

III.3.4. Relación entre las precipitaciones y la dinámica temporal de las variables macroclimáticas (VM)

III.3.4.1. Relación con las precipitaciones mensuales de la *ventana de trabajo*

La Figura III.46 es una representación de la dinámica anual de las *variables macroclimáticas* según las bases de datos aportadas por las diferentes fuentes (ver Tabla III.1). Al correlacionar esta información con aquella de las precipitaciones anuales por mes para la *ventana de trabajo* (Figura III.22) se obtiene la serie de Tablas de la III.9 a la III.18 así como las Figuras de la III.47 a la III.51; donde se aprecia que, dependiendo del mes y la serie anual, el lag y VM considerada, ocurre una gran variabilidad de situaciones en lo que respecta al signo, magnitud y significación en las correlaciones. Por lo general, y si bien no siempre de forma significativa, las VM oceánicas (tipo SST; NATL, SATL, N34, PDO y NAN) tienden a formar “seguidillas” que expresan la dinámica temporal de las correlaciones con respecto a los lags. Las VM atmosféricas (tipo SSP; NAO, SOI y NPI), por otro lado, son mucho más variables en el signo que resulta de la correlación entre un lag y el siguiente.

La Tabla III.8 presenta las correlaciones *Pearson* que resultan entre la media estacional y anual de las precipitaciones, y dinámica temporal en las anomalías de las VM. Se tiene que, en líneas generales, las VM oceánicas NATL y N34 y la VM atmosférica SOI explican mejor la variabilidad estacional y anual de las precipitaciones en la *ventana de trabajo*.

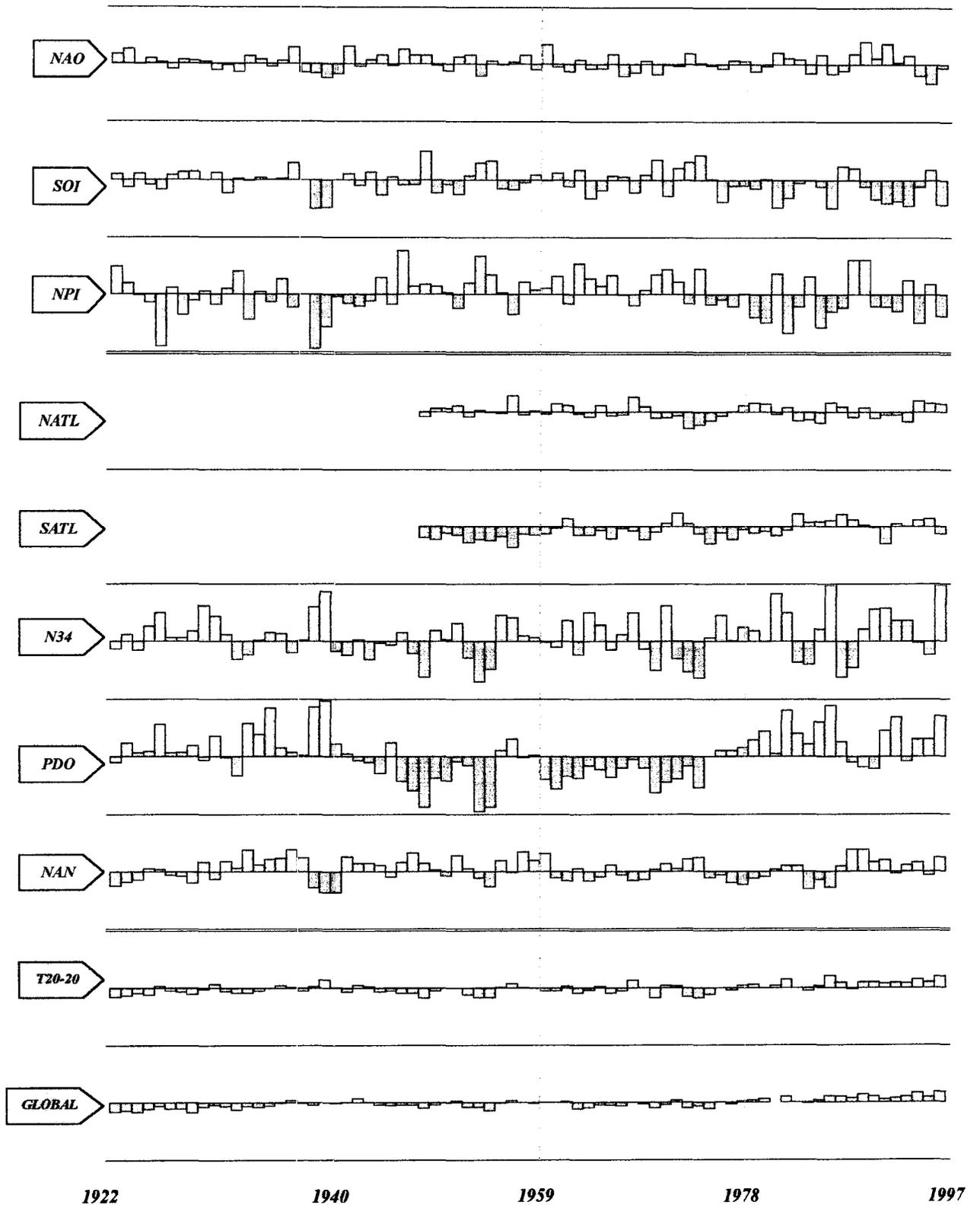


Figura III.46. Distribución anual de las anomalías para las *variables macroclimáticas* seleccionadas (ver Tabla III.1 y Figura III.6). Para las variables NAO, SOI y NPI la escala de las anomalías van de +3 a -3 mb; para el resto, de +2 a -2 °C.

Tabla III.9. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías de la Oscilación del Atlántico Norte (NAO), para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1922-1997 | Lag 0 | -0,08 | -0,03 | 0,03 | -0,14 | -0,28 | 0,24 | -0,17 | 0,44 | -0,00 | 0,15 | 0,24 | -0,14 |
| | Lag -1 | -0,14 | -0,05 | -0,00 | -0,09 | 0,05 | 0,05 | 0,09 | -0,21 | 0,21 | -0,06 | 0,23 | -0,24 |
| | Lag -2 | 0,14 | -0,22 | -0,22 | -0,06 | -0,18 | 0,03 | 0,16 | 0,13 | -0,05 | 0,08 | -0,25 | 0,03 |
| | Lag -3 | 0,04 | 0,11 | -0,10 | 0,00 | -0,00 | -0,30 | -0,07 | 0,11 | 0,01 | -0,03 | 0,09 | -0,00 |
| | Lag -4 | -0,00 | 0,18 | 0,08 | -0,03 | 0,17 | -0,26 | -0,36 | -0,13 | 0,02 | 0,02 | 0,13 | -0,18 |
| | Lag -5 | -0,10 | -0,20 | 0,25 | -0,08 | 0,11 | -0,15 | -0,33 | 0,44 | -0,29 | -0,04 | 0,08 | 0,17 |
| | Lag -6 | 0,15 | -0,04 | -0,08 | 0,03 | -0,01 | 0,02 | -0,14 | -0,17 | -0,27 | -0,23 | -0,07 | -0,20 |
| 1922-1940 | Lag 0 | -0,12 | 0,63 | -0,01 | 0,15 | -0,24 | -0,18 | -0,03 | 0,06 | -0,22 | 0,01 | 0,11 | 0,26 |
| | Lag -1 | 0,06 | -0,10 | 0,10 | -0,35 | 0,25 | -0,31 | -0,50 | -0,24 | 0,27 | -0,03 | 0,17 | -0,04 |
| | Lag -2 | 0,01 | -0,23 | -0,24 | 0,15 | -0,39 | 0,06 | 0,30 | -0,52 | -0,30 | 0,18 | 0,42 | -0,30 |
| | Lag -3 | -0,14 | -0,43 | -0,10 | 0,17 | 0,00 | -0,26 | 0,06 | -0,18 | -0,45 | -0,14 | -0,04 | -0,19 |
| | Lag -4 | -0,14 | -0,21 | -0,59 | 0,26 | 0,21 | -0,02 | -0,07 | 0,01 | 0,36 | 0,16 | -0,17 | 0,09 |
| | Lag -5 | 0,05 | 0,37 | 0,16 | 0,07 | 0,30 | 0,13 | -0,05 | 0,06 | 0,20 | -0,24 | 0,03 | -0,10 |
| | Lag -6 | -0,28 | 0,09 | 0,25 | 0,07 | -0,19 | 0,16 | -0,14 | -0,03 | -0,09 | 0,47 | -0,30 | -0,21 |
| 1941-1959 | Lag 0 | -0,54 | 0,08 | 0,17 | 0,02 | 0,14 | 0,12 | -0,45 | 0,39 | -0,53 | -0,24 | 0,12 | -0,54 |
| | Lag -1 | -0,20 | -0,12 | 0,16 | -0,41 | -0,58 | -0,21 | -0,04 | -0,77 | 0,33 | -0,01 | 0,66 | -0,26 |
| | Lag -2 | -0,38 | -0,31 | -0,55 | -0,29 | -0,23 | 0,29 | 0,32 | -0,06 | 0,04 | -0,45 | -0,41 | -0,19 |
| | Lag -3 | 0,26 | -0,63 | 0,15 | -0,10 | 0,14 | 0,15 | -0,48 | -0,07 | 0,82 | 0,23 | -0,07 | 0,00 |
| | Lag -4 | -0,02 | 0,30 | 0,02 | -0,41 | 0,22 | -0,17 | 0,03 | -0,32 | -0,59 | -0,10 | 0,29 | -0,51 |
| | Lag -5 | -0,60 | -0,31 | 0,34 | -0,80 | 0,24 | -0,59 | 0,05 | 0,39 | 0,12 | 0,55 | 0,11 | 0,40 |
| | Lag -6 | 0,24 | -0,63 | -0,07 | 0,35 | -0,12 | -0,50 | -0,13 | -0,06 | -0,60 | -0,24 | 0,04 | -0,55 |
| 1960-1978 | Lag 0 | -0,14 | -0,32 | -0,53 | -0,23 | -0,37 | 0,28 | -0,21 | 0,43 | -0,02 | 0,11 | 0,05 | -0,26 |
| | Lag -1 | -0,26 | 0,02 | -0,17 | -0,04 | 0,27 | 0,22 | 0,17 | -0,04 | 0,32 | 0,02 | -0,21 | -0,32 |
| | Lag -2 | 0,26 | -0,33 | -0,25 | -0,12 | -0,39 | -0,22 | 0,39 | 0,56 | -0,30 | 0,14 | 0,20 | 0,09 |
| | Lag -3 | -0,15 | 0,22 | -0,28 | -0,17 | -0,26 | -0,61 | 0,05 | 0,41 | -0,13 | -0,40 | 0,36 | 0,00 |
| | Lag -4 | 0,13 | 0,15 | 0,11 | -0,46 | 0,19 | -0,62 | -0,63 | -0,06 | 0,25 | 0,01 | 0,29 | -0,23 |
| | Lag -5 | 0,11 | -0,26 | 0,25 | 0,30 | -0,18 | -0,34 | -0,55 | 0,43 | -0,33 | -0,25 | -0,14 | 0,04 |
| | Lag -6 | 0,44 | 0,13 | -0,25 | 0,07 | 0,27 | -0,64 | -0,12 | -0,09 | -0,21 | -0,11 | -0,03 | 0,05 |
| 1979-1997 | Lag 0 | 0,33 | 0,36 | 0,18 | -0,15 | -0,37 | 0,30 | -0,01 | 0,44 | 0,18 | 0,45 | 0,46 | 0,15 |
| | Lag -1 | -0,00 | -0,08 | -0,01 | -0,02 | -0,00 | -0,06 | 0,16 | -0,13 | -0,05 | -0,14 | 0,19 | -0,30 |
| | Lag -2 | 0,13 | -0,14 | -0,16 | 0,02 | -0,12 | 0,25 | -0,32 | -0,17 | 0,14 | 0,23 | -0,50 | 0,07 |
| | Lag -3 | 0,11 | 0,28 | -0,37 | 0,13 | 0,10 | -0,19 | -0,08 | -0,21 | -0,34 | 0,11 | 0,03 | 0,05 |
| | Lag -4 | -0,12 | 0,08 | 0,02 | 0,27 | 0,13 | -0,02 | -0,30 | -0,31 | 0,07 | 0,12 | -0,20 | 0,15 |
| | Lag -5 | -0,16 | 0,13 | 0,25 | -0,11 | 0,19 | 0,08 | -0,25 | 0,44 | -0,51 | -0,18 | 0,17 | 0,14 |
| | Lag -6 | -0,38 | 0,21 | -0,06 | -0,17 | -0,14 | 0,49 | -0,19 | -0,32 | -0,26 | -0,36 | -0,34 | -0,27 |

