

Ramírez C., José Miguel; Rodríguez U., Alexis. *Distribución estacional de la carga contaminante a lo largo del cauce del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica. Tecnología en marcha*. Vol. 10, no.3, 1990, p. 35-43.

## DISTRIBUCION ESTACIONAL DE LA CARGA CONTAMINANTE A LO LARGO DEL RIO GRANDE DE TARCOLES, COSTA RICA

José Miguel Ramírez C\*  
Alexis Rodríguez U\*\*

### RESUMEN

*Se utilizaron los valores de caudal y concentración para realizar una evaluación cuantitativa de la carga contaminante de las aguas de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica.*

*Se evaluaron las variables oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, amonio y nitratos.*

*Los resultados muestran un comportamiento espacial y temporal diferente en las zonas alta, media y baja de la cuenca y en la estación seca y lluviosa, características del país.*

recreacional (paisaje, pesca, etc.) a otra groseramente contaminada, de los cursos de agua que atraviesan la ciudad capital –San José– y las ciudades de Heredia y Alajuela.

### SITUACION ACTUAL

La calidad del agua en los cauces de la cuenca está determinada por descargas municipales, alcantarillados sanitarios e industrias, escorrentía urbana y drenaje agrícola.

En el área central del país, cabecera de la cuenca, se localizan importantes industrias tales como cartón y papel, alimentos y bebidas, textiles, curtiembres, beneficios de café, pinturas y barnices, detergentes así como mataderos de reses y aves. Un estudio del Ministerio de Salud<sup>3</sup> muestra que las principales fuentes de contaminación orgánica en la cuenca son las aguas negras domésticas, descargas industriales y beneficios de café de acuerdo con la distribución del Cuadro 1.

La mayoría de las descargas se vierten sin ningún tratamiento, lo que ha provocado una serie de perturbaciones en los cauces receptores tales como agotamiento del oxígeno disuelto, desaparición de especies acuáticas y presencia de agroquímicos. Se ha detectado también la existencia de metales pesados<sup>4</sup> en algunos de los cauces de la cuenca así como altas densidades de coliformes fecales<sup>1</sup> y grandes cantidades de sólidos en suspensión y sedimentables, producto de la erosión de los suelos.

### INTRODUCCION

Los estudios físico-químicos y biológicos son necesarios para establecer condiciones de línea base, niveles de contaminación, criterios y normas de calidad, vigilancia de cambios temporales, etc. Con ellos se puede evaluar el efecto de las actividades humanas sobre los ecosistemas y áreas de interés en una red hidrográfica particular.

Los ríos Virilla y Grande de Tárcoles (Figura 1) constituyen el desaguadero principal del Valle Central Occidental de Costa Rica, en el que se asienta la mayoría de la población del país, la industria y el comercio. Durante las últimas décadas, la condición natural de sus aguas se ha deteriorado sensiblemente como resultado del rápido crecimiento de la población y de la actividad industrial. Se ha experimentado una transición, desde una condición

### METODOLOGIA

Para el propósito de este estudio y de acuerdo con el gradiente del cauce principal, la cuenca se dividió en tres zonas:

\* Laboratorio Central – Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados.

\*\* Centro de Investigación en Contaminación Ambiental – Universidad de Costa Rica.

