Tabla 1 se muestran las características del grupo estudiado. El nivel socioeconómico se dividió en tres estratos sociales: Estrato A: profesionales, comerciantes, empleados jerárquicos, amas de casa con nivel de instrucción secundaria completa o más y residencia en zona céntrica. Es-

Tabla 1: estadísticas descriptivas de las características analizadas

Característica	N	Media	DP	CV	MAX	MIN
PN	1.061	37,9	4,5	12,0	51,5	24,2
PR120	428	134,8	30,4	22,5	226,0	43,4
PR205	934	209,6	36,9	17,6	320,4	98,7
PR365	695	287,1	55,4	19,3	453,4	120,7
PR550	549	390,1	75,4	19,3	616,4	163,7
N= Número de observaciones, DP= Desvío Estándar, CV= Coeficiente de Variación, MIN= Mínimo, MAX= Máximo.						

trato B: empleados de la administración pública o privada, técnicos, cuentapropistas (plomeros, electricistas, chapistas, pintores, tapiceros, carpinteros, etc.) y amas de casa con nivel de instrucción primaria completa o secundaria incompleta y residencia en zona neutra. Estrato C: obreros, jornaleros rurales, changarines, empleadas domésticas, jubilados, amas de casa con nivel de instrucción hasta primaria incompleta y zona de residencia urbana periférica. Respecto del nivel de instrucción alcanzado: Primario (nunca asistió a una escuela, escuela primaria incompleta o completa), Secundario (escuela secundaria completa o incompleta) y Terciario (escuela terciaria completa o incompleta, estudios universitarios completos o incompletos).

Metodología bioquímica utilizada

Colesterol total y Triglicéridos fueron determinados por métodos totalmente enzimáticos con colorimetría final según Trinder, y fueron fabricados por Wiener Lab, Rosario, Argentina. Colesterol HDL se determinó por precipitación selectiva de las lipoproteínas que contienen Apo B (VLDL, IDL y LDL), con sulfato de dextran PM 500.000 en presencia de iones Mg^{++} (Wiener Lab.). En el sobrenadante separado por centrifugación (HDL) se dosó el colesterol mediante el método descripto. C-LDL fue determinado por precipitación de las lipoproteínas LDL con sulfato de polivinilo 10 g/ml disuelto en polietilenglicol (PM 600) al 25%, pH 6.7. En el sobrenadante, que contiene VLDL y HDL, se dosó el colesterol; por diferencia con el valor del colesterol total, se obtuvo la concentración de C-LDL. Los reactivos fueron fabricados por Wiener Lab.

La precisión intraensayo de las determinaciones, expresadas a través del coeficiente de variación: CT, 1.3%; C-LDL, 2.9%; TG 2.7%.

Determinación de la Tensión Arterial

Se utilizaron esfigmomanómetros de mercurio y/o aneroides y estetoscopios a diafragma siguiendo las recomendaciones habituales.

Metodología estadística

Las variables se expresaron como promedio, desviación estándar y percentiles. Para comparar promedios y desviaciones estándares se utilizó el test de Student (t) con un nivel de significación $P < 0.05$ (para dos colas). En la comparación de

prevalencias se utilizó Chi cuadrado con un nivel de significación, $P < 0.05$.

Definición de los factores de riesgo

Colesterol Total ≥ 240 mg/dl (8); Colesterol LDL ≥ 160 mg/dl (8); Colesterol HDL < 35 mg/dl (8); Triglicéridos > 170 mg/dl. Consumo de Cigarillos por día ≥ 10 . Presión Arterial Sistólica ≥ 160 mm Hg y Presión Diastólica ≥ 95 mm Hg. En todos los resultados se incluyeron los hipertensos "tratados". Índice de Masa Corporal (BMI): este índice se define como el peso del individuo (en Kg.) dividido por el cuadrado de la altura del mismo (en metros). Se consideraron con sobrepeso los que superaban 27 Kg./m².

RESULTADOS

Análisis cuantitativo de la dieta alimentaria

Se efectuaron 102 anamnesis alimentarias en individuos de ambos sexos pertenecientes al mismo grupo familiar. Se calculó el índice f de Keys [14], que aumenta con el consumo de ácidos grasos saturados y colesterol y disminuye cuando aumenta el consumo de ácidos grasos poliinsaturados.

$$F = 1.35(S + P) + 15\sqrt{Z}$$

donde S corresponde a los ácidos grasos saturados (en porcentaje de energía), P corresponde a los ácidos grasos poliinsaturados (en porcentaje de energía) y Z al colesterol dietario (en mg por 1.000 Kcal.). En la Tabla 2 se presentan los datos obtenidos.

Análisis cualitativo de la dieta según el nivel social

En el estrato socioeconómico A, la dieta fue normohidrocarbonada, con una distribución equilibrada entre hortalizas, verduras (el choclo era muy consumido en el momento de la encuesta) y frutas, con un importante aporte de fibras; los lípidos provenían de lácteos, panificados y cárneos y las proteínas de los animales en un 70%.

En los estratos socio-económicos B y C la dieta fue hiperhidrocarbonada y entre los vegetales se observó un alto consumo de hortalizas del grupo C (papa y mandioca); fue menor el consumo de verduras y frutas y también de fibras. Los

Tabla 2: componentes de varianzas y parámetros genéticos

Característica	σ^2_a	σ^2_m	σ^2_{pe}	σ^2_e	h^2_a	h^2_m	c^2
PN	1,35	0,73	1,35	10,40	0,10	0,05	0,09
PR120	37,24	24,65	70,60	319,90	0,08	0,05	0,15
PR205	88,35	37,48	176,30	526,71	0,10	0,08	0,20
PR365	117,96		25,34	1253,94	0,08		0,02
PR550	338,42		182,20	1690,01	0,15		0,08
σ^2_a = varianza genética aditiva, σ^2_m = varianza genética materna, σ^2_{pe} = varianza de ambiente permanente, σ^2_e = varianza residual, h^2_a = heredabilidad directa, h^2_m = heredabilidad materna, c^2 = proporción de varianza debida al efecto permanente del ambiente.							

lípidos y proteínas provenían principalmente de carnes, achuras y fiambres. Fue muy frecuente el uso de aceites para frituras (tortas fritas), de uso habitual junto con el mate.

Análisis de los parámetros clínicos y bioquímicos

En la Tabla 3 se muestran los valores promedios, desviaciones estándares y percentiles en varones y mujeres. No se observaron diferencias significativas entre ambos sexos, aunque los valores de C-HDL son ligeramente inferiores en los varones respecto de las mujeres.

En la Figura 1 se muestra la prevalencia de los factores de riesgo según el sexo. Se observa que los varones tenían un mayor consumo de cigarrillos respecto de las mujeres, y también era más frecuente en ellos C-HDL < 35 mg/dl respecto de aquellas ($P < 0.001$). La frecuencia de BMI > 27 Kg./m² fue 31.1% en varones y 38.4% en mujeres.

En la Figura 2 se muestra la prevalencia de CLDL $\geq$ 160 mg/dl, Cig $\geq$ 10/d, HTA y BMI > 27 Kg./m² en varones y mujeres según distintos intervalos de edades. CLDL $\geq$ 160 mg/dl fue más frecuente en varones que en mujeres hasta los 50

años de edad ($P < 0.05$), pero luego de los 50 años aumentó significativamente en las mujeres (5.9% vs. 19.6%, $P < 0.01$) y no se observaron diferencias entre ambos sexos. Cig $\geq$ 10/d fue más frecuente en los varones que en las mujeres para todas las edades. La frecuencia de HTA aumentó con la edad en ambos sexos. BMI > 27 Kg./m² aumentó significativamente en ambos sexos cuando se compararon los sujetos antes de los 30 años con aquellos de 30-50 años ($P < 0.001$).

Se analizaron los individuos de ambos sexos según tuvieran un factor de riesgo principal, o combinaciones de dos o tres factores de riesgo (CLDL $\geq$ 160 mg/dl y/o Cig $\geq$ 10/día y/o HTA). Con un factor de riesgo principal se halló el 31.1% de los varones y el 29.7% de las mujeres; con combinaciones de dos de estos factores el 8.2% de los varones y el 5.4% de las mujeres, pero solo el 0.5% de los varones y el 0.4% de las mujeres tenían los tres factores presentes.

La combinación de factores principales más frecuente en los varones fue HTA y Cig $\geq$ 10/día, 4.1%; luego HTA y CLDL $\geq$ 160 mg/dl, 2.3% y por último CLDL $\geq$ 160 mg/dl y Cig $\geq$ 10/día, 1.8%.

Tabla 3: coeficientes de heredabilidad para características de crecimiento en la raza Santa Gertrudis en Brasil

Autor	Pn _d	Pn _m	PR120 _d	PR120 _m	PR205 _d	PR205 _m	PR365 _d	PR365 _m	PR550 _d
Ribeiro (1997)	0,16	0,09	0,06	0,16	0,13	0,10	0,12	0,01	0,12
Bezerra et al. (1998)			0,10	0,07	0,17	0,04	0,15		0,22

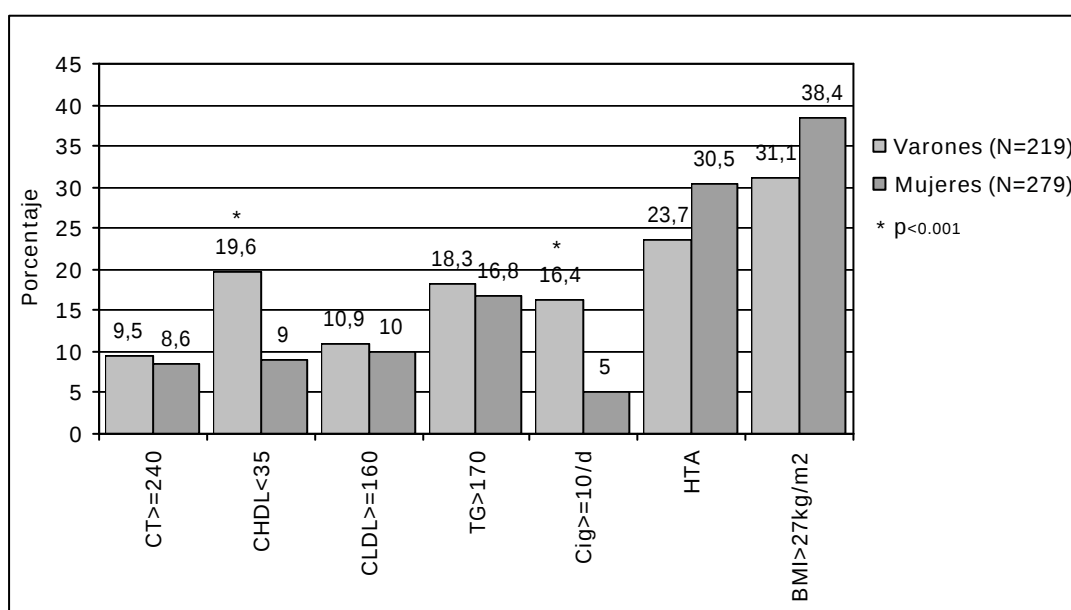


FIGURA 1: Prevalencia de los factores de riesgo para la aterosclerosis coronaria en 219 varones y 279 mujeres de Posadas. Abreviaturas: CT: Colesterol total; C-HDL: Colesterol HDL; C-LDL: Colesterol LDL; TG: Triglicéridos; Cig: Consumo de cigarrillos; HTA: Hipertensión arterial (160/95); BMI: Índice de masa corporal. Los valores de corte para los analitos se expresan en mg/dl.

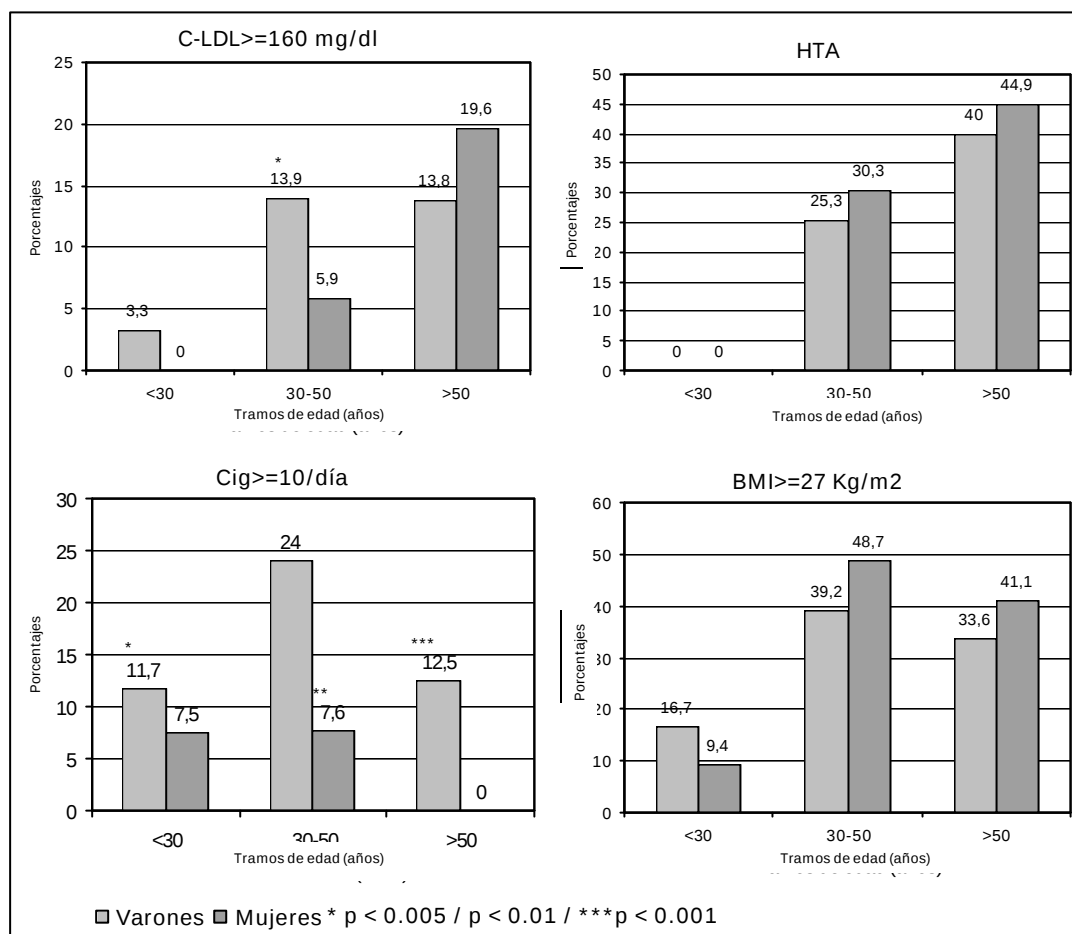


FIGURA 2: Prevalencia de C-LDL ≥ 160 mg/dl, HTA (160/95 mmHg), Cig ≥ 10/día y BMI ≥ 27 Kg/m2 en 219 varones y 279 mujeres, según diferentes tramos de edades

En las mujeres, la combinación más frecuente fue HTA y CLDL ≥ 160 mg/dl, 5.0% pero muy poco frecuente HTA y Cig ≥ 10/día, 0.4% y no se halló CLDL ≥ 160 mg/dl y Cig ≥ 10/día.

En la Tabla 4 se analiza la frecuencia de los factores de riesgo según el nivel de instrucción de varones y mujeres entre los 30 a 50 años. Los grupos para cada sexo tenían edades promedio similares. En varones, los individuos con nivel primario y secundario tenían mayor frecuencia de HTA respecto de los de nivel terciario ($P < 0.01$).

En las mujeres, el promedio de BMI pareció asociarse positivamente con el nivel de instrucción. HTA fue significativamente mayor en aquellas con nivel primario respecto de nivel secundario ($P < 0.01$). En la muestra poblacional estudiada había una baja proporción de mujeres con estudios terciarios.

DISCUSIÓN

Los resultados hallados son válidos para esta muestra estudiada y no pretenden ser extrapolados a la población general. Aunque algunos sujetos de la muestra habían concurrido para realizarse estudios a los consultorios médicos con lo cual podrían haber tenido características personales que los diferenciaban del resto de la población, la mayoría fue incorporada al azar en campañas de educación para el control del colesterol.

La dieta alimentaria fue calculada con el método de uso habitual, y a pesar de sus limitaciones nos permitió conocer el tipo de alimentación ingerida por los sujetos estudiados. Las anamnesis se realizaron en un 21% del total de la muestra.

Es conocida la relación entre la dieta alimentaria y los lípidos y lipoproteínas séricos [15,16] y también respecto de la presión sanguínea [17]. La dieta consumida estaba de acuerdo con las recomendaciones de la "American Heart Association" [18].

Tabla 4: Prevalencia de C-LDL ≥ 160 mg/dl, Cig ≥ 10 /día e HTA (160/95 mmHg) en 79 varones y 119 mujeres de 30 a 50 años, según el nivel de instrucción

Sexo y edad	Nivel de instrucción	N	Edad (años) (X)	BMI Kg/m ² (X)	CLDL ≥ 160 (mg/dl) %	CIG ≥ 10 /d %	HTA (160/95) %
Varones 30 a 50 años N=79	Primario	36	42	26,8	13,9	22,2	27,7
	Secundario	21	39	27,7	19,0	28,6	47,6
	Terciario	22	37	25,2	9,1	22,7	0
Mujeres 30 a 50 años N=119	Primario	67	42	28,9	7,5	4,4	44,8a
	Secundario	44	40	26,5	4,5	4,5	15,9b
	Terciario	8	35	23,6	0	12,5	0

a vs. b=P<0.01

Sin embargo, fue observado que en los estratos socioeconómicos B y C era más rica en hidratos de carbono y lípidos (torta fritas) y más pobre en fibras, mientras que en el Nivel A, era más variada y equilibrada. Esto podría haber influido en la elevada frecuencia de BMI > 27 Kg./m² observada en las mujeres de 30 a 50 años (48.7%), y también en el elevado valor promedio de BMI observado en aquellas con nivel de instrucción primario (28.9 ± 6.2 Kg/m²). Algunos autores han informado que las mujeres de nivel socio-económico más bajo suelen tener una mayor prevalencia de sobrepeso que los varones de igual clase social [19]. También ha sido reportado que existe una relación inversa entre el nivel de instrucción y el BMI en las mujeres [20, 21, 22], lo cual parecería advertirse en estos resultados.

Se observó una correlación significativa entre BMI y Presión sistólica, en varones $r=+0.274$ y en mujeres $r=+0.291$; y también entre BMI y Presión Diastólica, en los varones $r=+0.337$ y en las mujeres $r=+0.388$ ($P < 0.001$ en todos los casos).

El significativo aumento de la frecuencia de BMI > 27 Kg/m² en ambos sexos, luego de los 30 años, podría contribuir a explicar, en parte, el aumento en la prevalencia de HTA observado a partir de ese tramo de edades. Sin embargo, en un trabajo anterior [23] fue mostrado que para un mismo intervalo de valores de BMI, la prevalencia de HTA fue mayor en la muestra poblacional de Posadas respecto de otra tomada en el Sur del país, para ambos sexos y edades similares, con lo que otros factores diferentes del BMI y la edad

estarían asociados con la elevada prevalencia de HTA observada en esta muestra poblacional.

Así, es bien conocido que el excesivo consumo de cloruro de sodio (sal de mesa) puede incrementar la presión arterial en sujetos “respondedores”. Los estudios de INTERSALT mostraron que cuanto mayor es el nivel de instrucción de los individuos, menor es la ingesta de sodio [24]. En esta muestra poblacional, solo el 18.1% tenía nivel socioeconómico de más altos recursos, mientras que el 32.7% y 49.2% pertenecían a los sectores de bajo y medio nivel socioeconómico, respectivamente.

En este estudio no se incluyó el cloruro de sodio en el cálculo de las dietas alimentarias habida cuenta que su concentración podría variar durante la preparación de la comida y también dependía de lo que cada sujeto agregaba antes de ingerirla. Sería de interés, en otro estudio, determinar si su consumo está incrementado en esta región del país respecto de otras zonas urbanas.

Aunque la dieta alimentaria determinada en esta muestra poblacional se encontraba dentro de los valores más frecuentes, los promedios de CT y CLDL hallados fueron más bajos que los reportados en otros trabajos realizados en nuestro país [25,26]. Además, los percentiles 75 de CT y CLDL, utilizados habitualmente como “valores de corte”, fueron más bajos que los reportados para otras regiones del país y EE.UU. (8,25), 240 mg/dl y 160 mg/dl, respectivamente. El percentil 75 para BMI en las mujeres, 29.6 Kg./m², fue un valor considerablemente elevado respecto de otras

muestras poblacionales [25], mostrando una elevada frecuencia de mujeres con sobrepeso y obesidad en esta muestra poblacional.

La prevalencia de CT $\geq$ 240 mg/dl y CLDL $\geq$ 160 mg/dl fue más baja que la reportada en otras partes del país [25] y solamente un 10% de la muestra tenía hipercolesterolemia. Aunque CLDL $\geq$ 160 mg/dl aumentó con la edad de las personas, fue muy significativo luego de los 50 años en las mujeres respecto del tramo 30 a 50 años ($P < 0.01$). También fue observada una elevada frecuencia de CHDL < 35 mg/dl en los varones (19.6%). Hábitos dietarios y de vida podrían explicar estas observaciones. Se descarta un origen analítico pues se utilizaron *pooles* de sueros calibrados y sueros calibradores.

La prevalencia de HTA fue elevada en la muestra analizada. En Buenos Aires [27] fue reportado 29.0% para los varones y 25.2% para las mujeres, mientras en EE.UU., utilizando como valor de corte una Presión Diastólica ≥ 95 mmHg, fue 14.5% [28]. La medición de la presión arterial presenta gran variabilidad, y factores socioeconómicos, psicosociales y culturales también pueden influir sobre los niveles en la población [11, 29]. Aunque la presión arterial fue medida una sola vez y los datos deberían haber sido confirmados en dos visitas subsiguientes [17], los resultados obtenidos son útiles para confirmar la elevada prevalencia de este factor de riesgo en esta muestra poblacional y establecer la necesidad de continuar con campañas de prevención de la HTA en esta región del país.

Cig ≥ 10 /día fue mayor en los varones vs. mujeres en todos los rangos de edades considerados, pero considerablemente más baja que la reportada en EE.UU donde se informó para el rango de edades 18 a 64 años, 27.1% a 30.9% [30].

Se ha reportado que la tasa por 1.000 de enfermedad coronaria se multiplicó por cuatro cuando estaban presentes dos factores mayores, y por nueve cuando estaban tres, respecto de los que no tenían ninguno de los factores considerados (CT > 250 mg/dl, PD > 90 mmHg y Cig) [7]. La frecuencia de sujetos con dos o más factores de riesgo mayores en la muestra analizada fue considerablemente baja.

La relación entre el nivel de instrucción y la prevalencia de los factores de riesgo principales se analizó en la etapa media de la vida (tramo de 30 a 50 años de edad). Ha sido reportada una asociación positiva entre el nivel de instrucción de

los sujetos y el conocimiento que tienen sobre la prevención de la enfermedad coronaria, lo cual sugiere que aquellos con menor nivel de educación quedan más vulnerables y susceptibles para la aterosclerosis [20, 31]. Los sujetos con menor nivel de educación formal tenían mayor prevalencia de HTA, sobre todo en las mujeres.

Se ha reportado una asociación débil y muy variable entre CLDL y el nivel de instrucción [20] y en este trabajo no se hallaron asociaciones significativas.

Otros autores hallaron una fuerte asociación negativa sobre todo en los varones jóvenes [12] entre el consumo de cigarrillos y el nivel de instrucción, pero en este trabajo no se observaron diferencias significativas.

CONCLUSIONES

La dieta alimentaria promedio consumida por los sujetos estudiados se encontró dentro de los valores recomendados. Los sujetos de menores recursos económicos consumían una dieta más rica en hidratos de carbono y lípidos, y más pobre en fibras que los de mayor nivel de recursos. Los promedios CT y CLDL fueron más bajos que los reportados en otras partes del país, y la prevalencia de CLDL ≥ 160 mg/dl no superó el 10% para ambos sexos; sin embargo, tomando en cuenta la edad, alcanzó el 19.6% en mujeres de más de 50 años. HTA aumentó significativamente en varones y mujeres luego de los 30 años y alcanzó -luego de los 50 años- 40.0% en los varones y 44.9% en las mujeres. La prevalencia de individuos con dos o más factores de riesgo principales fue relativamente baja en esta población analizada. Los varones y sobre todo en mujeres con nivel primario de instrucción, tenían mayor frecuencia de HTA respecto de aquellos con un mayor nivel de instrucción. El sobrepeso fue más frecuente en las mujeres con menor nivel de instrucción. Cig ≥ 10 /d fue significativamente más frecuente en los varones respecto de las mujeres para todos los rangos de edad estudiados. Cig ≥ 10 /d no mostró diferencias según el nivel de instrucción en cualquiera de los sexos. La combinación de dos o más factores de riesgo principales fue considerablemente baja en la muestra analizada. Se recomienda realizar campañas para promover la educación para el control de la presión arterial en la región estudiada.

✍

REFERENCIAS

1. Balossi, E. C.; Hauger-Kleve, J. H. *Mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la República Argentina*. Rev. Arg. Cardiol. 1985, 53:160-164.
- 2- *Principales causas de muerte. Defunciones generales*. Ministerio de Salud Pública. Provincia de Misiones. 1994.
3. Kannel, W. B.; Dawber, T. R.; Kagan, K. A.; Rovotskie, N.; Stokes, J. III. *Factors of risk in the development of coronary heart disease-six year follow-up experience. The Framingham Study*. Ann Intern Med. 1961, 55: 33-50.
4. Kannel, W. B.; McGee, D. L.; Gordon, T. A. *general cardiovascular risk profile: The Framingham Study*. Am. J. Cardiol. 1976, 38, 46-55.
5. Keys, A. *Coronary heart disease in seven countries*. Circulation. 1970, 41 (Suppl. I): 4-211.
6. *Multiple Risk Factor Intervention Trial*, JAMA 1982, 248: 1465-1477.
7. *Relationship of blood pressure, serum cholesterol, smoking habit, relative weight and ECG abnormalities to incidence of major coronary events: Final Report of the Pooling Project*. J. Chron. Dis. 1978, 31, 201-306.
8. *Summary of the second report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (Adult Treatment Panel II)*. JAMA 1993, 269: 3015-3023.
9. Hubert, H. B.; Feinleib, M.; McNamara, P. M.; Castelli, W. P. *Obesity as an independent risk-factor for cardiovascular disease: A 26 year follow-up of participants in the Framingham Heart Study*. Circulation 1983, 67: 968-977.
10. Reaven, G. M. *Role of insulin-resistance in human disease*. Diabetes 1988, 37: 1595-1607.
11. Nilsson, P. M.; Moller, L.; Ostergren, P. *Social class and cardiovascular disease. Un update*. Scand. J. Soc. Med. 1995: 23: 3-8.
12. Garrison, R. J.; Gold, R. S.; Wilson, P. W.; Kannel, W. B. *Educational attainment and coronary heart disease: The Framingham Offspring Study*. Prev. Med. 1993, 22: 54-64
13. Censo Nacional Económico. Posadas. Misiones. Secretaría de Planeamiento. Dirección de Estadísticas y Censos. Dirección de Estadísticas Económicas. 1985.
14. Keys, A.; Anderson, J. T.; Grande, F. *Serum cholesterol response to changes in the diet*. IV. *Particular saturated fatty acids in the diet*. Metabolism 1965, 14: 776-785.
15. *Rationale of the diet-heart statement of the American Heart Association*. Report of Nutrition Committee. Circulation 1982, 65: 839A-854A.
16. Grundy, S. M.; Denke, M. A. *Dietary influences on serum lipids and lipoproteins*. J. Lip. Res. 1990, 31: 1149-1172.
17. *Report of the Joint National Committee on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure*. Arch. Intern. Med. 1998, 148: 1023-1038.
18. *Dietary Guidelines for Healthy American Adults*. A statement for physicians and health professionals by the nutrition committee. American Heart Association. Circulation 1988, 77: 721A-724A.
19. Butler, T. G.; Riedel, D. *Obesity. Coronary Heart Disease Prevention*. Marcel Dekker Inc. New York 1992, pág. 299-351.
20. Reynes, J. F.; Lasater, T. M.; Feldman, H.; Assaf, A. R.; Carleton, R. A. *Education and risk factors for coronary heart disease: Results from a New England Community*. Am. J. Prev. Med. 1993, 9: 365-371.
21. Matthews, K. A.; Kelsey, S. F.; Meilahn, E. N.; Kuller, L. H.; Wing, R. R. *Educational attainment and behavioral and biologic risk factors for coronary heart disease in middle-aged women*. Am. J. Epidemiol. 1989, 129: 1132-1144.
22. Flegal, K. M.; Harlan, W. R.; Landis, J. R. *Secular trends in body mass index and skinfold thickness with socioeconomic factors in young adult women*. Am. J. Clin. Nutr. 1988, 48: 544-551.
23. Coniglio, R. I.; Castillo, S.; Dahinten, E.; Doubnia, M. I.; Vasquez, L. A.; Colombo, O.; Estevez, S. M.; Duffard, M. C.; Lopez Torres, J.; Rodriguez, M. D.; Salgueiro, A. M.; Otero, J. C.; Vidal, E.; Meza, G. *Factores de riesgo para la aterosclerosis coronaria. Comparación entre dos regiones argentinas*. Medicina 1994, 54: 117-128.
24. Stamler, R.; Shipley, M.; Elliott, P.; Dyer, A.; Sans, S.; Stamler, J. *Higher blood pressure in adults with less education: some likely explanatory factors*. Findings of the INTERSALT Study. Hypertension 1992, 19: 237-241.
25. Coniglio, R. I.; Dahinten, E.; Vidal, E. J.; Salgueiro, A. M.; Otero, J. C.; Vasquez, L. A.; Marcheselli, C.; Zavaley, S. *Prevalencia de los factores de riesgo para las enfermedades*

- cardiovasculares en zonas urbanas de la Patagonia Argentina. Estudio Multicéntrico. Medicina (Buenos Aires) 1992, 52: 320-332.*
26. Hoschoian, J. C.; Catz, S. D.; Borruei, M. A.; Wikinski, R. L.; Rodriguez, M. P. *Evaluation of the blood components considered as risk predictors in coronary heart disease. Medicina 1993, 53: 13-20.*
27. Schargrotsky, H. E.; Ciruzzi, M.; Hirschon Prado, A.; Ardariz, M.; Cesar J.; Ruffa, R. M.; Soifer, S.; Paterno, C.; Pramparo, P.; Caccavo, A.; Rozlosnik, J. A. *Prevalencia de factores de riesgo en el infarto agudo de miocardio. Estudio Multicéntrico, Rev. Arg. Cardiol. 1992, 60: 351-368.*
28. *Hypertension Detection and Follow-up Program (HDFP). Cooperative Group. Race, education and prevalence of hypertension. Am. J. Epidemiol. 1997, 106: 351-361.*
29. Borhani, N. O. *Control of hypertension in prevention of coronary heart disease. Coronary Heart Disease Prevention. Marcel Dekker Inc. New York. 1992, pág. 251-271.*
30. U. S. Department of Health and Human Services. Center for Disease Control. *Leads from the morbidity and mortality weekly report. United States 1987. JAMA. 1989, 262: 2364-2369.*
31. Avis, N. E.; McKinlay, J. B.; Smith, K. W. *Is cardiovascular risk factor knowledge sufficient to influence behavior? Am. J. Prev. Med. 1990; 6: 137-144.*

N NIVELES FISIOLÓGICOS DE COMPONENTES SANGUÍNEOS EN POBLACIÓN GERIÁTRICA DEL NORDESTE ARGENTINO

Coppo, J.A.⁽¹⁾ / Coppo, N.B.⁽²⁾

⁽¹⁾Prof. Tit. y ⁽²⁾Prof. Adj. Fisiología General. Facultad de Cs. Ex. Quím. y Nat. U.Na.M. y Fisiología Humana, Fac. Cs. Exactas (UNNE).