Tabla III.10. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías del *Índice de Oscilación Sur (SOI)*, para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1922-1997 | Lag 0 | 0,09 | 0,16 | 0,14 | 0,07 | -0,21 | -0,05 | 0,14 | -0,11 | 0,32 | 0,43 | 0,36 | 0,11 |
| | Lag -1 | 0,06 | 0,34 | 0,23 | 0,23 | -0,20 | -0,17 | -0,01 | -0,06 | 0,21 | 0,37 | 0,19 | -0,09 |
| | Lag -2 | 0,22 | 0,25 | 0,39 | 0,21 | -0,22 | -0,11 | -0,24 | -0,05 | 0,13 | 0,34 | 0,30 | -0,06 |
| | Lag -3 | 0,03 | 0,52 | 0,17 | 0,10 | -0,11 | -0,31 | -0,17 | -0,09 | 0,20 | 0,26 | 0,27 | 0,03 |
| | Lag -4 | 0,03 | 0,41 | 0,31 | 0,12 | -0,13 | -0,19 | -0,27 | -0,17 | -0,06 | 0,26 | 0,30 | -0,03 |
| | Lag -5 | 0,15 | 0,44 | 0,16 | 0,12 | -0,26 | -0,13 | -0,35 | -0,11 | -0,13 | 0,14 | 0,19 | -0,06 |
| | Lag -6 | 0,28 | 0,38 | 0,26 | 0,06 | -0,26 | -0,22 | -0,24 | -0,12 | -0,26 | 0,17 | 0,18 | -0,15 |
| 1922-1940 | Lag 0 | 0,08 | 0,03 | -0,03 | 0,03 | -0,14 | 0,36 | 0,08 | 0,25 | 0,40 | 0,41 | 0,33 | 0,23 |
| | Lag -1 | 0,21 | 0,39 | 0,01 | 0,49 | 0,15 | 0,10 | 0,51 | 0,29 | 0,18 | 0,42 | 0,27 | 0,44 |
| | Lag -2 | 0,03 | -0,15 | 0,02 | -0,01 | -0,05 | 0,05 | 0,38 | 0,58 | 0,08 | 0,51 | 0,08 | 0,54 |
| | Lag -3 | 0,12 | -0,07 | -0,03 | 0,12 | 0,23 | -0,13 | 0,28 | 0,02 | 0,39 | 0,48 | 0,32 | 0,70 |
| | Lag -4 | 0,14 | 0,24 | -0,08 | 0,27 | 0,14 | 0,06 | -0,14 | -0,20 | -0,26 | 0,38 | 0,14 | 0,31 |
| | Lag -5 | 0,48 | -0,08 | -0,03 | 0,16 | 0,04 | 0,07 | -0,34 | 0,25 | -0,22 | -0,18 | 0,28 | 0,24 |
| | Lag -6 | 0,34 | 0,07 | -0,10 | 0,41 | 0,10 | 0,15 | -0,23 | -0,57 | -0,37 | 0,01 | -0,25 | 0,49 |
| 1941-1959 | Lag 0 | 0,43 | 0,50 | 0,30 | 0,54 | -0,58 | -0,55 | 0,16 | -0,46 | 0,30 | 0,54 | 0,54 | 0,19 |
| | Lag -1 | 0,26 | 0,67 | 0,56 | 0,68 | -0,41 | 0,18 | -0,35 | -0,48 | 0,21 | 0,09 | 0,65 | 0,22 |
| | Lag -2 | 0,44 | 0,93 | 0,65 | 0,58 | 0,04 | -0,18 | -0,13 | -0,52 | 0,09 | 0,19 | 0,69 | 0,20 |
| | Lag -3 | 0,35 | 0,76 | 0,49 | 0,43 | 0,17 | -0,38 | -0,20 | -0,53 | 0,25 | 0,06 | 0,60 | -0,08 |
| | Lag -4 | 0,29 | 0,92 | 0,47 | 0,80 | 0,12 | -0,28 | 0,19 | -0,74 | 0,41 | 0,39 | 0,40 | 0,27 |
| | Lag -5 | 0,66 | 0,67 | 0,38 | 0,48 | 0,01 | -0,44 | -0,36 | -0,46 | 0,09 | -0,42 | 0,54 | 0,36 |
| | Lag -6 | 0,83 | 0,83 | 0,31 | 0,80 | -0,27 | -0,31 | 0,06 | -0,23 | 0,17 | 0,06 | 0,51 | 0,21 |
| 1960-1978 | Lag 0 | -0,05 | -0,19 | -0,01 | -0,12 | -0,09 | 0,00 | -0,07 | -0,24 | 0,20 | 0,44 | -0,14 | -0,10 |
| | Lag -1 | 0,10 | 0,10 | -0,21 | 0,10 | 0,15 | -0,13 | -0,18 | -0,07 | 0,21 | 0,46 | -0,27 | -0,34 |
| | Lag -2 | 0,09 | 0,01 | 0,16 | 0,21 | -0,32 | 0,13 | -0,49 | -0,02 | 0,25 | 0,39 | -0,26 | -0,24 |
| | Lag -3 | 0,03 | 0,37 | 0,02 | 0,13 | -0,07 | -0,14 | -0,33 | 0,06 | 0,18 | 0,18 | -0,14 | -0,15 |
| | Lag -4 | -0,03 | 0,27 | 0,22 | 0,15 | -0,23 | -0,05 | -0,47 | 0,02 | -0,12 | -0,01 | 0,01 | -0,24 |
| | Lag -5 | -0,11 | 0,38 | 0,21 | 0,25 | -0,26 | 0,09 | -0,42 | -0,24 | -0,14 | 0,31 | -0,25 | -0,28 |
| | Lag -6 | 0,10 | 0,18 | 0,30 | 0,16 | -0,06 | -0,07 | -0,27 | -0,04 | -0,52 | 0,26 | -0,20 | -0,40 |
| 1979-1997 | Lag 0 | -0,43 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | -0,14 | 0,06 | 0,40 | 0,36 | 0,59 | 0,41 | 0,65 | 0,29 |
| | Lag -1 | -0,43 | 0,15 | 0,24 | 0,14 | -0,36 | -0,29 | 0,39 | 0,28 | 0,31 | 0,48 | 0,29 | -0,11 |
| | Lag -2 | -0,00 | 0,02 | 0,31 | 0,05 | -0,20 | -0,38 | -0,05 | 0,20 | 0,15 | 0,36 | 0,33 | -0,03 |
| | Lag -3 | -0,31 | 0,39 | 0,12 | -0,09 | -0,20 | -0,48 | 0,06 | -0,01 | 0,21 | 0,45 | 0,33 | 0,23 |
| | Lag -4 | -0,41 | 0,39 | 0,21 | -0,13 | -0,09 | -0,29 | -0,24 | -0,10 | -0,08 | 0,42 | 0,38 | -0,03 |
| | Lag -5 | -0,11 | 0,16 | 0,10 | -0,16 | -0,32 | -0,31 | -0,29 | 0,36 | -0,12 | 0,19 | 0,09 | -0,21 |
| | Lag -6 | -0,16 | 0,26 | 0,27 | -0,31 | -0,39 | -0,40 | -0,39 | -0,13 | -0,14 | 0,13 | 0,21 | -0,26 |

Tabla III.11. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías del *Indice del Pacífico Norte (NPI)*, para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1922-1997 | Lag 0 | 0,00 | 0,43 | 0,11 | 0,04 | -0,00 | 0,03 | -0,01 | 0,01 | 0,12 | 0,28 | -0,16 | 0,32 |
| | Lag -1 | 0,13 | 0,21 | 0,03 | 0,09 | -0,06 | -0,12 | -0,10 | -0,00 | 0,08 | 0,10 | -0,05 | -0,13 |
| | Lag -2 | -0,17 | 0,06 | 0,01 | 0,16 | -0,17 | -0,04 | -0,21 | 0,02 | 0,08 | 0,14 | -0,04 | -0,22 |
| | Lag -3 | -0,24 | 0,14 | 0,11 | 0,24 | -0,11 | -0,32 | 0,08 | -0,35 | -0,09 | 0,11 | 0,02 | -0,03 |
| | Lag -4 | -0,32 | 0,25 | -0,19 | 0,36 | 0,25 | -0,13 | -0,13 | -0,02 | -0,26 | 0,02 | -0,13 | 0,14 |
| | Lag -5 | -0,04 | -0,01 | 0,01 | 0,13 | -0,23 | -0,01 | -0,17 | 0,01 | -0,07 | 0,15 | -0,10 | -0,16 |
| | Lag -6 | -0,09 | -0,12 | -0,18 | 0,13 | -0,23 | -0,23 | 0,16 | -0,39 | -0,21 | -0,06 | 0,27 | -0,04 |
| 1922-1940 | Lag 0 | -0,22 | 0,64 | -0,32 | 0,22 | 0,22 | 0,02 | -0,25 | -0,15 | -0,01 | -0,42 | 0,21 | 0,08 |
| | Lag -1 | -0,11 | 0,55 | 0,10 | 0,16 | 0,35 | 0,08 | 0,13 | -0,18 | -0,12 | -0,19 | 0,03 | -0,01 |
| | Lag -2 | 0,58 | 0,27 | 0,03 | 0,22 | 0,05 | 0,26 | 0,19 | 0,15 | -0,03 | 0,50 | -0,03 | -0,13 |
| | Lag -3 | -0,20 | -0,24 | -0,39 | -0,15 | 0,32 | 0,52 | 0,23 | -0,07 | 0,08 | 0,11 | 0,19 | 0,13 |
| | Lag -4 | -0,08 | 0,19 | -0,41 | 0,02 | 0,20 | 0,40 | -0,14 | -0,15 | -0,15 | 0,39 | 0,50 | 0,06 |
| | Lag -5 | 0,32 | -0,30 | 0,11 | 0,42 | -0,29 | 0,01 | -0,12 | -0,15 | -0,53 | 0,33 | -0,10 | -0,25 |
| | Lag -6 | 0,51 | 0,23 | -0,21 | -0,05 | -0,26 | 0,31 | -0,13 | -0,27 | -0,08 | 0,15 | 0,10 | 0,10 |
| 1941-1959 | Lag 0 | -0,02 | 0,50 | 0,13 | -0,07 | -0,07 | -0,14 | 0,15 | -0,04 | -0,22 | 0,45 | -0,06 | 0,37 |
| | Lag -1 | 0,69 | 0,02 | 0,04 | 0,40 | 0,55 | -0,55 | 0,02 | 0,16 | 0,33 | 0,66 | 0,26 | -0,56 |
| | Lag -2 | -0,21 | 0,63 | -0,19 | 0,28 | -0,13 | 0,20 | -0,26 | -0,12 | 0,16 | 0,10 | -0,22 | -0,48 |
| | Lag -3 | -0,12 | 0,07 | 0,67 | 0,23 | 0,07 | -0,65 | 0,18 | -0,50 | -0,17 | 0,24 | -0,19 | -0,25 |
| | Lag -4 | -0,61 | 0,35 | -0,31 | 0,47 | 0,35 | -0,71 | -0,54 | 0,75 | -0,07 | 0,55 | -0,19 | -0,07 |
| | Lag -5 | -0,51 | -0,08 | -0,24 | 0,04 | -0,06 | -0,25 | -0,50 | -0,04 | 0,27 | 0,39 | 0,22 | -0,26 |
| | Lag -6 | 0,14 | -0,40 | -0,79 | 0,49 | -0,63 | 0,06 | 0,26 | -0,73 | -0,14 | 0,34 | 0,78 | 0,19 |
| 1960-1978 | Lag 0 | 0,10 | 0,39 | 0,23 | -0,01 | -0,28 | 0,02 | -0,20 | -0,06 | 0,47 | 0,24 | -0,18 | 0,64 |
| | Lag -1 | -0,00 | 0,39 | 0,42 | 0,02 | 0,03 | -0,25 | 0,03 | -0,32 | 0,07 | 0,16 | -0,35 | 0,23 |
| | Lag -2 | -0,08 | -0,07 | 0,37 | 0,35 | -0,26 | 0,26 | -0,32 | 0,22 | -0,12 | 0,00 | 0,17 | -0,27 |
| | Lag -3 | -0,39 | 0,19 | -0,27 | 0,32 | 0,21 | -0,40 | 0,39 | -0,23 | -0,08 | -0,04 | 0,17 | 0,29 |
| | Lag -4 | -0,33 | 0,23 | -0,07 | -0,14 | 0,37 | 0,10 | -0,23 | -0,14 | -0,50 | -0,13 | -0,13 | 0,34 |
| | Lag -5 | 0,11 | 0,06 | 0,25 | 0,34 | -0,18 | 0,13 | -0,08 | -0,06 | -0,19 | 0,21 | -0,49 | -0,36 |
| | Lag -6 | -0,20 | -0,25 | -0,02 | 0,14 | -0,29 | -0,35 | 0,27 | -0,24 | -0,20 | -0,16 | -0,16 | -0,27 |
| 1979-1997 | Lag 0 | -0,46 | 0,28 | -0,09 | 0,11 | 0,30 | 0,08 | 0,16 | 0,23 | -0,06 | 0,25 | -0,22 | 0,07 |
| | Lag -1 | -0,10 | -0,13 | -0,46 | 0,01 | -0,24 | 0,06 | -0,32 | 0,22 | 0,06 | -0,32 | 0,03 | -0,23 |
| | Lag -2 | -0,17 | -0,25 | -0,08 | -0,05 | -0,12 | -0,36 | -0,05 | -0,26 | 0,20 | 0,33 | 0,06 | -0,01 |
| | Lag -3 | -0,02 | 0,37 | -0,26 | 0,22 | -0,36 | -0,22 | -0,27 | -0,49 | -0,16 | 0,21 | -0,00 | -0,18 |
| | Lag -4 | -0,01 | 0,40 | -0,13 | 0,62 | 0,20 | -0,21 | 0,04 | -0,07 | -0,19 | -0,01 | -0,08 | -0,09 |
| | Lag -5 | -0,11 | 0,07 | 0,14 | -0,01 | -0,32 | -0,09 | -0,17 | 0,23 | -0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,10 |
| | Lag -6 | -0,01 | 0,51 | 0,54 | -0,04 | -0,08 | -0,26 | 0,02 | -0,38 | -0,21 | -0,23 | 0,22 | 0,17 |