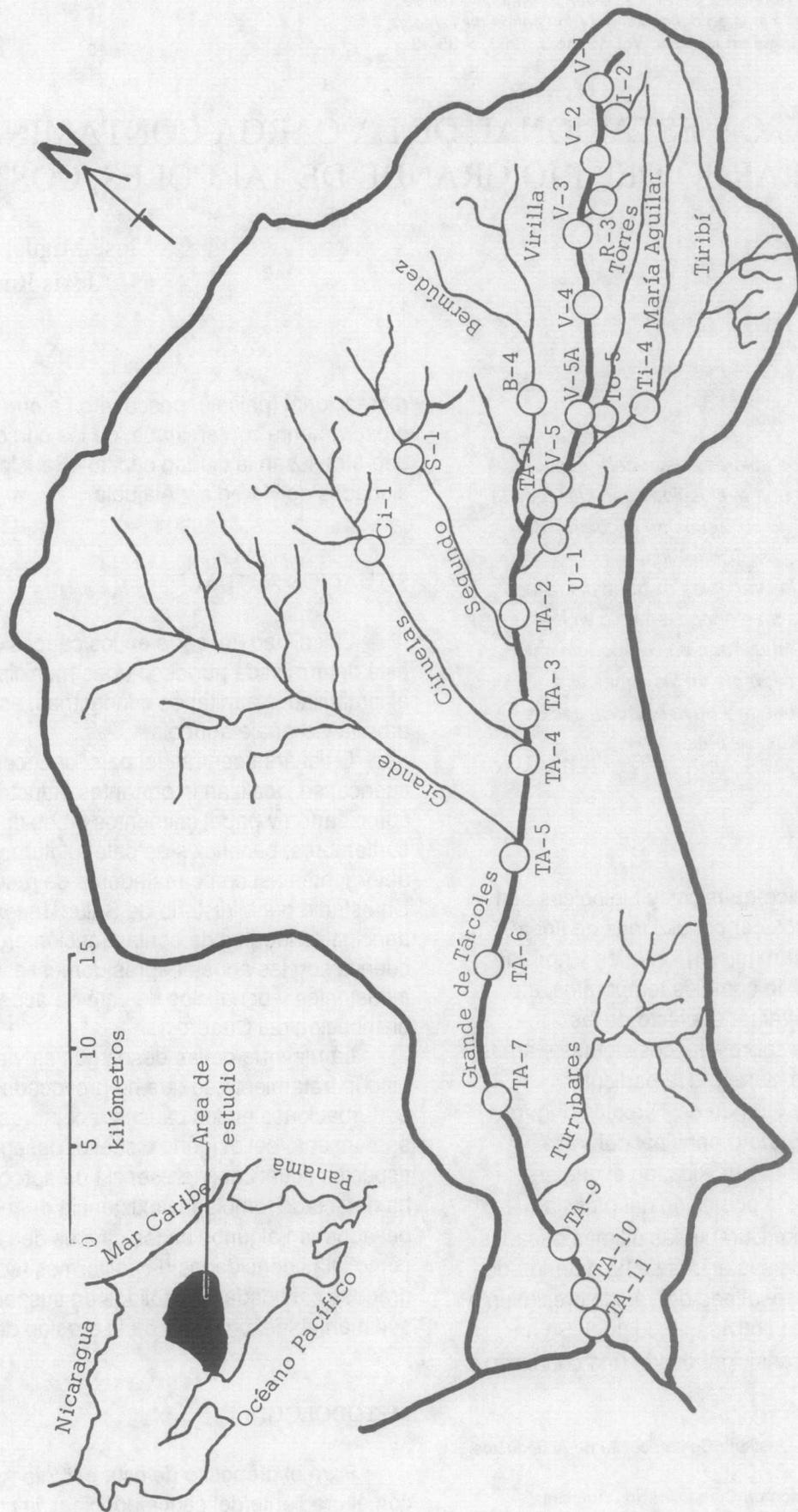


FIGURA 1. Cuenca del Río Grande de Tárcoles, cauce principal, mayores tributarios y puntos de muestreo.

CUADRO 1. Principales fuentes de contaminación orgánica en la Cuenca del Río Tárcoles.

Fuente contaminante	kg D.B.O. por día	Población equivalente	Porcentaje de contribución
Aguas negras domésticas	40 485	750 000	14
Industrias	51 031	950 000	18
Beneficios de café	191 500	3 500 000	68

- 1) **Zona alta** (de 1200 a 380 metros sobre el nivel del mar), caracterizada por una alta capacidad de transporte, especialmente en la estación lluviosa, y una alta tasa de aereación,
- 2) **Zona media** (de 380 a 50 metros sobre el nivel del mar) en la que se encuentra un marcado efecto de dilución de los contaminantes y
- 3) **Zona baja** (de 50 m hasta el nivel del mar) en la que el cauce del Río Grande de Tárcoles presenta aguas de poca velocidad y mucha profundidad, lo que favorece la sedimentación.

Las variables oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, amonio y nitratos, se analizaron tanto en la época seca (diciembre de 1984 a abril de 1985) como en la lluviosa (octubre a noviembre de 1984 y mayo a setiembre de 1985).

La selección de los puntos de muestreo se realizó tomando como criterio los objetivos del programa "Control y vigilancia de los ríos del Area Metropolitana y el Grande de Tárcoles" del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado (I.C.A.A.), y la accesibilidad de los mismos. Las estaciones de muestreo se indican en la Figura 1.