PHYSIOLOGICAL LEVELS OF HEMATIC COMPONENTS IN GERIATRIC POPULATION FROM NORTHEASTERN ARGENTINA.

The purpose of this communication is to obtain reference intervals from some hematological and biochemical parameters of the Misiones, Corrientes and Chaco geriatric population (Argentina). Blood samples of 802 clinically healthy subjects (382 males:M and 420 females:F), between 60 and 97 of age, homogeneously grouped by quinquenniums (randomized block design) were obtained.

By means of conventional methods (electronic recount, spectrophotometry, microscopy, electrophoresis, and densitometry), the erythrogram, leukogram and proteinogram values were found. The analysis of variance (two ways: age and sex) and the multiple comparison of means (Tukey), were carried out with a computer.

The physiological levels found, with reference to the significant differences between M-F ($p < 0.05$) were: hematocrit $40.5 \pm 6.7\%$ ($M > F$), haemoglobin 14.3 ± 1.7 g/dl ($M > F$), erythrocytes 4.76 ± 0.6 T/l ($M > F$), VCM 84.1 ± 7.3 fl ($M ? F$), HCM 30.0 ± 2.7 pg ($M ? F$), CHCM $35.7 \pm 1.5\%$ ($M ? F$), total leukocytes 7.22 ± 1.4 G/l ($M > F$), neutrophils $58.1 \pm 6.2\%$ ($M > F$), lymphocytes $31.6 \pm 3.5\%$ ($M ? F$), monocytes $5.2 \pm 1.5\%$ ($F > M$), eosinophils $4.7 \pm 1.5\%$ ($M ? F$), basophils 0.5% ($M ? F$), total proteins 7.17 ± 0.48 g/dl ($M ? F$), albumins 3.66 ± 0.47 g/dl ($M ? F$), alpha-1 globulins 0.26 ± 0.11 g/dl ($M ? F$), alpha-2 globulins 0.77 ± 0.18 g/dl ($M ? F$), beta globulins 1.03 ± 0.21 g/dl ($M ? F$), gamma globulins 1.45 ± 0.38 g/dl ($M ? F$) and RAG 1.03 ± 0.27 ($M ? F$). The age advance caused hematocrit, hemoglobin, erythrocytes, total leukocytes, lymphocytes, total proteins, albumins, alpha-1 and alpha-2 globulins decreases, and neutrophils, beta and gamma globulins increases as well as irregular oscillations without defined tendencies of the remaining values.

The evolution of the parameters studied corroborates that aging leads to hypoactivity of the red bone marrow, immunological disorders, hepatic function decline and/or intestinal malabsorption.

KEY WORDS: aging, erythrogram, leukogram, proteinogram, reference values.

ABSTRACT

Con el propósito de obtener intervalos de referencia para algunos parámetros hematológicos y bioquímicos en población geriátrica de las provincias de Misiones, Corrientes y Chaco (Argentina), se extrajeron muestras de sangre a 802 personas clínicamente sanas (382 varones: V y 420 mujeres: M), con edades entre 60 y 97 años, homogéneamente agrupadas por quinquenios (diseño experimental de bloques aleatorizados).

Los valores de eritrograma, leucograma y proteinograma fueron obtenidos mediante técnicas convencionales (recuento electrónico, espectrofotometría, microscopía, electroforesis y densitometría). Informáticamente se efectuó análisis de la variancia a dos criterios (edad y sexo) y comparaciones múltiples de medias (Tukey).

Los niveles fisiológicos hallados, con indicación de las diferencias significativas entre V-M ($p < 0.05$), fueron: hematocrito $40.5 \pm 6.7\%$ ($V > M$); hemoglobina 14.3 ± 1.7 g/dl ($V > M$); eritrocitos 4.76 ± 0.6 T/l ($V > M$), VCM 84.1 ± 7.3 fl ($V ? M$), HCM 30.0 ± 2.7 pg ($V ? M$), CHCM $35.7 \pm 1.5\%$ ($V ? M$); leucocitos totales 7.22 ± 1.4 G/l ($V > M$), neutrófilos $58.1 \pm 6.2\%$ ($V > M$), linfocitos $31.6 \pm 3.5\%$ ($V ? M$), monocitos $5.2 \pm 1.5\%$ ($M > V$), eosinófilos $4.7 \pm 1.5\%$ ($V ? M$), basófilos 0.5% ($V ? M$); proteínas totales 7.17 ± 0.48 g/dl ($V ? M$); albúminas 3.66 ± 0.47 g/dl ($V ? M$); alfa-1 globulinas 0.26 ± 0.11 g/dl ($V ? M$); alfa-2 globulinas 0.77 ± 0.18 g/dl ($V ? M$); beta globulinas 1.03 ± 0.21 g/dl ($V ? M$); gamma globulinas 1.45 ± 0.38 g/dl ($V ? M$); y RAG 1.03 ± 0.27 ($V ? M$). El avance de la edad provocó disminuciones de hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, leucocitos totales, linfocitos, proteínas totales, albúminas, alfa-1 y alfa-2 globulinas, y aumentos de neutrófilos, beta y gamma globulinas, así como oscilaciones irregulares sin tendencias definidas de los restantes valores.

La evolución de los parámetros estudiados corrobora que el envejecimiento conduce a hipoactividad de la médula ósea roja, desórdenes inmunológicos, declinación de la función hepática y/o malabsorción intestinal.

PALABRAS CLAVE: envejecimiento, eritrograma, leucograma, proteinograma, valores referenciales.

INTRODUCCIÓN

América Latina está envejeciendo a una velocidad superior a la de Europa. Suecia necesitó unos 80 años para que su población mayor de 60 años creciera del 7 al 14%; tal fenómeno requerirá menos de 20 años en Sudamérica. Actualmente viven allí 70 millones de gerontes (14% de la población); en los próximos 20 años dicha tasa se elevará al 25% [1].

La vida del ser humano se va prolongando debido a multiplicidad de causas, como los progresos en el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. A comienzos de siglo la expectativa de vida apenas superaba los 50 años, en la década de los '60 trepó a 61 años y en los '90 se estima en 75 años. Para el 2025 las proyecciones más conservadoras aseguran que las personas normales vivirán en promedio 110 años. Los más auda-

ces pronostican que, avanzado el siglo XXI, llegaríamos a los 125 años. En Argentina, los octogenarios constituyen el estrato poblacional de mayor crecimiento demográfico en los últimos 30 años: aumentó de 232.000 personas en 1970 a 512.000 en 1991 [2]. Por la índole crónica de sus padecimientos, los ancianos insumen gran parte de los esfuerzos y del presupuesto destinado a la salud pública, por lo que la optimización de los diagnósticos en geriatría contribuiría a tornar más eficiente el sistema [3].

En tal sentido, es importante disponer de valores bioquímicos de referencia, contra los cuales puedan ser comparados los obtenidos en el paciente, a efectos de que adquiera valor clínico para determinada edad, sexo, lugar de residencia y otras variables [4]. El avance de la edad cronológica se acompaña de una pérdida gradual de la capacidad fisiológica de órganos y sistemas,

que deben diferenciarse de los estados de enfermedad; para ello, los ancianos requieren intervalos de referencia propios, a veces muy distintos de los utilizados para población general [5].

Un valor de referencia es el obtenido por observación o medición de un tipo particular de magnitud en cierto número de individuos de una población de referencia. Solo tendrá validez cuando para su obtención se hayan estipulado correctamente los criterios de inclusión, exclusión y partición (subpoblaciones de distinta edad, sexo, etnia, lugar geográfico, etc). También requiere una detallada descripción de las condiciones fisiológicas y ambientales de la población bajo estudio, la forma de extraer la muestra, el método analítico utilizado y la técnica estadística aplicada. Cuando se pretenda obtenerlo de una población sana, deberá tenerse en cuenta que el estado de salud es conceptualmente distinto según los países, según el mismo país en distintas épocas, y según el mismo individuo a diferentes edades [6].

Ello es singularmente válido para la población geriátrica [7]. Muchos grupos de investigación están abocados a la obtención de valores de referencia hematológicos y bioquímicos para la población senescente de sus respectivos países, a efectos de reemplazar los actuales valores normales, generalmente provenientes de personas entre 17 y 40 años. Resulta primordial investigar el comportamiento de cada analito con relación al envejecimiento y los factores geográficos y ambientales en cuyo entorno vive el anciano. La primera ventaja de poseer este conocimiento sería la optimización del diagnóstico [8].

Para tener valor clínico, cualquier parámetro debe ser comparado con el normal para la edad, sexo, lugar de residencia y otras variables [4, 7]. Si bien existen numerosos trabajos realizados para obtener intervalos de referencia en niños y población general (jóvenes y adultos), escasas investigaciones abordan esta problemática en los gerontes, donde ineludiblemente habrá que referirse a una población razonablemente sana [4]. El límite entre salud y enfermedad se torna difuso en el envejecimiento; establecer valores de referencia para este grupo es una tarea larga y costosa, pero imprescindible [9].

El envejecimiento es un proceso fisiológico cuyos mecanismos íntimos aún son objeto de discusión científica. Afecta tanto a las células como a los componentes intersticiales, cambios

que se imputan al daño tisular provocado por radicales libres, al desbalance hormonal originado por malfunción del reloj biológico hipotalámico, a mutaciones en el ADN de las células somáticas y a la glicolisación proteica, que aumentaría el entrelazamiento entre el colágeno, otras proteínas y el propio ADN [10]. Tales modificaciones se traducen en cambios de los valores hematológicos y bioquímicos [2, 14].

El objetivo de esta comunicación es difundir algunos valores de referencia hematológicos y bioquímicos obtenidos entre 1993 y 1998 en población geriátrica de tres provincias del nordeste argentino (proyectos 217-01-06, UNNE y 16-Q-070, UNaM).

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño experimental

Se utilizó el diseño de bloques aleatorizados. Como variables independientes ("categóricas") fueron incluidas las edades ("bloques"), agrupadas por sexos ("tratamiento"). Operaron como variables dependientes cuantitativas ("continuas") los valores hematológicos y bioquímicos obtenidos para 19 parámetros de laboratorio. La uniformidad del horario de extracción de muestras permitió marginar del diseño a la variable ritmo circadiano.

Por selección prospectiva se reunieron datos de 802 personas residentes en las ciudades de Posadas, Corrientes y Resistencia (Argentina), 382 varones (V) y 420 mujeres (M) con edades comprendidas entre 60 y 97 años. Se aplicaron criterios de inclusión (razonable estado de salud), exclusión (alteración de dicho estado) y partición (seis bloques de subpoblaciones agrupadas por quinquenio de edad y divididos por sexos).

Los grupos etáreos quedaron conformados por individuos de 60-64 años (n=157, V=73, M=84), 65-69 años (n=148, V=77, M=71), 70-74 años (n=139, V=71, M=68), 75-79 años (n=143, V=63, M=80), 80-84 años (n=117, V=59, M=58) y 85/+ años (n=98, V=39, M=59).

Toma de muestras

A cada donante, bajo ayuno de 12 horas y exento de medicación durante las últimas 48 horas, en posición sentado, se le extrajeron 5 ml de sangre a partir de venas medianas basílica o cefálica entre las 8.00 y las 9.00. En la mayoría de

los casos la toma de muestras se efectuó en el domicilio del donante y estuvo a cargo de alumnos de “Fisiología Humana” de la Carrera de Bioquímica de la UNNE (Corrientes, Resistencia) y docentes diplomados de “Fisiología General” de la UNaM (Posadas).

Una alícuota de la muestra fue tratada con anticoagulante (EDTA) y con la otra se obtuvo suero, mantenido a 5°C hasta su procesamiento (efectuado dentro de las 24 horas).

Técnicas de laboratorio

Mediante un analizador hematológico electrónico Sequoia-Turner Cell-Dyn 500 se obtuvieron los valores de hematocrito, hemoglobina, volumen corpuscular medio (VCM) y concentraciones de eritrocitos y leucocitos, utilizando reactivos Wiener y GT-Lab. Los restantes índices hematimétricos, hemoglobina corpuscular media (HCM) y concentración de hemoglobina corpuscular media (CHCM), se obtuvieron por cálculos convencionales. La fórmula leucocitaria se determinó a través del recuento diferencial de 200 glóbulos blancos, en frotis coloreados según Giemsa (Biopur), con el auxilio de un contador Bitex-Hem provisto de microprocesador para conversión de valores absolutos a porcentuales.

Las proteínas totales se valoraron por espectrofotometría (técnica del biuret, reactivos Wiener) a 540 nm en aparato digital Zeltec ZL-5000 UV-visible. Las fracciones seroproteicas se separaron por electroforesis en soporte de acetato de celulosa, mediante un equipo Cellovolt-Chemetron, con buffer de veronal sódico, coloración amidoschwartz. Su cuantificación se logró a partir de un densitómetro Citocon CT-440 automático, provisto de impresora. La relación albúminas/globulinas (RAG) se obtuvo por cálculo.

Procesamiento estadístico

La realización de 19 determinaciones en cada una de las 802 muestras generó más de 15.000 datos, que debieron procesarse informáticamente mediante el programa Statistica, Versión 1999.

Previo corroboración de normalidad distributiva (test de Wilk-Shapiro) se efectuaron estadísticas descriptivas paramétricas que incluyeron estimadores de tendencia central (media aritmética, $\bar{X}$) y de dispersión (desvío estándar, DE). La homogeneidad de la variancia se verificó por test

de Bartlett. Se efectuó análisis de la variancia (Anova) a dos criterios: bloque (edad) y tratamiento (sexo). Para establecer la significatividad de las diferencias entre los promedios generales (ambos sexos) de los distintos grupos etáreos se realizó Anova a un criterio (edad). Post-Anova se efectuaron comparaciones múltiples de medias (test de Tukey). El grado de asociación lineal se constató por correlación (Pearson).

Para todas las inferencias se estipuló un $\alpha = 5\%$, por debajo del cual se rechazó la hipótesis nula de igualdad entre grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Eritrograma

En la Tabla 1 se exponen los valores obtenidos para los parámetros corpusculares de la serie roja.

1.1. Hematocrito: el promedio general aquí registrado en gerontes (40.5%) se ubicó en las cercanías de los rangos mínimos reportados para población general (clínicamente sana, ambos sexos y edades de 17 a 40 años): 33-49% [11], 40-45% [12], 37-52% [13] y 36-54% [14]. La media de los varones (42.7%) resultó significativamente superior a la de las mujeres (39.1%), tal como acontece en población general, donde el sexo masculino (39-43%) aventaja al femenino (33-43%) [11], 42-52 *versus* 37-47% [13] y 40-54 *versus* 36-47% [14]. Los promedios para el conjunto de ambos sexos mostraron una relación inversamente proporcional al avance de la edad, adquiriendo significación estadística a partir de los 75 años. En cada grupo etáreo (excepto en los ancianos de 80-84 años), los varones ostentaron valores significativamente más altos que los de las mujeres, tal como se observa en la Figura 1. Pese a que el descenso del volumen plasmático propio de la vejez puede enmascarar las disminuciones del eritrograma [15], está descrito que el hematocrito disminuye conforme avanza la tercera edad, tanto en varones como mujeres [4,16]. Los descensos del hematocrito revelaron alto grado de asociación lineal (Pearson) con las declinaciones de eritrocitos ($+0.90$, $p=0.01$) y hemoglobina ($+0.89$, $p=0.01$); también correlacionaron significativamente con las disminuciones de proteínas totales, albúminas, leucocitos totales y linfocitos, así como con los incrementos de neutrófilos y globulinas beta y gamma.

Tabla 1: estadísticas descriptivas de las características analizadas

Característica	N	Media	DP	CV	MAX	MIN
PN	1.061	37,9	4,5	12,0	51,5	24,2
PR120	428	134,8	30,4	22,5	226,0	43,4
PR205	934	209,6	36,9	17,6	320,4	98,7
PR365	695	287,1	55,4	19,3	453,4	120,7
PR550	549	390,1	75,4	19,3	616,4	163,7
N= Número de observaciones, DP= Desvío Estándar, CV= Coeficiente de Variación, MIN= Mínimo, MAX= Máximo.						

1.2. Hemoglobina: la media aritmética general (14.3 g/dl) se inscribió en las proximidades de los extremos más bajos comunicados para población general: 12-17 g/dl [11], 12-18 g/dl [13, 17], 11-17 g/dl [18] y 13-16 g/dl [14]. El pigmento respiratorio resultó significativamente más alto en varones (14.7 g/dl) que en mujeres (14.0 g/dl); similar diferencia se registra en población general, donde el sexo masculino condiciona niveles más elevados de hemoglobina: 13-17 *versus* 12-15 g/dl [11], 14-18 *versus* 12-16 g/dl [13, 17], 13-17 *versus* 11-15 g/dl [18] y 15-16 *versus* 13-15 g/dl [14]. Para el conjunto de ambos sexos, los promedios de cada grupo revelaron declinar conforme al avance de la

edad, con significación estadística a partir de los 65 años. No hubo diferencias significativas entre varones y mujeres de 75-84 años, pero en el resto de los grupos los gerontes masculinos superaron a los femeninos, como muestra la Figura 2.

En otras latitudes también se verificó que la tasa de hemoglobina decae conforme progresa el envejecimiento, en ambos sexos [4, 15, 16]. Los decrementos de este pigmento correlacionaron significativamente con el descenso de la concentración de glóbulos rojos (+0.85, $p=0.02$) y también con las variaciones de hematocrito, leucocitos totales, neutrófilos, linfocitos, proteí-

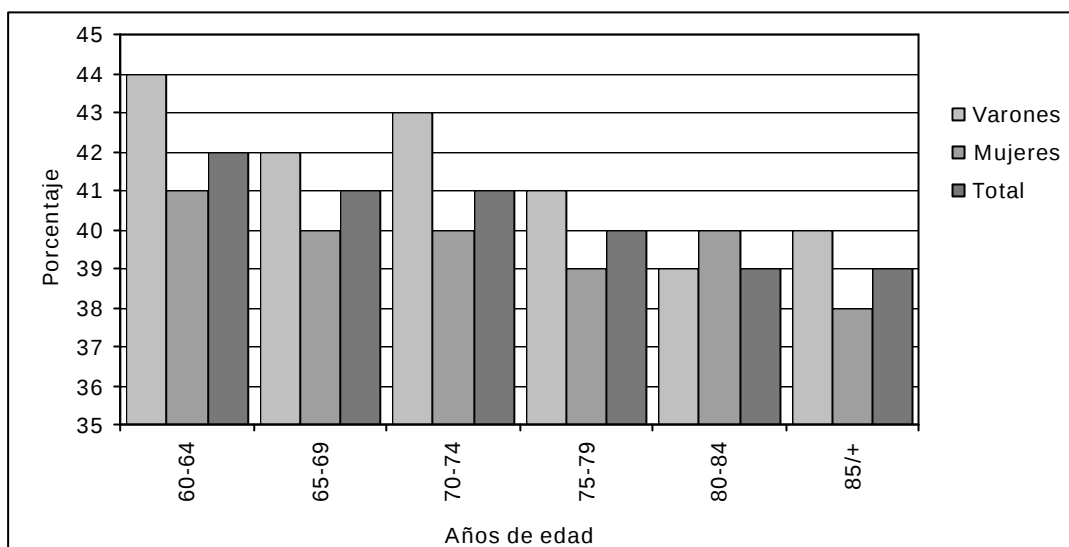


FIGURA 1: evolución del hematocrito

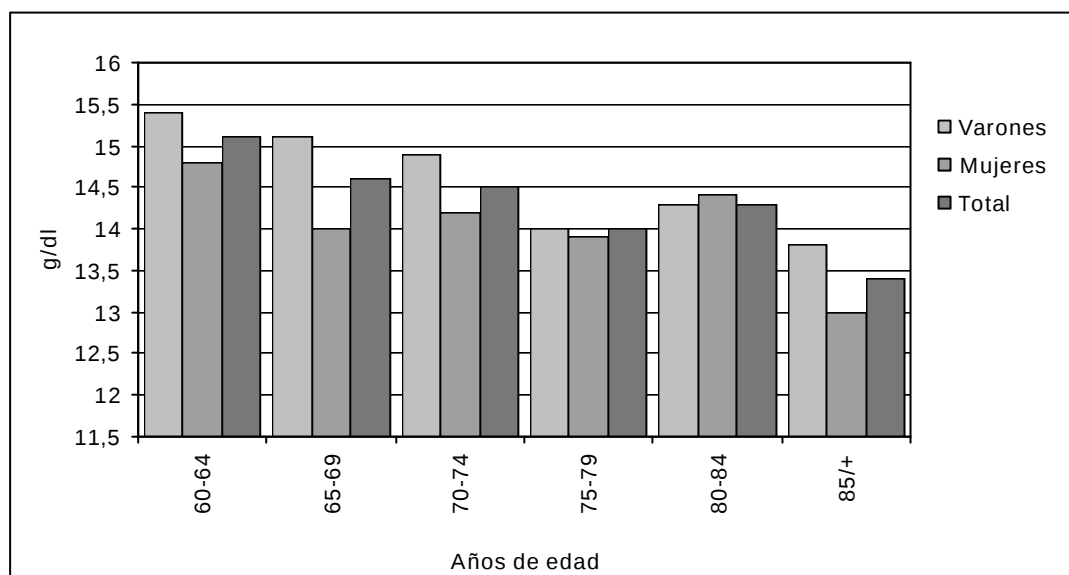


FIGURA 2: evolución de la hemoglobina

nas totales, albúminas y globulinas alfa-2, beta y gamma.

1.3. Eritrocitos: nuestros gerontes acusaron un promedio general (4.76 T/l) que se localizó en la proximidad de los rangos mínimos reportados para población general: 4.7-5.2 T/l [12], 4.8-5.4 T/l [10, 14] y 4.4-5.3 T/l [19]. El total de los varones (4.88 T/l) fue superior al de las mujeres (4.63 T/l), diferencia estadísticamente significativa. Esta particularidad también ocurriría en población general, donde el sexo masculino registraría mayores concentraciones de glóbulos rojos que el femenino: 4.3-5.9 *versus* 3.5-5.0 T/l [11], 5.2 *versus* 4.7 T/l [12], 5.4 *versus* 4.8 T/l [10] y 5.0 *versus* 4.5 T/l [14]. Las medias del conjunto de ambos sexos de cada grupo etáreo revelaron una declinación con-

forme al incremento de la edad, que adquirió significación estadística a partir de los 70 años. En cada grupo, las concentraciones eritrocitarias de las mujeres fueron significativamente menores que las de varones, tal como acontece en población general debido a factores hormonales [10, 12]. En la tercera edad se conservaría esta diferencia [4, 16]. En la vejez "sana", la declinación de los eritrocitos se atribuye a la hipofunción medular generada por la incapacidad del sistema mononuclear fagocítico para transferir hierro al eritrón [15], lo cual se agrava ante la habitual malnutrición de los individuos de la tercera edad [20]. En efecto, los gerontes de ambos sexos acusarían disminuciones de la ferremia [4] y de la transferrina [4, 16]. Los cambios eritrocíticos correla-

cionaron significativamente con las modificaciones de leucocitos totales (+0.80, $p=0.05$), neutrófilos (-0.80, $p=0.05$), linfocitos (+0.92, $p=0.008$), hematocrito, hemoglobina y la totalidad de las fracciones seroproteicas.

1.4. Volumen Corpuscular Medio (VCM): su promedio general (84.1 fl) encuadró en los intervalos de referencia publicados para población general: 76-100 fl [11], 80-95 fl [14] y 89-95 fl [19]. No hubo diferencias significativas entre varones y mujeres, en coincidencia con lo que acontecería en población general [4, 16]. Los promedios del conjunto de ambos sexos tampoco revelaron tendencias estadísticamente significativas, en contraposición con resultados de trabajos anteriores donde se cita que el VCM aumentaría en la vejez, tanto en varones como en mujeres [4, 16]. No se registraron asociaciones lineales entre VCM y el resto de los parámetros estudiados.

1.5. Hemoglobina Corpuscular Media (HCM): registró una media general (30 pg) que no se aleja del intervalo de referencia comunicado para población general: 27-33 pg [11, 19] y 27-32 pg [14]. Entre ambos sexos no hubo diferencias significativas, como así tampoco en los promedios de varones y mujeres de cada grupo etáreo. Otros autores habrían hallado declinaciones de HCM en personas de la tercera edad [4, 16]. Este índice hematimétrico no registró correlaciones significativas con ninguno de los analitos estudiados.

1.6. Concentración de Hemoglobina Corpuscular Media (CHCM): en los gerontes estudiados reveló un promedio (35.7%) que enmarca dentro de los rangos normales de población general: 33-37% [11], 32-36% [14] y 32-34 % [19]. No hallamos para este índice las declinaciones que otros investigadores habrían encontrado en población geriátrica de otras latitudes [4, 16]. Tampoco hubo correlaciones con otros parámetros ni diferencias significativas entre sexos.

2. Leucograma

En la Tabla 2 se consignan los datos obtenidos para los parámetros corpusculares de la serie blanca.

2.1. Leucocitos totales: los ancianos aquí estudiados registraron un promedio total de 7.22 G/l en los recuentos de glóbulos blancos, guarismo que encuadra en el intervalo de referencia aceptado para población general: 3.2-9.8 G/l [11], 4-11 G/l [10], 7 G/l [12] y 5-10 G/l [14, 19]. Las medias de

varones fueron significativamente más altas que las de mujeres. En cada grupo etáreo, los promedios del conjunto de ambos sexos declinaron significativamente conforme al avance del envejecimiento, resultando en casi todos los casos que los promedios femeninos fueron menores a los masculinos, como se describe en la Figura 3.

En población geriátrica, otros investigadores también corroboraron mayores concentraciones de leucocitos totales en varones que en mujeres [4]. Los cambios leucocitarios correlacionaron significativamente con las modificaciones verificadas para neutrófilos (-0.92, $p=0.007$), linfocitos (+0.92, $p=0.007$), hematocrito (+0.95, $p=0.003$), hemoglobina (+0.88, $p=0.01$), eritrocitos (+0.80, $p=0.05$), proteínas totales (+0.94, $p=0.003$), albúminas (+0.91, $p=0.01$) y gamma globulinas (-0.89, $p=0.001$).

2.2. Neutrófilos: 58.1% fue la tasa promedio obtenida para el total de gerontes, sin diferenciarse mayormente de los valores reportados en población general: 54-62% [11], 62% [12], 50-70% [10] y 55-65% [19]. Estos polimorfonucleares resultaron significativamente mayores en varones que en mujeres, en concordancia con hallazgos efectuados en otros trabajos con personas de la tercera edad [4]. Los promedios totales de neutrófilos para el conjunto de ambos sexos revelaron una tendencia incrementativa a medida que avanzó la edad, estadísticamente significativa. En cada grupo etáreo los porcentajes femeninos fueron menores que los masculinos. Los ascensos progresivos de neutrófilos correlacionaron significativamente con los incrementos de gamma globulinas (+0.96, $p=0.001$) y beta globulinas (+0.82, $p=0.04$), así como con las declinaciones de leucocitos totales, linfocitos, hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, proteínas totales y albúminas.

2.3. Linfocitos: la media aritmética global fue de 31.6%, cifra que no escapa del marco fisiológico comunicado para población general: 25-33% [11], 30% [12], 20-40% [10] y 20-45% [19]. No hubo diferencias significativas entre los promedios de varones y mujeres. En cada grupo etáreo tampoco las hubo, excepto entre las edades de 70-74 años (leve predominio femenino) y 75-79 años (leve predominio masculino). Para el conjunto de varones y mujeres, los promedios de cada grupo etáreo mostraron declinaciones estadísticamente significativas con relación al incremento de la edad, en concordancia con hallazgos efectuados

Tabla 2: componentes de varianzas y parámetros genéticos

Característica	σ_a^2	σ_m^2	σ_{pe}	σ_e	h_a^2	h_m^2	c^2
PN	1,35	0,73	1,35	10,40	0,10	0,05	0,09
PR120	37,24	24,65	70,60	319,90	0,08	0,05	0,15
PR205	88,35	37,48	176,30	526,71	0,10	0,08	0,20
PR365	117,96		25,34	1253,94	0,08		0,02
PR550	338,42		182,20	1690,01	0,15		0,08
σ_a^2 = varianza genética aditiva, σ_m^2 = varianza genética materna, σ_{pe}^2 = varianza de ambiente permanente, σ_e^2 = varianza residual, h_a^2 = heredabilidad directa, h_m^2 = heredabilidad materna, c^2 = proporción de varianza debida al efecto permanente del ambiente.							

en otros países [4]. Además, la actividad inmunológica de estos monomorfonucleares decrecería en la tercera edad, especialmente en ancianos malnutridos [20], resultando más afectados los linfocitos “T” que los “B” [21]. Ello explicaría la razón del comportamiento de beta y gamma globulinas en estos ancianos, las que correlacionaron negativamente con los porcentajes de linfocitos (-0.87, $p=0.02$ y -0.91, $p=0.01$ respectivamente). Otras asociaciones lineales altamente significativas se establecieron con proteí-

nas totales, albúminas, hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, neutrófilos y leucocitos totales.

2.4. Monocitos: en total promediaron 5.2%, dentro de los límites estipulados para población general: 3-7% [11], 5.3% [12], 2-8% [10] y 3-8% [19]. La media general de las mujeres aventajó a la de los varones. En cada grupo etáreo los varones ostentaron tasas más bajas, en contraposición a los resultados de otros trabajos donde la relación fue inversa, aunque estadísticamente no significativa [4]. Los promedios del conjunto de am-

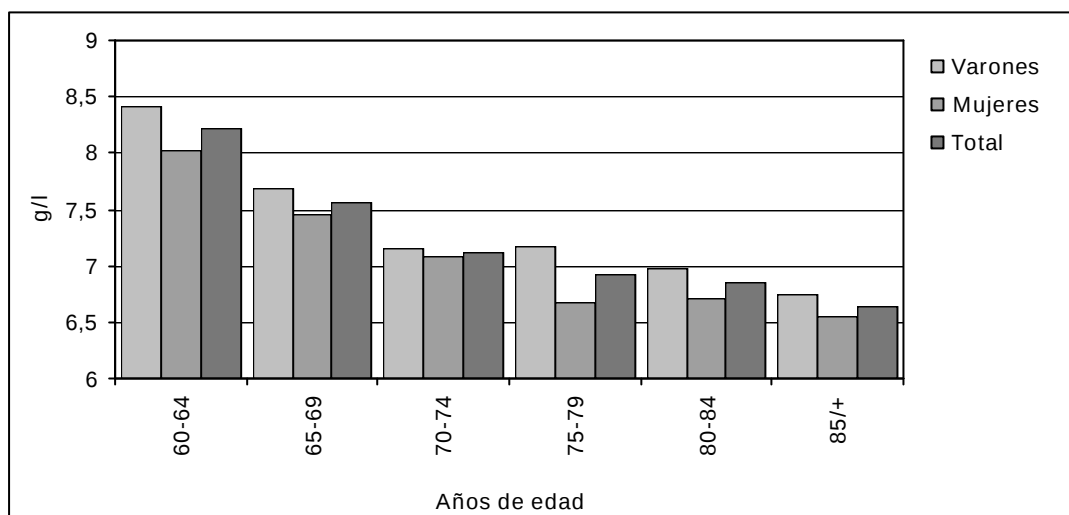


FIGURA 3: evolución de los leucocitos

bos sexos no revelaron diferencias significativas en ningún grupo etáreo.

2.5. Eosinófilos: nuestros ancianos ostentaron una media general de 4.7%, la cual se ubicaría en los extremos más altos reportados para población general: 1-3% [11], 2.3% [12] y 1-4% [10, 19]. No se registraron diferencias significativas entre los totales generales de ambos sexos y tampoco las hubo entre los parciales de cada grupo etáreo (excepto en los gerontes de 75-79 años, donde las mujeres superaron significativamente a los varones). En investigaciones anteriores se habrían hallado en la senescencia mayores tasas eosinofílicas en varones que en mujeres [4]. No hubo diferencias significativas entre los promedios del conjunto de ambos sexos, en las distintas edades.