Tabla III.12. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías del *Atlántico Norte Tropical* (NATL), para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1922-1997 | Lag 0 | 0,02 | 0,04 | 0,03 | 0,11 | 0,26 | 0,47 | 0,60 | 0,34 | 0,08 | -0,13 | -0,07 | 0,15 |
| | Lag -1 | 0,03 | 0,20 | 0,15 | 0,01 | 0,25 | 0,46 | 0,65 | 0,31 | 0,18 | -0,13 | 0,00 | 0,12 |
| | Lag -2 | 0,03 | 0,06 | 0,17 | 0,07 | 0,13 | 0,51 | 0,69 | 0,40 | 0,18 | -0,02 | -0,09 | 0,14 |
| | Lag -3 | 0,04 | -0,10 | -0,00 | -0,06 | 0,01 | 0,46 | 0,62 | 0,31 | 0,27 | -0,05 | -0,08 | -0,03 |
| | Lag -4 | -0,09 | -0,08 | -0,03 | 0,09 | -0,08 | 0,31 | 0,58 | 0,36 | 0,24 | -0,07 | -0,09 | -0,03 |
| | Lag -5 | -0,23 | -0,12 | 0,09 | 0,11 | -0,12 | 0,14 | 0,31 | 0,34 | 0,39 | -0,09 | -0,05 | -0,07 |
| | Lag -6 | -0,16 | -0,06 | -0,01 | -0,06 | -0,15 | 0,13 | 0,21 | 0,44 | 0,35 | 0,03 | -0,05 | -0,15 |
| 1922-1940 | Lag 0 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -1 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -2 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -3 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -4 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -5 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -6 | | | | | | | | | | | | |
| 1941-1959 | Lag 0 | 0,39 | -0,05 | -0,27 | 0,05 | 0,00 | 0,55 | 0,72 | 0,79 | -0,20 | 0,25 | -0,59 | 0,19 |
| | Lag -1 | 0,18 | 0,18 | -0,07 | 0,03 | -0,09 | 0,81 | 0,63 | 0,70 | -0,10 | -0,15 | -0,53 | 0,29 |
| | Lag -2 | 0,18 | 0,12 | 0,11 | 0,30 | -0,32 | 0,72 | 0,63 | 0,83 | -0,09 | -0,02 | -0,63 | 0,15 |
| | Lag -3 | 0,09 | -0,01 | -0,10 | 0,15 | -0,43 | 0,91 | 0,50 | 0,67 | 0,10 | -0,28 | -0,52 | -0,31 |
| | Lag -4 | -0,17 | -0,10 | -0,23 | 0,42 | -0,37 | 0,85 | 0,34 | 0,55 | 0,15 | -0,25 | -0,39 | -0,54 |
| | Lag -5 | -0,36 | -0,49 | -0,27 | 0,26 | -0,22 | 0,78 | 0,16 | 0,79 | 0,36 | -0,32 | -0,31 | -0,50 |
| | Lag -6 | -0,30 | -0,47 | -0,52 | 0,15 | -0,28 | 0,54 | -0,02 | 0,33 | 0,42 | -0,25 | -0,49 | -0,67 |
| 1960-1978 | Lag 0 | -0,09 | 0,12 | 0,29 | 0,19 | 0,45 | 0,51 | 0,68 | 0,17 | 0,40 | -0,47 | 0,28 | 0,40 |
| | Lag -1 | -0,07 | 0,26 | 0,13 | -0,05 | 0,25 | 0,52 | 0,76 | 0,21 | 0,45 | -0,33 | 0,34 | 0,30 |
| | Lag -2 | 0,01 | 0,08 | 0,12 | 0,04 | 0,40 | 0,59 | 0,83 | 0,23 | 0,34 | -0,13 | 0,24 | 0,45 |
| | Lag -3 | 0,14 | -0,02 | -0,14 | 0,04 | 0,09 | 0,65 | 0,72 | 0,14 | 0,45 | -0,20 | 0,16 | 0,36 |
| | Lag -4 | -0,10 | -0,02 | -0,24 | -0,00 | 0,13 | 0,57 | 0,74 | 0,31 | 0,35 | -0,20 | -0,02 | 0,52 |
| | Lag -5 | -0,25 | 0,02 | -0,06 | 0,09 | 0,08 | 0,49 | 0,37 | 0,17 | 0,55 | -0,23 | -0,01 | 0,37 |
| | Lag -6 | -0,13 | 0,06 | -0,07 | -0,02 | -0,03 | 0,35 | 0,34 | 0,37 | 0,50 | -0,13 | 0,05 | 0,27 |
| 1979-1997 | Lag 0 | -0,21 | -0,18 | 0,24 | 0,07 | 0,22 | 0,43 | 0,50 | 0,34 | -0,06 | -0,01 | 0,18 | -0,10 |
| | Lag -1 | 0,02 | 0,04 | 0,38 | 0,04 | 0,41 | 0,32 | 0,52 | 0,25 | 0,04 | 0,01 | 0,32 | -0,03 |
| | Lag -2 | 0,00 | -0,07 | 0,25 | -0,02 | 0,13 | 0,38 | 0,57 | 0,46 | 0,17 | 0,10 | 0,27 | -0,08 |
| | Lag -3 | -0,11 | -0,32 | 0,11 | -0,19 | 0,11 | 0,12 | 0,56 | 0,42 | 0,14 | 0,21 | 0,27 | -0,16 |
| | Lag -4 | -0,01 | -0,10 | 0,22 | -0,01 | -0,13 | -0,02 | 0,51 | 0,41 | 0,19 | 0,15 | 0,24 | -0,27 |
| | Lag -5 | -0,07 | 0,10 | 0,47 | 0,06 | -0,23 | -0,26 | 0,34 | 0,34 | 0,25 | 0,17 | 0,19 | -0,25 |
| | Lag -6 | -0,15 | 0,30 | 0,40 | -0,22 | -0,22 | -0,17 | 0,16 | 0,69 | 0,20 | 0,38 | 0,29 | -0,37 |

Tabla III.13. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías del *Atlántico Sur Tropical* (SATL), para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1922-1997 | Lag 0 | -0,29 | -0,18 | -0,34 | -0,04 | -0,27 | -0,27 | -0,14 | -0,18 | 0,03 | 0,25 | -0,15 | 0,01 |
| | Lag -1 | -0,29 | -0,43 | -0,32 | -0,05 | -0,27 | -0,22 | -0,18 | -0,26 | 0,04 | 0,39 | -0,16 | -0,07 |
| | Lag -2 | -0,35 | -0,24 | -0,34 | -0,07 | -0,18 | -0,28 | -0,08 | -0,25 | 0,11 | 0,44 | -0,11 | 0,00 |
| | Lag -3 | -0,22 | -0,27 | -0,15 | -0,17 | -0,05 | -0,29 | -0,08 | -0,19 | 0,19 | 0,43 | -0,13 | 0,09 |
| | Lag -4 | -0,30 | -0,28 | -0,21 | -0,09 | -0,11 | -0,27 | -0,08 | -0,17 | 0,12 | 0,41 | 0,02 | 0,15 |
| | Lag -5 | -0,28 | -0,20 | -0,09 | -0,14 | -0,06 | -0,35 | -0,14 | -0,18 | 0,08 | 0,36 | 0,03 | 0,28 |
| | Lag -6 | -0,30 | -0,15 | -0,04 | -0,18 | 0,03 | -0,27 | -0,11 | -0,15 | 0,04 | 0,26 | 0,02 | 0,24 |
| 1922-1940 | Lag 0 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -1 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -2 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -3 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -4 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -5 | | | | | | | | | | | | |
| | Lag -6 | | | | | | | | | | | | |
| 1941-1969 | Lag 0 | -0,66 | 0,19 | -0,59 | -0,30 | -0,18 | -0,65 | -0,71 | -0,15 | -0,06 | 0,03 | -0,21 | 0,06 |
| | Lag -1 | -0,18 | -0,66 | -0,55 | -0,30 | -0,36 | -0,31 | -0,71 | -0,44 | -0,39 | 0,07 | -0,34 | -0,34 |
| | Lag -2 | -0,56 | 0,35 | -0,74 | -0,12 | -0,50 | -0,27 | -0,41 | -0,52 | -0,20 | 0,16 | -0,39 | -0,09 |
| | Lag -3 | -0,09 | -0,25 | -0,37 | -0,41 | -0,14 | 0,05 | -0,28 | -0,48 | -0,03 | 0,38 | -0,41 | 0,22 |
| | Lag -4 | 0,11 | -0,10 | -0,52 | 0,35 | -0,24 | -0,01 | -0,06 | -0,55 | -0,65 | 0,48 | -0,13 | 0,47 |
| | Lag -5 | 0,53 | -0,06 | -0,08 | -0,08 | 0,14 | 0,13 | -0,21 | -0,15 | -0,49 | 0,19 | -0,02 | 0,60 |
| | Lag -6 | 0,24 | 0,20 | -0,02 | -0,22 | 0,51 | -0,17 | -0,09 | -0,25 | -0,31 | 0,32 | -0,05 | 0,49 |
| 1960-1978 | Lag 0 | -0,21 | -0,27 | 0,25 | -0,03 | -0,13 | 0,11 | -0,23 | -0,48 | -0,26 | 0,47 | -0,12 | 0,12 |
| | Lag -1 | -0,41 | -0,43 | -0,03 | 0,12 | 0,01 | 0,08 | -0,28 | -0,48 | -0,18 | 0,76 | -0,06 | 0,06 |
| | Lag -2 | -0,40 | -0,36 | -0,04 | 0,03 | 0,08 | 0,02 | -0,15 | -0,45 | -0,09 | 0,72 | -0,23 | 0,07 |
| | Lag -3 | -0,23 | -0,26 | -0,03 | -0,28 | 0,09 | -0,28 | -0,04 | -0,33 | -0,04 | 0,61 | -0,31 | -0,09 |
| | Lag -4 | -0,56 | -0,30 | -0,00 | -0,27 | 0,11 | -0,23 | -0,18 | -0,12 | 0,00 | 0,65 | -0,12 | 0,08 |
| | Lag -5 | -0,55 | -0,15 | -0,01 | -0,14 | 0,04 | -0,34 | -0,19 | -0,48 | 0,09 | 0,71 | -0,15 | 0,36 |
| | Lag -6 | -0,55 | -0,08 | 0,04 | -0,08 | 0,09 | -0,13 | -0,05 | -0,21 | -0,12 | 0,57 | -0,05 | 0,28 |
| 1979-1997 | Lag 0 | 0,04 | 0,03 | -0,41 | 0,08 | -0,53 | -0,58 | 0,16 | -0,07 | 0,21 | 0,27 | 0,07 | -0,01 |
| | Lag -1 | 0,07 | 0,01 | -0,23 | -0,07 | -0,54 | -0,54 | 0,09 | -0,20 | 0,29 | 0,33 | 0,13 | 0,05 |
| | Lag -2 | 0,16 | -0,01 | -0,45 | -0,12 | -0,43 | -0,58 | 0,08 | -0,22 | 0,31 | 0,48 | 0,36 | 0,17 |
| | Lag -3 | 0,05 | 0,06 | -0,04 | -0,04 | -0,26 | -0,47 | -0,05 | -0,22 | 0,39 | 0,44 | 0,47 | 0,38 |
| | Lag -4 | -0,03 | -0,03 | 0,01 | -0,09 | -0,45 | -0,46 | 0,03 | -0,32 | 0,34 | 0,38 | 0,52 | 0,30 |
| | Lag -5 | -0,16 | -0,07 | 0,09 | -0,23 | -0,27 | -0,58 | -0,05 | -0,07 | 0,21 | 0,26 | 0,45 | 0,25 |
| | Lag -6 | -0,18 | -0,10 | 0,10 | -0,32 | -0,24 | -0,49 | -0,27 | -0,34 | 0,19 | 0,12 | 0,41 | 0,31 |