Las muestras para análisis químico se recolectaron de la superficie de las aguas, generalmente durante las horas de la mañana, en los períodos regulares de trabajo. Cuando así lo requerían, éstas se preservaron en el campo, y los análisis se efectuaron de acuerdo con los métodos estándares de la A.W.W.A, A.P.H.A<sup>5</sup>. La temperatura se midió directamente con un termómetro ordinario; la determinación de oxígeno disuelto se hizo mediante el método de Winkler modificado con azida; la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) se obtuvo por incubación a 20°C durante 5 días; el amonio se determinó por el método colorimétrico de Nessler y el nitrato empleando el método de la brucina-ácido sulfanílico

Todo el trabajo de análisis se realizó en el Laboratorio Central del I.C.A.A., ubicado en Tres Ríos, Costa Rica.

Los valores medios para los caudales del cauce principal, correspondientes a los días de muestreo, entre las estaciones V-5A y TA-7, se tomaron de las mediciones realizadas por el Departamento de Estudios Básicos del Instituto Costarricense de Electricidad. Para las estaciones entre la V-1 y V-4 se utilizó la información del I.C.A.A.<sup>7</sup>, usando la media del caudal correspondiente a los meses de enero a setiembre de 1986.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El comportamiento de la concentración de oxígeno disuelto (O.D.) durante la época seca, se muestra en la Figura 2. Se observa una disminución de la misma a partir del punto V-1 hasta los puntos V-5 y TA-1, estaciones ubicadas en la zona alta de la cuenca y, en la que se reciben numerosas descargas domésticas, industriales y de beneficiado del café. El impacto de las mismas es notorio: esta zona es en donde se hallan las mayores diferencias entre el valor teórico del oxígeno disuelto y el presente en las aguas. Esta zona es la que presenta mayores pendientes y en consecuencia tiene mayor capacidad de oxigenación. Sin embargo, la gran carga orgánica recibida y el corto tiempo de residencia propician un marcado abatimiento del O.D. en este tramo del cauce.

Se observa en la misma figura que entre TA-2 y TA-6, el comportamiento del O.D. es más estable y los valores se acercan más al valor teórico. Este hecho nos indica una recuperación de la calidad de las aguas del cauce con la degradación de materia orgánica y la reoxigenación de las aguas. La zona baja del cauce, entre las estaciones TA-6 y TA-11,