2.6. Basófilos: no registraron diferencias significativas atribuibles a la edad ni al sexo. Su promedio general encuadró ajustadamente en el marco referencial acordado para población general: 0-0.7% [11], 0.4% [10, 12] y 0-1% [19].

3. Proteinograma

En la Tabla 3 se detallan los resultados arrojados por las proteínas totales y sus fracciones electroforéticas.

3.1. Proteínas Totales: el promedio general obtenido fue 7.17 g/dl, nivel que no escapa de los rangos fisiológicos admitidos para población general: 6-8 g/dl [10, 11, 22], 6.6-8.7 g/dl [17], 6.1-7.9 g/dl [18], 6.0-8.5 g/dl [13], 6.4-8.0 g/dl [14] y 6.5-8.0 g/dl [19]. La media aritmética de los varones fue algo superior a la de las mujeres, aunque la dife-

rencia no fue estadísticamente significativa. En cambio, los promedios del conjunto de varones y mujeres decrecieron significativamente a medida que avanzó el proceso de senectud. En cada grupo (excepto a los 75-79 años), las mujeres revelaron niveles más bajos que los varones, aunque la significación estadística se alcanzó en un solo bloque (70-74 años), como indica la Figura 4.

Numerosos investigadores ya habían constatado la declinación de la proteinemia total en función al avance de la vejez, en ambos sexos [4, 16, 23, 24, 25]. En nuestra experiencia, las modificaciones de proteínas totales mostraron asociaciones lineales significativas con albúminas (+0.91, $p=0.01$), alfa-1 globulinas (+0.88, $p=0.02$), alfa-2 globulinas (+0.95, $p=0.002$), beta globulinas (-0.91, $p=0.01$), gamma globulinas (-0.96, $p=0.002$), hematocrito (+0.97, $p=0.009$), hemoglobina (+0.91, $p=0.01$), eritrocitos (+0.94, $p=0.004$), leucocitos totales (+0.94, $p=0.003$), neutrófilos (-0.91, $p=0.01$) y linfocitos (+0.95, $p=0.003$).

3.2. Albúminas: los gerontes bajo ensayo acusaron una media general de 3.66 g/dl. Esta cifra se sitúa en el rango mínimo admisible para población general: 3.6-5.2 g/dl [11], 3.5-5.0 g/dl [10, 17], 3.5-4.8 g/dl [18], 3.5-5.5 g/dl [22] y 4.15 ± 0.51 g/dl [19]. Según otros autores, incluso estaría por debajo del intervalo fisiológico que sería de 3.9-4.6 g/dl [14] o de 3.7-4.8 g/dl [13]. El promedio femenino fue ligeramente menor al masculino, sin significación estadística. En casi todos los grupos, la albuminemia de los varones superó significativamente a la de las mujeres, en coincidencia con lo publicado por otros autores [22]. Los promedios del conjunto de ambos sexos mostraron –al

Tabla 3: coeficientes de heredabilidad para características de crecimiento en la raza Santa Gertrudis en Brasil

Autor	Pn _d	Pn _m	PR120 _d	PR120 _m	PR205 _d	PR205 _m	PR365 _d	PR365 _m	PR550 _d
Ribeiro (1997)	0,16	0,09	0,06	0,16	0,13	0,10	0,12	0,01	0,12
Bezerra et al. (1998)			0,10	0,07	0,17	0,04	0,15		0,22

avanzar la edad- una significativa declinación de este parámetro, como muestra la Figura 5. La mayoría de las referencias encontradas corroboran que las albúminas decrecen significativamente en la vejez, tanto en varones como en mujeres [3, 4, 16, 25, 26, 27]. Tal déficit debería relacionarse al decaimiento senil de las funciones hepáticas [28], muy evidente al fallar la biosíntesis de enzimas capaces de proteger contra los radicales libres [29]. También se citan disminuciones de pre-albúminas, especialmente en ancianos con malabsorción o malnutrición [20, 30]. Los cambios de la albuminemia correlacionaron significativamente con las fluctuaciones de proteínas totales, gamma globulinas (-0.81, $p=0.04$), hematocrito

(+0.86, $p=0.02$), hemoglobina (+0.93, $p=0.007$), eritrocitos (+0.87, $p=0.02$), leucocitos (+0.91, $p=0.01$), neutrófilos (-0.83, $p=0.03$) y linfocitos (+0.95, $p=0.002$).

3.3. Alfa-1 Globulinas: en promedio, alcanzaron un nivel de 0.26 g/dl, valor que no difiere grandemente del rango fisiológico de la población general: 0.10-0.40 g/dl [11, 22], 0.30-0.52 g/dl [13], 0.15-0.30 g/dl [14] y 0.25 ± 0.08 g/dl [19]. No hubo diferencias significativas entre los totales de varones *versus* mujeres, pero sí ocurrieron para el conjunto de ambos sexos, que en cada grupo fue decreciendo significativamente al avanzar la edad. Algunos autores hallaron que las alfa globulinas (alfa-1 + alfa-2) revelaban tendencia

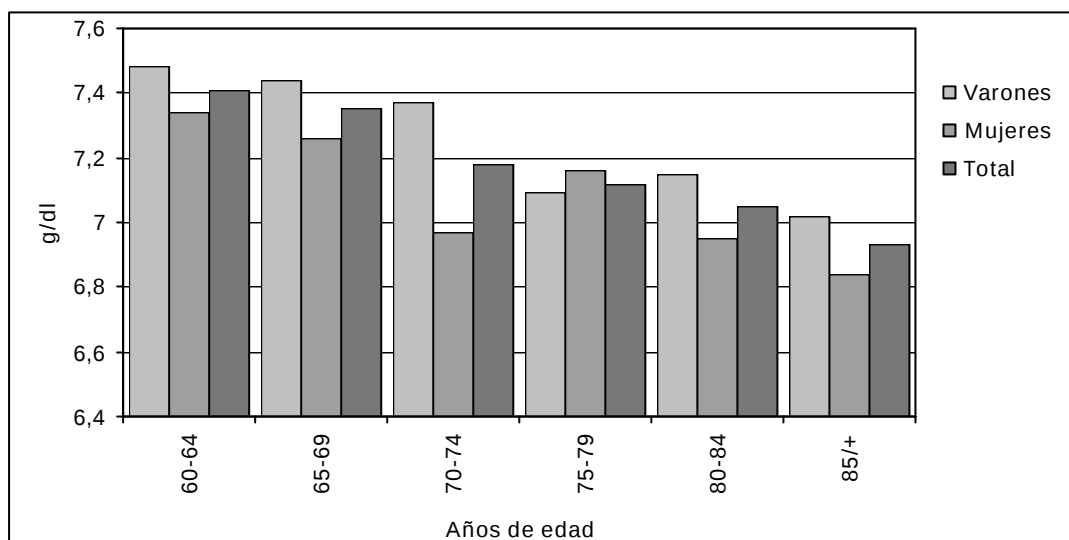


FIGURA 4: evolución de las proteínas totales

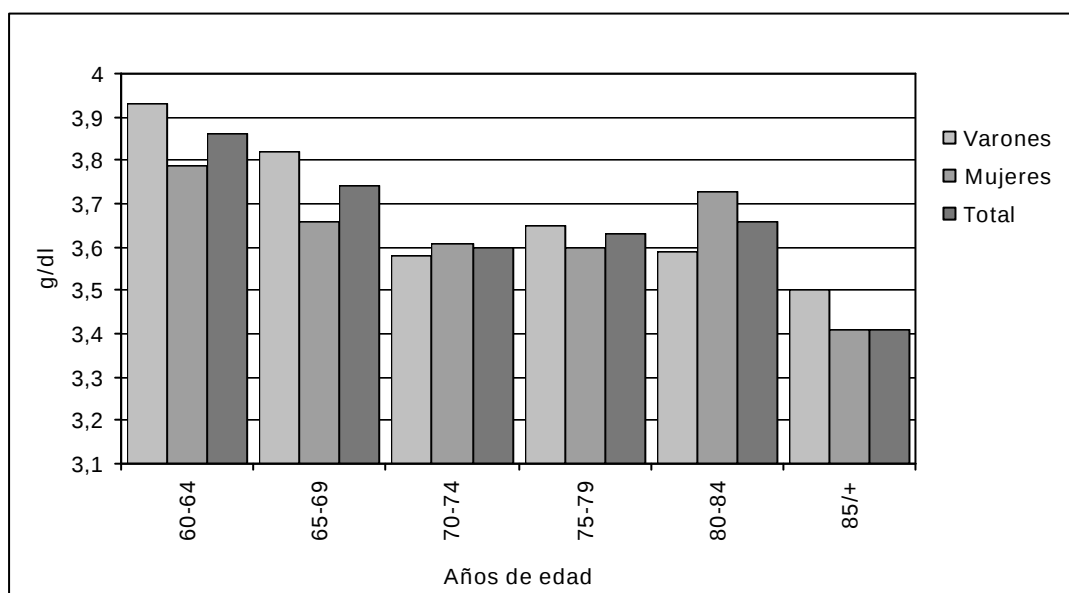


FIGURA 5: evolución de las albúminas

incrementativa en la tercera edad [16]. La evolución de alfa-1 globulinas correlacionó significativamente con la de proteínas totales, alfa-2, beta y gamma globulinas, así como con la de eritrocitos y hematocrito.

3.4. Alfa-2 Globulinas: 0.77 g/dl fue la media aritmética total, que enmarca en los rangos comunicados para población general: 0.40-1.00 g/dl [11], 0.60-1.00 g/dl [22], 0.43-0.86 g/dl [13], 0.55-0.75 g/dl [14] y 0.64±0.11 g/dl [19]. No hubo diferencias significativas entre los promedios totales de varones y mujeres, aunque sí para el conjunto de ambos sexos, cuyos promedios declinaron conforme al incremento de la edad. Las correlaciones significativas de alfa-2 globulinas se estable-

cieron con las mismas variables dependientes mencionadas para alfa-1 globulinas.

3.5. Beta Globulinas: los ancianos bajo estudio obtuvieron un promedio general de 1.03 g/dl, nivel que excede o se inscribe en las cercanías del rango máximo admitido para población general: 0.60-1.00 g/dl [14], 0.71±0.20 g/dl [19], 0.67-1.08 g/dl [13], 0.60-1.30 g/dl [22] y 0.50-1.20 g/dl [11]. No hubo significación estadística de las diferencias entre sexos. En el conjunto de varones y mujeres, los ascensos progresivos de beta globulinas adquirieron significación a partir de los 80-84 años de edad. En otros trabajos se reporta similar tendencia para esta fracción electroforética [16], que en nuestro caso correlacionó significativamente

con neutrófilos, linfocitos, hemoglobina, eritrocitos, hematocrito, proteínas totales, alfa-1, alfa-2 y gamma globulinas.

3.6. Gamma Globulinas: su promedio general ascendió a 1.45 g/dl, tasa que supera o se ubica en cercanías del rango máximo establecido para población general: 0.85-1.35 g/dl [14], 1.26 ± 0.42 g/dl [19], 0.70-1.50 g/dl [22], 0.60-1.60 g/dl [11] y 0.94-1.66 g/dl [13]. Tampoco aquí hubo significación estadística para las diferencias entre los promedios de varones y mujeres. Al avanzar la edad, las medias del conjunto de ambos sexos se incrementaron significativamente a partir de los 75-79 años de edad, como se observa en la Figura 6. Tal evolución condice con la tendencia aumentativa comunicada por otros investigadores para las gamma globulinas en personas de la tercera edad [16]. Este fenómeno podría relacionarse con presuntos estados de estrés en los ancianos, capaces de provocar lisis de linfocitos y aumento de inmunoglobulinas circulantes [12]. Las gamma globulinas, donde reside la actividad inmunológica humoral [10], correlacionaron significativamente con los incrementos de beta globulinas (+0.89, $p=0.01$) y neutrófilos (+0.96, $p=0.001$), así como con las declinaciones de proteínas totales (-0.96, $p=0.002$), albúminas (-0.81, $p=0.04$), alfa-1 (-0.91, $p=0.01$) y alfa-2 globulinas (-0.98, $p=0.005$), leucocitos totales (-0.89, $p=0.01$), linfocitos (-0.91, $p=0.01$), eritrocitos (-0.88, $p=0.02$), hematocrito (-0.95, $p=0.003$) y hemoglobina (-0.92, $p=0.008$).

3.7. Relación Albúminas / Globulinas (RAG): acusó una media global de 1.03, sin diferencias

significativas entre sexos ni acciones atribuibles al avance de la edad. El guarismo obtenido por los ancianos fue algo menor a los valores fisiológicos obtenidos para población general: 1.1-1.5 [13], 1.2-2.2 [18] y 1.4 [10].

CONCLUSIONES

Diferencias entre ancianos *versus* población general

Los gerontes estudiados (60 a 97 años) revelaron que algunos de sus parámetros (beta y gamma globulinas) excedieron los límites del intervalo de referencia para población general (17 a 40 años), o se ubicaron en cercanías del rango superior (eosinófilos). Por el contrario, otras variables no alcanzaron el rango mínimo (albúminas, RAG) o se localizaron en la proximidad del tope inferior (hematocrito, hemoglobina, eritrocitos). El resto de los parámetros encuadró dentro de los límites fisiológicos admitidos para personas de menor edad (proteínas totales, alfa globulinas, leucocitos totales, neutrófilos, linfocitos, monocitos, basófilos, VCM, HCM y CHCM).

Diferencias entre los ancianos de distintas edades

Las estadísticas efectuadas sobre los promedios del conjunto de ambos sexos en cada uno de los seis grupos etáreos considerados (quinquenios desde 60 hasta 85/+ años) indicaron que a medida que avanzó el proceso del envejecimiento, declinaron significativamente algunos parámetros de las series roja (eritrocitos, hemoglobina,

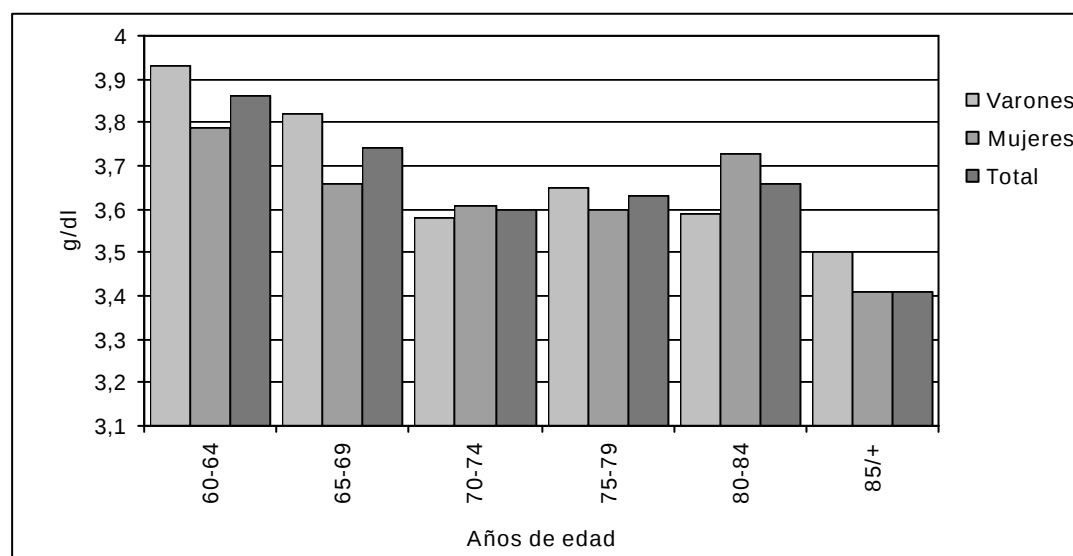


FIGURA 6: evolución de las gamma globulinas

hematocrito) y blanca (leucocitos, linfocitos), así como las proteínas totales y ciertas fracciones electroforéticas (albúminas y alfa globulinas). Por el contrario, otras variables se incrementaron significativamente (neutrófilos, beta y gamma globulinas) en tanto que algunas no variaron (monocitos, eosinófilos, basófilos, VCM, HCM, CHCM y RAG).

Diferencias según el sexo de los gerontes

El análisis de los promedios generales para todas las edades reveló que los varones registraron niveles significativamente más altos que las mujeres en sus concentraciones de eritrocitos, hemoglobina, hematocrito, leucocitos totales y neutrófilos (no significativos para proteínas totales y albúminas). Los monocitos fueron significativamente mayores en mujeres, en tanto que el resto de los parámetros no mostró diferencias atribuibles al sexo.

Al considerar los promedios de varones y mujeres de cada grupo etáreo, surgió que el sexo femenino ostentó tasas significativamente menores de hematocrito, hemoglobina, eritrocitos, leucocitos totales, neutrófilos y albúminas (no significativas para proteínas totales). Los monocitos fueron significativamente menores en los varones, mientras el resto de los parámetros no varió o lo hizo irregularmente, sin tendencia definida.

Coherencia de la interrelación entre las modificaciones constatadas

Las asociaciones lineales significativas establecidas entre las variables estudiadas, revelaron congruencia respecto al significado de los cambios detectados. Las correlaciones entre los declinantes parámetros del eritrograma aluden una hipofunción medular cuya magnitud no fue suficiente para modificar el tamaño de los eritrocitos (VCM) ni su contenido pigmentario (HCM, CHCM). Los descensos de proteínas plasmáticas de origen hepático (correlacionadas entre sí) armonizan con una declinación de su biosíntesis en el hígado y/o fallas en la absorción intestinal. La disminución de linfocitos, correlacionada con el aumento de beta y gamma globulinas, corroboran la aseveración que en la tercera edad decrece la actividad de linfocitos "T" (inmunidad celular) antes que la de linfocitos "B" (inmunidad humoral, anticuerpos circulantes).

AGRADECIMIENTOS

Por su colaboración en la extracción de muestras y/o trabajos de laboratorio, a los Dres. R. Barchuk, R. Mentzel, M. Báez, H. Alegre, D. Cristaldo, C. Serrano, S. Cardozo y O. Scheide-reiter.

A CIDeT (UNaM) y SGCYT (UNNE), así como a las empresas Wiener, Biopur y GT-Lab por el apoyo económico recibido.

REFERENCIAS

1. BRAVO, J. *América Latina envejece rápidamente*. Informe de la Comisión Económica para América Latina y Caribe (CEPAL). Gaz. Merc. Latinoam. 37: 4-5, 1999.
2. MURGIERI, M. *La Cuarta Edad*. Magazin 6: 265, 15-18, 1998.
3. DIETRICH, T. D. *Variación de los valores de referencia en geriatría. Necesidad de su determinación*. Notiwienner 18: 61, 3-4, 1984.
4. DYBKAER, R.; LAURITZEN, M.; KRAKAUER, R. *Relative reference values for clinical chemical and haematological quantities in healthy elderly people*. Act. Med. Scand. 209: 1-9, 1981.
5. RONCAGLIOLO, M. G.; LUNA, S. L.; URIBE, C.; VARAS, A. *Rangos de referencia de parámetros que evalúan funcionalidad hepática y renal en población geriátrica*. Acta Bioq. Clin. Lat. 31: 3, 363, 1997.
6. SOLBERG, H. E.; STAMM, D. *Teoría de los valores de referencia*. Acta Bioq. Clin. Lat. 26: 1, 105-110, 1992.
7. ASH, K. O.; CLARK, S. J.; SANDBERG, L. B.; HUNTER, E.; WOODWARD, S. C. *The influence of sample distribution and age on reference intervals for adult males*. Am. J. Clin. Pathol. 79: 5, 574-581, 1983.
8. LIBOW, L. S. *The Core of Geriatric Medicine*. 1° ed, C. V. Moseby Co., St. Louis, 1981.
9. WHITING, M. J.; DILENA, B. A.; BECKWITH, L.; ANDREWS, G. R. *Biochemistry laboratory values in the elderly*. XV Internat. Congress of Clin. Chem., P.S. 374, Melbourne, 1993.
10. GANONG, W. F. *Review of Medical Physiology*. 17° ed, Appleton, Philadelphia, 1996.

11. ANGEL, G. M.; ANGEL, M. R. *Interpretación Clínica del Laboratorio*. 5º ed, Panamericana, Bogotá, 1997.
12. GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Human Physiology and Mechanisms of Disease*. 6º ed, Saunders, Philadelphia, 1998.
13. MC GILVER, R. W.; GOLDSTEIN, G. W. *Biochemistry. A Functional Approach*. 3º ed, Saunders, Philadelphia, 1986.
14. KALINOV, A. *El Laboratorio y su Interpretación Semiológica*. 2º ed, López Libreros, Buenos Aires, 1984.
15. ALTHABE, O. *Alteraciones eritrocíticas en geriatría*. Acta Geriatr. 22: 4, 6-12, 1997.
16. ASH, K. O. *Reference intervals (normal ranges): a challenge to laboratorians*. Am. J. Med. Technol. 46: 504-511, 1980.
17. BOEHRINGER, S. A. *Metódicas de Trabajo para Análisis Manuales*. 7º ed, Buenos Aires, 1997.
18. WIENER, S. A. *Vademecum de Reactivos para Laboratorios Clínicos*. 12º ed, Rosario, 1997.
19. IOVINE, E.; SELVA, A. A. *El Laboratorio en la Clínica*. 2º ed, Panamericana, Buenos Aires, 1981.
20. FERRY, M. *Denutrition in elderly people*. Ann. Biol. Clin. 28: 5, 303-308, 1990.
21. LESOURD, B. M. *Immunity in ageing*. Ann. Biol. Clin. 28: 5, 309-318, 1990.
22. PESCE, A. J.; KAPLAN, L. A. *Methods in Clinical Chemistry*. 1º ed, Mosby, St. Louis, 1990.
23. CHANYEUNG, M.; FERREIRA, P.; FROHLICH, J.; SCHULZER, M.; TAN, F. *The effects of age, smoking and alcohol in routine laboratory tests*. Am. J. Clin. Pathol. 75: 320-326, 1981.
24. REED, A. H.; CANNON, D. C.; WINKELMAN, J. W.; BHASIN, Y. P.; HENRY, R. J.; PILEGG, V. J. *Estimation of normal ranges from a controlled sample survey. I: sex and age-related influence*. Clin. Chem. 18: 57-66, 1972.
25. HOSCHOIAN, J. C.; AIZENCANG, G.; BERTOT, G. *Cambios en los analitos sanguíneos relacionados con la homeostasis del calcio durante el envejecimiento*. Acta Bioq. Clín Lat. 26: 4, 397-408, 1992.
26. SUNDERMAN, F. W. *Current concepts of normal values, reference values and discrimination values in clinical chemistry*. Clin. Chem. 21: 1873-1877, 1975.
27. O'CARROLL, D.; STATLAND, B. F.; STEELE, B. W.; BURKE, M. D. *Chemical inhibition method for alkaline phosphatase isoenzymes in human serum*. Am. J. Clin. Pathol. 63: 564-572, 1975.
28. HODKINSON, H. M. *Biochemical diagnosis in the elderly*. In: Aging, Its Chemistry, A. Dietz Ed. Am. Ass. for Clinical Chemistry, p.359-365, Washington, 1980.
29. CAND, F.; VERDETTI, J. *Superoxide-dismutase, glutathione peroxidase, catalase and lipid peroxidation in the major organs of the aging rats*. Free Rad. Biol. Med. 7: 59-63, 1989.
30. MITCHELL, C. O.; LIPSCHITZ, D. A. *The effect of age and sex on the routinely used measurements to assess the nutritional status of hospitalized patients*. Am. J. Clin. Nutr. 36: 340-349, 1982.



BÚSQUEDA DE CONSOLIDANTES PARA SUELOS DE TIERRA COLORADA DE LA PROVINCIA DE MISIONES.

PARTE I: COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELO COLORADO NATURAL Y DE SUELO DEL NIDO TERMITERO (TACURÚ)

Siviero, N. R. / de Lima, E. / Argüello, B. del V.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico - CIDEt

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

Félix de Azara 1552 – 3300 – Posadas – Misiones. - arguello@fcegyn.unam.edu.ar

SEARCHING NEW CONSOLIDANTS FOR RED SOIL FROM THE PROVINCE OF MISIONES. PART I: COMPARISON OF PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL RED SOIL AND SOIL FROM THE TERMITE NEST (TACURU).

ABSTRACT

Physical assays carried out over samples of red clayish soil without stabilizers and over pieces of termite nests collected from the same area are presented. Both are typical of the Province of Misiones (Argentina) and the assays were made to compare the stabilization level of the nests. Resistance, compactation and plasticity tests were carried out in accordance with road standards (IRAM, AASHO, ASTM y VN). There are differences between both soil samples, and the capacity of the termite nest to resist charges under adverse conditions is observed. The substances added by termites may be responsible for that stabilization, and knowing them could contribute to search new consolidants for roads with that kind of soil.

KEY WORDS: road consolidants, resistance to impact, resistance to water, plasticity, red soils, termite nests.

RESUMEN

Se presentan los ensayos físicos realizados sobre muestras de suelo arcilloso colorado sin estabilizantes y sobre nidos de termitas del mismo sitio, ambos característicos de la provincia de Misiones (Argentina), para comparar el nivel de estabilización de estos últimos. Se llevaron a cabo ensayos de resistencia, de compactación y de plasticidad, según normas estándares viales (IRAM, AASHO, ASTM y VN). Se encontró que existen diferencias entre ambas muestras de suelo, observándose la capacidad del suelo del termitero (tacurú) para resistir cargas bajo condiciones adversas. Las sustancias aportados por las termitas serían responsables de esta estabilización, y su conocimiento contribuiría en la búsqueda de nuevos consolidantes para caminos con este tipo de suelo.

PALABRAS CLAVES: consolidantes de caminos, resistencia al impacto, resistencia al agua, plasticidad, suelos colorados, termiteros.

INTRODUCCIÓN

La red vial de la provincia de MISIONES tiene una extensión aproximada de 27.000 Km., de las cuales el 2,5% están pavimentadas. El resto consiste esencialmente en caminos de tierra cubiertos con muy poca grava (aproximadamente 14.000 Km.) y caminos de suelo sin tratamiento en los cuales, al no estar consolidados por algún material de aporte, la transitabilidad resulta limitada buena parte del año ya que queda sujeta a factores climáticos no controlables. Esta situación genera una serie de problemas vinculados con aspectos económicos y sociales. Condiciona la actividad productiva (a veces hasta impedir la salida de los productos de granja –agrícolas y ganaderos-) y los derechos sociales a educación, salud, recreación.

Cualquier proyecto de solución a estos caminos vecinales debería regirse por las siguientes premisas:

- utilización de materiales existentes en el lugar, insensibilizados a la acción climática;
- transitabilidad en cualquier condición climática;
- conservación simple y de bajo costo.

El suelo colorado o suelo laterítico, que caracteriza a esta provincia, posee alto contenido de arcilla [1], y su origen es la “meteorización” química del basalto [2]. Estos suelos arcillosos en presencia de agua modifican sus propiedades reológicas y mecánicas, transformándose de un sólido con capacidad portante, cuando está seco, a una masa viscosa (en exceso de agua) con pérdida de su capacidad portante.

La geología provincial está representada principalmente por rocas efusivas descriptas como basaltos tholeíticos [3]. Estas rocas forman parte del gran macizo de la cuenca del Paraná que cubre parte de los Estados de Sao Pablo, Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul, en Brasil; la parte este del Paraguay y noroeste del Uruguay, se extiende en nuestro país por todo el territorio de la provincia de Misiones, y parte noroeste de la provincia de Corrientes [1].

Es frecuente observar en el territorio elevaciones del terreno que pueden llegar hasta los 4-5 m de altura, que son nidos de termitas. Estos nidos -“tacurús”- muestran una gran solidez en la estructura de las paredes, es decir, resistencia a la desintegración frente a agentes atmosféricos, y re-

sistencia mecánica, lo que sugiere una consolidación del suelo colorado.

El objetivo de este trabajo es comparar el comportamiento físico-mecánico del suelo colorado sin estabilizantes respecto del suelo del nido termitero, a los fines de evaluar las sustancias aportadas por las termitas como posible alternativa en la consolidación de los caminos vecinales de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se extrajeron muestras de nidos de las termitas o termitero (“tacurú”), y muestras de suelos sin consolidar de las cercanías del mismo, a los efectos de contar con material para valores de comparación. Las muestras analizadas corresponden a la “Zona 1” que comprende el Departamento Capital, estando integradas por 12 nidos con un peso aproximado de 120 Kg., y 120 Kg. de suelo sin consolidar. Una vez extraídas las sustancias extrañas, como hierbas, raíces y termitas, se homogeneizaron -cada una de estas muestras originales- previa trituración hasta el tamiz N° 4 (4.9 mm.), llegándose por cuarteos sucesivos hasta las muestras para realizar por triplicado los ensayos.

Los reactivos utilizados fueron de grado analítico.

Se utilizaron los equipamientos, según normas, para los ensayos que se realizan en el control de calidad de los terrenos consolidados [4] [5], todos ellos pertenecientes al Laboratorio de la Dirección Provincial de Vialidad de la provincia de Misiones.

Se hicieron determinaciones de humedad en cada una de las muestras, colocándolas en pesafiltros en la estufa a 105-110°C hasta peso constante, según Norma VN [4, 5].

Los ensayos físico-mecánicos realizados fueron: [4, 5].

Peso específico: establece el peso de la unidad de volumen en las condiciones de ensayos determinados por la norma IRAM 9 - N 10.

Equivalente de arena (norma de VN [Vialidad Nacional] -10 - 82): se determina el contenido de finos y materiales arcillosos en suspensión, de suelos, en una probeta graduada con una escala de 0 a 100 denominada Equivalente de arena. El último número correspondería a un suelo sin arcilla que pueda quedar en suspensión.

Límite de contracción (norma ASTM D - 47 - 39): determina el porcentaje mayor de humedad referido al peso de suelo seco, para el cual una muestra de suelo no se contrae cuando la humedad baja de este límite y se expande cuando aumenta la humedad sobre dicho porcentaje.

Relación de contracción (norma ASTM D - 47 - 39): establece el cambio de volumen producido por secado desde el estado de pasta hasta el límite de contracción -expresado en porcentaje de volumen seco- y la correspondiente pérdida de humedad en porcentaje de peso de suelo seco.

Contracción lineal (norma ASTM D - 47 - 39): establece la reducción -expresada en porcentaje de la dimensión original- que experimenta una muestra en una dimensión, cuando el contenido de humedad se reduce desde la Humedad Equivalente del Terreno, hasta el Límite de contracción.

Contracción con pastillas alargadas: se establece un cociente entre la disminución de la longitud de una pasta realizada con el suelo y luego secado a 100°C, y la longitud original especificada en seis pulgadas (sin número de norma).

Cambio volumétrico (norma ASTM D - 47 - 39): determina el cambio de volumen -expresado en porcentaje del volumen de suelo seco- que experimenta un suelo cuando su contenido de humedad se reduce desde el punto tomado como partida para el cálculo hasta el *Límite de contracción*.

Ensayo de compactación. Proctor standard (norma AASHTO - T-99 - 49): se determina el máximo valor de la densidad expresada en g/cm³, de un suelo al que se le aplica un trabajo de compactación fijo, equivalente a 6,05 kg.cm/cm³. Durante el ensayo se varía la *humedad* del suelo, variando en consecuencia la *densidad* (reducción de vacíos). Solo se consigna la *densidad máxima* alcanzada y la humedad con la cual se logró esa densidad, denominada "*humedad óptima*"

Límites de Atterberg: (normas IRAM 10501, 10502). **Límite Líquido:** se determina el contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia líquido y plástico del suelo. **Límite Plástico:** se determina el porcentaje mínimo de humedad necesario para que el sistema suelo-agua pueda sufrir deformaciones plásticas; mientras que el **Índice de Plasticidad** se calcula como el intervalo de humedad en el cual el sistema suelo-agua posee capacidad para sufrir deformaciones plásticas.