Tabla III.14. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías de la *Región Niño 3.4* ($N_{3.4}$), para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1922-1997 | Lag 0 | -0,02 | -0,31 | -0,22 | -0,06 | 0,15 | 0,40 | 0,08 | 0,10 | -0,39 | -0,39 | -0,25 | -0,02 |
| | Lag -1 | -0,03 | -0,30 | -0,24 | -0,08 | 0,15 | 0,38 | 0,17 | 0,13 | -0,33 | -0,40 | -0,28 | 0,00 |
| | Lag -2 | -0,03 | -0,34 | -0,22 | -0,09 | 0,16 | 0,33 | 0,26 | 0,16 | -0,26 | -0,40 | -0,30 | 0,03 |
| | Lag -3 | -0,04 | -0,35 | -0,23 | -0,08 | 0,16 | 0,27 | 0,33 | 0,17 | -0,12 | -0,39 | -0,34 | 0,03 |
| | Lag -4 | -0,04 | -0,37 | -0,22 | -0,11 | 0,16 | 0,23 | 0,37 | 0,14 | 0,06 | -0,32 | -0,37 | 0,02 |
| | Lag -5 | -0,08 | -0,39 | -0,23 | -0,13 | 0,16 | 0,20 | 0,39 | 0,10 | 0,19 | -0,21 | -0,35 | 0,05 |
| | Lag -6 | -0,13 | -0,42 | -0,22 | -0,15 | 0,15 | 0,16 | 0,40 | 0,09 | 0,24 | -0,08 | -0,28 | 0,06 |
| 1922-1940 | Lag 0 | -0,43 | -0,40 | -0,04 | -0,20 | -0,01 | -0,26 | 0,09 | -0,30 | -0,41 | -0,60 | -0,44 | -0,36 |
| | Lag -1 | -0,47 | -0,40 | -0,04 | -0,24 | 0,01 | -0,18 | 0,19 | -0,06 | -0,27 | -0,61 | -0,47 | -0,36 |
| | Lag -2 | -0,52 | -0,40 | -0,08 | -0,26 | 0,06 | -0,13 | 0,26 | 0,10 | -0,05 | -0,63 | -0,47 | -0,32 |
| | Lag -3 | -0,53 | -0,36 | -0,10 | -0,23 | 0,08 | -0,10 | 0,35 | 0,26 | 0,14 | -0,55 | -0,46 | -0,29 |
| | Lag -4 | -0,55 | -0,32 | -0,09 | -0,25 | 0,04 | -0,06 | 0,37 | 0,36 | 0,30 | -0,37 | -0,31 | -0,24 |
| | Lag -5 | -0,53 | -0,25 | 0,02 | -0,22 | 0,04 | -0,01 | 0,39 | -0,30 | 0,36 | -0,20 | -0,13 | -0,13 |
| | Lag -6 | -0,53 | -0,10 | 0,14 | -0,19 | 0,10 | 0,01 | 0,43 | 0,46 | 0,40 | -0,10 | 0,00 | 0,05 |
| 1941-1969 | Lag 0 | -0,32 | -0,71 | -0,40 | -0,69 | -0,18 | 0,48 | 0,04 | 0,26 | -0,30 | -0,44 | -0,74 | 0,01 |
| | Lag -1 | -0,33 | -0,86 | -0,43 | -0,73 | -0,12 | 0,56 | 0,04 | 0,29 | -0,26 | -0,45 | -0,76 | 0,01 |
| | Lag -2 | -0,28 | -0,86 | -0,41 | -0,72 | -0,05 | 0,58 | 0,10 | 0,38 | -0,26 | -0,44 | -0,76 | 0,02 |
| | Lag -3 | -0,27 | -0,84 | -0,41 | -0,70 | -0,00 | 0,53 | 0,15 | 0,48 | -0,20 | -0,39 | -0,75 | -0,01 |
| | Lag -4 | -0,26 | -0,83 | -0,37 | -0,70 | -0,02 | 0,51 | 0,21 | 0,55 | -0,13 | -0,30 | -0,74 | -0,07 |
| | Lag -5 | -0,33 | -0,83 | -0,36 | -0,67 | 0,08 | 0,50 | 0,26 | 0,26 | -0,11 | -0,17 | -0,66 | -0,09 |
| | Lag -6 | -0,39 | -0,86 | -0,35 | -0,64 | 0,14 | 0,44 | 0,39 | 0,56 | -0,14 | -0,03 | -0,54 | -0,19 |
| 1960-1978 | Lag 0 | -0,08 | -0,11 | -0,04 | 0,10 | 0,07 | 0,29 | 0,44 | 0,18 | -0,36 | -0,33 | 0,11 | 0,07 |
| | Lag -1 | -0,07 | -0,16 | -0,08 | -0,01 | 0,09 | 0,17 | 0,56 | 0,19 | -0,32 | -0,33 | 0,10 | 0,10 |
| | Lag -2 | -0,06 | -0,20 | -0,13 | -0,05 | 0,12 | 0,09 | 0,60 | 0,18 | -0,25 | -0,32 | 0,10 | 0,14 |
| | Lag -3 | -0,05 | -0,22 | -0,18 | -0,10 | 0,14 | 0,02 | 0,56 | 0,13 | -0,06 | -0,31 | 0,10 | 0,19 |
| | Lag -4 | -0,04 | -0,22 | -0,20 | -0,13 | 0,15 | 0,01 | 0,51 | 0,01 | 0,21 | -0,30 | 0,12 | 0,25 |
| | Lag -5 | -0,02 | -0,24 | -0,20 | -0,15 | 0,14 | -0,01 | 0,48 | 0,18 | 0,35 | -0,19 | 0,16 | 0,35 |
| | Lag -6 | -0,02 | -0,26 | -0,21 | -0,16 | 0,13 | -0,04 | 0,44 | -0,09 | 0,36 | -0,04 | 0,18 | 0,53 |
| 1979-1997 | Lag 0 | 0,46 | -0,07 | -0,21 | 0,11 | 0,25 | 0,53 | -0,25 | -0,15 | -0,54 | -0,43 | -0,18 | -0,09 |
| | Lag -1 | 0,45 | -0,09 | -0,19 | 0,13 | 0,23 | 0,53 | -0,09 | -0,09 | -0,48 | -0,45 | -0,19 | -0,06 |
| | Lag -2 | 0,44 | -0,13 | -0,19 | 0,15 | 0,21 | 0,47 | 0,09 | -0,03 | -0,38 | -0,47 | -0,22 | -0,03 |
| | Lag -3 | 0,40 | -0,16 | -0,16 | 0,16 | 0,20 | 0,43 | 0,22 | 0,01 | -0,21 | -0,47 | -0,29 | -0,04 |
| | Lag -4 | 0,36 | -0,19 | -0,13 | 0,14 | 0,20 | 0,38 | 0,32 | 0,03 | -0,01 | -0,38 | -0,35 | -0,05 |
| | Lag -5 | 0,27 | -0,19 | -0,13 | 0,12 | 0,19 | 0,34 | 0,36 | -0,15 | 0,15 | -0,25 | -0,36 | -0,05 |
| | Lag -6 | 0,15 | -0,20 | -0,11 | 0,07 | 0,16 | 0,31 | 0,37 | 0,06 | 0,25 | -0,13 | -0,29 | -0,06 |