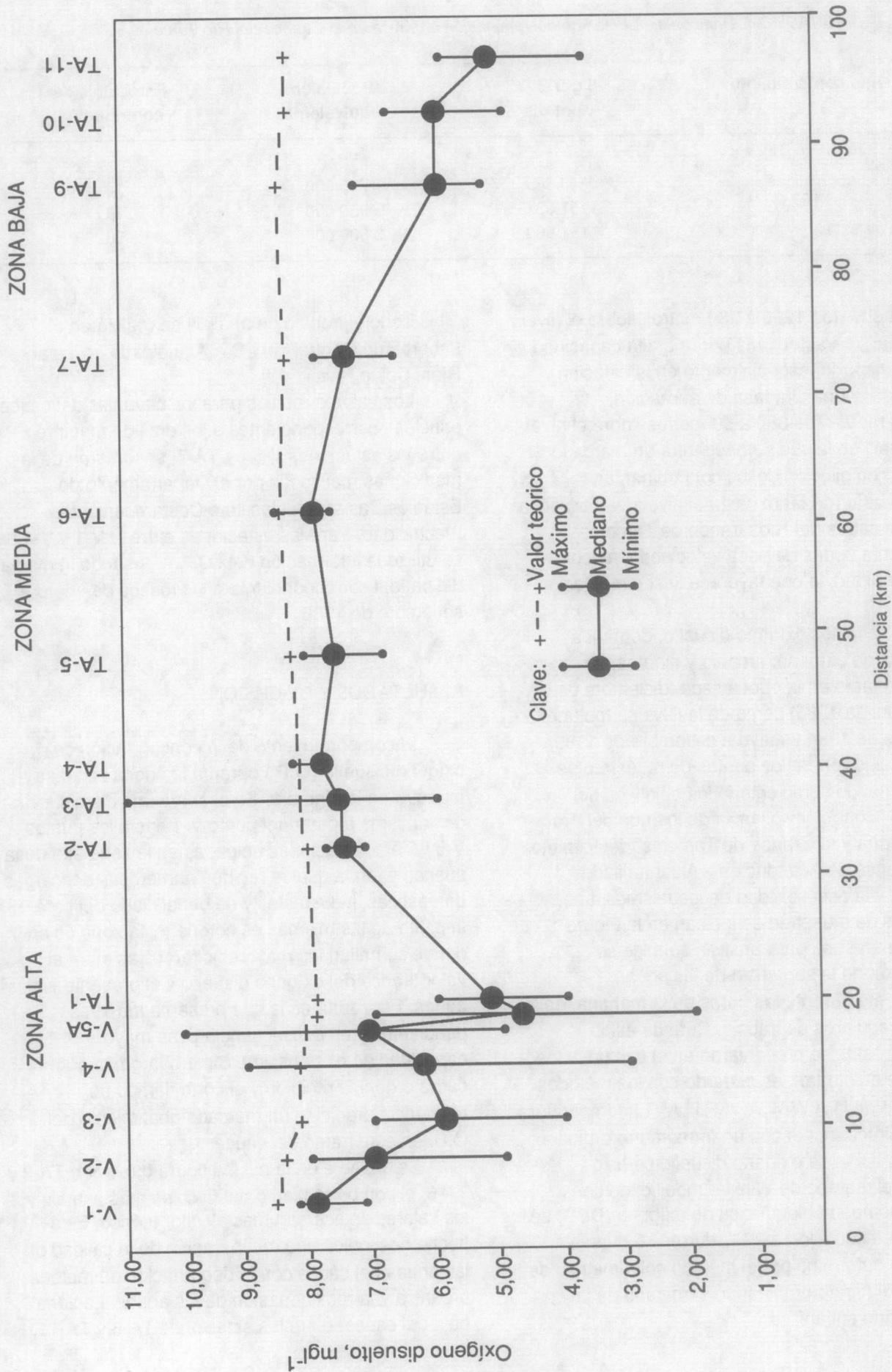


FIGURA 2. Distribución de la concentración mínima, mediana y máxima de oxígeno disuelto durante la época seca en el cauce principal.