Valor soporte relativo (norma ASTM D 17 - 60): se establece, en condiciones normalizadas, la carga necesaria para lograr determinada penetración de un pistón en una probeta de ensayo, y se expresa como porcentaje de una carga fija (que corresponde al valor medio de un patrón de piedra triturada). El hinchamiento es expresado como porcentaje entre el aumento de altura de la probeta y su altura inicial.

Ensayo de penetración dinámico (DCP) (sin número de Norma): se determina la resistencia que opone el suelo a ser penetrado por una lanza normalizada, expresando esta penetración en mm/golpe.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los valores de los ensayos realizados, según las normas en uso [4, 5], a las muestras de suelo natural y suelo del termitero.

Del análisis comparativo de ambas muestras puede deducirse que existen diferencias entre ambos suelos. El ensayo de Valor Soporte Relativo (VSR) estaría indicando la capacidad del suelo del termitero para tolerar cargas bajo condiciones adversas; las muestras se sumergieron durante cuatro días en agua y, aun así, mostraron un aumento de la resistencia de 3; 2,6 y 2 veces, para secuencias de 12, 25 y 56 golpes por capa, respectivamente. Los ensayos de Penetración Dinámica (DCP), para el mismo número de golpes por capa, fueron coherentes con los datos anteriores y con el menor ablandamiento logrado por las muestras sumergidas en agua, demostrando un aumento de la resistencia del material del nido.

La presencia de ciertas sustancias aglutinantes en el termitero establecerían las diferencias en el peso específico (menor peso para igual volumen) y provocarían una disminución de arcillas en suspensión (mayor equivalente de arena). El ensayo de compactación coincide con el de peso específico, determinándose un menor valor de densidad y un incremento del valor de humedad óptima (Proctor standard).

Las termitas subterráneas construyen sus nidos amasando el material del suelo con su saliva, con sus heces [6, 7], y con madera parcialmente masticada. Generalmente se alimentan de madera u otras sustancias que contengan celulosa, como colchones de hojas, humus, líquenes, estiércol,

Tabla 1: tipos polínicos determinados en la ciudad de Posadas, año 1994

Árboles/Arbustos	Herbáceas
* <i>Albizzia</i> spp.	Amaranthaceae (amarantos)
<i>Alnus</i> spp. (álamos)	Asteraceae (compuestas)
* <i>Anadenanthera</i> spp. (curupay)	Cyperaceae
Arecaceae (palmeras)	Chenopodiaceae/Amaranthoideae (quenopodios y amarantos)
<i>Bauhinia</i> spp. (árbol de las orquídeas y *pata de buey)	* <i>Parietaria debilis</i> (paletaria)
* <i>Cecropia</i> spp. (ambaú)	* <i>Plantago</i> spp. (llantén)
* <i>Celtis</i> spp. (tala)	Poaceae (gramíneas)
<i>Eucalyptus</i> spp. (eucalipto)	
Euphorbiaceae T/ <i>Alchornea</i> spp.	
<i>Ligustrum</i> spp. (ligustro y ligustrina)	
<i>Mangifera indica</i> (mango)	
Melastomataceae T/ <i>Tibouchina</i> spp.	
<i>Mimosa</i> spp.	
<i>Morus alba</i> (mora blanca)	
Myrtaceae (*pitanga,*guayaba, limpiatubo otros)	
* <i>Parapiptadenia</i> spp. (anchico)	
* <i>Peltophorum dubium</i> (Ivirá- pyta)	
Pinaceae (pinos y cedros)	
Piperaceae T/ <i>Peperomia</i> spp.	
Platanaceae T/ <i>Platanus acerifolia</i> y T/ <i>Platanus</i> spp.	
* <i>Psapium</i> spp. (lecherón)	
<i>Ricinus communis</i> (ricino)	
Tiliaceae T/ <i>Tilia</i> spp.(tilo)	
* <i>Trema micrantha</i> (palo pólvora)	
*especies nativas	

pasto [8, 9]. Las heces son gránulos húmedos que contienen madera y lignina, la porción no digerible de la madera. Estos insectos poseen en sus intestinos microorganismos que les proveen de las enzimas para digerir la celulosa.

T. Miura y T. Matsumoto [10] investigaron la composición química del material del termitero de las termitas *Termes*, en un estudio comparativo con la *T. Hospitalitermes*. Encontraron un eleva-

do porcentaje de cenizas, lo que refirieron como un indicativo de que también el suelo es parte de su alimentación y que este elevado contenido de cenizas estaría vinculado con la solidez que muestran los termiteros, por la presencia de minerales.

Las tierras lateríticas de esta provincia poseen un elevado porcentaje de minerales, principalmente hierro y aluminio [1], lo que justificaría la estabilización que hemos observado en los nidos

con respecto al suelo sin el aporte de la acción de los insectos. Los valores en el contenido de hierro que hemos obtenido de los termiteros [11] son superiores a los informados por T. Miura y T. Matsumoto.

CONCLUSIONES

El material de los nidos termiteros -“tacurú”- muestra un comportamiento físico-mecánico diferente al del suelo colorado, con una consolidación que es la deseable en toda estabilización química, y que se debería a la presencia de sustancias aglutinantes aportadas por las termitas.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing° Aníbal Velázquez, Presidente de la Dirección Provincial de Vialidad (1996-1999) por permitirnos acceder al equipamiento del Laboratorio de esa repartición.

Al Estudiante Claudio G. Xander por su colaboración en la actualización bibliográfica. ✍

REFERENCIAS

1. *Informe Geológico* realizado por GEOMAP SA consultora para CARTA (Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos). Consultores: Prof. Enrico Marchesini y Prof. L. Lucarelli. Ginebra (1964).
2. Robinson, G. W. *Los suelos, su origen, constitución y clasificación. Introducción a la Edafología*. Pág. 49-52. Ed. Omega. 1960.
3. Teruggi, M. *Los basaltos tholeíticos de Misiones*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Museo de la Plata, Tomo XVII, Geología N° 70, La Plata, 1955.
4. *Normas de Ensayo*. Dirección Nacional de Vialidad, SETOP, V Ed. Argentina, 1979.
5. *Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires*. La Plata, 1961.
6. <http://www.utoronto.ca/forest/termite/termsub.htm>. 1998.
7. <http://www.ex.ac.uk/~gilramel/isoptera.html>. 1998.
8. Wood, T. G. *Food and feeding habits of termites*. In: *Production Ecology of Ants and Termites*. (M. V. Brian, ed.) Cambridge University Press, pp 55-80, 1978.
9. Noirot, C. *From wood-to humus-feeding: an important trend in termite evolution*. In: *Biology and evolution of social insects*. (J. Billen, ed.) Leuven University Press, pp 107-119, 1992.
10. Miura, T. Y.; Matsumoto, T. *Diet and nest material of the processional termite Hospitalitermes, and cohabitation of Termites (Isoptera, Termitidae) on Borneo Island*. *Insectes soc.* 44: 267-275, 1997.
11. Resultados no publicados.



ANÁLISIS DE LA LLUVIA POLÍNICA DE LA CIUDAD DE POSADAS, MISIONES, ARGENTINA

Paul, R. M / Fernández, L. C. / Huk, L. H.

Laboratorio 5. Módulo Farmacia y Bioq.

Avda. Mariano Moreno 1375. Tel. 427687

e-mail: paleonto@escenf.unam.edu.ar / romapa@correo.unam.edu.ar

ANALYSIS OF A POLLEN RAIN FROM POSADAS CITY, MISIONES, ARGENTINA

The pollen rain analysis in Posadas city, Province of Misiones, Argentina, corresponding to the year 1994 is given.

The monitoring has been performed fortnightly using a Tauber type gravitational trap situated in downtown Posadas city, at six meters above the ground. Identified pollen types with annual relative frequencies and the pollen calendar are presented.

Thirty-one pollen types have been identified. They are representative of the surrounding vegetation (parks, squares, gardens, unused lands, etc.) and are grouped as tree –shrubs and herbs. Tree – shrubs have pollen peaks in Winter, Spring and Summer. Those related to Winter are due to the influence of Myrtaceae, Pinaceae y Platanaceae. Those related to Spring to *Cecropia* spp. y *Celtis* spp. ,*Morus alba* y Platanaceae. Those to Summer to Arecaceae, *Cecropia* spp., *Trema micrantha*. Herbs present a more uniform annual rhythm, although their frequency increases during Autumn under the influence of Asteraceae and Poaceae.

Arecaceae, Asteraceae, *Cecropia* spp., *Celtis* spp., Cyperaceae, Euphorbiaceae –tipo *Alchornea* spp., *Ligustrum lucidum*, Myrtaceae, Platanaceae, Poaceae and *Trema micrantha* have significant annual presence. Asteraceae, *Cecropia* spp., Cyperaceae with Poaceae, are present all year.

KEY WORDS: palinology, aeropalynology, pollen calendar, Posadas, Misiones, Argentina.

En el presente trabajo se dan a conocer los resultados del segundo año de muestreo de la lluvia polínica de la ciudad de Posadas, correspondiente al año 1994.

Las muestras de polen se obtuvieron con un captador gravitacional tipo Tauber, ubicado en el área céntrica de la ciudad a 6 metros de altura y tratadas posteriormente con la técnica de acetólisis de Erdtman.

Se presenta una lista de los tipos polínicos identificados, tablas y figuras con frecuencia relativa anual y el calendario polínico correspondiente.

Con relación al año anterior, en el año 1994 se amplía la lista de tipos polínicos a 31 representantes. Se suman a los ya identificados *Albizzia* spp., *Alnus* spp., *Anadenanthera* spp., Arecaceae, *Bauhinia* spp., Euphorbiaceae -tipo *Alchornea* spp., Melastomataceae -tipo *Tibouchina* spp., *Mimosa* spp., *Parapiptadenia* spp., *Peltophorum* spp., Piperaceae -tipo *Peperomia* spp., Platanaceae -tipo *Platanus* spp., *Ricinus communis* y Tiliaceae -tipo *Tilia*

ABSTRACT

RESUMEN

spp. Los tipos polínicos correspondientes a la categoría árboles/arbustos presentan las mayores frecuencias en los meses de Invierno, Primavera y Verano; en Invierno se debe especialmente a la contribución de Myrtaceae, Pinaceae y Platanaceae, en Primavera al aporte de *Cecropia* spp., *Celtis* spp., *Morus alba*, Platanaceae, y en Verano a Arecaceae, *Cecropia* spp. y *Trema micrantha*. La otra categoría, herbáceas, refleja un aumento de frecuencia en los meses de Otoño por influencia de Asteraceae y Poaceae.

Los tipos polínicos más representativos de la lluvia polínica, debido a que alcanzan concentraciones superiores al 10 % por lo menos en un mes del año, son Arecaceae, Asteraceae, *Cecropia* spp., *Celtis* spp., Cyperaceae, Euphorbiaceae – Tipo *Alchornea* spp., *Ligustrum lucidum*, Myrtaceae, Platanaceae, Poaceae y *Trema micrantha*.

PALABRAS CLAVES: palinología, aeropalinología, calendario, Posadas, Misiones, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Posadas se encuentra ubicada en el Departamento capital en el ángulo sudeste de la provincia de Misiones, República Argentina, a los 27°23' de Lat. Sur y 55°53' de Long. Oeste. Dada su ubicación geográfica, el clima (subtropical sin estación seca) propicia el ambiente ideal para una gran diversidad florística tanto de especies autóctonas, relictos de selva fluvial y de campo [1], como también de especies exóticas elegidas con preferencia a sus usos frutales, ornamentales y/o de sombra. En este amplio y variado espectro es posible encontrar muchas especies con polen anemófilo, algunos causantes de alergias y, por lo tanto, de interés para la medicina.

Los estudios palinológicos llevados a cabo en el año 1993 en la ciudad de Posadas constituyen los primeros antecedentes en la provincia, respecto del tema [2]. Se rescata, a partir de los mismos, que la presencia de polen en el aire durante el año ocurre en forma ininterrumpida. Los tipos polínicos identificados (19) se corresponden con las especies de la flora local, siendo muchos de ellos (15) considerados alergógenos. La observación del comportamiento de los mismos, en el transcurso del año monitoreado, permitió apreciar que algunos tipos polínicos como Asteraceae, *Cecropia* spp., Cyperaceae y Poaceae y *Trema micrantha* presentan registro continuo (11 a 12 meses) siendo *Cecropia* spp., además, el que presenta la mayor frecuencia relativa en lluvia polínica. Otros, como por ejemplo *Hovenia dulcis*, *Morus alba*, *Plantago* spp., Platanaceae, y *Psidium* spp., se limitan a cortos períodos, lo que permitiría inferir una conducta estacional; los restantes tipos se presentan con ritmo irregular.

Los árboles y arbustos presentan las mayores concentraciones polínicas en Abril, Agosto y Noviembre; en cambio las herbáceas entre Noviembre y Febrero.

Sobre la base de los antecedentes enunciados en el presente trabajo, se exponen los resultados del segundo año de análisis de lluvia polínica 1994.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se realizaron a partir de muestras obtenidas durante el año 1994, con un captador gravitacional de polen, tipo Tauber. El mismo fue ubicado en la zona céntrica de la ciudad (calles Félix de Azara y Salta) en una azotea a 6 metros de altura. Las muestras fueron procesadas usando la técnica de acetólisis de Erdtman [3] montadas en glicerina-gelatina y selladas con parafina.

Para la identificación y conteo de los tipos polínicos se utilizó un microscopio óptico Carl Zeiss -Laboval 4. A partir de los barridos analíticos se analizaron un total de 400 granos por mes (a excepción del mes de Junio que solo presentó 322 granos). Sobre la base de dicho total mensual se estableció la frecuencia relativa de cada uno de los tipos polínicos.

De la familia Myrtaceae se ha identificado, a nivel de género, el polen de *Eucalyptus* spp, razón por la cual se lo analiza por separado.

En el análisis cuantitativo se incluyeron todos los tipos polínicos, aun los no determinados taxonómicamente. El estudio de las esporas de hongos y helechos no se aborda en este trabajo.

La identificación de los granos se realizó con material bibliográfico y palinoteca de referencia de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Natu-

rales - Módulo Farmacia Laboratorio 5. En el procesamiento estadístico de los datos se utilizó hoja electrónica y procesador de textos.

Se confeccionó una lista de los tipos polínicos identificados, tablas y figuras de frecuencia relativa y calendario polínico para el año 1994.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de la lluvia polínica de la ciudad de Posadas -año 1994- se han determinado 31 tipos que incluyen, además de los tipos representativos de la vegetación local, otros que aún no fueron detectados en campo como *Alnus* spp. y *Tilia* spp. En la Tabla 1 se presentan organizados en las categorías árboles/arbustos y herbáceas; los representantes nativos se señalan con asterisco. Muchos de los tipos polínicos identificados son anemófilos - alérgenos [4 a 8]. Otros, de dispersión entomófila (ligustro, mango, ricino, etc.), son reincidentes en el registro lo que reedita interrogantes sobre las posibles causas biológicas/meteorológicas ya planteadas para el año 1993, sin dejar de considerar, además, la influencia de la técnica de muestreo utilizada.

Los valores porcentuales de las frecuencias relativas mensuales de cada uno de los 31 tipos, junto con los no determinados taxonómicamente, se presentan en la Tabla 2. En la misma se remarcan aquellos tipos que presentan una frecuencia igual o superior al 10% en algún mes del año.

Con respecto al año anterior, es importante destacar que *Cecropia* spp., *Cyperaceae*, *Poaceae* y *Trema micrantha* permanecen en la lluvia polínica con valores que los mantienen entre los principales contribuyentes.

La presencia continua y/o alta concentración de algunos tipos polínicos habilita nuevas líneas de estudio que atiendan, además de las características del polen, la densidad de población y modalidad de floración de las especies.

La Figura 1 presenta la dinámica anual de tipos polínicos seleccionados por su condición de alérgenos. Se incorporan para el año 1994 *Alnus* spp., *Arecaceae*, *Celtis* spp., *Cyperaceae*, *Myrtaceae* y *Platanaceae*. En este último tipo se incluye además de *Platanus acerifolia* a *Platanus* spp.

La Tabla 3 muestra, por categorías, los porcentajes de frecuencia relativa mensual para los tipos polínicos identificados de árboles/arbustos y herbáceas. Con estos valores se confeccionó la Figura 2. La primera categoría, a diferencia de lo ocurrido en 1993, no presenta picos marcados, aun así las mayores frecuencias se presentan en Invierno, Primavera y Verano. En Invierno, influida especialmente por *Myrtaceae*, *Pinaceae* y *Platanaceae*; en Primavera, debido a *Cecropia* spp., *Celtis* spp., *Morus alba* y *Platanaceae*; en Verano, por el aporte de *Arecaceae*, *Cecropia* spp. y *Trema micrantha*. Las herbáceas, con la especial contribución de *Asteraceae* y *Poaceae*, manifiestan su mayor concentración en Otoño. Este comportamiento es diferente al evidenciado en el año anterior que mostró las mayores frecuencias entre los meses de Noviembre - Febrero. Cabría considerar la influencia de factores climáticos, aún no abordados en nuestros estudios, como un importante condicionante de las variaciones observadas en la dinámica polínica (presencia - frecuencia) de las categorías estudiadas.

El calendario, que registra la presencia anual de los tipos polínicos determinados, se presenta en la Tabla 4. La cantidad de tipos polínicos diferentes presentes en cada mes oscila entre 11 y 21, correspondiendo el mayor valor al mes de Julio. Considerando solo aquellos de mayor frecuencia, es posible afirmar que *Asteraceae*, *Cecropia* spp., *Cyperaceae*, *Poaceae* y *Trema micrantha* están presentes en forma continua (11 a 12 meses); *Platanaceae* presenta un comportamiento estacional que se repite en los dos años consecutivos (1993 y presente estudio); hecho similar se observa en estudios de lluvia polínica para la ciudad de Buenos Aires [7]. En este caso el clima diferente no parece incidir en la dinámica de floración. También son estacionales *Alnus* spp., *Morus alba*, *Plantago* spp. y *Psidium* spp. Los restantes se manifiestan con ritmo irregular.

La lluvia polínica 1994 para la ciudad de Posadas presenta un mayor número de tipos polínicos y, por ende, la información resultante difiere cualitativamente respecto del período de análisis 1993; por ello, la serie de datos comparables permite establecer, hasta el momento, aproximaciones de carácter parcial referidas únicamente a presencia, ritmo y frecuencia de determinados tipos polínicos, las cuales han sido vertidas en el presente trabajo.

Tabla 1: tipos polínicos determinados en la ciudad de Posadas, año 1994

Árboles/Arbustos	Herbáceas
* <i>Albizzia</i> spp.	Amaranthaceae (amarantos)
<i>Alnus</i> spp. (álamos)	Asteraceae (compuestas)
* <i>Anadenanthera</i> spp. (curupay)	Cyperaceae
Arecaceae (palmeras)	Chenopodiaceae/Amaranthoideae (quenopodios y amarantos)
<i>Bauhinia</i> spp. (árbol de las orquídeas y *pata de buey)	* <i>Parietaria debilis</i> (paletaria)
* <i>Cecropia</i> spp. (ambaú)	* <i>Plantago</i> spp. (llantén)
* <i>Celtis</i> spp. (tala)	Poaceae (gramíneas)
<i>Eucalyptus</i> spp. (eucalipto)	
Euphorbiaceae T/ <i>Alchornea</i> spp.	
<i>Ligustrum</i> spp. (ligustro y ligustrina)	
<i>Mangifera indica</i> (mango)	
Melastomataceae T/ <i>Tibouchina</i> spp.	
<i>Mimosa</i> spp.	
<i>Morus alba</i> (mora blanca)	
Myrtaceae (*pitanga, *guayaba, limpiatubo otros)	
* <i>Parapiptadenia</i> spp. (anchico)	
* <i>Peltophorum dubium</i> (lvirá- pyta)	
Pinaceae (pinos y cedros)	
Piperaceae T/ <i>Peperomia</i> spp.	
Platanaceae T/ <i>Platanus acerifolia</i> y T/ <i>Platanus</i> spp.	
* <i>Psapium</i> spp. (lecherón)	
<i>Ricinus communis</i> (ricino)	
Tiliaceae T/ <i>Tilia</i> spp. (tilo)	
* <i>Trema micrantha</i> (palo pólvora)	
*especies nativas	

Tabla 2: frecuencia relativa de los tipos polínicos (%), ciudad de Posadas, año 1994

Taxa	Meses (%)											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Albizzia</i> spp.	1											
<i>Alnus</i> spp.						0,62	3	2,75	0,5	0,5		
Amaranthaceae	0,75			1,5	0,25	0,93	2	0,25	1,25	0,25		
Anadenanthera spp.		0,25								1,5	3,75	0,25
<u>Arecaceae</u>		16,75	0,5	0,5	0,5	0,31	1,75				1	0,5
<u>Asteraceae</u>	2,25	0,5	4,5	6	12,25	2,48	4,5	0,25	0,5	1,75	4	0,25
<i>Bauhinia</i> spp.									0,25			
<u>Cecropia</u> spp.	27	20	26	14,75	8	0,31	3,75	1,75	1	11,75	33,5	69,25
<u>Celtis</u> spp.		0,25		0,25	1,25	0,62		0,75	2,25	18	2,25	1
<u>Cyperaceae</u>	9,75	14,25	1,25	3,25	0,75	2,17	0,75	1,75	2,75	9,5	9,25	5
Chenopodiaceae/ Amaranthoideae	0,75	0,75	1	0,25	0,25	0,31	2			0,5	0,5	0,5
<i>Eucaliptus</i> spp.			4,75	1,5	1,5	0,93	2,75	2	0,5	0,75	0,25	
<u>Euphorbiaceae</u> T <u>/Alchornea</u> spp.				6	18,25	0,62	1,25	0,25		0,75	0,25	
<u>Ligustrum lucidum</u>	0,5	0,25					0,75	0,75			10,75	0,75
<i>Mangifera indica</i>	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
Melastomataceae T/ <i>Tibouchina</i> spp.							0,5	0,75	0,25			
<i>Mimosa</i> spp.	0,5	1,5	5,5	0,25		0,31	0,5	1,25		0,25		0,5
<i>Morus alba</i>							0,5	6	9,75			
<u>Myrtaceae</u>	0,75	0,5		1,5	0,75	0,93	0,75	11,25	6,25	2	0,5	
<i>Parapiptadenia</i> spp.	0,25									1,5	0,75	
<i>Parietaria debilis</i>		3,25		2,75	2	0,62	2,5	2,25	1,25	6,5	0,75	
<i>Peltophorum dubium</i>	1,75	0	0,75	0	0		0	0	0	0	0	0
Pinaceae		0,25			0,5	1,86	6,25	4	0,5	0,25		
Piperaceae T/ <i>Peperomia</i> spp.				1,75								
<i>Plantago</i> spp.	0	0	0	0	0	0,31	2,75	0,25	1,5	0,25	0	0
<u>Platanaceae</u> Tipos...								16,25	35,25	2,75		
<u>Poaceae</u>	14	10	8,25	24,25	29,25	21,74	12	6	5,75	10,25	14	7,5
<i>Psidium</i> spp.										0,25		
<i>Ricinus communis</i>				0,25			0,5					
Tiliaceae T/ <i>Tilia</i> spp.					0,25		0,25					
<u>Trema micrantha</u>	11,75	8,75	2	8	0,75	0,93	1,25	1,75		3,75	4	4,5
No determinados	29	22,75	45,5	27,25	22	63,98	49,75	39,75	30,5	27	14,5	10
Referencia subrayados: tipos con frec. de alrededor del 10% en por lo menos un mes del año.												

Tabla 3: frecuencia relativa de árboles/arbustos y herbáceas, Posadas, año 1994

Meses	Árboles/Arbustos (%)	Herbáceas (%)
Enero	43,5	27,5
Febrero	48,5	28,75
Marzo	39,5	15,7
Abril	34,75	38
Mayo	33,25	44,75
Junio	7,44	28,56
Julio	23,75	26,5
Agosto	50,5	10,75
Septiembre	56,5	13
Octubre	44	29
Noviembre	57	28,5
Diciembre	76,75	13,25

Tabla 4: calendario polínico, ciudad de Posadas, Misiones, Argentina, año 1994

Taxa	Meses											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Albizzia</i> spp.	X											
<i>Alnus</i> spp.						X	X	X	X	X		
Amaranthaceae	X			X	X	X	X	X	X	X		
<i>Anadenanthera</i> spp.		X								X	X	X
Arecaceae		X	X	X	X	X	X				X	X
Asteraceae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Bauhinia</i> spp.									X			
<i>Cecropia</i> spp	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Celtis</i> spp.		X		X	X	X		X	X	X	X	X
Cyperaceae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chenopodiaceae/ Amaranthoideae	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X

Taxa	Meses											
<i>Eucaliptus</i> spp.			X	X	X	X	X	X		X	X	
Euphorbiaceae T / <i>Alchornea</i> spp.				X	X	X	X	X		X	X	
<i>Ligustrum lucidum</i>	X	X					X	X			X	X
<i>Mangifera indica</i>					X							
Melastomataceae T/ <i>Tibouchina</i> spp.							X	X	X			
<i>Mimosa</i> spp.	X	X	X	X		X	X	X		X		X
<i>Morus alba</i>							X	X	X			
Myrtaceae	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Parapiptadenia</i> spp.	X									X	X	
<i>Parietaria debilis</i>		X		X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Peltophorum dubium</i>	X		X									
Pinaceae		X			X	X	X	X	X	X		
Piperaceae T / <i>Peperomia</i> spp.				X								
<i>Plantago</i> spp.						X	X	X	X	X		
Platanaceae Tipos...								X	X	X		
Poaceae	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Psapium</i> spp.										X		
<i>Ricinus communis</i>				X			X					
Tiliaceae T/ <i>Tilia</i> spp.					X		X					
<i>Trema micrantha</i>	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X