Tabla III.15. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías de la *Oscilación Decadal del Pacífico (PDO)*, para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1922-1997 | Lag 0 | -0,09 | -0,47 | -0,16 | -0,31 | 0,02 | 0,12 | 0,22 | 0,26 | -0,13 | -0,19 | -0,11 | -0,22 |
| | Lag -1 | -0,15 | -0,33 | -0,22 | -0,39 | 0,09 | 0,19 | 0,20 | 0,35 | -0,01 | -0,33 | -0,31 | -0,08 |
| | Lag -2 | -0,15 | -0,40 | -0,09 | -0,39 | 0,12 | 0,11 | 0,24 | 0,32 | 0,07 | -0,28 | -0,20 | -0,09 |
| | Lag -3 | -0,23 | -0,34 | -0,25 | -0,52 | -0,05 | 0,14 | 0,18 | 0,33 | 0,11 | -0,30 | -0,22 | -0,11 |
| | Lag -4 | -0,15 | -0,39 | -0,13 | -0,43 | -0,07 | 0,02 | 0,16 | 0,16 | 0,13 | -0,15 | -0,14 | -0,22 |
| | Lag -5 | -0,33 | -0,36 | -0,29 | -0,36 | 0,08 | 0,02 | 0,08 | 0,26 | 0,21 | -0,17 | -0,22 | -0,09 |
| | Lag -6 | -0,30 | -0,42 | -0,10 | -0,34 | 0,05 | 0,07 | 0,00 | 0,15 | 0,13 | -0,03 | -0,25 | -0,09 |
| 1922-1940 | Lag 0 | 0,05 | -0,48 | 0,31 | -0,07 | -0,45 | -0,27 | 0,09 | 0,19 | -0,22 | -0,40 | 0,10 | -0,36 |
| | Lag -1 | -0,21 | -0,39 | 0,15 | -0,21 | 0,01 | -0,19 | 0,05 | 0,17 | -0,19 | -0,54 | -0,15 | -0,53 |
| | Lag -2 | -0,31 | 0,24 | 0,11 | -0,07 | 0,07 | -0,05 | -0,20 | 0,14 | -0,18 | -0,62 | 0,14 | -0,30 |
| | Lag -3 | -0,37 | 0,25 | 0,02 | -0,01 | -0,07 | -0,14 | -0,03 | 0,10 | -0,06 | -0,42 | -0,08 | -0,50 |
| | Lag -4 | -0,17 | -0,19 | 0,36 | -0,31 | 0,24 | -0,23 | 0,44 | 0,40 | 0,10 | -0,56 | 0,09 | -0,45 |
| | Lag -5 | -0,27 | 0,08 | 0,40 | -0,28 | 0,21 | 0,34 | 0,20 | 0,19 | -0,02 | -0,59 | -0,03 | -0,20 |
| | Lag -6 | -0,17 | 0,11 | 0,41 | 0,16 | 0,44 | 0,11 | 0,35 | -0,11 | 0,26 | -0,01 | -0,10 | -0,38 |
| 1941-1969 | Lag 0 | -0,35 | -0,53 | -0,14 | -0,82 | -0,31 | 0,54 | 0,04 | 0,56 | 0,08 | -0,45 | -0,14 | -0,23 |
| | Lag -1 | -0,68 | -0,64 | -0,22 | -0,76 | -0,14 | 0,73 | 0,19 | 0,23 | 0,09 | -0,54 | -0,47 | 0,20 |
| | Lag -2 | -0,31 | -0,82 | 0,00 | -0,54 | -0,02 | 0,15 | 0,41 | 0,50 | -0,06 | -0,43 | -0,09 | -0,08 |
| | Lag -3 | -0,41 | -0,67 | -0,45 | -0,69 | -0,34 | 0,45 | 0,35 | 0,43 | -0,13 | -0,37 | -0,39 | -0,19 |
| | Lag -4 | -0,27 | -0,82 | -0,22 | -0,68 | -0,21 | 0,37 | 0,25 | 0,18 | -0,37 | -0,18 | -0,10 | -0,47 |
| | Lag -5 | -0,69 | -0,70 | -0,57 | -0,59 | 0,13 | 0,31 | 0,32 | 0,56 | -0,41 | -0,29 | -0,41 | -0,14 |
| | Lag -6 | -0,49 | -0,92 | -0,10 | -0,62 | -0,05 | 0,01 | 0,21 | 0,28 | -0,36 | -0,04 | -0,60 | -0,38 |
| 1960-1976 | Lag 0 | 0,01 | -0,47 | -0,42 | -0,36 | -0,07 | 0,03 | 0,53 | 0,18 | -0,45 | 0,04 | 0,28 | -0,38 |
| | Lag -1 | 0,20 | -0,26 | -0,46 | -0,30 | 0,06 | 0,05 | 0,29 | 0,39 | 0,03 | -0,35 | -0,04 | -0,24 |
| | Lag -2 | -0,07 | -0,16 | -0,30 | -0,29 | 0,10 | 0,07 | 0,33 | 0,06 | 0,60 | -0,17 | 0,07 | -0,05 |
| | Lag -3 | -0,13 | 0,09 | -0,15 | -0,40 | -0,13 | 0,04 | 0,25 | 0,27 | 0,42 | -0,22 | 0,32 | -0,09 |
| | Lag -4 | -0,11 | 0,03 | -0,07 | -0,20 | -0,14 | -0,17 | 0,33 | 0,09 | 0,54 | -0,27 | 0,05 | 0,17 |
| | Lag -5 | -0,18 | -0,11 | 0,01 | -0,10 | 0,07 | -0,15 | 0,10 | 0,18 | 0,60 | -0,35 | 0,01 | 0,32 |
| | Lag -6 | -0,24 | -0,22 | -0,10 | 0,02 | -0,11 | 0,03 | -0,05 | 0,10 | 0,36 | -0,09 | -0,13 | 0,24 |
| 1979-1997 | Lag 0 | 0,31 | 0,01 | 0,21 | -0,27 | 0,02 | 0,17 | 0,11 | 0,05 | -0,17 | -0,29 | -0,18 | 0,08 |
| | Lag -1 | 0,31 | 0,16 | 0,06 | -0,41 | 0,03 | 0,30 | 0,25 | 0,39 | -0,31 | -0,31 | -0,21 | 0,03 |
| | Lag -2 | 0,44 | 0,03 | -0,05 | -0,53 | 0,10 | 0,23 | 0,23 | 0,53 | -0,37 | -0,43 | -0,34 | 0,04 |
| | Lag -3 | 0,12 | -0,19 | 0,01 | -0,68 | -0,02 | 0,21 | 0,16 | 0,27 | -0,14 | -0,42 | -0,15 | 0,07 |
| | Lag -4 | 0,20 | -0,21 | 0,17 | -0,62 | -0,09 | 0,10 | -0,05 | 0,02 | -0,14 | -0,10 | -0,11 | -0,28 |
| | Lag -5 | 0,11 | -0,10 | -0,09 | -0,62 | -0,00 | 0,11 | -0,03 | 0,05 | -0,04 | 0,05 | 0,02 | -0,29 |
| | Lag -6 | -0,01 | 0,26 | -0,05 | -0,64 | 0,15 | 0,17 | -0,07 | -0,05 | 0,02 | 0,09 | 0,29 | 0,00 |

Tabla III.16. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías del Norte del Atlántico Norte (NAN), para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1922-1997 | Lag 0 | -0,08 | -0,18 | -0,02 | -0,05 | -0,14 | 0,08 | 0,04 | -0,14 | -0,23 | 0,04 | 0,03 | -0,13 |
| | Lag -1 | 0,14 | -0,09 | -0,10 | -0,11 | -0,17 | -0,24 | -0,16 | 0,33 | -0,26 | -0,08 | 0,01 | 0,06 |
| | Lag -2 | 0,09 | -0,22 | -0,06 | -0,13 | -0,25 | -0,37 | -0,37 | -0,01 | 0,04 | 0,07 | -0,01 | -0,13 |
| | Lag -3 | 0,14 | -0,03 | -0,12 | -0,10 | -0,18 | -0,33 | -0,40 | -0,16 | 0,01 | 0,05 | 0,04 | 0,02 |
| | Lag -4 | 0,13 | 0,14 | -0,01 | 0,11 | 0,09 | -0,37 | -0,38 | -0,20 | -0,24 | 0,04 | 0,01 | 0,07 |
| | Lag -5 | 0,09 | 0,06 | 0,18 | 0,00 | 0,05 | -0,38 | -0,33 | -0,14 | -0,14 | -0,07 | 0,00 | 0,14 |
| | Lag -6 | 0,01 | -0,07 | 0,18 | 0,12 | -0,10 | 0,11 | -0,19 | -0,06 | -0,29 | -0,04 | -0,18 | -0,05 |
| 1922-1940 | Lag 0 | 0,09 | 0,35 | 0,18 | 0,25 | -0,22 | -0,11 | -0,05 | 0,24 | 0,03 | 0,23 | 0,09 | 0,15 |
| | Lag -1 | 0,14 | 0,02 | -0,17 | 0,06 | 0,16 | -0,12 | -0,18 | -0,13 | 0,03 | 0,04 | 0,29 | 0,25 |
| | Lag -2 | 0,12 | -0,11 | -0,15 | 0,29 | -0,19 | 0,30 | -0,01 | -0,14 | -0,09 | -0,13 | 0,07 | 0,12 |
| | Lag -3 | 0,47 | -0,22 | 0,24 | 0,37 | -0,01 | -0,05 | 0,11 | -0,28 | -0,27 | -0,19 | 0,20 | 0,24 |
| | Lag -4 | 0,32 | -0,01 | -0,17 | 0,23 | 0,29 | 0,26 | 0,04 | -0,09 | -0,06 | -0,37 | 0,33 | -0,06 |
| | Lag -5 | -0,01 | 0,07 | 0,20 | 0,23 | 0,39 | 0,44 | -0,02 | 0,24 | -0,17 | -0,40 | 0,11 | -0,10 |
| | Lag -6 | -0,02 | 0,42 | 0,24 | -0,05 | -0,19 | 0,18 | -0,05 | -0,06 | 0,10 | 0,19 | -0,13 | -0,31 |
| 1941-1959 | Lag 0 | -0,36 | -0,59 | 0,04 | -0,02 | -0,01 | 0,26 | -0,26 | -0,19 | -0,85 | 0,12 | -0,38 | -0,06 |
| | Lag -1 | -0,17 | -0,67 | -0,44 | -0,55 | -0,47 | -0,16 | -0,41 | 0,13 | -0,53 | 0,41 | 0,04 | -0,28 |
| | Lag -2 | -0,29 | -0,45 | -0,19 | -0,45 | -0,21 | 0,12 | -0,35 | -0,15 | 0,17 | 0,47 | -0,17 | -0,19 |
| | Lag -3 | 0,05 | -0,36 | -0,05 | -0,68 | 0,03 | -0,16 | -0,45 | -0,25 | 0,27 | -0,23 | -0,17 | 0,44 |
| | Lag -4 | 0,28 | 0,26 | -0,08 | -0,09 | 0,49 | -0,37 | -0,03 | -0,30 | -0,50 | -0,24 | 0,07 | 0,39 |
| | Lag -5 | -0,06 | 0,35 | 0,06 | -0,01 | 0,05 | -0,48 | -0,48 | -0,19 | -0,01 | -0,07 | 0,39 | -0,07 |
| | Lag -6 | -0,08 | 0,09 | 0,30 | 0,59 | 0,06 | 0,25 | 0,22 | -0,14 | -0,86 | -0,04 | -0,17 | 0,05 |
| 1960-1978 | Lag 0 | -0,09 | -0,29 | -0,28 | -0,19 | -0,13 | 0,03 | 0,06 | -0,10 | 0,01 | 0,19 | 0,05 | -0,27 |
| | Lag -1 | 0,30 | 0,08 | -0,19 | 0,05 | -0,14 | -0,36 | -0,14 | 0,37 | -0,36 | 0,22 | 0,05 | 0,32 |
| | Lag -2 | 0,35 | -0,39 | -0,02 | -0,16 | -0,43 | -0,79 | -0,37 | -0,01 | 0,10 | 0,31 | 0,36 | -0,10 |
| | Lag -3 | 0,30 | 0,02 | -0,26 | 0,06 | -0,38 | -0,76 | -0,57 | -0,05 | -0,19 | 0,24 | 0,30 | -0,15 |
| | Lag -4 | 0,16 | -0,07 | -0,22 | -0,01 | 0,07 | -0,53 | -0,79 | -0,31 | -0,39 | 0,22 | -0,25 | 0,11 |
| | Lag -5 | 0,08 | -0,05 | 0,19 | 0,21 | 0,25 | -0,58 | -0,55 | -0,10 | -0,16 | 0,11 | -0,13 | 0,37 |
| | Lag -6 | -0,07 | -0,3 | 0,03 | 0,07 | 0,13 | 0,09 | -0,28 | -0,21 | -0,27 | 0,27 | -0,11 | -0,02 |
| 1979-1997 | Lag 0 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | 0,04 | -0,24 | 0,07 | 0,19 | -0,20 | -0,18 | -0,18 | 0,37 | -0,09 |
| | Lag -1 | 0,13 | -0,08 | 0,05 | 0,02 | -0,10 | -0,24 | -0,04 | 0,45 | -0,06 | -0,60 | -0,11 | -0,09 |
| | Lag -2 | -0,10 | 0,07 | -0,13 | -0,05 | -0,17 | -0,12 | -0,49 | -0,01 | -0,07 | -0,38 | -0,07 | -0,16 |
| | Lag -3 | -0,11 | 0,03 | -0,29 | 0,08 | -0,11 | -0,05 | -0,17 | -0,24 | 0,03 | 0,04 | 0,01 | -0,05 |
| | Lag -4 | -0,04 | 0,27 | 0,12 | 0,31 | -0,00 | -0,25 | -0,13 | -0,07 | 0,03 | 0,07 | 0,15 | -0,13 |
| | Lag -5 | 0,24 | -0,10 | 0,31 | -0,15 | -0,05 | -0,20 | -0,11 | -0,20 | -0,26 | -0,23 | -0,32 | 0,01 |
| | Lag -6 | 0,27 | 0,27 | 0,08 | -0,11 | -0,30 | 0,09 | -0,28 | 0,12 | -0,08 | -0,40 | -0,30 | -0,11 |