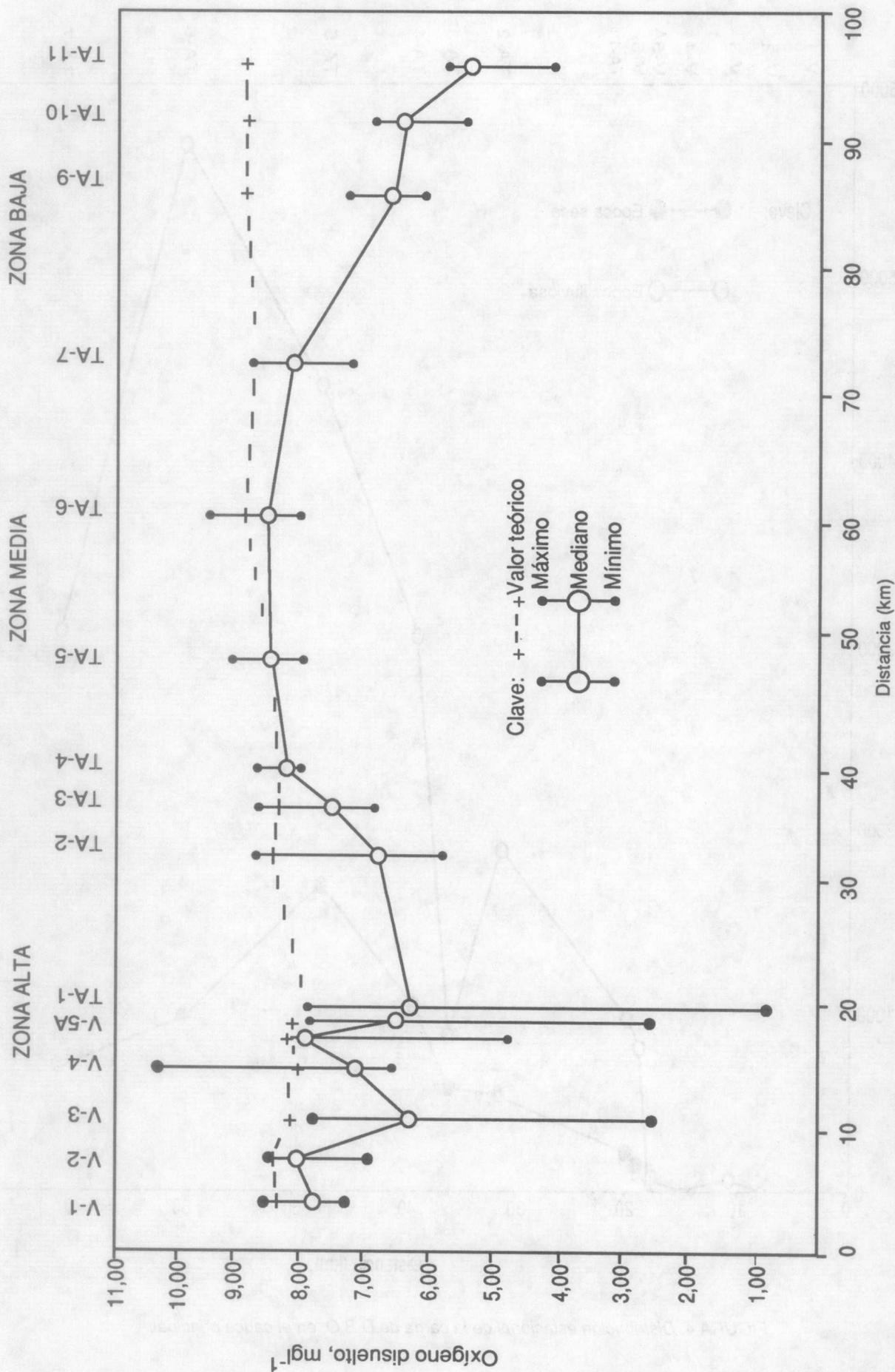


FIGURA 3. Distribución de la concentración mínima, mediana y máxima de oxígeno disuelto durante la época lluviosa en el cauce principal.