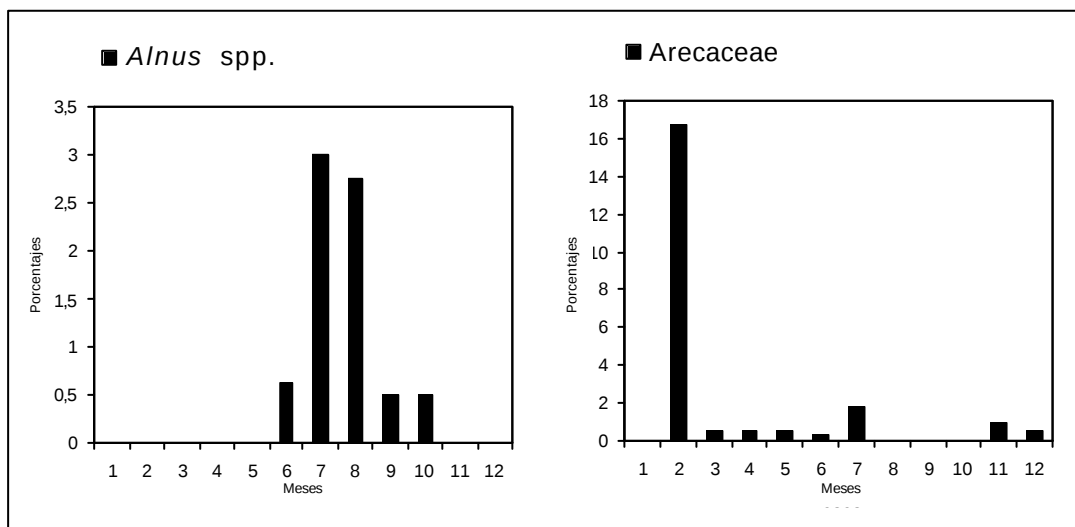


FIGURA 1: frecuencia polínica relativa de los tipos alergógenos (%), año 1994

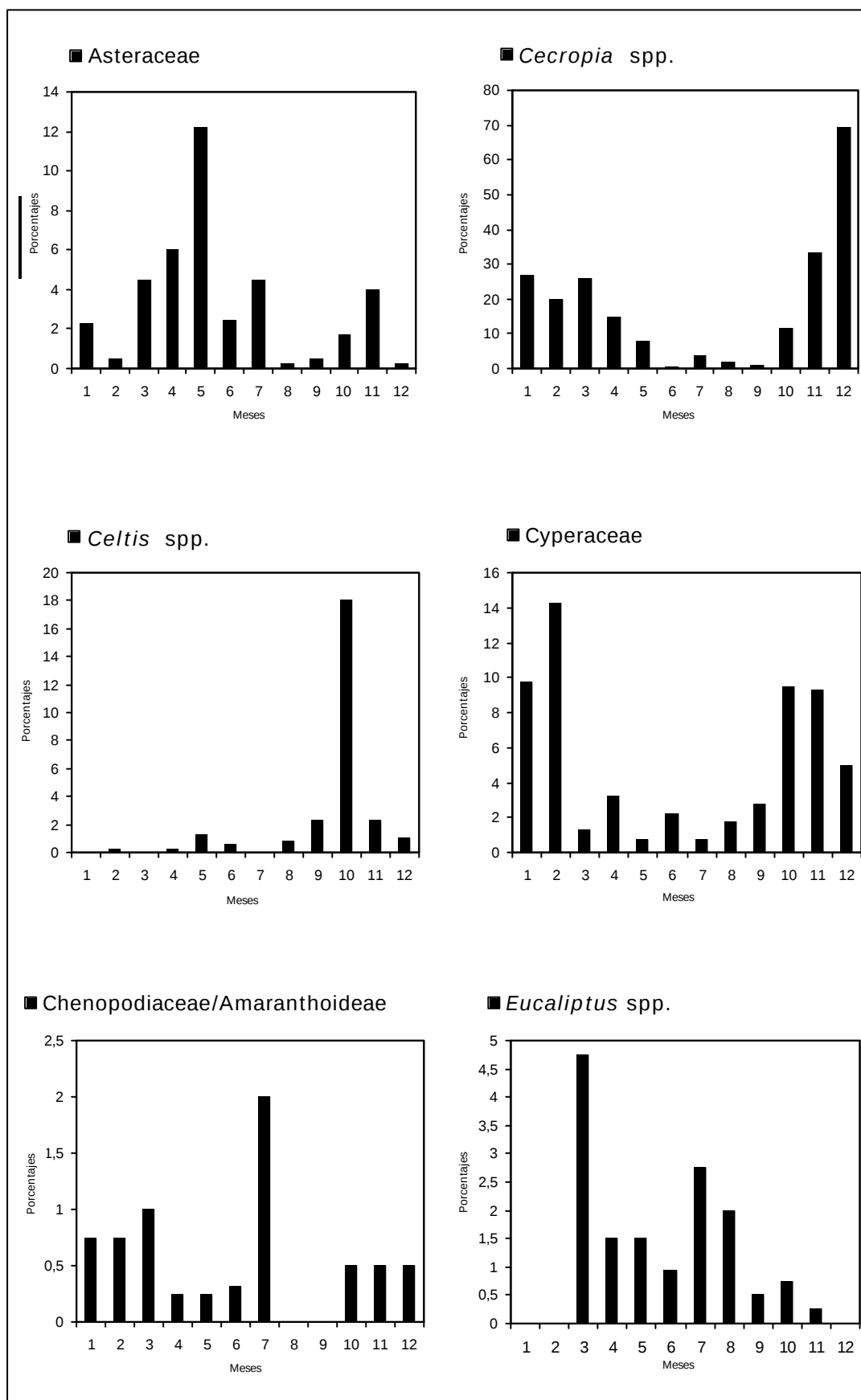


FIGURA 1: frecuencia polínica relativa de los tipos alergógenos (%), año 1994

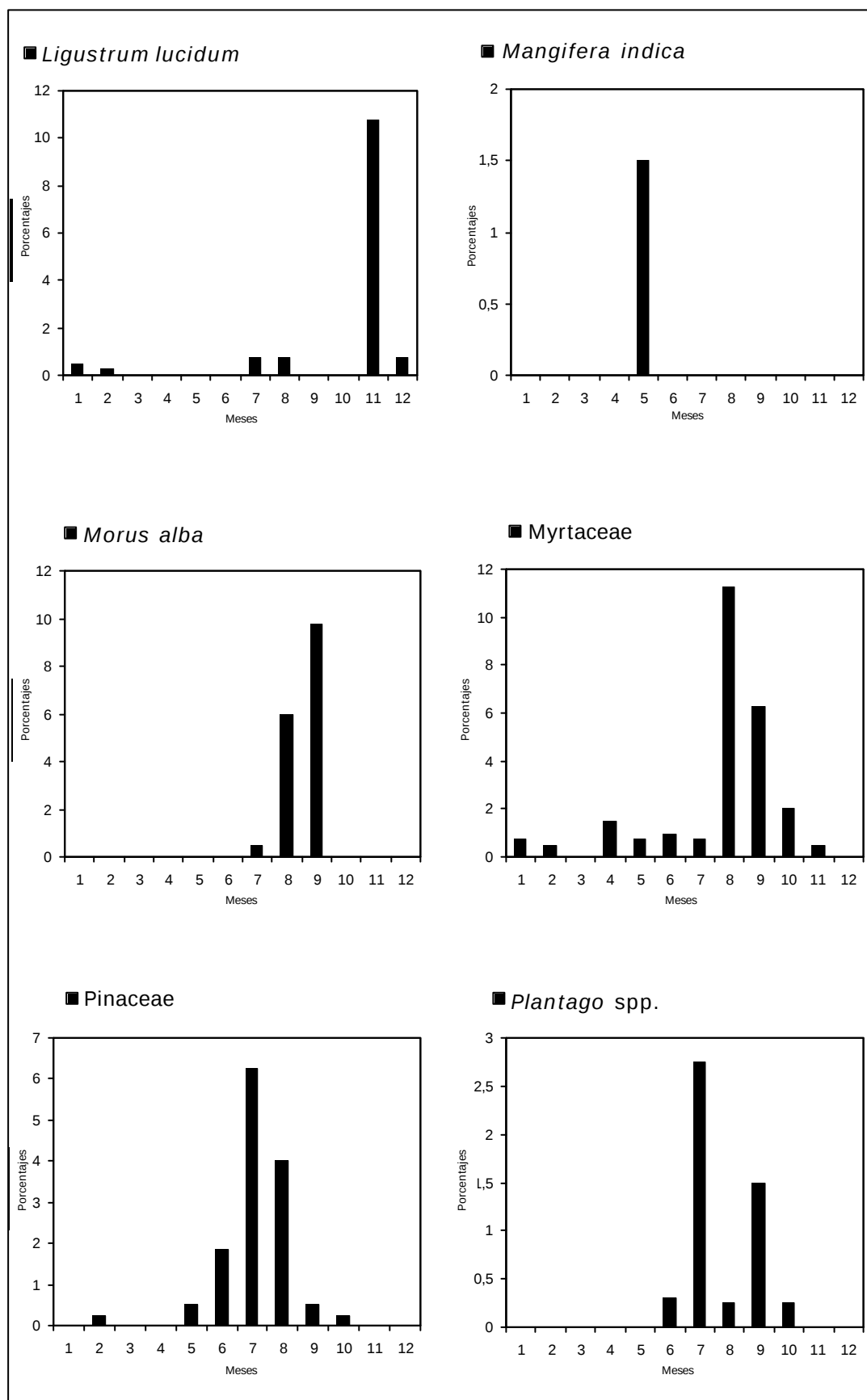


FIGURA 1: frecuencia polínica relativa de los tipos alergógenos (%), año 1994

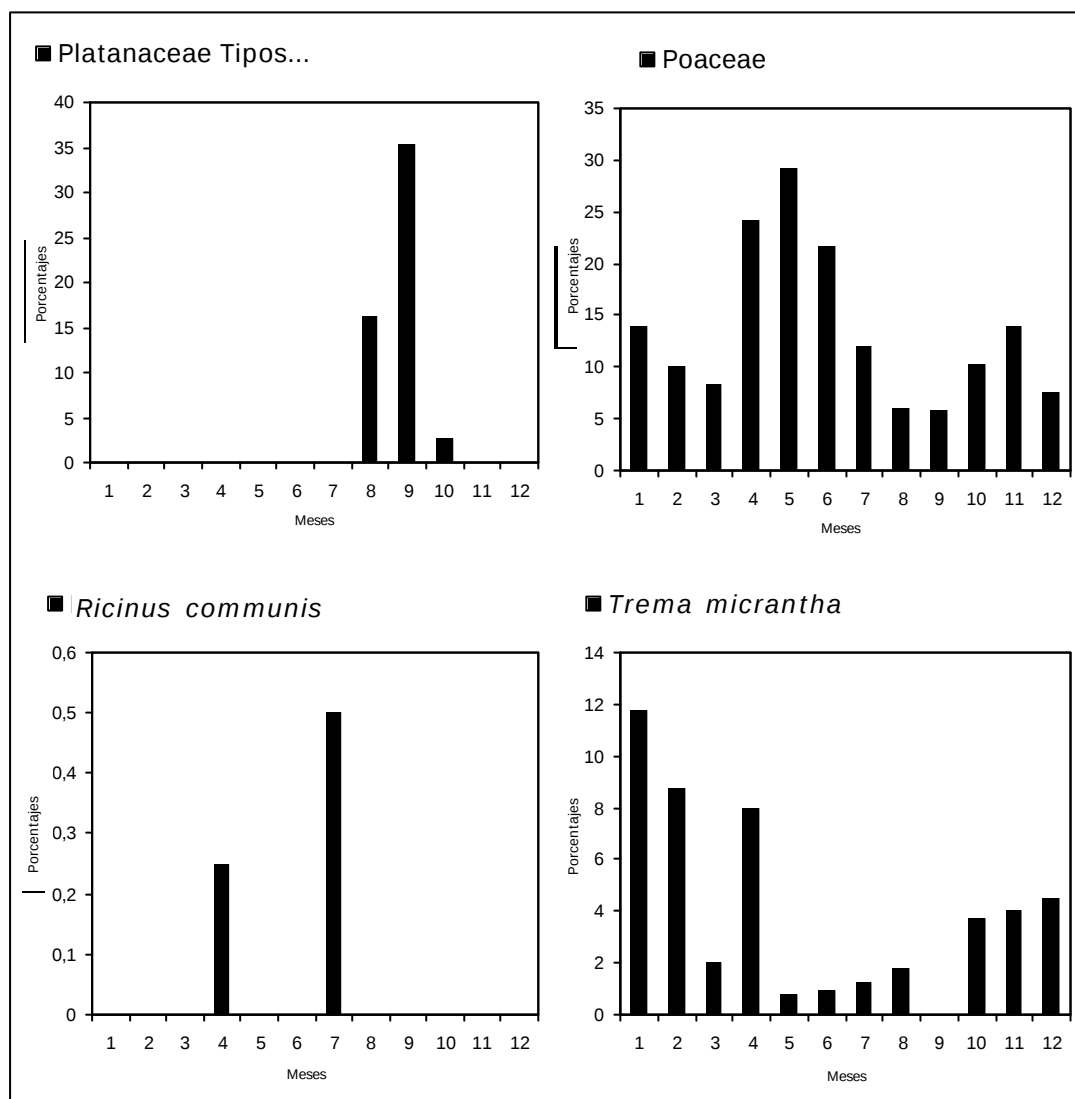


FIGURA 1: frecuencia polínica relativa de los tipos alergógenos (%), año 1994

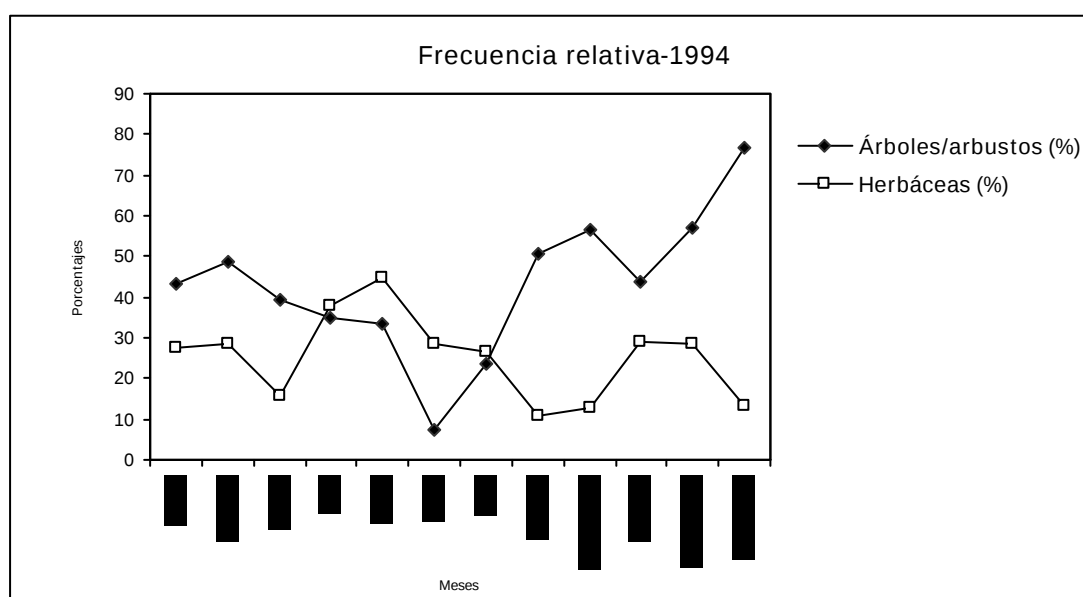


FIGURA 2: frecuencia polínica relativa de árboles y arbustos, 1994

CONCLUSIONES

Del estudio de la lluvia polínica de la ciudad de Posadas correspondiente al año 1994, se realizan las siguientes apreciaciones:

- En la lluvia polínica están presentes además de los tipos representativos de la vegetación local, otros que aún no fueron detectados en campo como *Alnus* spp. y *Tilia* spp.

- Suman treinta y uno los tipos polínicos determinados hasta el momento. En el mes de Julio se presenta la mayor diversidad (21), le siguen en importancia Agosto y Octubre (20). Entre ellos, Arecaceae, Asteraceae, *Cecropia* spp., *Celtis* spp., Cyperaceae, Euphorbiaceae -Tipo *Alchornea* spp., *Ligustrum lucidum*, Myrtaceae, Platanaceae, Poaceae, *Trema micrantha*, presentan una frecuencia igual o superior al 10% en por lo menos un mes del año.

- *Cecropia* spp., Cyperaceae, Poaceae y *Trema micrantha*, con respecto al año 1993, permanecen como principales contribuyentes de la lluvia polínica.

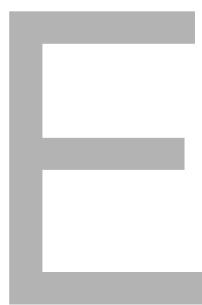
- Los tipos polínicos que presentan registro continuo (entre 11 a 12 meses) son Asteraceae, *Cecropia* spp., Cyperaceae y Poaceae y *Trema micrantha*; otros manifiestan comportamiento estacional como *Alnus* spp., *Morus alba*, *Plantago* spp., Platanaceae y *Psidium* spp.; los restantes presentan ritmo irregular.

- Los tipos polínicos anemófilos-alergógenos detectados en la atmósfera son: *Alnus* spp., Arecaceae, Asteraceae, *Cecropia* spp., *Celtis* spp., Cyperaceae, Chenopodiaceae/Amaranthoideae, *Eucalyptus* spp., *Ligustrum* spp., *Mangifera indica*, *Morus alba*, Myrtaceae, Pinaceae, *Plantago* spp., Platanaceae, Poaceae, *Ricinus communis* y *Trema micrantha*.

- Contrastando las curvas de frecuencia relativa se puede apreciar que los mayores valores para la categoría árboles/arbustos se presentan en Invierno, Primavera y Verano, mientras que para la categoría herbáceas, en Otoño.

REFERENCIAS

1. Martínez-Crovetto, R. *Esquema fitogeográfico de la Provincia de Misiones*. Bonplandia. Tomo 1, N° 3, Enero 1963.
2. Paul, R. M.; Fernandez, L. C.; Huk, L. H. *Calendario polínico preliminar ciudad de Posadas (Argentina)*. Revista de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Misiones. Año 1/ N°1/ 1998.
3. Erdtman, G. *Pollen Morphology and plant Taxonomy. Angiosperms*. An introduction to palynology. I. Hafner Publishing Company, 1966.
4. Alemany-Vall, R. *Tratado de alergia. Polinosis*. Ed. Científica médica. Cap. 15. 1960.
5. Barth, O. M.; Corte-Real, S.; Guimaraes Maciera, E. *Morfología do polen anemófilo y alergizante do Brasil. II*. Polygonaceae, Amaranthaceae, Chenopodiaceae, Leguminosae, Euphorbiaceae e Myrtaceae. Mem. Instituto Oswaldo Cruz 74 (3-4): 191-201, 1976.
6. Del Rey Calero, J. *Alergia e infecciones respiratorias*. Cap. 19. Ed. Interamericana.
7. Romero, E. J.; Majas, F. D. *Polen aéreo en la ciudad de Buenos Aires*. V. 23, N°44, 1992.
8. Noetinger, M. *Tres años de monitoreo de la lluvia polínica en la ciudad de Buenos Aires*. 24, N° 2, 1993.



EXTRACCIÓN, PURIFICACIÓN Y DETECCIÓN MOLECULAR DEL GENOMA DE DENGUE TIPO 2 EN MOSQUITOS *Aedes Aegypti*

Liotta, D. J. / Cabanne, G. S. / Tonon, S. A.
Laboratorio de Biología Molecular Aplicada
Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales - U.Na.M.
Felix de Azara 1552, Posadas, Misiones, (3300) Argentina.
E-mail: tonon@arnet.com.ar

EXTRACTION, PURIFICATION AND MOLECULAR DETECTION OF DENGUE TYPE 2 GENOME IN MOSQUITOES *Aedes aegypti*

ABSTRACT

This work describes a reliable protocol for the extraction, purification and detection of Dengue type 2 viral RNA from infected *Aedes aegypti* mosquitoes by RT-PCR. The entire process takes about 12 hours with a detection limit of 2×10^4 PFU/ml. This proposed method can also be applied to the detection of the other three Dengue virus serotypes in mosquitoes and infected human serum samples with the sole inclusion of type specific primers.

KEY WORDS: flaviviruses, Dengue viruses, RT-PCR, viral RNA, *Aedes aegypti*.

RESUMEN

El presente trabajo describe un protocolo útil para la extracción, purificación y detección del genoma del virus del Dengue serotipo 2 a partir de mosquitos vectores *Aedes aegypti* infectados mediante RT-PCR. El proceso completo insume aproximadamente 12 horas, con un límite de detección establecido de 2×10^4 UFP/ml. Esta metodología es extensiva a los otros tres serotipos virales del Dengue reemplazando los cebadores tipo específicos y puede utilizarse para la tipificación viral en muestras de suero humano.

PALABRAS CLAVES: flavivirus, virus del Dengue , RT-PCR, ARN viral, *Aedes aegypti*.

INTRODUCCIÓN

La Fiebre del Dengue (FD) y la Fiebre Hemorrágica del Dengue (FHD) son causadas por la infección con cualquiera de los cuatro serotipos del virus del Dengue (VD), pertenecientes a la Familia Flaviviridae. Esta enfermedad reviste un interés particular por su alcance social y económico en sus estados endémicos y episodios epidémicos [14]. La sintomatología presenta dos formas: fiebre moderada autolimitada en la FD, o una más severa: la FHD, con anormalidades vasculares y hemostáticas que puede evolucionar en síndrome de colapso, con una alta tasa de mortalidad [12, 15].

El VD es transmitido principalmente por el mosquito *Aedes aegypti*, el cual se cría en recipientes domiciliarios y peridomiciliarios sujetos a fluctuaciones pluviales. En el continente americano la expansión de la noxa a otras áreas geográficas está sujeta a cambios ecológicos y etológicos humanos, los que favorecen el desarrollo de este vector [6].

La prevención y control de brotes epidémicos se sustenta principalmente en la vigilancia epidemiológica del vector *Aedes aegypti* y en los casos clínicos declarados. Un sistema de vigilancia constante permite la implementación de medidas de acción directa como son el uso de insecticidas y la destrucción del hábitat de la población larvaria [14]. Sin embargo, el monitoreo de poblaciones de mosquitos adultos y larvas con densidad poblacional baja no es un indicador sensible para la prevención de brotes epidémicos. Por ello, la detección de la presencia de VD en poblaciones del vector constituye un complemento valioso a la vigilancia activa y alerta temprana de potenciales brotes [3].

La falta de vacunas y de campañas de erradicación globalizadas, hacen del desarrollo de sistemas de vigilancia basados en técnicas rápidas de laboratorio, el único camino actualmente viable para generar una alerta temprana sobre potenciales epidemias por FD. El vector debe ser controlado esté o no infectado [7].

Un importante factor de riesgo necesario para el desarrollo de la forma severa FHD-SSD es la infección con un serotipo heterotípico, suceso que acontece cuando circula un nuevo serotipo viral o cocirculan dos serotipos virales. Así, la tipificación viral adquiere un carácter prioritario, nece-

sitándose para ello metodologías rápidas, sensibles y específicas [13].

La técnica tradicional de tipificación viral se basa en el aislamiento del agente viral mediante cultivo celular en líneas establecidas (i.e.: C6/36) seguido de inmunofluorescencia indirecta [5, 17, 18], o bien mediante su detección por neutralización [1]. Indistintamente de cuál de estas técnicas clásicas sea la utilizada, ambas presentan como principales desventajas el tiempo requerido para su realización y su costo asociado.

Como alternativa, el análisis basado en técnicas moleculares de amplificación de ácidos nucleicos in vitro (RT-PCR y PCR) ofrece un método rápido, sensible y específico para la detección y tipificación viral [9, 10]. Además, planteando un correcto diseño experimental, estas metodologías presentan una relación costo-beneficio aceptable para países en vías de desarrollo [8].

En el presente trabajo se presenta un protocolo experimental útil para la extracción, detección y tipificación del genoma viral del Dengue en mosquitos infectados, basado en los trabajos de Lanciotti *et al.* (1992) y Harris *et al.* (1998). El empleo de esta metodología en estudios epidemio-lógicos permite detectar la infección del vector, elemento primario en la historia natural de la enfermedad, y evaluar las condiciones potenciales de transmisibilidad a humanos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cepa viral y títulos virales

La cepa viral empleada como patrón fue caracterizada como serotipo 2, subtipo III, Brazilian strain [11], gentilmente cedida por el Laboratorio de Flavivirus del Instituto Oswaldo Cruz (Río de Janeiro, Brasil).

El título viral fue obtenido mediante el ensayo de placas. Células BHK21-15 crecidas hasta un 90 a 95% de confluencia se inocularon por duplicado con 200 µl de diluciones seriadas del stock viral. Después de 2 horas a 37°C se cubrió la monocapa celular con agarosa al 1% conteniendo medio esencial mínimo enriquecido con 5% de suero fetal bovino, y se incubó 7 días a 37°C con un 5% de CO₂. Las células se fijaron con solución de formaldehído por 2 horas y se colorearon con una solución de rojo neutro al 0.3%.

Mosquitos

Los ejemplares adultos de mosquitos *Aedes aegypti* utilizados fueron obtenidos a partir de larvas de tercer o cuarto estadio capturadas en distintos relevamientos realizados en la ciudad de Posadas, provincia de Misiones, Argentina. La clasificación taxonómica de los mismos se llevó a cabo en colaboración con la Cátedra de Ecología I de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones. Debido a la ocurrencia esporádica del fenómeno de transmisión transovárica del VD no se utilizaron adultos capturados a campo [16].

Muestras analíticas

Ensayos de extracción y purificación de genoma viral. Se utilizaron muestras puras de VD tipo 2 (1×10^5 UFP/ml) resuspendidas en 100 μ l de *buffer* fosfato salino estéril, pH 7,8.

Análisis del posible efecto inhibitorio del material orgánico del vector. Considerando el posible efecto inhibitorio sobre las reacciones de amplificación molecular por material orgánico dependiente del número de mosquitos presentes en cada muestra analítica, se fijaron lotes de 1, 20 y 50 cabezas de *Aedes aegypti*, a los cuales se dispensó 1×10^5 UFP/ml de cepa viral patrón.

Extracción y purificación del ARN viral

Cada lote de cabezas de mosquito fue macerado en micromortero con 100 μ l de *buffer* de lisis (isotiocianato de guanidinio 6 M, citrato de sodio 50 mM, Sarkosyl 1%, RNAt de *E. coli* 20 μ g/ml, β -mercaptoetanol 100 mM, pH 5,5-6,0), homogeneizándolo por inversión durante 10 minutos. El sobrenadante de interés fue separado de la quitina cefálica del vector mediante centrifugación [9].

La purificación del ARN viral se realizó por doble extracción con fenol-cloroformo-alcohol isoamílico 25:24:1. Para la extracción del mismo se dispensaron 5 μ l de partículas de sílica con tratamiento ácido a la fase acuosa de cada muestra, incubándose la mezcla por 5 minutos a temperatura ambiente. El sedimento de sílica fue lavado posteriormente con 200 μ l de *buffer* compuesto por 50% de etanol, Tris-ClH 10 mM pH 7,4 y 50 mM ClNa. Finalmente, cada sedimento se resuspendió en 15 μ l de agua libre de nucleasas, 5 mM ditioneitol (DTT) y 1 U/ μ l RNaseOUT™

(GIBCO BRL), se incubó durante 5 minutos a $50^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, empleándose una alícuota de 2,5 μ l del sobrenadante para la reacción de RT-PCR.

Transcripción reversa (RT-PCR)

La reacción de RT-PCR es una modificación de las metodologías presentadas por Lanciotti *et al.* (1992) y Harris *et al.* (1998), empleándose en este caso como única enzima la *rTth pol* (Promega) de *Thermus thermophilus* para la síntesis de la primera y segunda cadena de ADN, como también para la PCR genérica posterior.

La mezcla de reacción para la RT contenía para un volumen final de 10 μ l, 10 mM Tris-ClH pH 8,3, 90 mM ClK, 1 mM Cl_2Mn , 200 μ M de cada uno de los cuatro desoxinucleótidos trifosfatos, 5 mM DTT, 2 U/ μ l RNaseOUT™ (GIBCO BRL), 1 pmol/ μ l del cebador D2 (TTG CAC CAA CAG TCA ATG TCT TCA GGT TC), y 0,25 U/ μ l de *rTth pol* (concentración final de 0,05 U/ μ l en la PCR genérica).

La reacción de RT se llevó a cabo en un ciclador Techne PHC3 a 60°C durante 30 minutos. Posteriormente, a cada tubo se agregó la mezcla de reacción de PCR genérica: *buffer* quelante (10 mM Tris-ClH pH 8,3, 0,1 M ClK, 0,75 mM EGTA, 0,05% Tween®20, 5 % glicerol), 1 mM Cl_2Mg , 200 μ M de cada uno de los cuatro desoxinucleótidos trifosfatos, 1 pmol/ μ l del cebador D2, y 1 pmol/ μ l del cebador D1, (TCA ATA TGC TGA AAC GCG CCA GAA ACC G) para un volumen final de 50 μ l, seguido por 40 ciclos de amplificación de 94°C 45 seg., 55°C 45 seg., 72°C 60 seg., con una extensión final a 72°C durante 10 minutos.

PCR "seminested" tipoespecífica

Se tomaron 10 μ l de la reacción de PCR genérica y se agregaron a un volumen de reacción final de 50 μ l, 50 mM ClK, 10 mM Tris-ClH pH 8,4, 0,01% Triton® X-100, 4,5 mM Cl_2Mg , 200 μ M de cada uno de los cuatro desoxinucleótidos trifosfatos, 1 pmol/ μ l de los cebadores D1 y TS2 (CGC CAC AAG GGC CAT GAA CAG). Luego de un inicio *hot start* a 80°C durante 3 minutos, se dispensaron 1,5 U/ μ l de la enzima *Taq pol* de *Thermus aquaticus* y se sometió la reacción a 35 ciclos de 94°C 30 seg., 68°C 45 seg., 72°C 45 seg., con una extensión final a 72°C durante 5 minutos.

Los productos de amplificación generados fueron analizados por electroforesis en gel de agarosa al 1,5% y teñidos con 0,5 µg/ml bromuro de etidio. Una banda única de aproximadamente 120 pb indicó positividad para genoma viral de Dengue tipo 2.

Confirmación de la especificidad de reacción

Para validar que el producto de aproximadamente 120 pb obtenido por PCR correspondía inequívocamente al esperado de la amplificación de la región 5' no codificante (5'NC) del genoma del VD tipo 2, se realizaron dos experimentos adicionales independientes: como control positivo a) una restricción enzimática con la enzima *Hinc II* cuya acción sobre el amplicón específico produce dos fragmentos de restricción de 85 pb y 35 pb respectivamente; y como control negativo b) una PCR multiplex empleando 1 pmol/µl del primer TS1 (CGT CTC AGT GAT CCG GGG G) que genera un producto de 482 pb específico para el VD serotipo 1.

Determinación del límite de detección del método

El límite práctico de detección del método desarrollado se evaluó partiendo de lotes analíticos con 1, 20 y 50 cabezas de mosquitos conteniendo diversas concentraciones de partículas virales en el rango de 2×10^4 a 1×10^5 UFP/ml. Este rango se estimó considerando: a) la información existente para VD serotipo 3 [9]; y b) el número de partículas virales promedio encontradas en mosquitos *Aedes aegypti* infectados a campo (2×10^4 - 1×10^5 UFP/ml) [20].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Extracción y purificación de genoma viral

El protocolo de extracción y purificación de genoma viral del Dengue serotipo 2 consiste en una modificación del ensayo propuesto por Harris *et al.* (1998). Los principales cambios implementados fueron el uso de isotiocianato de guanidinio y solventes orgánicos en el proceso de extracción y purificación del genoma viral, y el de partículas de sílica con tratamiento ácido para concentrarlo como alternativa a la precipitación etanólica, acelerando considerablemente los tiempos de extracción [2, 4].

De todos los lotes analizados se recuperó genoma viral, con una ligera incidencia del número de cabezas de mosquitos presentes en cada lote sobre la cantidad y calidad del genoma obtenido, observándose menor rendimiento extractivo en los lotes con mayor cantidad de cabezas (Figura 1).

Detección por RT-PCR y tipificación viral

El proceso de detección se realizó en dos etapas [10]: una RT-PCR genérica y una PCR *seminested* tipoespecífica. El empleo de la enzima *rTth pol* en lugar de otras retrotranscriptasas aporta la posibilidad de amplificación genérica con la misma enzima en presencia del cocatión Mg^{++} además de una disminución en el tiempo total de reacción.

Para la PCR *seminested* tipoespecífica se empleó una elevada concentración de Mg^{++} (4,5 mM) y una alta temperatura de hibridación de los cebadores (68°C), lo que evitó la frecuente generación de bandas inespecíficas de mayor peso molecular a la esperada, probablemente originadas por la secuencia génica particular de la cepa utilizada como patrón [19].

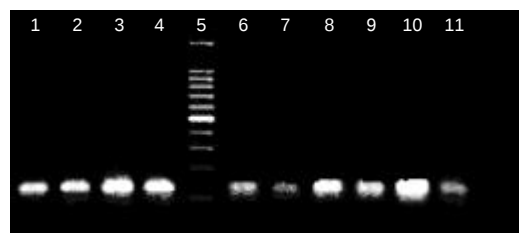


FIGURA 1: detección y tipificación por RT-PCR del virus del Dengue tipo 2 a partir de muestras de *Aedes aegypti*. Calles 1 a 4 y 6 a 9, muestras con 0, 1, 20 y 50 mosquitos, diluciones 1/10 y 1/50 del producto de amplificación genérica, respectivamente. Calles 10 y 11, control (+) y (-) de PCR tipoespecífica. Calle 5 escalera de 100 pb y Calle 11 producto de 120 pb tipoespecífico.

Especificidad y sensibilidad de la reacción

El límite de detección obtenido fue de 2×10^4 UFP/ml, si bien la intensidad de la señal disminuyó con el número de cabezas de mosquitos (Figura 2). En los muestreos a campo de mosquitos adultos, aproximadamente el 80% de los lotes están conformados por 1 a 5 mosquitos (datos propios del grupo de investigación), y la carga viral en vectores infectados durante la estación húmeda es en promedio de 1×10^5 UFP/ml [20]. De este modo, el límite de detección alcanzado aseguraría

la detección molecular con un alto grado de certeza.

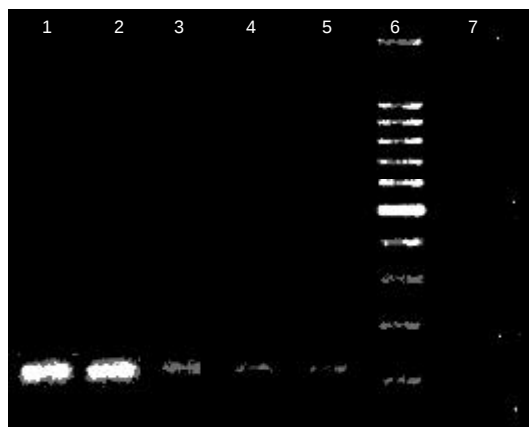


FIGURA 2: determinación del límite de detección por RT-PCR del VD tipo 2 a partir de muestras de *Aedes aegypti* infectadas en laboratorio. Calles 2 a 5, muestras con 0, 1, 20 y 50 mosquitos, respectivamente. Calle 1 y 7, control (+) y (-), respectivamente. Calle 6, escalera de 100 pb.

Cuando la reacción de PCR fue llevada a cabo solamente con el cebador TS1 específico para genoma viral de Dengue tipo 1, no se detectó señal; mientras que cuando se ensayó una PCR multiplex con cebadores TS1 y TS2 utilizándose genoma viral del VD tipo 2, se obtuvo solo la banda esperada de 120 pb (Figura 3).

Por otro lado, la restricción enzimática con *Hinc II* del producto de 120 pb generó dos fragmentos menores de 85 y 35 pb, respectivamente (datos no presentados).

La sensibilidad y especificidad obtenida con esta metodología permite genotipificar al VD tipo 2 inequívocamente, diferenciándolo de los otros miembros de la familia que suelen dar reacción cruzada cuando se emplean métodos estándares de diagnóstico [12].

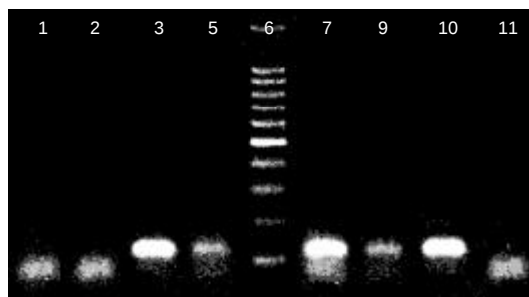


FIGURA 3: especificidad de reacción. PCR tipospecíficas. Calles 1 y 2, PCR con cebador TS1 solo, diluciones 1/10 y 1/50; Calles 3 y 4, PCR con cebador TS2 solo, diluciones 1/10 y 1/50; Calles 6 y 7, PCR multiplex con cebadores TS1 y TS2, diluciones 1/10 y 1/50; Calles 8 y 9, controles (+) y (-) de reacción; Calle 5, escalera de 100 pb.

Además, el diseño de estudios prospectivos a campo con estaciones de monitoreo permanente, en los que deben considerarse diversas variables como densidad poblacional humana y de vector, requiere el análisis de un número de lotes de mosquitos considerablemente grande. Por ello, es necesario disponer de una metodología rápida y sensible.