Tabla III.17. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías en la Temperatura entre 20°N-20°S (TROPICO 20-20), para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1922-1997 | Lag 0 | -0,20 | -0,34 | -0,29 | -0,06 | 0,01 | 0,14 | 0,21 | 0,11 | -0,14 | -0,20 | -0,26 | -0,03 |
| | Lag -1 | -0,21 | -0,47 | -0,29 | -0,08 | 0,04 | 0,12 | 0,22 | 0,18 | -0,11 | -0,18 | -0,28 | -0,01 |
| | Lag -2 | -0,23 | -0,48 | -0,25 | -0,12 | 0,03 | 0,09 | 0,30 | 0,18 | 0,02 | -0,18 | -0,26 | 0,04 |
| | Lag -3 | -0,26 | -0,47 | -0,26 | -0,20 | 0,03 | 0,10 | 0,39 | 0,22 | 0,19 | -0,14 | -0,29 | 0,01 |
| | Lag -4 | -0,31 | -0,46 | -0,27 | -0,19 | 0,01 | 0,04 | 0,37 | 0,24 | 0,27 | -0,03 | -0,24 | 0,08 |
| | Lag -5 | -0,31 | -0,46 | -0,25 | -0,19 | -0,01 | -0,04 | 0,34 | 0,11 | 0,39 | 0,03 | -0,21 | 0,07 |
| | Lag -6 | -0,24 | -0,45 | -0,26 | -0,27 | -0,02 | -0,07 | 0,24 | 0,18 | 0,39 | 0,06 | -0,16 | 0,09 |
| 1922-1940 | Lag 0 | -0,41 | -0,09 | 0,16 | -0,21 | 0,13 | 0,08 | 0,11 | 0,16 | 0,12 | -0,39 | -0,22 | -0,10 |
| | Lag -1 | -0,39 | -0,10 | 0,12 | -0,20 | 0,18 | 0,12 | 0,31 | 0,30 | 0,29 | -0,33 | -0,24 | 0,12 |
| | Lag -2 | -0,46 | -0,18 | 0,19 | -0,27 | 0,26 | 0,23 | 0,32 | 0,46 | 0,36 | -0,25 | -0,04 | 0,15 |
| | Lag -3 | -0,21 | 0,04 | 0,09 | -0,20 | 0,10 | 0,26 | 0,43 | 0,55 | 0,56 | -0,26 | -0,05 | 0,13 |
| | Lag -4 | -0,13 | -0,01 | 0,34 | -0,19 | 0,20 | 0,21 | 0,45 | 0,53 | 0,52 | -0,16 | -0,12 | 0,11 |
| | Lag -5 | -0,07 | 0,18 | 0,47 | -0,03 | 0,14 | 0,20 | 0,37 | 0,16 | 0,54 | 0,05 | 0,09 | 0,14 |
| | Lag -6 | -0,00 | 0,16 | 0,53 | 0,07 | 0,35 | 0,22 | 0,41 | 0,53 | 0,48 | 0,04 | 0,18 | 0,24 |
| 1941-1959 | Lag 0 | -0,45 | -0,57 | -0,55 | -0,62 | -0,21 | 0,39 | 0,05 | 0,17 | -0,41 | -0,19 | -0,84 | -0,08 |
| | Lag -1 | -0,47 | -0,83 | -0,51 | -0,58 | -0,17 | 0,53 | 0,00 | 0,22 | -0,54 | -0,23 | -0,81 | -0,03 |
| | Lag -2 | -0,42 | -0,86 | -0,50 | -0,68 | -0,09 | 0,59 | 0,09 | 0,25 | -0,53 | -0,12 | -0,76 | -0,09 |
| | Lag -3 | -0,41 | -0,77 | -0,55 | -0,66 | -0,08 | 0,58 | 0,19 | 0,35 | -0,37 | -0,15 | -0,81 | -0,04 |
| | Lag -4 | -0,36 | -0,77 | -0,50 | -0,59 | -0,28 | 0,54 | 0,16 | 0,47 | -0,21 | -0,08 | -0,68 | 0,09 |
| | Lag -5 | -0,32 | -0,75 | -0,47 | -0,50 | -0,08 | 0,59 | 0,33 | 0,17 | -0,06 | -0,04 | -0,63 | 0,10 |
| | Lag -6 | -0,32 | -0,71 | -0,50 | -0,47 | 0,06 | 0,46 | 0,24 | 0,52 | 0,04 | 0,02 | -0,49 | -0,03 |
| 1960-1978 | Lag 0 | -0,12 | -0,07 | 0,11 | 0,02 | 0,16 | 0,13 | 0,49 | -0,09 | -0,18 | -0,06 | 0,22 | 0,20 |
| | Lag -1 | -0,17 | -0,28 | -0,07 | 0,01 | 0,21 | 0,09 | 0,44 | 0,10 | -0,10 | 0,08 | 0,16 | 0,22 |
| | Lag -2 | -0,17 | -0,27 | -0,11 | -0,08 | 0,20 | 0,15 | 0,46 | 0,08 | 0,17 | 0,05 | 0,12 | 0,36 |
| | Lag -3 | -0,20 | -0,28 | -0,16 | -0,24 | 0,16 | 0,11 | 0,55 | 0,14 | 0,41 | 0,09 | 0,15 | 0,29 |
| | Lag -4 | -0,33 | -0,25 | -0,13 | -0,27 | 0,13 | 0,05 | 0,48 | 0,13 | 0,45 | 0,13 | 0,25 | 0,42 |
| | Lag -5 | -0,34 | -0,27 | -0,15 | -0,31 | 0,15 | -0,10 | 0,38 | -0,09 | 0,54 | 0,14 | 0,26 | 0,46 |
| | Lag -6 | -0,14 | -0,24 | -0,09 | -0,33 | 0,09 | 0,05 | 0,29 | 0,02 | 0,48 | 0,09 | 0,25 | 0,47 |
| 1979-1997 | Lag 0 | 0,22 | -0,23 | -0,36 | 0,11 | -0,20 | 0,15 | 0,08 | 0,05 | -0,25 | -0,45 | 0,04 | -0,09 |
| | Lag -1 | 0,27 | -0,11 | -0,36 | 0,09 | -0,22 | 0,08 | 0,17 | 0,07 | -0,17 | -0,46 | 0,07 | -0,06 |
| | Lag -2 | 0,22 | -0,21 | -0,13 | 0,14 | -0,21 | -0,11 | 0,35 | 0,08 | -0,03 | -0,45 | 0,13 | 0,02 |
| | Lag -3 | 0,14 | -0,18 | -0,04 | 0,03 | -0,21 | -0,05 | 0,39 | 0,07 | 0,19 | -0,35 | 0,07 | -0,00 |
| | Lag -4 | 0,01 | -0,13 | -0,06 | -0,00 | -0,16 | -0,17 | 0,40 | 0,15 | 0,31 | -0,14 | 0,02 | 0,03 |
| | Lag -5 | -0,03 | -0,12 | -0,01 | -0,01 | -0,31 | -0,22 | 0,38 | 0,05 | 0,46 | 0,01 | 0,10 | -0,07 |
| | Lag -6 | -0,05 | -0,22 | -0,03 | -0,31 | -0,33 | -0,43 | 0,21 | 0,10 | 0,45 | 0,12 | 0,15 | 0,05 |

Tabla III.18. Correlación *Pearson* entre la media mensual de las precipitaciones y las anomalías en la *Temperatura Global (GLOBAL)*, para diferentes series anuales y 7 lags. Los números resaltados en gris presentan una correlación significativa para $P < 0,05$.

| | | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV |
|-----------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1922-1997 | Lag 0 | -0,14 | -0,50 | -0,33 | -0,02 | -0,01 | -0,12 | 0,06 | 0,09 | -0,09 | -0,16 | -0,20 | -0,18 |
| | Lag -1 | -0,28 | -0,43 | -0,28 | -0,07 | -0,09 | -0,04 | 0,04 | 0,14 | -0,00 | -0,10 | -0,18 | -0,09 |
| | Lag -2 | -0,08 | -0,38 | -0,18 | -0,15 | -0,02 | -0,06 | 0,03 | 0,09 | 0,02 | -0,10 | -0,20 | 0,02 |
| | Lag -3 | -0,15 | -0,38 | -0,28 | -0,12 | 0,05 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | -0,05 | -0,23 | -0,03 |
| | Lag -4 | -0,16 | -0,41 | -0,17 | 0,10 | 0,00 | -0,01 | 0,10 | 0,04 | 0,17 | -0,02 | -0,19 | -0,00 |
| | Lag -5 | -0,23 | -0,41 | -0,17 | 0,01 | 0,04 | -0,01 | 0,10 | 0,09 | 0,13 | -0,03 | -0,24 | 0,09 |
| | Lag -6 | -0,20 | -0,41 | -0,21 | -0,08 | -0,01 | -0,09 | 0,03 | 0,19 | 0,17 | -0,04 | -0,20 | 0,03 |
| 1922-1940 | Lag 0 | 0,03 | 0,25 | 0,25 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | -0,00 | 0,07 | 0,10 | -0,22 | -0,22 | -0,06 |
| | Lag -1 | -0,12 | -0,25 | -0,01 | -0,39 | -0,05 | 0,02 | -0,03 | 0,08 | 0,08 | -0,18 | -0,25 | 0,35 |
| | Lag -2 | -0,07 | -0,21 | 0,10 | -0,19 | -0,11 | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | -0,20 | -0,03 | 0,25 |
| | Lag -3 | -0,08 | 0,17 | 0,08 | -0,28 | 0,01 | -0,10 | 0,05 | -0,10 | 0,09 | -0,22 | 0,01 | 0,19 |
| | Lag -4 | 0,03 | 0,16 | 0,24 | -0,44 | 0,19 | 0,30 | -0,02 | -0,07 | 0,31 | -0,09 | 0,02 | 0,08 |
| | Lag -5 | 0,14 | 0,23 | 0,29 | 0,13 | 0,14 | 0,11 | 0,20 | 0,07 | 0,33 | -0,05 | 0,08 | -0,04 |
| | Lag -6 | 0,22 | 0,24 | 0,34 | 0,06 | 0,19 | -0,06 | -0,00 | 0,29 | 0,32 | -0,05 | -0,11 | 0,08 |
| 1941-1969 | Lag 0 | -0,20 | -0,66 | -0,66 | -0,50 | -0,11 | 0,32 | 0,00 | 0,24 | -0,62 | 0,06 | -0,67 | -0,25 |
| | Lag -1 | -0,51 | -0,80 | -0,56 | -0,70 | -0,45 | 0,52 | 0,24 | 0,22 | -0,53 | 0,08 | -0,64 | -0,19 |
| | Lag -2 | -0,29 | -0,73 | -0,28 | -0,51 | -0,17 | 0,69 | 0,04 | 0,28 | -0,62 | -0,03 | -0,74 | 0,20 |
| | Lag -3 | -0,18 | -0,63 | -0,62 | -0,58 | -0,15 | 0,44 | 0,07 | 0,43 | -0,62 | 0,05 | -0,87 | 0,04 |
| | Lag -4 | -0,29 | -0,49 | -0,43 | -0,37 | 0,11 | 0,32 | 0,17 | 0,25 | -0,33 | -0,06 | -0,64 | 0,04 |
| | Lag -5 | -0,30 | -0,54 | -0,22 | -0,25 | -0,13 | 0,48 | 0,22 | 0,24 | -0,20 | -0,00 | -0,74 | 0,21 |
| | Lag -6 | -0,21 | -0,64 | -0,46 | -0,24 | 0,31 | 0,15 | 0,27 | 0,34 | -0,15 | -0,17 | -0,66 | 0,13 |
| 1960-1978 | Lag 0 | -0,03 | -0,46 | -0,42 | 0,14 | 0,02 | -0,19 | 0,15 | -0,24 | -0,10 | -0,05 | -0,07 | 0,11 |
| | Lag -1 | -0,07 | -0,33 | -0,46 | -0,12 | -0,07 | -0,10 | 0,10 | -0,18 | 0,13 | 0,19 | 0,12 | 0,15 |
| | Lag -2 | 0,09 | -0,14 | -0,35 | -0,44 | -0,01 | -0,14 | 0,13 | -0,30 | 0,10 | 0,23 | 0,15 | 0,37 |
| | Lag -3 | -0,10 | -0,30 | -0,17 | -0,13 | 0,03 | 0,09 | 0,11 | -0,22 | 0,29 | 0,19 | 0,16 | 0,26 |
| | Lag -4 | 0,06 | -0,49 | -0,13 | -0,00 | 0,03 | -0,08 | 0,17 | -0,49 | 0,32 | 0,27 | 0,13 | 0,33 |
| | Lag -5 | -0,22 | -0,49 | -0,36 | -0,19 | 0,32 | -0,05 | 0,08 | -0,24 | 0,24 | 0,12 | 0,30 | 0,46 |
| | Lag -6 | -0,16 | -0,36 | -0,32 | -0,22 | 0,32 | 0,25 | -0,06 | -0,05 | 0,30 | 0,24 | 0,42 | 0,27 |
| 1979-1997 | Lag 0 | 0,10 | -0,21 | 0,04 | 0,08 | -0,23 | -0,37 | -0,03 | 0,06 | -0,12 | -0,43 | 0,16 | -0,30 |
| | Lag -1 | -0,08 | 0,21 | 0,14 | 0,27 | -0,26 | -0,24 | -0,20 | 0,23 | -0,08 | -0,43 | 0,23 | -0,16 |
| | Lag -2 | 0,11 | 0,05 | -0,04 | 0,16 | -0,20 | -0,28 | -0,13 | 0,16 | 0,02 | -0,37 | 0,19 | -0,12 |
| | Lag -3 | 0,07 | -0,07 | 0,09 | -0,01 | -0,03 | -0,01 | 0,08 | 0,02 | 0,14 | -0,30 | 0,18 | -0,09 |
| | Lag -4 | -0,09 | 0,05 | -0,16 | 0,42 | -0,26 | -0,10 | 0,01 | 0,28 | 0,24 | -0,29 | 0,15 | -0,02 |
| | Lag -5 | -0,03 | 0,01 | -0,13 | 0,20 | -0,20 | -0,14 | 0,09 | 0,06 | 0,04 | -0,14 | 0,10 | 0,00 |
| | Lag -6 | -0,03 | -0,09 | -0,04 | -0,02 | -0,54 | -0,51 | -0,07 | 0,22 | 0,09 | -0,24 | 0,08 | 0,10 |