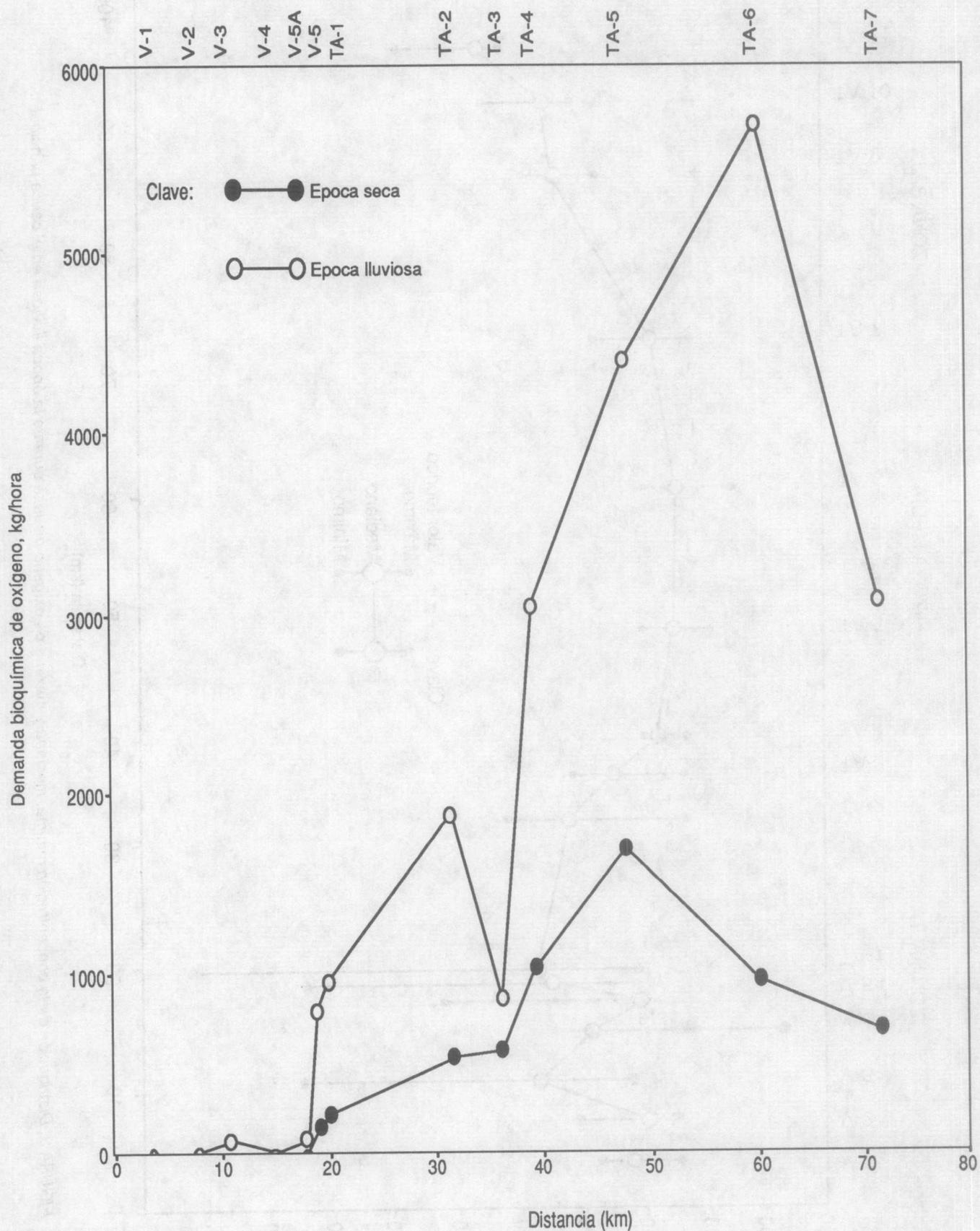


FIGURA 4. Distribución estacional de la carga de D B O, en el cauce principal.