Si el aumento de la densidad poblacional del vector, expresada mediante el índice de casa (HI), precede a la aparición de casos humanos de Dengue en zonas endémicas, es de esperarse un concomitante aumento de mosquitos infectados dentro de la población del vector. Chow *et al.* (1998) observaron dicho incremento con seis semanas de anticipación al brote epidémico, aun cuando los niveles de infestación registrados (HI) durante el período pre-epidémico eran inferiores a los considerados como críticos por la O.P.S. [14]. La extrapolación de estos resultados debe realizarse con reservas para zonas subtropicales no endémicas con riesgo de epidemia, debido a que la dinámica de la mantención del virus en los reservorios es distinta para ambas.

CONCLUSIONES

Durante la realización de este trabajo se ha confirmado la presencia del mosquito vector *Aedes aegypti* en la ciudad de Posadas, provincia de Misiones, cuya existencia es un factor necesario para la transmisión del VD.

La extracción y purificación del genoma viral de lotes de mosquitos es factible en este modelo experimental mediante el empleo de agentes caotrópicos y solventes orgánicos que inhiben el efecto de las ARNasas y detritos celulares; además, el uso de partículas de sílica disminuye considerablemente el tiempo requerido por el proceso extractivo en comparación con otros métodos propuestos.

La detección molecular del VD serotipo 2 lograda mediante RT-PCR genérica emplea una sola enzima (*rTth pol*) con una posterior PCR *seminested* tipospecífica, poseyendo una sensibilidad que asegura la detección viral en trabajos que contemplen la captura del vector a campo.

AGRADECIMIENTOS

A la Licenciada Aída Tricio y a su grupo, Cátedra de Ecología I, U.Na.M., por la taxonomía de

mosquitos y su experiencia transmitida en técnicas de muestreo.

Al Dr. Schatzmayr y a su grupo del Laboratorio de Flavivirus del Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, Brasil, por la cepa viral y asesoramiento en las metodologías clásicas y moleculares de detección del VD.

BIBLIOGRAFIA

1. Bancroft, W. H.; McCown, J. M.; Lago, P. M.; Brandt, W. E.; Russell, P. K. *Identification of Dengue viruses from the Caribbean by plaque-reduction neutralization test*. Pan. Am. Health Org. Sci. Publ. 375: 175-178. 1979.
2. Boom, R.; Sol, C. J.; Salimans, M. M.; Jansen, C. L.; Wertheim-van Dillen, P. M.; van der Noorda, J. *Rapid and simple method for purification of nucleic acids*. J. Clin. Microb. 28: 495-503. 1990.
3. Chow, V.; Chan, Y.; Yong, R.; Lee, M.; Lim, L.; Chung, Y.; Lam-Phua, S.; Tan, B. *Monitoring of dengue viruses in field-caught Aedes aegypti and Aedes albopictus mosquitoes by a type-specific polymerase chain reaction and cycle sequencing*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 58(5): 578-586. 1998.
4. Chungue, E.; Roche, M.; Lefevre, M.; Barbazan, P.; Chanteau, S. *Ultra-rapid, simple, sensitive, and economical silica method for extraction of dengue viral RNA from clinical specimens and mosquitoes by reverse transcriptase-polymerase chain reaction*. J. Med. Virol. 40: 142-145. 1993.
5. Gubler, D. J.; Kuno, G.; Sather, G.; Valez, M.; Oliver, A. *Mosquito cell cultures and specific monoclonal antibodies in surveillance for dengue viruses*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 33 (4): 158-165. 1984.
6. Gubler, D.; Trent, D. *Emergence of epidemic dengue/dengue haemorrhagic fever as a public health problem in the Americas*. Infect. Agent. Dis. 1994.
7. Gubler, D.; Clarke, G. *Dengue/dengue haemorrhagic fever: the emergence of a global health problem*. Emerg. Infect. Dis. 1: 55-57. 1995.
8. Harris, E. *Developing essential scientific capability in countries with limited resources*. Nat. Med. 2: 737-739. 1996.
9. Harris, E.; Roberts, G.; Smith, L.; Selle, J.; Kramer, L.; Valle, S.; Sandoval, E.; Balmaseda, A. *Typing of dengue viruses in clinical specimens and mosquitoes by single-tube multiplex reverse transcriptase PCR*. J. Clin. Microb. 36 (9): 2634-2639. 1998.
10. Lanciotti, R.; Calisher, C.; Gubler, D.; Chang, G.; Vorndam, V. *Rapid detection and typing of dengue viruses from clinical samples by using reverse transcriptase-polymerase chain reaction*. J. Clin. Virol. 30: 545-551. 1992.
11. Miagostovich, M. P.; Nogueira, R. M.; Schatzmayr, H.; Lanciotti, R. *Molecular epidemiology of dengue-2 virus in Brazil*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 93 (5): 625-626. 1998.
12. Monath, T. P.; Heinz, F. X. *Flaviviruses*. En Fields Virology, B. N. Fields, D. M. Knipe, P. M. Howley (Ed). Lippincott-Raven Pub., Philadelphia, Pa. 961-1034. 1996.
13. Nogueira, R. M.; Miagostovich, M. P.; Lampe, E.; Souza, R. W.; Zagne, S. M.; Schatzmayr, H. *Dengue epidemic in the state of Rio de Janeiro, Brazil, 1990-1: cocirculation of dengue 1 and dengue 2 serotypes*. Epidemiol. Infect. 111: 163-170. 1993.
14. O.P.S. Publicación N° 548. *Dengue y dengue hemorrágico en las Américas: guías para su prevención y control*. 1994.
15. Peters, C. J. *Viral hemorrhagic fevers*. En Viral Pathogenesis, Nathanson, N. (Ed.), Lippincott-Raven Pub., Philadelphia, Pa. 779-799p. 1997.
16. Rosen, L.; Shroyer, D. A.; Tesh, R.; Freier, J.; Lien, J. C. *Transovarial transmission of dengue viruses by mosquitoes Aedes albopictus and Aedes aegypti*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 32 (5): 1108-1119. 1983.
17. Rosen, L.; Gubler, D. *The use of mosquitoes to detect and propagate dengue viruses*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 23: 1153-1160. 1974.
18. Tesh, R. *A method for the isolation and identification of dengue viruses, using mosquito cell cultures*. Am. J. Trop. Med. Hyg. 28 (6): 1053-1059. 1979.
19. Thayran, R. *Optimized Dengue RT-PCR*. Bionews 11: 12-13. 1999.
20. Thu, H. M.; Aye, K. M.; Thein, S. *The effect of temperature and humidity on dengue virus propagation in Aedes aegypti mosquitoes*. Southeast Asian J. Trop. Med. Public Health 29 (2): 280-284. 1998.

P

PRIMER HALLAZGO DE *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE) EN PARANÁ (PROVINCIA DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA)

Guidotti, Alicia M.

Cátedra Entomología Sanitaria, Escuela Superior de Sanidad,

Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas, Universidad Nacional del Litoral.

Ciudad Universitaria - Casilla de correo 530 - 3000 - Santa Fe - Argentina.

E-mail: guidotti@fbcb.unl.edu.ar

FIRST RECORD OF *Aedes* (*Stegomyia*) *aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE) IN PARANÁ CITY (ENTRE RÍOS PROVINCE, ARGENTINA).

ABSTRACT

Aedes (*Stegomyia*) *aegypti* L., 1762, is a mosquito with particular relevance as vector of flavivirus causing dengue and yellow fever.

Eradicated from Argentina in 1963, deficiencies during the subsequent time of control contributed to the reinfestation by *Ae. aegypti* in different regions of the country. In this sense, this is a reference to the first control record in the city of Parana (Entre Rios Province). After 35 years of its eradication, the mosquito has recolonized different parts of Argentina in recent years.

KEY WORDS: mosquitoes, *Aedes aegypti*; reinfestation, first record, Parana City, Entre Rios.

RESUMEN

Aedes (*Stegomyia*) *aegypti* L., 1762, es un mosquito de particular relevancia como vector de flavivirus causantes del dengue y la fiebre amarilla.

Erradicado de Argentina en 1963, deficiencias en la etapa posterior de vigilancia contribuyeron a la reinfestación por *Ae. aegypti* de distintas regiones del país. En este sentido, se hace referencia al primer registro en la ciudad de Paraná (provincia de Entre Ríos), transcurridos 35 años de su erradicación, efectuando consideraciones sobre la recolonización en años recientes en distintas localidades de Argentina.

PALABRAS CLAVES: mosquitos, *Aedes aegypti*; reinfestación, primer registro, Paraná, Entre Ríos.

INTRODUCCIÓN

Aedes (Stegomyia) aegypti L., 1762, es una de las 212 especies de mosquitos conocidas hasta el presente en Argentina [1, 5]. Considerada originaria de la región etiópica, su dispersión tuvo lugar de modo accidental junto a los desplazamientos de los seres humanos, a los cuales acompañaron pasivamente en el interior de recipientes artificiales que contenían agua, y a través de los distintos medios de transporte utilizados. De tal modo, los ejemplares se establecieron fundamentalmente en hábitats artificiales resultantes de intervenciones antrópicas, donde encontraron condiciones propicias para su proliferación [6, 7]. Esto fue favorecido por el hecho de que hembras y machos se mantienen cerca de los criaderos y los potenciales refugios, por ser limitadas las distancias que suelen recorrer en vuelo (comúnmente unos cien metros o poco más), por lo cual están adaptados para desarrollarse en el domicilio y peridomicilio, especialmente en áreas urbanizadas con densas concentraciones humanas.

Aún cuando *Aedes aegypti* es considerada una especie cosmopolita, por las razones expuestas su distribución geográfica es con frecuencia discontinua.

En la actualidad se ha convertido en la especie de mosquito más significativa por la transmisión de enfermedades virales que, como en el caso del dengue, está presente en más de 100 países y con unos 2.000 millones de personas expuestas a potencial contagio [8, 9]. Esta afección, a igual que la fiebre amarilla, está recrudeciendo en distintas regiones del mundo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instalaron ovitrampas consistentes en frascos de vidrio de boca ancha, en los cuales se agregó agua hasta la mitad de su capacidad. En su interior se colocaron paletas alargadas, con una superficie más rugosa expuesta como sustrato para una eventual oviposición.

Estas trampas fueron dispuestas al aire libre en viviendas ubicadas en el Barrio Thompson de la ciudad de Paraná (provincia de Entre Ríos), y en el Barrio Centenario de la ciudad de Santa Fe (provincia de Santa Fe), y comprendieron estudios especiales realizados como parte de actividades destinadas al relevamiento integral de las es-

pecies de mosquitos de la región. Fueron revisadas semanalmente, tanto las paletas en busca de huevos como el líquido contenido en los frascos, por la posibilidad de hallar larvas y pupas.

Además, en aquellas viviendas en que fueron encontrados recipientes o restos de ellos que, por sus características, pudieran retener agua, la revisión fue realizada de modo sistemático, con el propósito de considerar la posible presencia en ellos de estadíos inmaduros.

También se procuró la ubicación de ejemplares adultos, buscados en refugios potenciales existentes tanto en el interior de las viviendas como en sectores sombreados de fondos y jardines, teniendo en cuenta los limitados desplazamientos de *Ae. aegypti*, cuyos adultos permanecen en las cercanías de los criaderos de los cuales emergieron [10, 11].

En la determinación específica se han seguido claves desarrolladas para nuestro país [12] y países limítrofes [13, 14].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el barrio Thompson y su amplia zona de influencia en la ciudad de Paraná se recolectaron en distintas oportunidades -y en densidades variables- huevos, distintos estadíos larvales, pupas y adultos de *Ae. aegypti* (Figura 1). Los primeros registros tuvieron lugar en febrero de 1998 (en coincidencia con el comienzo de los muestreos), y se extendieron hasta junio del mismo año. A partir de entonces no se hallaron nuevas larvas hasta octubre de 1998, en que se fueron colectando progresivamente los distintos estadíos inmaduros, a partir de huevos quiescentes colocados en las paredes de recipientes y ovitrampas en el período anterior. Huevos, larvas, pupas y adultos fueron constantes hasta fines de mayo de 1999, incrementándose las poblaciones de modo progresivo en coincidencia con aumentos de la temperatura ambiente. Ello evidencia que en el mencionado sector ubicado en el nordeste de la ciudad, la población de *Ae. aegypti* se encuentra bien establecida.

En una cuneta existente en el jardín posterior de una de las viviendas, con agua estancada y turbia, se encontraron algunas larvas y en menor proporción pupas junto con distintos estadíos de otras especies, principalmente del género *Culex*.

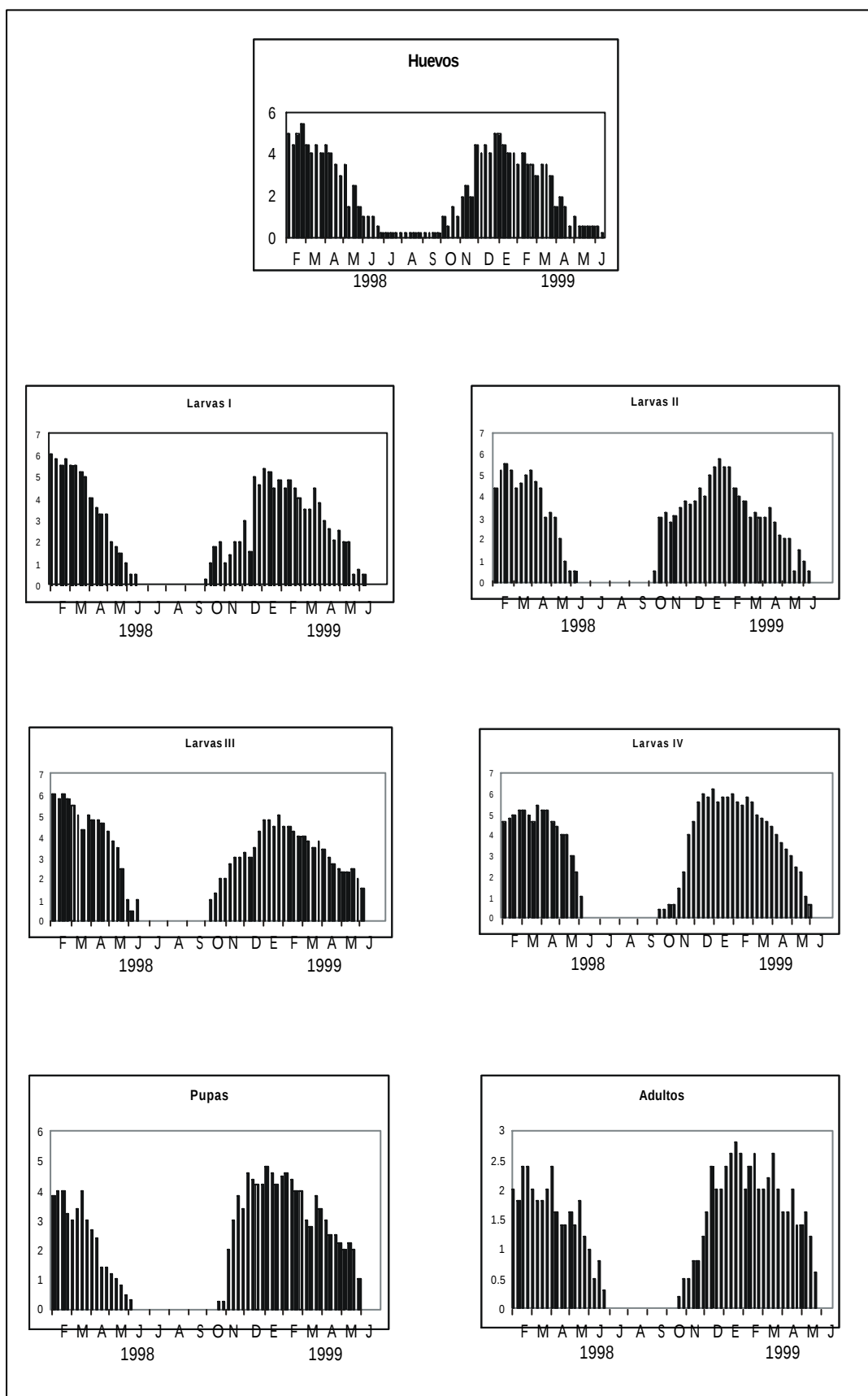


FIGURA 1: número promedio de los estadios de *Aedes (Stegomyia) aegypti* colectados semanalmente entre febrero de 1998 y junio de 1999. 1-huevos, 2- larvas I, 3- larvas II, 4- larvas III, 5- larvas IV, 6- pupas, 7-adultos.

También se obtuvieron formas larvales en frascos y pots plásticos y en restos de diversa procedencia que por ser cóncavos retenían agua.

Entre diciembre de 1998 y fines de febrero de 1999 se presentaron acumulaciones de larvas del estadio IV, lo cual podría deberse a mortandad de los estadios I y II o a la superposición de generaciones. Como *Ae. aegypti* se desarrolla en recipientes por lo común de reducidas dimensiones, las precipitaciones intensas pueden colmarlos y hacer variar la densidad de los estadios inmaduros. El incremento del nivel de agua en los contenedores sin desbordar favorece la eclosión de los huevos y la aparición de larvas.

Las ovitrampas positivas proporcionan información sobre los eventuales niveles de infestación. Los adultos, por lo general en bajo número, se colectaron tanto en el interior de algunas viviendas como en sectores peridomiciliarios sombreados. En este sentido, la presencia de adultos constituye una clara evidencia de la proximidad de criaderos en el área.

Como resultado de una prolongada campaña orientada por la Oficina Sanitaria Panamericana para procurar la erradicación de *Aedes aegypti* (que en nuestro país se comenzó a efectuar orgánicamente en octubre de 1955), se consideró que los objetivos de la misma habían sido alcanzados en julio de 1963, año en que otros 17 países y territorios de América confirmaron la erradicación de la especie [15, 16]. Transcurrida una etapa de vigilancia epidemiológica [17, 18], deficiencias de diversa índole le hicieron perder vigencia y efectividad, lo cual trajo reinfestaciones en las provincias de Misiones y Formosa [19].

Estudios realizados entre 1989 y 1990 en la ciudad de Posadas (Misiones) evidenciaron importantes índices de infestación entre abril, mayo y junio de cada uno de los períodos anuales considerados, coincidentes con las mayores precipitaciones del área [20]. Estos estudios, realizados con motivo de la aparición de brotes de dengue en localidades de Brasil y Paraguay próximas a la provincia de Misiones, confirmaron la recolonización de Posadas por el mosquito *Aedes aegypti*.

En muestreos realizados en la ciudad de Quilmes (provincia de Buenos Aires), la especie fue registrada en marzo de 1991 y en febrero-marzo de 1992, donde constituían poblaciones estables y en expansión numérica [21]. En el ámbito de Capital Federal y Gran Buenos Aires se han dado

a conocer recientemente, entre otras, diversas contribuciones [22, 23, 24, 25], en las cuales se ha destacado la importancia alcanzada por las poblaciones de esta especie.

En el año 1994 eran positivas para *Ae. aegypti* básicamente las provincias de Misiones, Formosa, Corrientes, algunos Partidos del conurbano bonaerense y la zona conocida como el ramal del NOA. En años recientes, la recolonización se ha extendido rápidamente a distintas localidades del país y países limítrofes.

En la provincia de Córdoba ha sido hallada en varias ciudades, incluidos distintos barrios de la capital [26, 27], algo similar a lo que ocurre en centros poblados de la provincia de Tucumán [28]. En la provincia de Entre Ríos los hallazgos fehacientes previos a los señalados en esta contribución comprenden el extremo norte de la ciudad de Concordia [29], y es posible que se la encuentre también en Colón.

Por las vinculaciones estrechas con Entre Ríos cabe mencionar la situación de la República Oriental del Uruguay, donde *Ae. aegypti* había sido erradicada en 1958. En febrero de 1997 la especie fue registrada en neumáticos en desuso depositados en el área portuaria de Colonia de Sacramento. Desde entonces se han encontrado poblaciones establecidas en inmediaciones del puente internacional General José Gervasio Artigas que une las ciudades de Paysandú (Uruguay) y Colón (Argentina), así como en Fray Bentos (límitrofe como la anterior con Entre Ríos), Mercedes, Maldonado, Punta del Este y San Carlos [30].

AGRADECIMIENTOS

Queda constancia de mi particular reconocimiento a Haydée G. Peña, Fernando Monzón y Juan Edreira, ex alumnos y permanentes colaboradores.

Este trabajo fue realizado en el marco del CAI+D 96 "Estudios bioecológicos y poblacionales de mosquitos (Diptera: Culicidae). Un enfoque sistémico" (UN Litoral).

✍

REFERENCIAS

1. MITCHELL, C. J.; DARSIE, R. F. *Mosquitoes of Argentina*. Part II. Geographic distribution and bibliography (Diptera, Culicidae). *Mosquito Systematics*, 17 (4): 279-360. 1985.
2. ROSSI, G. C. *Adiciones a la fauna de culícidos de la provincia de Misiones*. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 55 (1-4): 111-112. 1996.
3. ROSSI, G. C. *Culicidae (Diptera) nuevos para Argentina y Paraguay*. *Neotrópica*, 43 (109-110): 46. 1997.
4. GUIDOTTI, A. M.; SANSEVERINO, C. B.; ARGUELLO, M. D.; DI PERSIA, D. H. *Aspectos bioecológicos que inciden sobre las poblaciones de dípteros*. Primera Parte: Generalidades sobre Culicidae. *Cuadernos de Ecología Urbana*, 1 (2): 33-95. 1997.
5. CAMPOS, R. E.; MACÍA, A. *Culicidae*. Pág. 291-303. En: J.J. Morrone y S. Coscarón. Directores. *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. Una perspectiva biotaxonomica*. Ediciones Sur, La Plata. 1998.
6. NELSON, M. J. *Aedes aegypti: Biología y Ecología*. Organización Panamericana de la Salud, Washington D.C., 50 pp. 1986.
7. CLEMENTS, A. N. *The biology of mosquitoes*. Vol. 1. Developments, nutrition and reproduction. Chapman & Hall, Londres. 1992.
8. O.M.S. *Prevención del Dengue y de la Fiebre Hemorrágica de Dengue*. Prontuario para dirigentes municipales y comunitarios. Ginebra. 14 pp. 1995.
9. GUIDOTTI, A. M.; KIGUEN, J. *Bioecología y Epidemiología del Dengue*. Colección Ecología Práctica y Aplicada, Ediciones Científicas Americanas, La Plata, 220 pp. mecanografiadas (en prensa).
10. GUBLER, D. J.; CLARK, G. G. *Community-Based integrated control of Aedes aegypti: A brief overview of current programs*. *Am. J. Trop. Med. Hyg., Suppl.*, 50 (6): 50-60. 1994.
11. SERVICE, M. W. *Mosquitoes (Culicidae)*. Pág. 120-240. En: R. P. Lane and R. W. Crosskey. Editores. *Medical Insects and Arachnids*. The Natural History Museum, Chapman & Hall, Londres. 1995.
12. DARSIE, R. F. *Mosquitoes of Argentina*. Part I. Keys for identification of adult females and fourth stage larvae in english and spanish. *Mosquito Systematics*, 17 (3): 153-253. 1985.
13. FORATTINI, O. P. *Entomología médica*. Vol. 2, Culicini: *Culex, Aedes y Psorophora*. Edit. Univ. Sao Paulo, 506 pp. 1965.
14. CONSOLI, R. A. G. B.; LOURENÇO DE OLIVEIRA, R. *Principais mosquitos de importancia Sanitaria no Brasil*. Ed. Fiocruz, Rio de Janeiro, 225 pp. 1994.
15. KERR, J. A.; CAMARGO, S. D.; ABEDI, Z. H. *Erradication of Aedes aegypti in Latin America*. *J. Am. Mosq. Control Assoc.*, 24 (3): 276-282. 1964.
16. OUSSET, J. H.; USTARAN, J. K. de; LOMBARDO, B. *Erradicación del Aedes aegypti en la República Argentina*. Segundas Jornadas Entomoepidemiológicas Argentinas, 2: 81-88. 1967.
17. BEJARANO, J. F. R. *Protección de la población del norte argentino contra la fiebre amarilla selvática*. Segundas Jornadas Entomoepidemiológicas Argentinas 2: 209-229. 1967.
18. CARCAVALLO, R. U.; MARTINEZ, A. *Entomoepidemiología de la República Argentina*. Capítulo III. Fiebre amarilla, vectores y cadena epidemiológica. *Comun. Cient. Jta. Invest. Cient. Fuerzas Arm. Argent.*, 13 (1): 105-144. 1968.
19. O. M. S. *Las condiciones de la Salud en las Américas*. 1: 152-174. 1990.
20. OLMEDO, R. A.; STETSON, R. E.; ALVARENGA, L. A. *Indices de infestación por Aedes (Stegomyia) aegypti L. 1762 en la ciudad de Posadas, Misiones, R. Argentina*. Libro de Resúmenes II Congr. Argent. Entomol., I Seminario Latinoamer. Vectores Urbanos y Animales Sinantrópicos, I Reunión Latinoamer. Simúlidos. La Cumbre, Córdoba. p. 235. 1991.
21. CAMPOS, R. E. *Presencia de Aedes (Stegomyia) aegypti L. (Diptera: Culicidae) en la localidad de Quilmes (Buenos Aires, Argentina)*. *Rev. Soc. Entomol. Argent.*, 52 (1-4): 36. 1993.
22. JUNIN, B.; GRANDINETTI, H.; MARCONI, J. M.; CARCAVALLO, R. V. *Vigilancia del Aedes aegypti L. en la ciudad de Buenos Aires (Argentina)*. *Entomología y Vectores*, 2 (4): 71-75. 1995.

23. CAMPOS, R. E.; MACÍA, A. *Observaciones biológicas de una población natural de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) en la provincia de Buenos Aires, Argentina*. Rev. Soc. Entomol. Argent., 55 (1-4): 67-72. 1996
24. ACKERMANN, G.; GOMEZ VILLAFANE, I.; CAVIA, R.; COLUCCI, D.; FONTANARROSA, S.; LAZO, D.; CRUSES, J.; ORELLANO, P.; BINI, E.; SCHWEIGMANN, N. *Infestación domiciliar por Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae) en Capital Federal y Gran Buenos Aires*. Libro de Resúmenes IV Congr. Argent. Entomología, Mar del Plata, p. 256. 1998.
25. SCHWEIGMANN, N.; ORELLANO, P.; KURUC, J.; VERA, M. T.; MENDEZ, A. *Presencia generalizada de Aedes aegypti L. (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Buenos Aires*. Libro de Resúmenes IV Congr. Argent. Entomología, Mar del Plata, p. 297. 1998.
26. ALMIRON, W.; LUDUEÑA ALMEIDA, F. F. *Aedes aegypti (L.) (Diptera: Culicidae) en Córdoba, Argentina*. Rev. Soc. Entomol. Argent., 57 (1-4) 27-28. 1998.
27. DOMINGUEZ, C.; LUDUEÑA ALMEIDA, F. F.; ALMIRON, W. *Dinámica poblacional de Aedes aegypti (L.) (Diptera: Culicidae) en Córdoba Capital*. Libro de Resúmenes IV Congr. Argent. Entomología, Mar del Plata, p. 270. 1998.
28. AUGIER, L. M. *Presencia de Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) en Tucumán, Argentina*. Rev. Soc. Entomol. Argent., 57 (1-4): 66. 1998.
29. BRUZZONE, O.; ROSSI, H.; SCHWEIGMANN, N. *Aedes aegypti (L.) (Diptera: Culicidae) en la ciudad de Concordia, provincia de Entre Ríos*. Libro de Resúmenes IV Congr. Argent. Entomología, Mar del Plata, p. 262. 1998.
30. MARTINEZ, M.; WILLAT, G.; BOGA, A.; CAPDEVILA, A.; SALVATELLA, R.; KNAPPE, N.; ROUCCO, G. *El género Aedes Meigen (Diptera: Culicidae) en Uruguay*. Libro de Resúmenes IV Congr. Argent. Entomología, Mar del Plata, p. 286. 1998.



PARÁMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO EN UN RODEO DE BOVINOS DE LA RAZA SANTA GERTRUDIS DEL ESTADO DE SAN PABLO, BRASIL

Gunski, R. J.^{1,2,4} / Bezerra, L. A. F.² / Duarte, F. A. M.³ / Garnero, A. del V.^{2,4} / Lôbo, R. B.^{2,5}.

1- FCEQyN.UNaM. 2- Dpto. Genética, FMRP, USP. 3- FUNPEC. 4- Bolsista, CAPES. 5- Bolsista CNPq.

GENETIC PARAMETERS FOR GROWTH TRAITS IN THE SANTA GERTRUDIS CATTLE OF SÃO PAULO STATE, BRAZIL

ABSTRACT

Santa Gertrudis cattle has been introduced to Brazil in the decade of the '50s. It has won a prominent position in the Brazilian livestock scenario. However there are scarcely any studies developed for the estimation of variance components, heritability, genetic correlations, etc. The aim of the present study was to estimate genetic parameters for growth traits in Santa Gertrudis cattle, for a roundup in São Paulo state. The traits analyzed were the weights observed (RW) at birth (BW) (n=1061), 120 (RW120) (n=428), 205 (RW205) (n=934), 365 (RW365) (n=695) and at 550 days of age (RW550) (n=549), as well as pedigree data of 3852 animals.

The single-trait Animal Model using the software MTDFREML included as fixed effects sex, year, month, handling and dam age class, and as aleatory the direct, maternal genetic effects and of permanent environmental effect of dams. The age of the animal at weighting was included as covariable in the model. The results showed estimates of heritabilities of low magnitude for all the traits analyzed BW (0,10), RW120(0,08), RW205 (0,10), RW365 (0,08), RW550 (0,15), a fact that could have certain relationship with the amounts of the information available as well as their distribution in the different years of the study. On the other hand, the values observed are very close to those found in the only study carried out on this breed in Brazil with single-trait Animal Model, which includes a larger number of observations than the one used in this work. This may suggest that the selection practiced until now in Santa Gertrudis cattle has not been efficient.

KEY WORDS: Santa Gertrudis, animal model, genetic parameters, growth traits.

La Raza Santa Gertrudis presente en el Brasil desde la década del 50, ha conseguido actualmente una posición destacada en el escenario de la ganadería de carne brasileira; sin embargo, son muy escasos los estudios realizados con el objeto de estimar componentes de varianza, heredabilidades, correlaciones genéticas, etc. El objetivo del presente trabajo fue estimar parámetros genéticos para características de crecimiento en la raza Santa Gertrudis, para un rodeo localizado en la región de Araraquara en el Estado de San Pablo, Brasil. Las características analizadas fueron los pesos reales al nacimiento (PN) (n=1061), a los 120 (PR120) (n=428), 205 (PR205) (n=934), 365 (PR365) (n=695) y 550 días de edad (PR550) (n=549), e informaciones de pedigrí de 3852 animales. Se realizaron análisis unicarácter con Modelo Animal, utilizándose el *software* MTDFREML e incluyéndose como fijos los efectos de sexo, año, mes, manejo y clase de edad de la vaca al parto, y como aleatorios los efectos genéticos directo, materno y de ambiente permanente de la vaca. Se incluyó como covariable en el modelo la edad del animal al momento del pesaje. Los resultados mostraron coeficientes de heredabilidad de baja magnitud para todas las características analizadas: PN (0,10), PR120 (0,08), PR205 (0,10), PR365 (0,08), PR550 (0,15), hecho que podría tener relación con el volumen de información disponible, así como la distribución de la misma en los diferentes años en que el estudio fue realizado. Por otra parte, estos valores son muy próximos a los encontrados en los estudios realizados para esta raza en el Brasil con Modelo Animal unicarácter, incluyendo un número mayor de observaciones que el utilizado en este trabajo, lo que podría sugerir que la selección practicada hasta el momento en la raza Santa Gertrudis no fue eficiente.

PALABRAS CLAVE: Santa Gertrudis, modelo animal, parámetros genéticos, características de crecimiento.