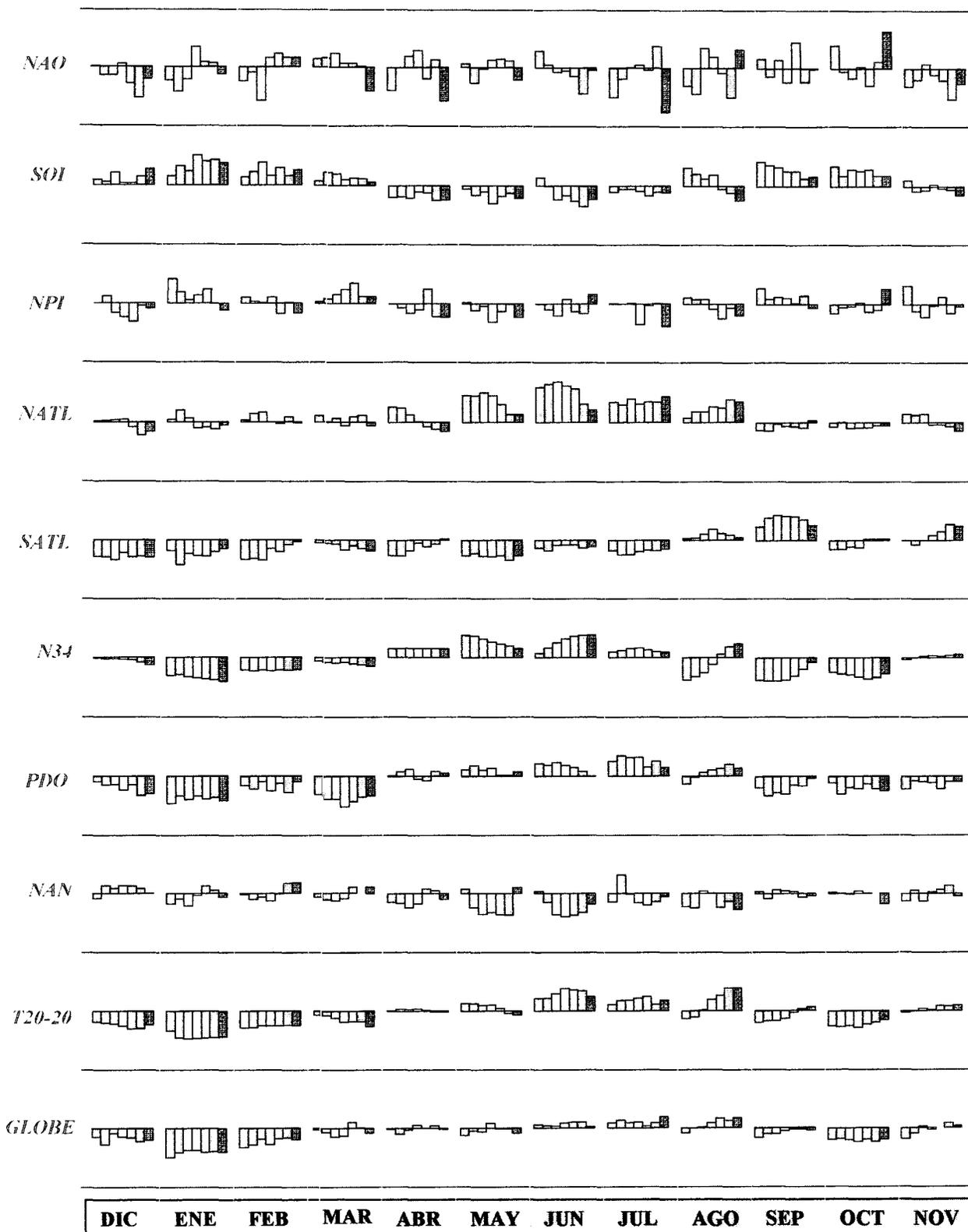


Figura III.47. Coeficientes de correlación (Pearson) por mes entre las anomalías de precipitación y las variables macroclimáticas para 7 lags y para la serie anual de 76 años: 1922-1997. En cada caso, la escala para las correlaciones es de +1 a -1 y los lags se ordenan cronológicamente de izquierda a derecha: columna azul oscuro= lag 0, columna negra= lag -6.

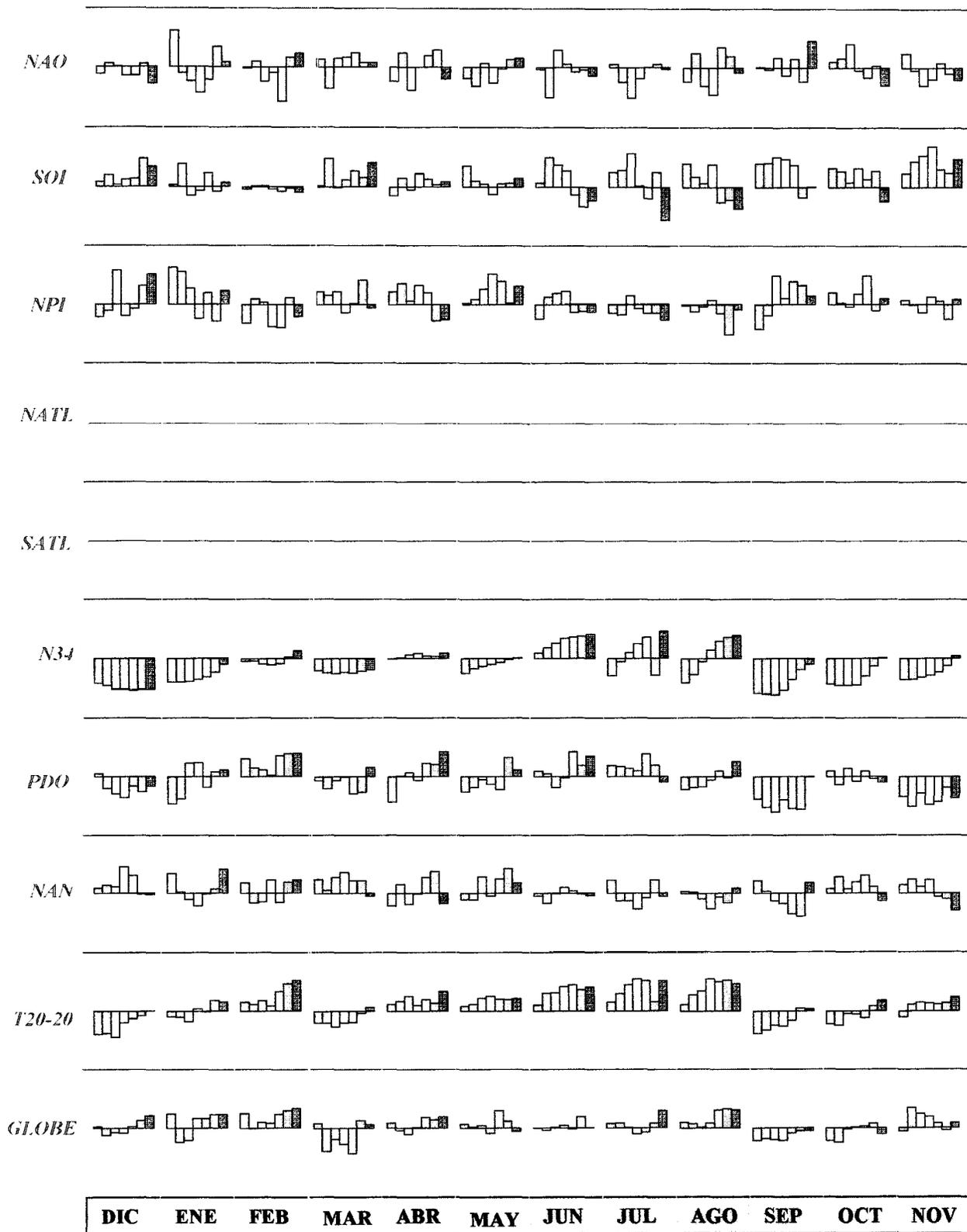


Figura III.48. Coeficientes de correlación (Pearson) por mes entre las anomalías de precipitación y las variables macroclimáticas para 7 lags y para la serie anual de 19 años: 1922-1940. En cada caso, la escala para las correlaciones es de +1 a -1 y los lags se ordenan cronológicamente de izquierda a derecha: columna azul oscuro= lag 0, columna negra= lag -6.

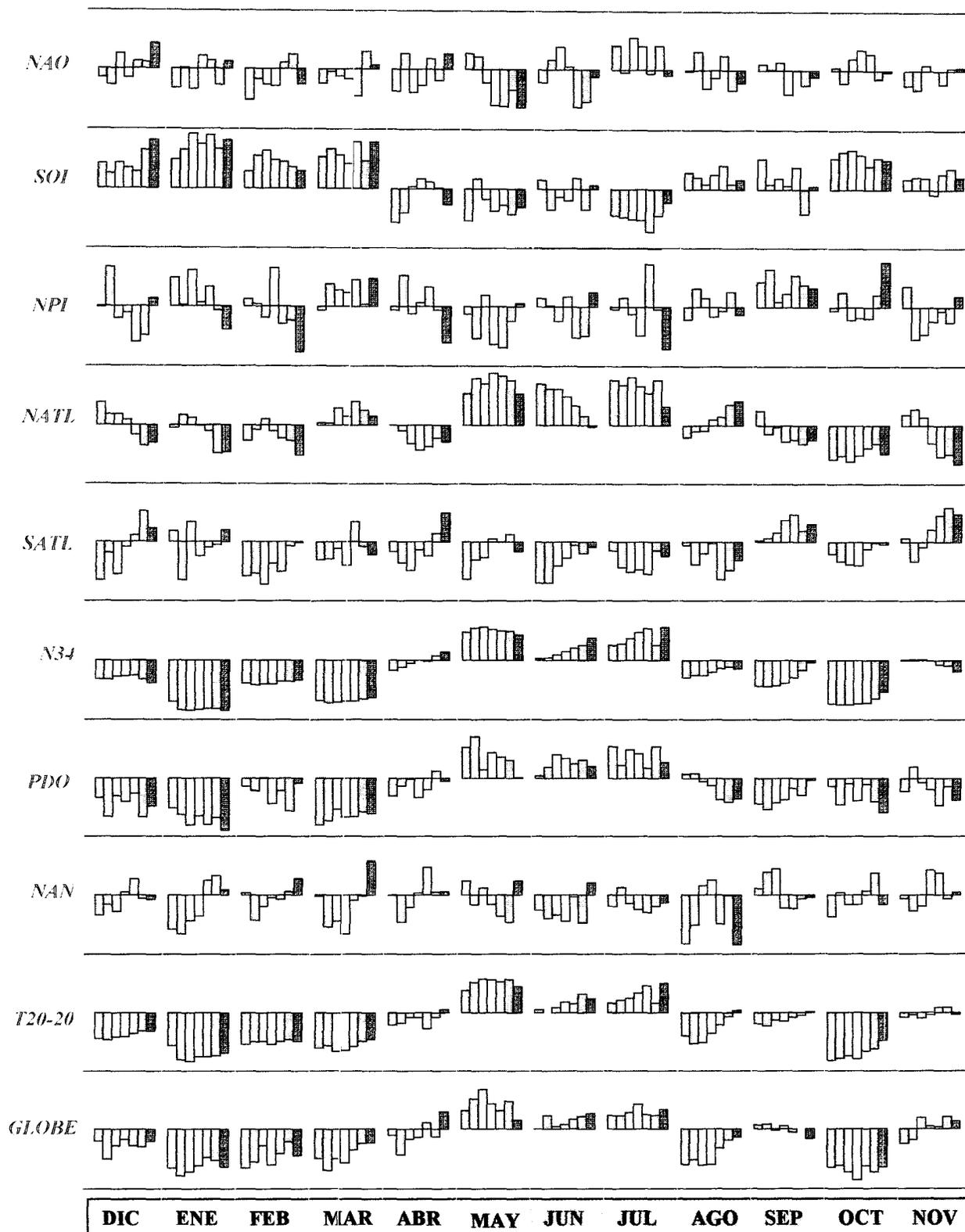


Figura III.49. Coeficientes de correlación (Pearson) por mes entre las anomalías de precipitación y las variables macroclimáticas para 7 lags y para la serie anual de 19 años: 1941-1959. En cada caso, la escala para las correlaciones es de +1 a -1 y los lags se ordenan cronológicamente de izquierda a derecha: columna azul oscuro= lag 0, columna negra= lag -6.