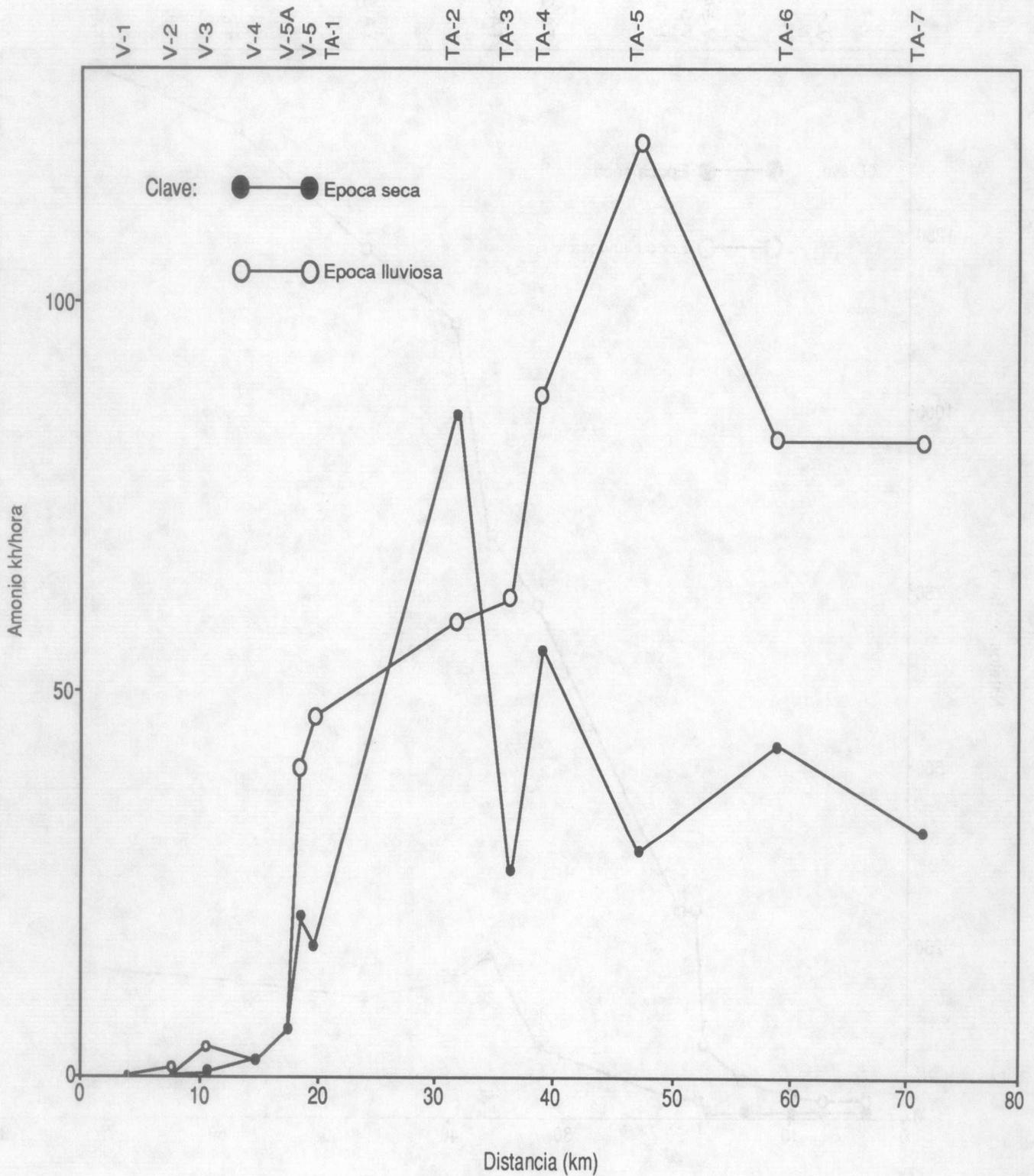


FIGURA 5. Distribución estacional de la carga de amonio en el cauce principal.