INTRODUCCIÓN

La raza Santa Gertrudis se originó en los EE.UU. en la década del 20, a partir del cruzamiento entre las razas Shorthorn (*Bos taurus taurus*) y Brahman (*Bos taurus indicus*), con el objetivo de utilizar la habilidad materna y la rusticidad del cebú con la precocidad y la mayor ganancia de peso del ganado Shorthorn. La raza llegó al Brasil con la importación de 487 animales en 1954 (Ribeiro) [1], incrementándose el número de animales con nuevas importaciones en años posteriores. Actualmente, la raza se ha afirmado en el contexto de la bovinocultura de carne brasileira, en función de sus condiciones para la producción de carne y su capacidad de adaptación a las rigurosas condiciones climáticas del Brasil, siendo extensivamente utilizada en programas de cruzamientos.

A diferencia de otras razas bovinas como Nelore, Canchim, Guzerá, Holandés, Hereford, etc. en el ganado Santa Gertrudis prácticamente no

existen estudios que estimen parámetros genéticos para caracteres productivos o reproductivos.

El objetivo del presente trabajo fue estimar parámetros genéticos para pesos reales al nacimiento (PN), a los 120 (PR120), 205 (PR205), 365 (PR365) y 550 días de edad (PR550) en un rodeo de bovinos de la raza Santa Gertrudis localizado en la región de Araraquara en el Estado de San Pablo, Brasil.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron registros de pesos a diferentes edades correspondientes a 1.941 animales y datos de pedigrí referentes a 3.852 animales.

Los animales estudiados pertenecen a un establecimiento localizado en la región de Araraquara en el estado de San Pablo, Brasil, donde las pasturas son predominantemente de *Panicum maximum* y *Braquiaria sp.*

Para el análisis descriptivo de los datos se utilizó el *software* SAS [2], y para el análisis gené-

tico, el programa MTDFREML (Multiple Trait Derivative-Free Restricted Maximum Likelihood) [3] con modelo animal.

Para las características pre-destete (PN, PR120, PR205), la estimación de los parámetros genéticos se realizó de acuerdo con el siguiente modelo:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + Z_3p + e$$

donde:

y = vector de observaciones de cada característica;

X = matriz de incidencia de efectos fijos;

b = vector de efectos fijos;

Z₁ = matriz de incidencia de efecto genético directo de cada animal;

a = vector de efectos genéticos directos aleatorios;

Z₂ = matriz de incidencia de efecto genético materno de cada animal;

m = vector de efectos genéticos maternos aleatorios;

Z₃ = matriz de incidencia de efecto de ambiente permanente;

p = vector de efectos aleatorios de ambiente permanente;

e = vector de efectos residuales aleatorios.

En las características post-destete el modelo utilizado fue el siguiente:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2p + e$$

donde:

y, X, b, Z₁, a y e fueron previamente descriptos;

Z₂ = matriz de incidencia de efecto de ambiente permanente;

p = vector de efectos aleatorios de ambiente permanente.

Se consideraron los siguientes efectos fijos: sexo, mes de nacimiento, año de nacimiento, manejo alimenticio en las diferentes edades y edad de la vaca al parto.

Con excepción del peso al nacimiento, la edad del animal al momento del pesaje fue incluida como covariable en los modelos de análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran por característica, el número de observaciones, media, desvío estándar, coeficiente de variación, mínimo y máximo.

En la Tabla II se presentan los valores de varianzas y parámetros genéticos obtenidos en los análisis unicarácter con modelo animal.

Tabla 1: estadísticas descriptivas de las características analizadas

Característica	N	Media	DP	CV	MAX	MIN
PN	1.061	37,9	4,5	12,0	51,5	24,2
PR120	428	134,8	30,4	22,5	226,0	43,4
PR205	934	209,6	36,9	17,6	320,4	98,7
PR365	695	287,1	55,4	19,3	453,4	120,7
PR550	549	390,1	75,4	19,3	616,4	163,7
N= Número de observaciones, DP= Desvío Estándar, CV= Coeficiente de Variación, MIN= Mínimo, MAX= Máximo.						

Tabla 2: componentes de varianzas y parámetros genéticos

Característica	σ^2_a	σ^2_m	σ^2_{pe}	σ^2_e	h^2_a	h^2_m	c^2
PN	1,35	0,73	1,35	10,40	0,10	0,05	0,09
PR120	37,24	24,65	70,60	319,90	0,08	0,05	0,15
PR205	88,35	37,48	176,30	526,71	0,10	0,08	0,20
PR365	117,96		25,34	1253,94	0,08		0,02
PR550	338,42		182,20	1690,01	0,15		0,08
σ^2_a = varianza genética aditiva, σ^2_m = varianza genética materna, σ^2_{pe} = varianza de ambiente permanente, σ^2_e = varianza residual, h^2_a = heredabilidad directa, h^2_m = heredabilidad materna, c^2 = proporción de varianza debida al efecto permanente del ambiente.							

Para la raza Santa Gertrudis, Aaron *et al.* [4] estimaron parámetros genéticos para pesos al nacimiento y al destete obteniendo valores de heredabilidad de 0,32 y 0,42, respectivamente. Para las mismas características, Kriese *et al.* [5] obtuvieron valores de 0,34 y 0,25 para efecto genético directo y 0,26 y 0,18 para efecto genético materno, respectivamente. En el presente trabajo, utilizándose la metodología de los modelos mixtos con propiedades BLUP (Best Linear Unbiased Predictor) y modelo animal, se obtuvieron coeficientes de heredabilidad significativamente inferiores; sin embargo, semejantes a los valores obtenidos por Ribeiro [1] y Bezerra *et al.* [6] para rodeos brasileros, con excepción del valor de heredabilidad materna del peso a los 120 días obtenido por el primer autor. La Tabla III muestra los

resultados obtenidos en los estudios referidos anteriormente.

En este estudio, la contribución del efecto genético materno (h_m) y del ambiente permanente de la vaca (c_e) para la variación fenotípica, fueron de magnitud considerable en todas las características analizadas, principalmente en el período pre-destete.

Debido al reducido volumen de las observaciones disponibles para el análisis, así como su distribución en los diferentes años, en el presente trabajo los efectos fijos fueron tratados individualmente (sin formación de grupos contemporáneos) con el objeto de obtener estimaciones más confiables.

Tabla 3: coeficientes de heredabilidad para características de crecimiento en la raza Santa Gertrudis en Brasil

Autor	Pn_d	Pn_m	$PR120_d$	$PR120_m$	$PR205_d$	$PR205_m$	$PR365_d$	$PR365_m$	$PR550_d$
Ribeiro (1997)	0,16	0,09	0,06	0,16	0,13	0,10	0,12	0,01	0,12
Bezerra <i>et al.</i> (1998)			0,10	0,07	0,17	0,04	0,15		0,22

CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos se concluye que:

- la contribución del efecto genético materno y del efecto de ambiente permanente fueron importantes en magnitud, aconsejándose su inclusión en modelos de análisis para características de crecimiento;

- las estimaciones de parámetros genéticos obtenidas en este trabajo son próximas de las encontradas en estudios previos realizados en Brasil, lo que podría sugerir que los procesos de selección llevados a cabo hasta el momento para características de crecimiento en la raza Santa Gertrudis no han sido eficientes, en función de la reducida variabilidad observada. ✍

REFERENCIAS

1. RIBEIRO, P. M. T. *Estudo de parâmetros e tendência genética de bovinos da raça Santa Gertrudis*. Fac. de Zoot. e Engenharia de Alimentos - USP 62p. 1997. (Dissertação de Mestrado).
2. SAS Institute Inc. SAS/STAT. *Sas user's guide for windows environment*. 6.08 ed. Cary, SAS Institute Inc., 1995.
3. BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D. *A Manual for Use of MTDFREML - A set of programs to obtain estimates of variances and covariances*. USDA-ARS, 1995.
4. AARON, D. K.; THRIFT, F. A.; PARISH, N. R. *Genetic parameter estimates for preweaning growth traits in Santa Gertrudis cattle*. J. Anim. Sci. 65: 1495-1499, 1987.
5. KRIESE, L. A.; BERTRAND, J. K.; BENSYSHEK, L. L. *Genetic and environmental growth trait parameter estimates for Brahman and Brhman-derivative cattle*. J. Anim. Sci. 69: 2362-2370, 1991.
6. BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, E. N.; DUARTE, F. A. M. *Avaliação Genética de Touros, Matrizes e Animais Jovens*, FMRP USP. 31p. 1998.

L *LIMNOPERNA FORTUNEI* (BIVALVIA: MYTILIDAE) EN EL ALTO PARANÁ ARGENTINO

Di Persia, Danilo H.¹ / D'Angelo, Raúl A.²

1- Grupo interdisciplinario de Ecología Urbana - Felix de Azara 38 - 3100 Paraná -

Entre Ríos. 2- Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción - Dr. Matteri y España - 3105 Diamante - Entre Ríos.

E-mail:cidangelo@infoshopdte.com.ar - rdangelo@alpha.arcrde.edu.ar.

LIMNOPERNA FORTUNEI (BIVALVIA: MYTILIDAE) IN THE ARGENTINIAN UPPER PARANA RIVER

Reports of the mitilid *Limnoperna fortunei* (Dunker) which took place at the beginning of October 1999 along the Argentinian margin of the Alto Paraná River, between Paso de La Patria and neighbouring Posadas, are presented in this work.

Mechanisms adopted to clean and take out this Asiatic invasive species from different areas where it has established, are treated.

Limnoperna fortunei, epifaunal bivalve fixing strongly by its bisus to natural and artificial surfaces, i.e. on hard surfaces as well as on thick sands and little pebbles, develops populations with relative density fluctuating between 40,000 and 320,000 specimens per m². The absence of natural competitor species in the area, its high reproductive and adaptive rates, its great capability to colonize different surfaces and the damage that it often causes to buildings on fluvial courses, make it necessary to focalize efforts through interdisciplinary and integrative studies when designing preventive and control policies.

KEY WORDS: *Limnoperna fortunei*; freshwater Asiatic bivalve; invasive species; colonization; Yacyreta dam.

En el presente trabajo se dan a conocer los registros del mitílido *Limnoperna fortunei* (Dunker), realizados a comienzos de octubre de 1999 en la ribera argentina del Alto Paraná comprendida entre las localidades de Paso de la Patria y cercanías de Posadas.

Se consideran los mecanismos adoptados en la represa de Yacyretá para realizar la limpieza y extracción de esta especie asiática invasora, que se ha establecido en diversos sectores de la misma.

Limnoperna fortunei, bivalvo epifaunal que se fija fuertemente por el viso a gran variedad de sustratos naturales como artificiales, tanto duros como en arenas gruesas y pequeños guijarros, desarrolla poblaciones cuya densidad relativa osciló en distintos sectores entre 40.000 y 320.000 ind/m².

La falta de especies competidoras, elevado potencial reproductivo y adaptativo, la gran capacidad para colonizar diversos sustratos, y los problemas que suele ocasionar en estructuras construidas vinculadas a cursos fluviales, hacen necesario estudios interdisciplinarios integradores orientados a sumar esfuerzos para el diseño de medidas de prevención y control.

ABSTRACT

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

Limnoperma fortunei es un pequeño mitílido originario del Sudeste asiático (Morton [1], única especie dulceacuícola que integra la mencionada familia. Su primer registro en nuestro país tuvo lugar en el balneario Bagliardi, en la ribera argentina del Río de la Plata por Pastorino *et al.* [2]; Darrigran y Pastorino [3, 4]. Con posterioridad se la encontró en sectores costeros uruguayos del Río de la Plata de acuerdo con Scarabino y Verde [5], registros que fueron ampliados hasta la localidad de Colonia por Ituarte [6], quien además encontró asentamientos densos sobre sedimentos franco-arenosos, similares a los señalados por Di Persia [7].

En aguas del tramo medio del río Paraná la especie fue encontrada en la laguna Setúbal y otros ambientes del área por Di Persia y Bonetto [8, 9], en tanto que Villar *et al.* [10], la registraron en el Bajo Paraná. Los hallazgos fueron extendidos simultáneamente a una amplia zona fehacientemente comprobada en el transecto comprendido en el norte entre las localidades de Reconquista (provincia de Santa Fe) y Goya (provincia de Corrientes), y el sector de la desembocadura del río Paraná en el Río de la Plata (Di Persia y Bonetto [11]; Bonetto y Di Persia [12]. La especie ha sido colectada en proximidades de las ciudades de

Corrientes y Asunción (Darrigran y Ezcurra de Drago, inédito), y ampliamente registrada en los tramos medio e inferior del río Paraguay como en las riberas del río Paraná aguas debajo de Confluencia (Di Persia y Darrigran, en prensa [13].

También ha sido encontrada formando parte de la dieta alimenticia de cuatro especies de nuestra fauna íctica en el río Paraná (Di Persia y Bonetto, op. cit [9], ampliada por Di Persia y D'Angelo [14] y por Montalto *et al.* [15]. El presente trabajo tiene el objetivo de dar a conocer registros del mitílido dulceacuícola invasor realizados a comienzos del mes de octubre de 1999 en el tramo del Alto Paraná comprendidos entre las localidades de Paso de la Patria e Ituzaingó en la provincia de Corrientes, en el Complejo Hidroeléctrico de Yacyretá y en distintos sectores del embalse hasta las proximidades de Posadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreos expeditivos fueron realizados mediante recorridos en sectores ribereños aledaños a distintas localidades situadas aguas arriba de Paso de la Patria hasta la ciudad de Posadas. Además, su importancia radica en los múltiples problemas que pueden generar (oclusión de tomas de agua o de desagües por acúmulos de especímenes; reducción de la sección de cañerías; contaminación orgánica por descomposición de las partes blandas; obstrucción de filtros; reducción de la capacidad de almacenaje de tanques y contenedores por acumulación de valvas; contaminación de ambientes fluviales por mortandad masiva de *Limnoperma fortunei* en bajantes pronunciadas; deterioro de arenas y otros materiales de construcción, etcétera; reducción en poblaciones autóctonas de otros moluscos, etcétera.

Esto hace necesario una fuerte toma de conciencia sobre esta problemática desconocida pocos años atrás, tanto de los sectores privados relacionados con los ríos y arroyos de la cuenca como de sectores públicos (municipales, provinciales o nacionales en sus distintos ámbitos de acción), y su incorporación a la red de alerta y prevención que hemos formado, cuyo propósito fundamental es aunar conocimientos científicos y tecnológicos con los eventuales requerimientos que, si no se consideran con la premura necesaria, implicarán alternativas más complejas y costos generalmente elevados.

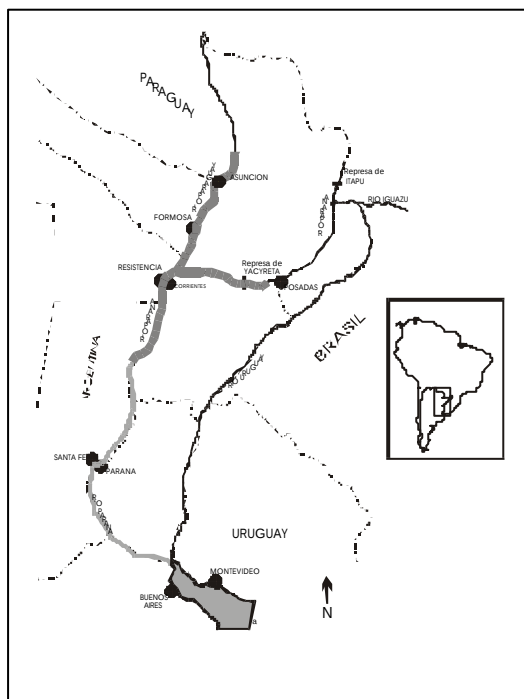


FIGURA 1: distribución de *Limnoperma fortunei* en la Cuenca del Plata hasta el presente

En todos los casos se efectuaron extracciones al azar de los especímenes hallados, y cuando las condiciones de accesibilidad lo hicieron posible, se procedió a separar la totalidad de los ejemplares adheridos a distintos sustratos mediante superficies delimitadas por pequeños cuadrados de madera (de 5 y 10 cm de lado interior), a los efectos de realizar recuentos que posibiliten evaluar las poblaciones y establecer por métodos indirectos sus densidades relativas, las cuales se expresan en individuos por metro cuadrado.

Paralelamente, los ejemplares hallados en cada población fueron considerados conforme con rangos de talla, ya que como lo señalara Margalef [20], cuando se trata de investigar poblaciones y su dinámica, lo más frecuente es tomar el individuo como unidad con posibles subdivisiones en clases de tallas, que es el caso que nos ocupa.

Este material fue procesado en laboratorio y posibilitó establecer las densidades relativas halladas, las cuales se expresan en individuos/m².

En relación con la represa de Yacyretá, se obtuvo abundante material vivo y conservado para realizar crías en laboratorio y comparar las tallas con ejemplares colectados en las inmediaciones de la ciudad de Diamante, Entre Ríos, y con larvas mantenidas en acuarios experimentales.

RESULTADOS

Recolección de *limnospenna fortunei* en el Alto Paraná

De los muestreos realizados en la ribera correntina surge que el extenso tramo en consideración se encuentra ampliamente colonizado por este mitílido, cuyas poblaciones se extienden

abarcando los Departamentos San Cosme, Itatí, Berón de Astrada, General Paz, San Miguel e Ituzaingó (Figura 2).

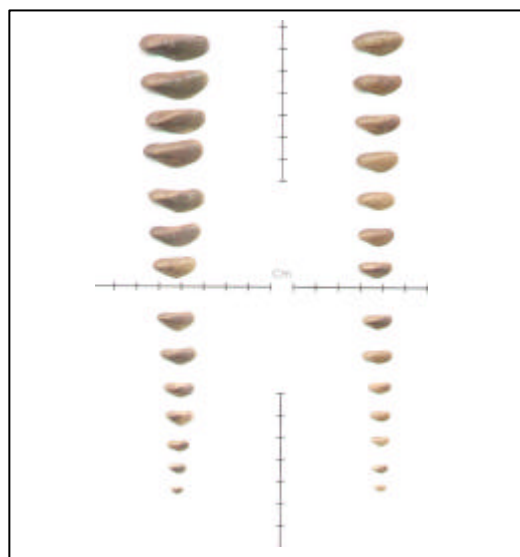


FIGURA 2: ejemplares de *Limnospenna fortunei*. Izquierda: obtenidos en Yacyretá, unidad 7. Derecha: en los alrededores de la localidad de Diamante (Entre Ríos)

Las densidades poblacionales relativas fueron muy variables en los distintos tipos de sustratos muestreados, fluctuando sectorialmente entre 50.000 y 2000.000 ind/m² en distintos sectores próximos a la localidad de Paso de la Patria, y entre 40.000 y 320.000 ind/m² en muestreos obtenidos aguas arriba, con los valores más elevados en proximidades de Itá Ibaté e Ituzaingó.

Observaciones realizadas en la estructura de la represa

Las observaciones y muestreos efectuadas en la Central Hidroeléctrica de Yacyretá permitieron apreciar la intensa colonización por

Tabla 1: tipos polínicos determinados en la ciudad de Posadas, año 1994	
Árboles/Arbustos	Herbáceas
* <i>Aibizzia</i> spp.	Amaranthaceae (amarantos)
<i>Alnus</i> spp. (álamos)	Asteraceae (compuestas)
* <i>Anadenanthera</i> spp. (curupay)	Cyperaceae
Arecaceae (palmeras)	Chenopodiaceae/Amaranthoideae (quenopodios y amarantos)
<i>Bauhinia</i> spp. (árbol de las orquídeas y	* <i>Parietaria debilis</i> (paletaria)
*pata de buey)	* <i>Plantago</i> spp. (lantén)
* <i>Cecropia</i> spp. (ambaq)	Poaceae (gramíneas)
* <i>Celtis</i> spp. (tala)	
<i>Eucalyptus</i> spp. (eucalipto)	
Euphorbiaceae T/ <i>Aleurites</i> spp.	
<i>Ligustrum</i> spp. (ligustro y ligustrina)	
<i>Mangifera indica</i> (mango)	
Melastomataceae T/ <i>Tibouchina</i> spp.	
<i>Mimosa</i> spp.	
<i>Morus alba</i> (mora blanca)	
Myrtaceae (*pitanga,*guayaba,	
limpiatubo otros)	
* <i>Parapiptadenia</i> spp. (anchico)	
* <i>Peltophorum dubium</i> (lirita, pyta)	
Pinaceae (piñas y cedros)	
Piperaceae T/ <i>Piperomia</i> spp.	
Platanaceae T/ <i>Platanus acerifolia</i> y	
T/ <i>Platanus</i> spp.	
* <i>Psidium</i> spp. (lecheron)	
<i>Ricinus communis</i> (ricino)	
Tiliaceae T/ <i>Tilia</i> spp. (tilo)	
* <i>Trema micrantha</i> (pato polvora)	
*especies nativas	

Limnoperna fortunei en gran parte del hormigón armado que normalmente permanece sumergido, y otras estructuras. Constituye esto las llamadas incrustaciones biológicas o *biofouling*, denominación utilizada para hacer referencia a problemas generados por distintos organismos -entre ellos el mitílido que nos ocupa-, en estructuras de origen antrópico, cuya complejidad depende tanto del tipo de obras afectadas como de aspectos biológicos, ecológicos y poblacionales de cada especie.

En las unidades 1 a 20, distintos equipos son servidos por una sola toma de agua, con una unidad filtrante de 400 micrones, la cual no puede impedir el pasaje de las microscópicas larvas nadadoras, de las que se han observado ejemplares en sectores de cañerías en oportunidad de realizarse una sección de purga.

La modalidad adoptada por la EBY para la limpieza y extracción de sus poblaciones, seguida desde el nivel superior del recinto previamente desagotado, posibilitó apreciar en toda su magnitud la densa cubierta pluriestratificada y de múltiples tallas superpuestas, compuesta por *Limnoperna fortunei*, fuertemente adheridas sobre el hormigón en las capas más profundas, y en las superficies de valvas de variado desarrollo como en los espacios intervalvares en los estratos más superficiales. De este modo se conforman aglomeraciones ampliamente extendidas en todos los secto-

res de la unidad número 7 (Figura 3), que fue en la cual realizamos observaciones y extracción de material.

En cuanto al dispositivo diseñado para la extracción (instrumento manual semejante a un rastillo), contenedor desplazable vertical y horizontalmente (Figura 4) y disposición alejada de la presa, es de utilidad muy limitada o nula.

Si bien los ejemplares más superficiales o de reciente incorporación son en parte desprendidos, no elimina aquellos ubicados más profundos o que no son tocados. Y aun cuando un porcentaje importante de estos especímenes muere al quedar fuera del agua, sus valvas contribuyen a incrementar las superficies colonizables por las larvas. Estas no son eliminadas por sus pequeñas dimensiones, y sobreviven en el agua retenida en las valvas vacías.

En cuanto al contenedor donde se acumulan los ejemplares, al no ser hermético pierde líquido y ejemplares, entre los cuales encontramos numerosas elevadas de formas larvales con movilidad plena. Ello contribuye a la dispersión antropocora de la especie, aun cuando carezca de significación ante la enorme capacidad reproductiva de *Limnoperna fortunei*.



FIGURA 3: acúmulo de *Limnosperma fortunei* en la unidad 7 de la represa de Yacyretá en oportunidad de realizarse la limpieza destinada a la extracción de los ejemplares (octubre 1999)



FIGURA 4: contenedor cargado con el mitílido invasor en el momento de ser subido para eliminar los ejemplares acumulados en la unidad 7 de la represa de Yacyretá (octubre 1999).

DISCUSIÓN

Limnoperna fortunei es un mitílido peculiar, de cuyas características anatómicas, dinámica



FIGURA 5: Vista de las valvas del mitílido esparcidas luego de complementada la extracción

poblacional y biología reproductiva se ha ocupado Morton [16, 17, 18].

Como fuera señalado entre otros autores locales por Darrigran y Pastorino [3,4], Di Persia [7], Di Persia y Bonetto [8, 9], Di Persia y Darrigran [13], Ituarte [6], los especímenes se fijan a cualquier tipo de sustrato, tanto naturales como artificiales, duros en muchos casos como lo destacara Morton [1], Scarabino y Verde [5], y varios de los especialistas antes mencionados, o blandos y móviles como los descritos por Bonetto y Di Persia [12], Di Persia [7] e Ituarte [6].

Cualquiera sea la característica de los sustratos colonizados, la especie se adhiere fuertemente mediante sus filamentos bisales, que le permiten generar poblaciones densas y compactas o disponerse en sustratos superpuestos como los registrados en la represa de Yacyretá.

Se han detectado reducciones poblacionales en algunas especies de bivalvos autóctonos (mayoritariamente infaunales), tanto en el Río de la Plata, de los cuales se han ocupado Martín y Darrigran [19] y Scarabino y Verde [5], como en distintos tramos del río Paraná aguas abajo de confluencia con el río Paraguay, de acuerdo con Di Persia [7]. La incorporación de esta especie en la dieta de distintos peces de la región (a los cuales se han referido Di Persia y D'Angelo [14], Di Persia y Darrigran [13] y Montalto *et al.* [15] no

es un aliciente para las posibles tareas de control, ya que la velocidad en el establecimiento de sus poblaciones y en los procesos reproductivos, según las observaciones realizadas, superan ampliamente las posibilidades de este consumo.

Por otra parte, si bien se conocen los serios problemas ecológicos y económicos que pueden ocasionar, y el riesgo de impactos ambientales y en estructuras funcionales de difícil solución, parece ser que los distintos actores sociales no han tomado conciencia sobre la compleja problemática que el desarrollo explosivo de estos bivalvos puede generar tanto a niveles locales como regionales, como fue destacado por Di Persia y Darrigran [13].

CONCLUSIONES

La especie tiene, como se ha visto, marcada capacidad para adaptarse a los sustratos más diversos [1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 17, 18] y a desarrollarse en ambientes en los cuales la calidad del agua puede ser muy diferente.

De acuerdo con la bibliografía y situaciones puntuales detectadas, se han producido daños y problemas de variada magnitud en tomas de aguas e instalaciones de distribución para consumo humano, usos industriales y fabriles; desagües urbanos; estructuras portuarias; embarcaciones; canales y drenajes de diversos tipos y otras construcciones vinculadas a cursos fluviales; alteraciones en la biota regional y problemáticas por lo general de evolución, consecuencia y soluciones complejas, estrechamente relacionadas con los requerimientos biológicos y ecológicos de la especie.

Estos aspectos son poco conocidos en nuestro país, donde hay considerable desconocimiento dado el escaso tiempo transcurrido desde su introducción.

Por lo expresado consideramos indispensable la realización de estudios integrales, con enfoque sistémico e interdisciplinario, en los cuales se aúnen esfuerzos y experiencias para la concreción de alternativas viables de tratamiento y control.

AGRADECIMIENTOS

Dejamos constancia de nuestro reconocimiento a las autoridades de la EBY por autorizarnos a

realizar muestreos y observar el proceso implementado para la limpieza y extracción del mitílido.

Al Lic. Armando B. Brizuela, Director del Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia de Tecnología a la Producción de Diamante, Entre Ríos, por su constante estímulo. A las autoridades del Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CIDEt), de la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la UNaM por contribuir a la difusión de un problema que puede afectar instalaciones y estructuras antrópicas vinculadas a ríos y arroyos de una amplia región.

REFERENCIAS

1. Morton, B. *Freshwater fouling bivalve*. Proc. of the First International Corbicula Symposium. Texas Christian University, p 1-14. 1977.
2. Pastorino, G.; Darrigran, G.; Martin, S.; Lunaschi, L. *Limnoperla fortunei* (Dunker, 1857) (Mytilidae), nuevo bivalvo invasor en aguas del Río de la Plata. Neotrópica 39 (101-102): 34. 1993.
3. Darrigran, G.; Pastorino, G. *Bivalvos invasores en el Río de la Plata, Argentina*. Com. Soc. Malac. Uruguay 7 (64-65): 309-313. 1993.
4. Darrigran, G.; Pastorino, G. *The recent introduction of the freshwater asiatic bivalve, Limnoperla fortunei (Mytilidae) in to South America*. The Veliger 38 (2): 171-175. 1995.
5. Scarabino, F.; Verde, M. *Limnoperla fortunei (Dunker, 1857) en la costa uruguaya del Río de la Plata (Bivalvia: Mytilidae)*. Com. Soc. Malac. Uruguay 7 (66-67): 374-375. 1994.
6. Ituarte, C. *Limnoperla fortunei (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) en la costa uruguaya del Río de la Plata*. Neotrópica 43 (109-110): 117-118. 1997.
7. Di Persia, D. H. *Sustratos naturales y artificiales colonizados por el bivalvo exótico Limnoperla fortunei (Mytilidae) en la Cuenca del Río de la Plata*. En: D. H. Di Persia (Editor). Bentos Regional Argentino. Las comunidades líticas bioindicadoras. Ediciones Científicas Americanas, La Plata (en prensa).

8. Di Persia, D. H.; Bonetto, A. A. *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) especie exótica invasora en el Paraná medio, Argentina. II Jornadas Científicas sobre Medio Ambiente. Asoc. Univ. Grupo Montevideo. Curitiba, Brasil. P 112. 1996 a.
9. Di Persia, D. H.; Bonetto, A. A. Los moluscos dulceacuícolas asiáticos introducidos en la Cuenca del Plata. *Perspectivas y problemas potenciales de Limnología aplicada*. Cuadernos de Ecología Urbana 1 (1): 1-32. 1996 b.
10. Villar, C.; Mercado, L.; Rodríguez Capitulo, A.; Bonetto, C. Presencia del molusco invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia, Mytilidae) en el bajo Paraná. *Gayana, Zool.* 61 (2): 87-96. 1997.
11. Di Persia, D. H.; Bonetto, A. A. Nuevas citas de *Limnoperna fortunei* para la cuenca del río Paraná, Argentina. *Neotrópica* 43 (109-110): 119-120. 1997.
12. Bonetto, A. A.; Di Persia, D. H. Comentarios bioecológicos sobre *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae), especie invasora de reciente introducción en Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* (en prensa).
13. Di Persia, D. H.; Darrigran, G. Dispersión y densidades poblacionales relativas de *Limnoperna fortunei* (Bivalvia: Mytilidae) en la Cuenca del Plata. En D.H. Di Persia (Editor). *Bentos Regional Argentino. Las comunidades lólicas bioindicadoras*. Ediciones Científicas Americanas, la Plata (en prensa).
14. Di Persia, D. H.; D'Angelo, R. A. Moluscos exóticos (Corbiculidae y Mytilidae) en la ingesta de algunos peces del río Paraná, Argentina. *Com. Soc. Malac. Uruguay* (en prensa).
15. Montalto, L.; Oliveros, O. B.; Ezcurra de Drago, I.; Demonte, L. D. Peces del río Paraná medio predadores de una especie invasora: *Limnoperna fortunei* (Bivalvia, Mytilidae). *Rev. Fac. Bioq. y Ciencias Biológicas (UNL)*, Fabicib 3: 85-101. 1999.
16. Morton, B. Some aspects of the biology and functional morphology of the organs of feeding and digestion of *Limnoperna fortunei* (Dunker) (Bivalvia: Mytilacea). *Malacología* 12 (2): 265-281. 1973.
17. Morton, B. The population dynamics of *Limnoperna fortunei*: (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilacea) in Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *Malacología* 16: 165-182. 1997.
18. Morton, B. The reproductive cycle of *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) (Bivalvia: Mytilidae) fouling Hong Kong's raw water supply system. *Oceanología at Limnología Sinica* 13: 312-324. 1982.
19. Martin, S.; Darrigran, G. *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857) en el balneario Bagliardi, Río de la Plata. *Alteraciones en la composición de la malacofauna litoral*. *Tankay* 1: 164-166. 1994.
20. Margalef, R. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, 951 pp. 1974.