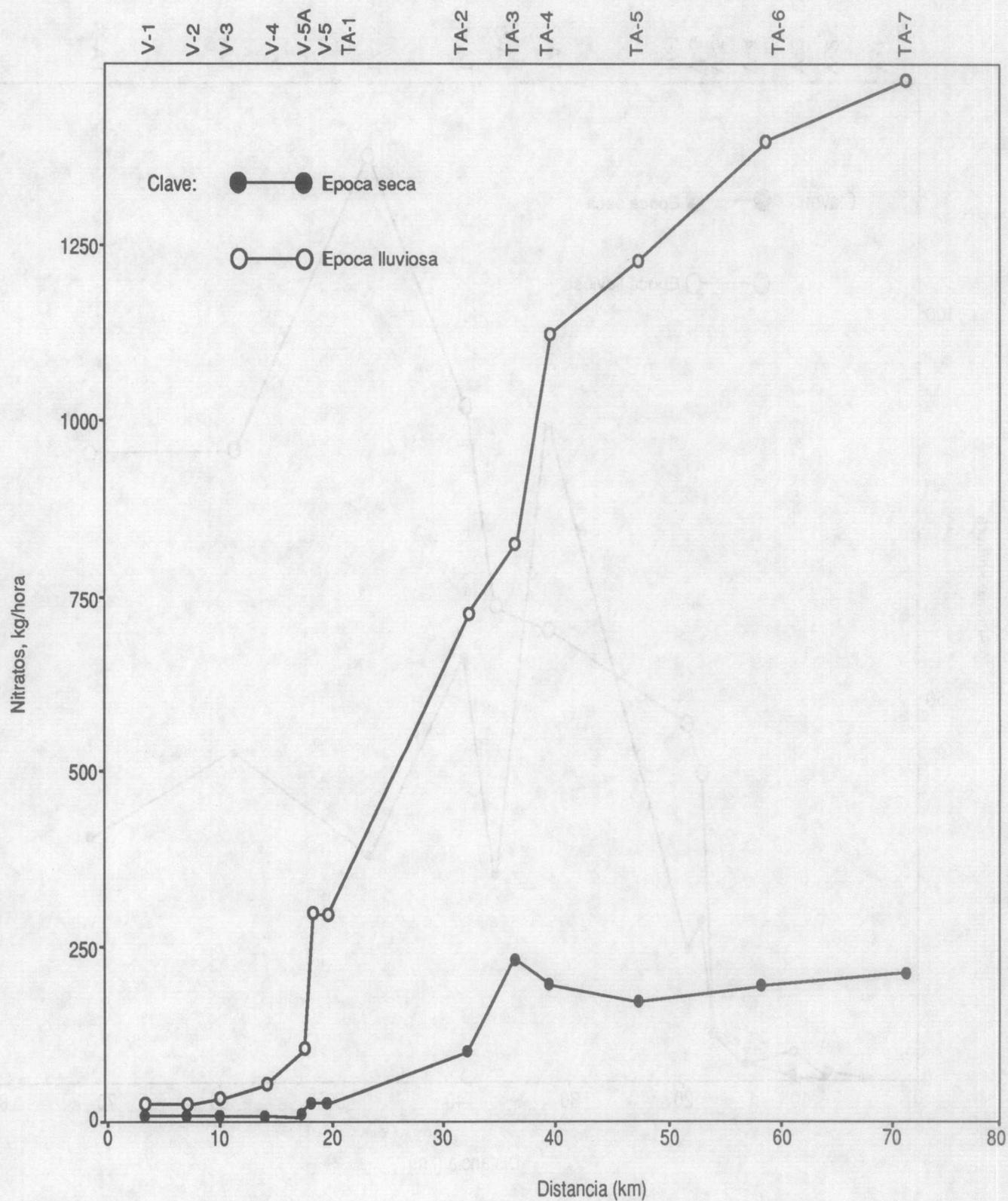


FIGURA 6. Distribución estacional de la carga de nitratos en el cauce principal.

con una menor capacidad de oxigenación a causa de su poca pendiente y de la mayor temperatura promedio imperante en ella, presenta de nuevo una disminución del O.D., pero no tan severa como la de la zona alta, puesto que las descargas que recibe y la materia orgánica remanente son menores que en aquella. El comportamiento espacial para esta variable es similar en la época de lluvias, como puede observarse en la Figura 3. Sin embargo, los valores máximos superan o son iguales al valor teórico de O.D. para un mayor número de estaciones que en la época seca, lo que responde al mayor caudal que provoca gran turbulencia y aereación en las masas de agua.

Si se analiza la carga en vez de la concentración se obtiene una mejor comprensión del grado de deterioro de la calidad de las aguas del cauce. En la Figura 4, se muestra la distribución estacional de la carga orgánica en términos de la D.B.O. El aumento progresivo a partir de V-5 y TA-1 se debe a las descargas de los tributarios María Aguilar, Torres y Tiribí, que aportan la carga de los colectores metropolitanos. El río muestra, en la época lluviosa, una gran capacidad de transporte y dilución. La Figura 4 pone en evidencia que las elevadas pendientes de las zonas alta y media; a pesar de la gran oxigenación, transportan la materia orgánica sin que ocurra una biodegradación extensa. No obstante, el alto intercambio de oxígeno en estas zonas propicia la biodegradación a partir de TA-6 en la época lluviosa y de TA-5 en la seca. Es de esperar que la disminución de la carga orgánica luego de estas estaciones de muestreo continúe hasta la zona baja de la cuenca, donde se favorecen las condiciones para una biotransformación más extensa, debido a las mayores temperaturas en las masas de agua y al mayor tiempo de retención.

La elevada aireación en las zonas alta y media de la cuenca se manifiesta por una disminución de la carga de amonio a partir de TA-5 en las épocas del año (Figura 5) y el incremento constante y progresivo de nitratos (Figura 6). El proceso de nitrificación se ve altamente favorecido en condiciones aeróbicas. El

gran contenido de nitratos que se observa en las aguas durante la estación lluviosa es debido en parte al lavado superficial de los fertilizantes usados en la cuenca.

#### LITERATURA CITADA

- (1) Sequeira, M.A. **Estudio comparativo de las características físico-químicas de la contaminación orgánica de la cuenca del Río Grande de Tárcos en el período 1972 - 1982.** Tesis. Escuela de Química, Universidad de Costa Rica. San José, 1983.
- (2) Rodríguez, A.; Sequeira, M.A. y Chacón, B. *Aplicación de un índice de calidad simplificado a las aguas de los ríos Virilla y Grande de Tárcos, Costa Rica.* **Ing. y Ciencia Quím.** 10 (1-2): 7-9, 1986.
- (3) Costa Rica. **Programa de control de la contaminación del agua.** Ministerio de Salud, División de Saneamiento Ambiental. San José, 1981 - 1982.
- (4) Ramírez, J.M. *Metales pesados en los ríos Virilla y Grande de Tárcos, Costa Rica.* **Ing. y Ciencia Quím.**, 11 (2-3): 58 - 59. 1987.
- (5) A.W.W.A. A.P.H.A. **Standard methods for the examination of water and waste water.** 14 ed. Washington D.C., 1975.
- (6) Costa Rica. Dirección de Planificación Eléctrica, Instituto Costarricense de Electricidad. **Boletines hidrológicos** 16, 1980 - 1985.
- (7) Costa Rica. Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. **Datos sobre medición de caudal en ríos del Area Metropolitana.** San José, 1986.