> NOTAS

E ESTUDIO COMPARATIVO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE UNA MINA SUBTERRÁNEA, UTILIZANDO UN NUEVO PROGRAMA DE CÁLCULO

González, Prudencio L. / Marín, Marcelino / Grasso, Alberto B. / Molina, Walter G.
Instituto de Investigaciones Mineras - Departamento de Ingeniería de Minas
Facultad de Ingeniería -Universidad Nacional de San Juan.
Av. Libertador 1109 (O) - (5400) San Juan. Tel: (0054264)-4226444/4225406 Int 238
Fax: (0054264) - 4210299 - 4217300 - Correo Electrónico: gonzalezp@iee.unsj.edu.ar

COMPARATIVE STUDY OF AN UNDERGROUND MINE VENTILATION SYSTEM , USING A NEW CALCULATION PROGRAM.

ABSTRACT

VENTILA is an application program for calculating underground mines ventilation systems. It was developed within an investigation project carried out at the Instituto de Investigaciones Mineras (IIM) of the Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). VENTILA can be executed in a personal computer (PC), and it is completely intended for the engineer in charge of the security of the location, avoiding the need of computer experts and operators. Mining Engineering students from the Department of Engineering of Mines of the UNSJ participated in the validation and setting of the program. They executed numerous cases by reproducing studies of different locations of our country. One of those comparative studies is presented in this article. The results obtained when applying VENTILA to a real ventilation problem are contrasted with values achieved by means of the VNETPC Vs. 1.0 for Windows, a program developed by Mine Ventilation Services, Inc. Figures found by traditional methods of calculation are also presented, adapting electric circuits equations. This study was carried out on the configuration that presented Aguilar Mine some years ago, when it was solved in the traditional way and verified later on by measurements.

KEY WORDS: mines, security, ventilation, simulation, program.

RESUMEN

VENTILA es un Programa de Aplicación para el cálculo de la ventilación de minas subterráneas desarrollado en el marco de un proyecto de investigación llevado a cabo en el Instituto de Investigaciones Mineras (IIM) de la Universidad Nacional de San Juan (UNSJ). El programa puede ser ejecutado en una computadora personal (PC) y está totalmente dirigido al ingeniero a cargo de la seguridad del yacimiento, evitando la necesidad de operadores o expertos en informática. En la validación y puesta a punto del programa participaron alumnos de la carrera Ingeniería de Minas del Departamento de Ingeniería de Minas de la UNSJ, quienes ejecutaron numerosos casos reproduciendo estudios de distintos yacimientos de nuestro país.

Uno de esos estudios comparativos se presenta en este artículo. Se contrastan los resultados obtenidos al aplicar VENTILA a un problema real de ventilación con los valores logrados por medio del VNETPC Vs. 1.0 para Windows, un programa desarrollado por Mine Ventilation Services, Inc. También se presentan los resultados obtenidos por métodos tradicionales de cálculo, adaptando ecuaciones para circuitos eléctricos. Este estudio se realizó sobre la configuración que presentaba hace algunos años Mina Aguilar. Entonces fue resuelto en la forma tradicional y posteriormente verificado con mediciones.

PALABRAS CLAVE: minas, seguridad, ventilación, simulación, programa.

INTRODUCCIÓN

En el Instituto de Investigaciones Mineras de la Universidad Nacional de San Juan, Argentina, se consideró la conveniencia de desarrollar un programa para cálculo de ventilación, que en su versión fuente permita probar distintas propuestas que aparecen en la bibliografía en relación con emisión de metano, monóxido de carbono y evacuación de gases de voladuras.

Las premisas fijadas para este programa fueron:

- ser procesado en computadoras personales (PC);
- evitar la necesidad de operadores o expertos en informática, logrando una herramienta de cálculo dirigida al ingeniero a cargo de la seguridad de la mina;
- ingresar la información a través de paneles, para evitar la consulta continua de formatos de entrada de datos, así como inconsistencias entre los mismos;
- Estructurar la información de entrada para ser almacenada en sistemas de bases de datos. De esta forma se logra una mayor facilidad en la introducción de modificaciones al sistema bajo estudio, para la simulación de esquemas alternativos de ventilación;
- disponer de salidas gráficas que permitan visualizar el esquema de mina utilizado en la modelación, con indicación de caudales de aire y su sentido de circulación en las ramas, diferencias de presiones entre nodos extremos de cada rama y temperaturas en nodos, con verificación de máximos y mínimos exigido por las Normas de seguridad.

MODELO NUMÉRICO

Asumiendo condiciones en estado estático, la red de ventilación puede ser descripta por tres

conjuntos de ecuaciones: ecuaciones de resistencias, ecuaciones de mallas y ecuaciones de nodos. Se plantea un sistema de $2n$ ecuaciones con $2n$ incógnitas (n depresiones P y n caudales Q), la mayoría de las cuales son de segundo grado. Esto obliga a resolverlo por un método iterativo; para ello se utilizó el método de Hardy-Cross, de acuerdo con las propuestas [2, 3, 4, 7, 9].

El detalle de la formulación utilizada para el algoritmo básico, así como el cálculo de la ventilación natural y propagación de gases de voladura, monóxido de carbono y metano, se detallan en [5, 6].

ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

Desde el "Escritorio" de "Windows"¹ se accede al programa, que presenta un Menú Inicial donde se pueden ejecutar la tareas principales (Figura N° 1). Algunas de estas tareas acceden a submenús como es el caso de entrada de datos.

Entrada o modificación de datos

Se diseñó la entrada de datos almacenando la información en tablas de bases de datos, que son accedidas por medio de paneles con funciones programadas que facilitan la ubicación de registros, así como la visualización y actualización de las bases correspondientes. De esta forma se ha logrado una entrada guiada de la información, que independiza al ingeniero de diseño de los formatos del programa. A la información necesaria para el cálculo de la ventilación se le agregaron datos correspondientes a valores límites de distintos parámetros a efectos de validar la información de entrada.

Las bases de datos son administradas por "Visual Fox Pro"² bajo "Windows" que es de proba-

1. Microsoft® Windows Windows 98 © 1981-1997

2. Microsoft Visual FoxPro 5.0 Copyright © 1996

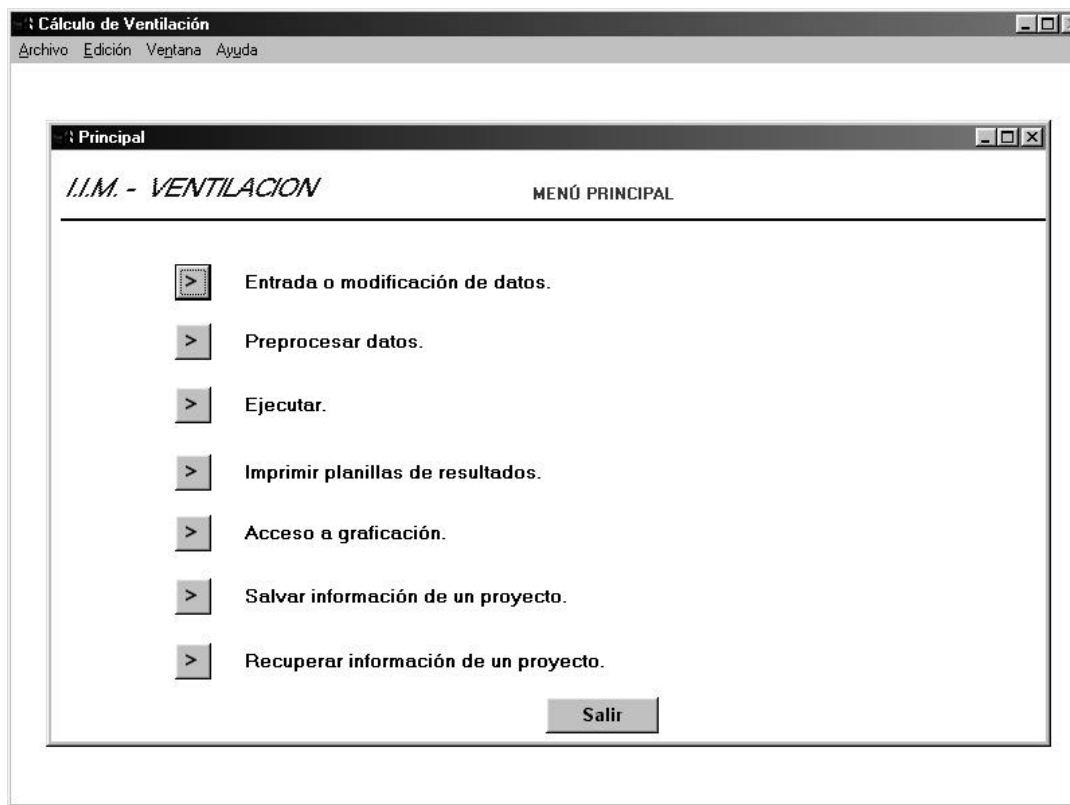


FIGURA 1: Menú principal para la selección de tareas.

da eficiencia. Los paneles fueron programados utilizando el mismo lenguaje.

Descripción de Elementos de la red

Los distintos elementos que componen la red de ventilación, ramas, nodos, etc., son agrupados y almacenados en tablas de base de datos con tantos registros como elementos tenga la red de ventilación.

Por ello, como se observa en la Figura N° 2, al panel correspondiente se lo ha dotado de funciones que permiten direccionar registros (“primero”, “siguiente”, “último”, “anterior”), actualizar (“eliminar” y “agregar”) y la función “encontrar” que a través de una ventana emergente permite visualizar varios registros simultáneamente.

Preprocesar datos

El programa principal, como todo programa desarrollado en lenguaje FORTRAN, admite como archivo de datos solamente archivos de textos (*.txt o ASCII), es decir, sin ningún tipo de marcas; por lo tanto, no se puede acceder a la información contenida en las tablas de datos.

- Se ha desarrollado un programa en “Visual Fox Pro” que transforma toda la información con-

tenida en las tablas de datos, en un archivo de texto con la distribución de acuerdo con los formatos requeridos por el programa principal. Por lo tanto cada vez que se modifica un dato en cualquiera de las tablas de datos, se debe ejecutar esta tarea (Preprocesar) antes de ejecutar el programa principal.

- La formulación utilizada por el modelo ha sido desarrollada utilizando el Sistema Internacional de Unidades (SI), pero dado que en muchas explotaciones se sigue utilizando el Sistema Inglés de Unidades (generalmente como consecuencia del instrumental de medición disponible), se ha previsto el ingreso de información utilizando cualquiera de los sistemas mencionados. Si se opta por el ingreso de información utilizando el Sistema Inglés, es en esta tarea donde se realiza la transformación de unidades.

Ejecutar

Ejecuta el programa principal de cálculo. El programa principal y todas las rutinas que lo integran han sido desarrollados en “Digital Visual Fortran”³. El programa ha sido dimensionado para

3. Digital Visual Fortran Copyright © 1997-98.

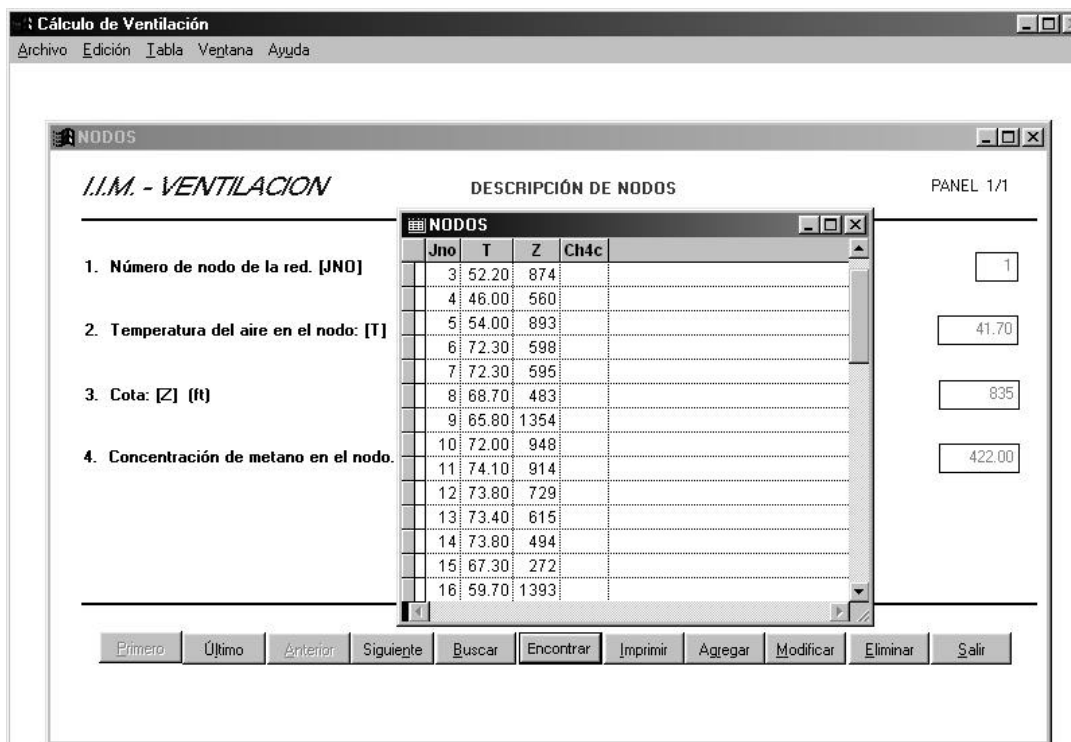


FIGURA 2: panel de nodos, con la opción "Encontrar" accionada.

procesar redes de hasta 300 nodos y hasta 500 ramas y requiere como mínimo una computadora 486 con 16 Mb de RAM. Los resultados son almacenados en un archivo secuencial (*.txt), la típica planilla de resultados, y en archivos auxiliares que son accedidos desde el ambiente de "Autocad"⁴.

Imprimir - Visualizar planillas de resultados

Por medio de esta opción, se pueden visualizar las planillas de resultados con opción de impresión. En ellas figuran los datos de entrada utilizados para el estudio y los resultados obtenidos.

Acceso a graficación

Este es uno de los puntos en que se puso mayor esfuerzo, ya que una de las premisas del proyecto es poder visualizar los resultados sobre un esquema gráfico de la red bajo estudio.

Todas las funciones se programaron en "AutoLisp" de "AutoCAD", y el operador puede acceder a ellas desde el menú de barras desplegable, que aparece con el nombre de "VENTILA", Figura N° 3.

Obtención del esquema de red

En principio puede pensarse que lo ideal es volcar los resultados sobre una representación tridimensional a escala de la explotación, sobre todo porque se tienen las coordenadas tridimensionales de los nodos. Esto en la realidad es poco práctico puesto que las zonas más críticas que se desean analizar, en general los frentes de explotación, son de magnitudes muy reducidas frente a las de los accesos a los mismos (m vs. Km.). La práctica demuestra que lo más conveniente es volcar los resultados sobre un esquema de la red a ventilar fuera de escala, donde se puedan apreciar con facilidad y en detalle las zonas de mayor interés para el estudio en ejecución.

Considerando que estas herramientas han sido desarrolladas utilizando como base "Autocad" de "Autodesk", aparecen tres posibles formas de obtener el esquema.

Dibujar el croquis de la red utilizando Autocad.

A partir de un croquis de la red, dibujado en papel, digitalizarlo por medio de un tablero digitalizador.

Partiendo de un croquis de la red, dibujado en papel, capturarlo por medio de un scanner. Este procedimiento presenta problemas de conversión de archivos.

4. AutoCAD Release 14.0 Copyright © 1982-1987

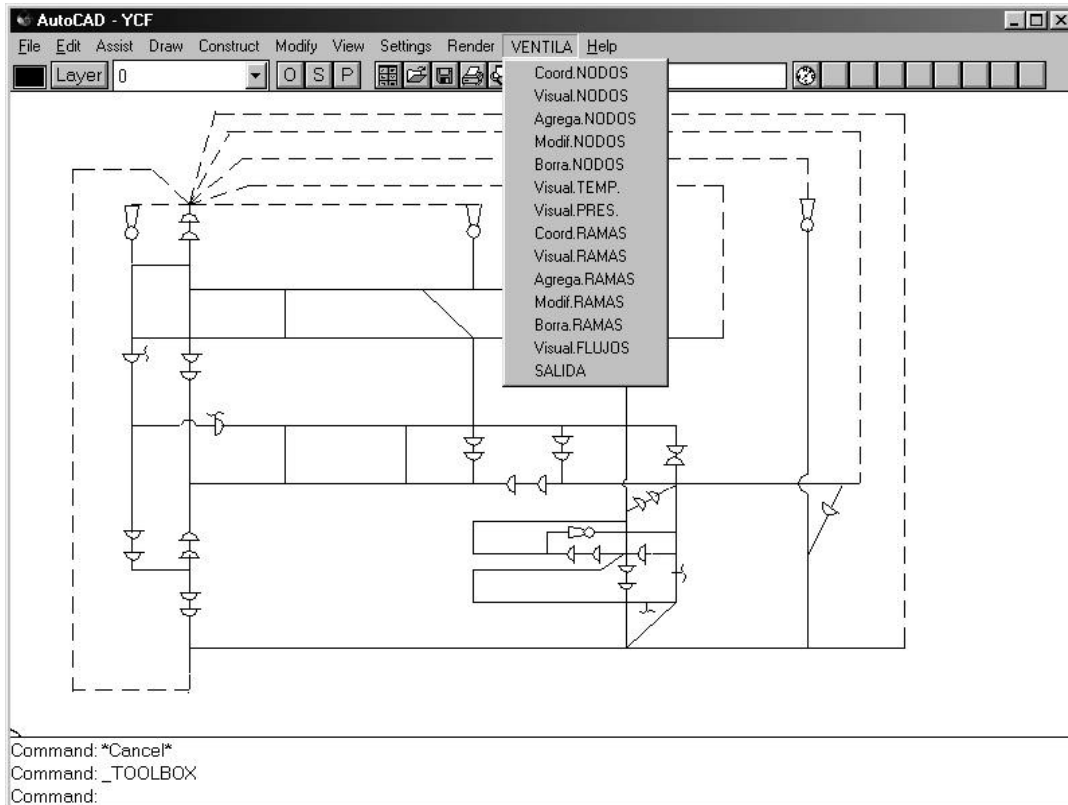


FIGURA 3: red ejemplo con las funciones.

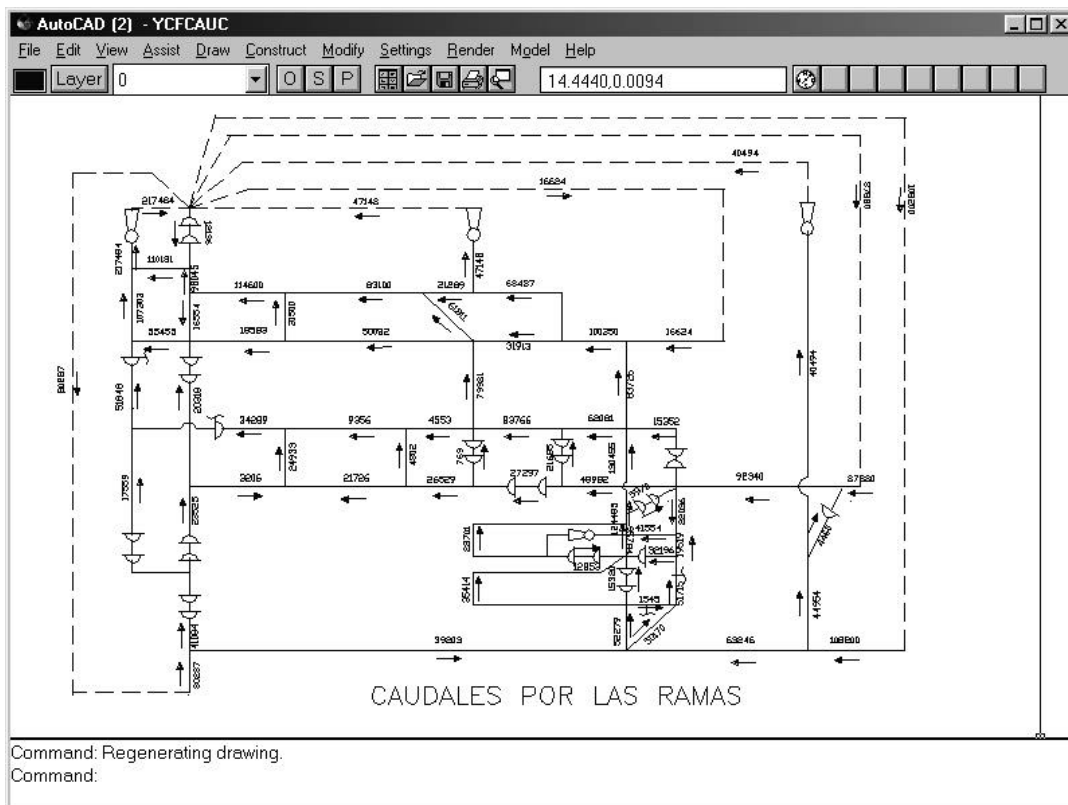


FIGURA 4: ejemplo de salida gráfica mostrando caudales por las ramas.

Funciones programadas en el Menú de Barras "VENTILA"

Como se prevé que esta herramienta será utilizada en la planificación del crecimiento de la red de ventilación, se desarrollaron una serie de funciones que permiten la modificación del esquema original, de una forma transparente para el ingeniero de proyecto. Todas las funciones programadas pueden ser accedidas con un clic del ratón o *mouse* sobre el nombre correspondiente en el menú desplegable, Figura N° 4.

Se han programado funciones para introducir números de nodos y ramas, y las coordenadas correspondientes de nodos y ramas, agregar, modificar, y borrar en ampliaciones/modificaciones de los esquemas originales. Cada una de estas funciones, a su vez, emiten mensajes de opciones y de guía en la línea de comandos cuando se están ejecutando. La utilización de todas estas funciones permite obtener rápidamente esquemas donde se visualizan los resultados obtenidos después de cada ejecución del programa de cálculo.

VALIDACION DEL PROGRAMA-ESTUDIO COMPARATIVO

Con el fin de familiarizarse con el manejo del programa y comprobar su funcionamiento, se lo

utilizó en los Trabajos Prácticos de Ventilación desarrollados por los alumnos de la Asignatura Explotación de Minas I, de la Carrera Ingeniería de Minas, del Departamento de Ingeniería de Minas de la UNSJ. Se procesaron varios ejemplos de cálculos de ventilación, recopilados de Informes de Prácticas de Verano y Trabajos Finales realizados por alumnos de la carrera a lo largo de los años. Los casos en estudio, resueltos en su oportunidad en forma semimanual, fueron procesados con VENTILA, y con VNETPC, Vs 1.0 para Windows, un programa desarrollado por Mines Ventilation Services Inc., cuya copia Demo con fines académicos posee la Cátedra.

De todos los casos analizados se eligió como ejemplo para este estudio comparativo el problema planteado en el trabajo final del Ing. H. Tornese, que consistía en el rediseño del sistema de ventilación de Mina Aguilar, al incorporar a la explotación el Sistema Rampa por debajo de Nivel 18. Este cálculo fue resuelto en su oportunidad (1984) utilizando una PC AT 286 y posteriormente corroborado parcialmente por medio de mediciones.

El esquema de ventilación es el que se ilustra en la Figura N° 5, salida gráfica de VNETPC. La red de ventilación está integrada por 30 nodos y 47 ramas. Los caudales de aire fresco fueron calculados teniendo en cuenta los requerimientos

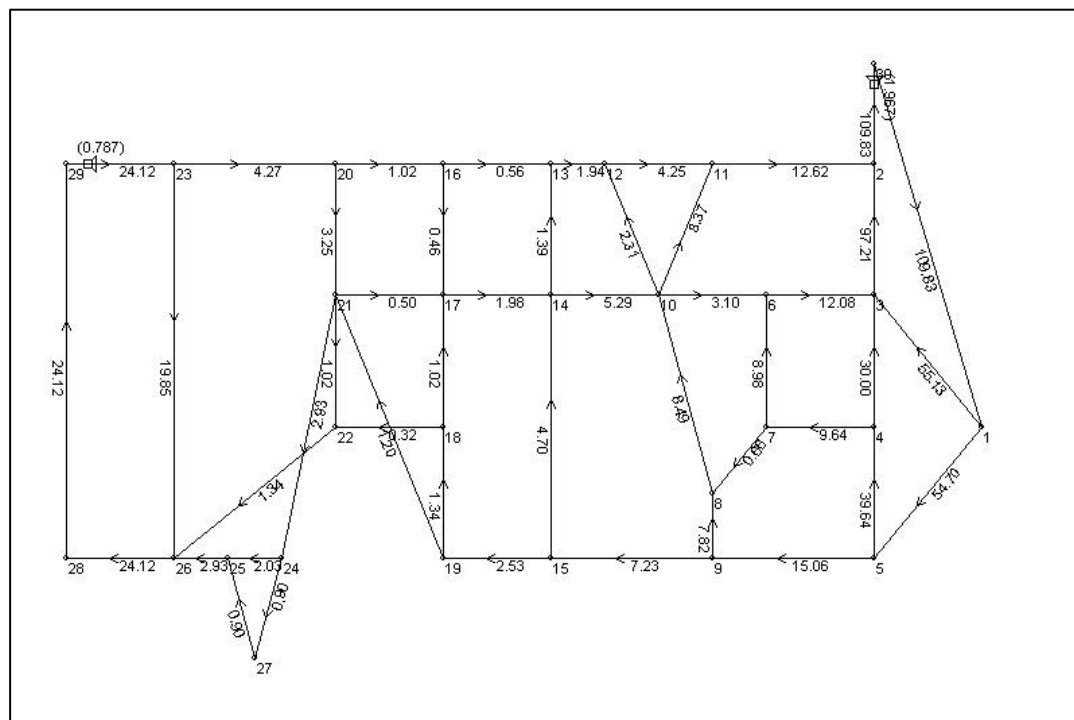


FIGURA 5: esquema de ventilación de Mina Aguilar (sistema rampa), 1984.

Tabla 1: estadísticas descriptivas de las características analizadas

Característica	N	Media	DP	CV	MAX	MIN
PN	1.061	37,9	4,5	12,0	51,5	24,2
PR120	428	134,8	30,4	22,5	226,0	43,4
PR205	934	209,6	36,9	17,6	320,4	98,7
PR365	695	287,1	55,4	19,3	453,4	120,7
PR550	549	390,1	75,4	19,3	616,4	163,7
N= Número de observaciones, DP= Desvío Estándar, CV= Coeficiente de Variación, MIN= Mínimo, MAX= Máximo.						

para ventilar los Gases de Voladuras, los Gases producidos por Motores Diesel, la Respiración del Personal, y la Ventilación de Talleres y Depósitos. Una comparación de resultados entre los valores obtenidos con VENTILA, VNETPC y el cálculo original verificado parcialmente por mediciones, se muestra en la Tabla N° 1.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Comparando los resultados obtenidos al aplicar las distintas alternativas se puede concluir:

- En el cálculo de caudales, las diferencias encontradas entre VENTILA y VNETPC son menores al 1% en el 96% de los casos. El 4% restante lo representan un caso con una diferencia del 1,01% y otro con diferencia del 2,51%. Comparando con el cálculo tradicional (y verificado con mediciones) los valores tienen mejor convergencia: 96% con diferencias menores al 1% y el 4% restante lo constituyen un caso con una diferencia del 1,34% y otro con diferencia del 1,03%.

- Cuando se analizan las caídas de presión, se observa que VNETPC y el cálculo original presentan diferencias de hasta el 42% con los valores calculados por VENTILA, para el caso de ramas con pequeñas depresiones. Esto se debe principalmente a que los dos primeros *softwares* redondean los valores a 0,1 m.in.w.g., lo que ocasiona algunos casos de diferencias de hasta el 42%, mientras que VENTILA lo hace a 0,01 m.in.w.g.. El resto de los valores no supera el 5% de diferencia.

- En relación con la velocidad de procesamiento, ambos *softwares* tienen prestaciones similares. Para el caso presentado, alrededor del segundo en una PC Pentium II 350 Mhz. El tiempo de ejecución del programa utilizado en 1984 en una PC AT286 era de 90 minutos.

Analizando las facilidades operativas de los programas VENTILA y VNETPC se concluye que:

- Ambos programas guían el proceso de carga de información, VENTILA dirige esta tarea por medio de paneles preprogramados y VNETPC a través de planillas electrónicas. Este proceso en ambos *softwares* es bastante amigable.

- VENTILA incluye datos de cotas sobre el nivel del mar y temperaturas del aire y de las rocas, que son utilizados en la determinación de valores debidos a la ventilación natural, lo que asegura una mayor precisión en los resultados, sobre

todo en explotaciones mineras de altura o con gran gradiente de temperatura diario.

- Ambos programas cuentan con subprogramas, que permiten construir y guardar las curvas características de distintos ventiladores a partir de datos por puntos.

- Ambos programas calculan la distribución de gases en la red de ventilación, en el caso que se simulen emanaciones. Lamentablemente no se dispone de datos de ejemplos ciertos que permitan comprobar las bondades del cálculo en ambos programas, o comparación de distintas propuestas que existen en la bibliografía.

- VENTILA necesita preprocesar los datos para ejecutar los cálculos, VNETPC calcula directamente. Este aspecto quedará solucionado cuando se disponga de la nueva versión de "Digital Visual Fortran" que permite acceder directamente a tablas de bases de datos.

- VNETPC puede calcular la potencia consumida y el costo operativo de ventilación de cada labor, si se introduce el costo del kwh. Es un aspecto interesante a introducir en VENTILA.

Las salidas gráficas de ambos programas son prácticamente equivalentes, incluyendo el uso de colores para facilitar la identificación de los parámetros. Las de VENTILA se hacen a través de AutoCAD, las de VNETPC tienen su propio graficador, pero pueden exportarse al AutoCAD para su manejo.

CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado una herramienta de cálculo eficaz, que cumple con las premisas fijadas al inicio del proyecto.

- Por disponerse de la versión fuente de VENTILA, es posible probar distintas propuestas que aparecen en la bibliografía en relación con el cálculo de la ventilación natural y dilución de gases. El desarrollo de estas propuestas está siendo llevado a cabo por estudiantes avanzados de la carrera de Ingeniería de Minas por lo que se está cumpliendo con una verdadera iniciación en la investigación y formación de recursos humanos.

- Académicamente el programa está siendo utilizado en las asignaturas correspondientes de la Carrera de Grado y está a disposición de Empresas que lo requieran, previo acuerdo con el Instituto de Investigaciones Mineras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Autodesk Inc. *ACADWIN* (Versión 12). Manuales. 1993.
2. Duerr, H. G., *The calculation of ventilation and compressed air networks based on energy principles under consideration of thermal energier with the help of electronic computers*. Bergbau Wissenschaften. 1963.
- 3 Edwards, J. C.; Greuer, R. E. *Real-Time Calculation of Product of Combustion Spread in a Multilevel Mine*. BuMines IC 8901, 1982.
- 4 Edwards, J. C. *Fire Location Model*. BuMine IC 9261 1990.
5. González, P.; Marín, M.; Grasso, A. *Modelación de Sistemas de Ventilación en la Planificación y Explotación de Minas Subterráneas-Informe Final*. IEE-UNSJ. 1998.
6. González, P.; Marín, M.; Grasso, A. *Modelación de Sistemas de Ventilación en la Planificación y Explotación de Minas Subterráneas* (a publicarse). Revista "Información Tecnológica", La Serena, Chile.
7. Greuer, R. E. *Study of Mine Fire and Mine Ventilation. Part I. Computer Simulation of Ventilation Systems Under the Influence of Mine Fire*. BuMines OFR 115(1)-78 October 1977; NTIS PB 288 231/AS.
8. Indiana Code Title 22, Article 10, Chapter 7. *Ventilation and Mine Gases* IC 22-10.
9. Novitzky, Alejandro. *Ventilación de Minas*. Buenos Aires. 1962.
9. SME. *Mining Engineering Handbook*. 2nd. Edition Volume 2 Senior Editor Howard Hartman. 1992.
10. Tajadura Zapirain, J. A.; López Fernández, J. *AUTOLISP V.11*. McGraw-Hill. 1991.