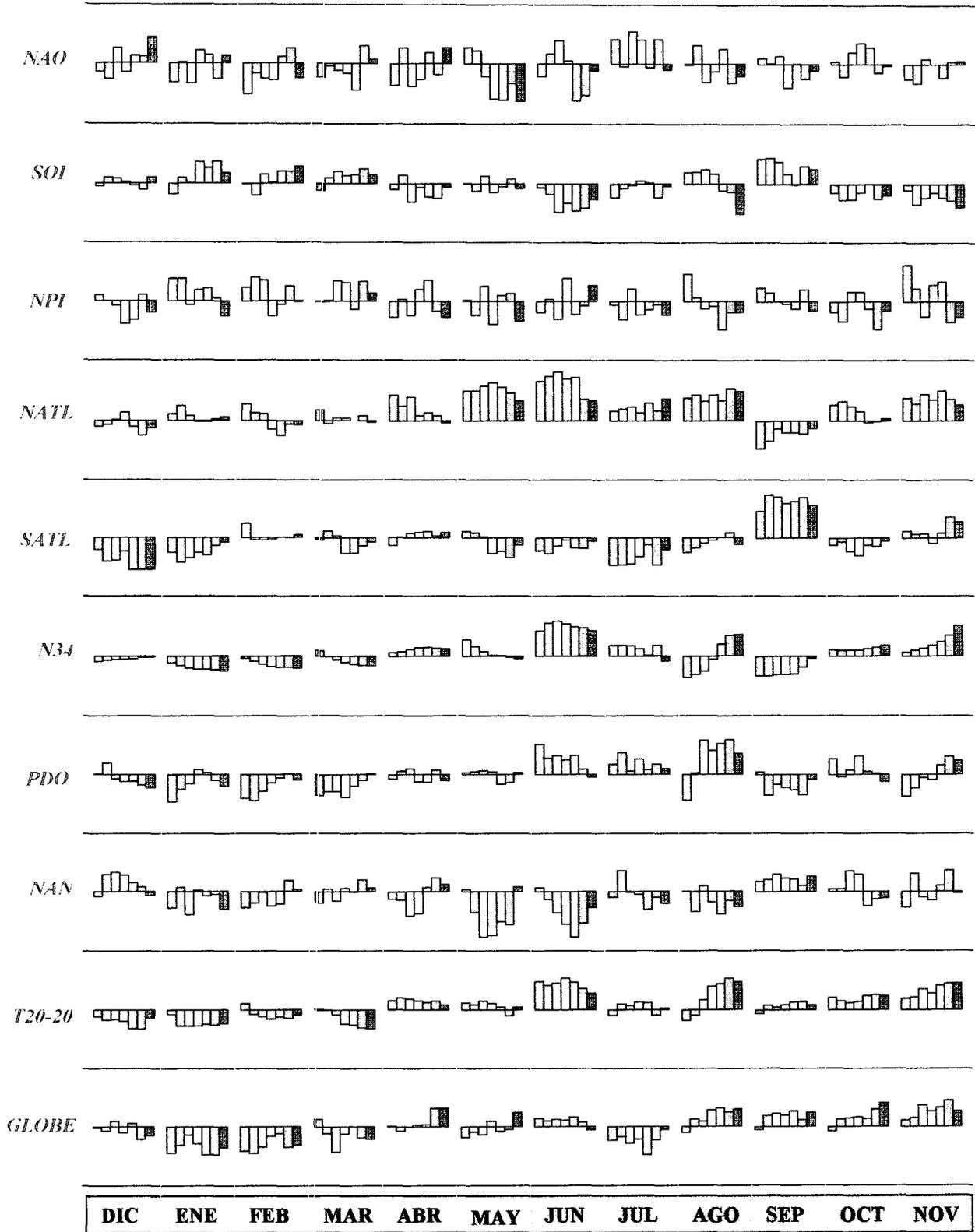


Figura III.50. Coeficientes de correlación (Pearson) por mes entre las anomalías de precipitación y las variables macroclimáticas para 7 lags y para la serie anual de 19 años: 1960-1978. En cada caso, la escala para las correlaciones es de +1 a -1 y los lags se ordenan cronológicamente de izquierda a derecha: columna azul oscuro= lag 0, columna negra= lag -6.

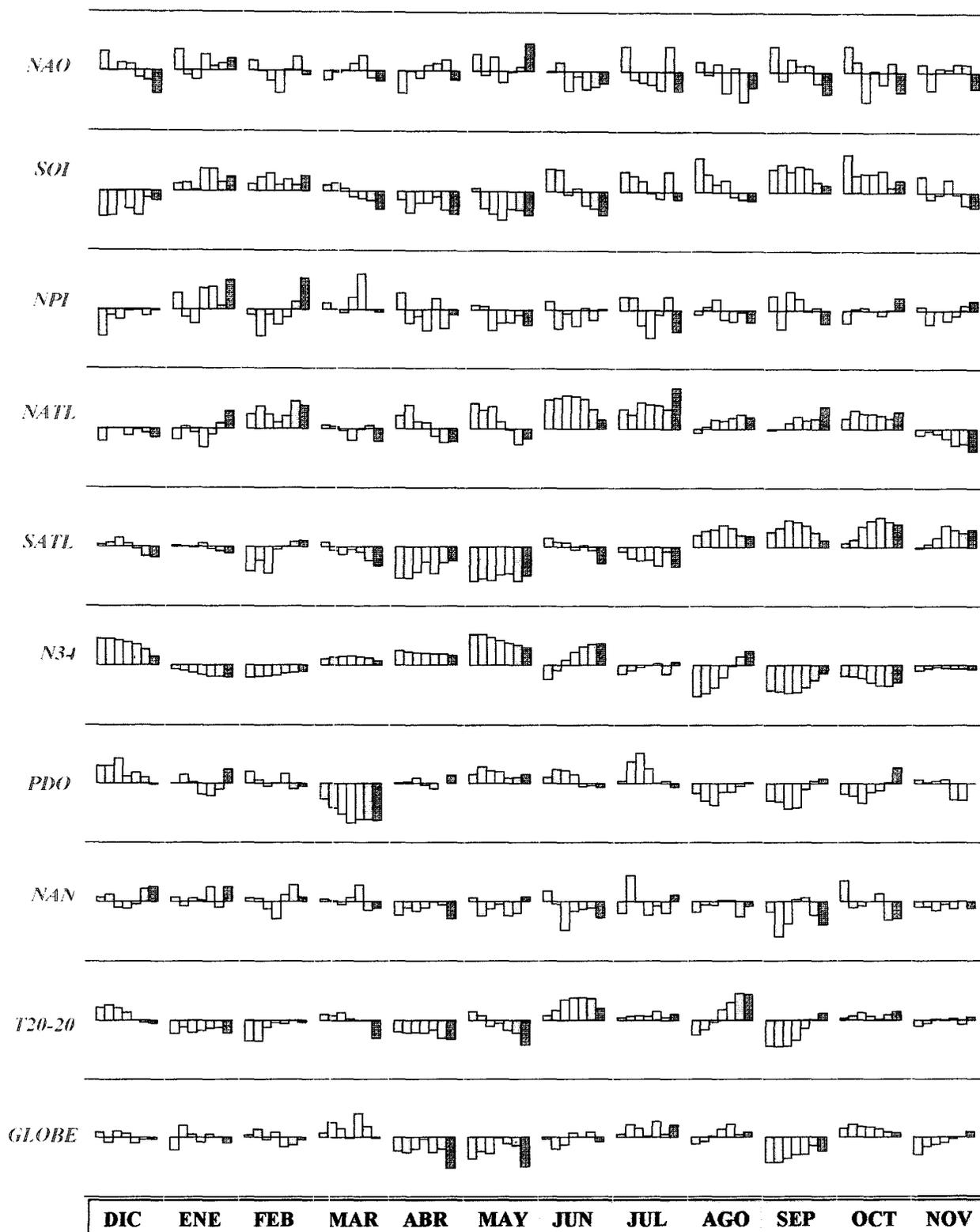


Figura III.51. Coeficientes de correlación (Pearson) por mes entre las anomalías de precipitación y las variables macroclimáticas para 7 lags y para la serie anual de 19 años: 1979-1997. En cada caso, la escala para las correlaciones es de +1 a -1 y los lags se ordenan cronológicamente de izquierda a derecha: columna azul oscuro= lag 0, columna negra= lag -6.

Tabla III.19. Correlaciones *Pearson* entre la media estacional y anual de las precipitaciones y las anomalías de las variables macroclimáticas. Los números resaltados en gris presentan correlación significativa para $P < 0,05$. El significado de las abreviaciones de las variables macroclimáticas se presenta en la Tabla III.1.

| | | NAO | SOI | NPI | NATL | SATL | N34 | PDO | NAN | T20-20 | GLOBAL |
|---------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| SECA | 1922-1940 | -0,07 | 0,17 | 0,16 | | | -0,29 | -0,11 | 0,06 | -0,02 | 0,04 |
| | 1941-1959 | 0,21 | 0,33 | 0,17 | -0,18 | -0,23 | -0,52 | -0,41 | -0,05 | -0,54 | -0,58 |
| | 1960-1978 | -0,00 | 0,16 | 0,07 | 0,10 | -0,17 | -0,24 | -0,25 | -0,08 | -0,19 | -0,31 |
| | 1979-1997 | 0,04 | 0,15 | 0,12 | 0,04 | -0,03 | -0,10 | 0,01 | 0,01 | -0,13 | 0,04 |
| | 1922-1997 | 0,01 | 0,19 | 0,13 | 0,07 | -0,13 | -0,23 | -0,23 | -0,06 | -0,22 | -0,25 |
| T1 | 1922-1940 | -0,19 | 0,12 | 0,10 | | | -0,16 | -0,31 | -0,12 | 0,09 | 0,07 |
| | 1941-1959 | 0,12 | -0,55 | -0,09 | 0,26 | -0,44 | 0,16 | 0,15 | 0,11 | 0,08 | 0,09 |
| | 1960-1978 | 0,04 | -0,16 | -0,08 | 0,41 | -0,07 | 0,17 | 0,03 | 0,04 | 0,10 | -0,05 |
| | 1979-1997 | 0,01 | -0,05 | 0,18 | 0,34 | -0,55 | 0,40 | 0,09 | -0,06 | -0,00 | -0,29 |
| | 1922-1997 | 0,02 | -0,12 | 0,01 | 0,38 | -0,27 | 0,29 | 0,08 | -0,01 | 0,08 | -0,07 |
| HUMEDA | 1922-1940 | -0,00 | 0,22 | -0,11 | | | -0,31 | -0,14 | 0,14 | -0,02 | 0,01 |
| | 1941-1959 | -0,29 | 0,12 | -0,03 | 0,49 | -0,33 | -0,08 | 0,12 | -0,36 | -0,04 | -0,06 |
| | 1960-1978 | -0,03 | 0,05 | 0,02 | 0,37 | -0,22 | -0,03 | 0,10 | -0,09 | 0,03 | -0,05 |
| | 1979-1997 | 0,19 | 0,41 | 0,19 | 0,26 | 0,12 | -0,31 | -0,01 | -0,07 | -0,08 | -0,08 |
| | 1922-1997 | 0,06 | 0,15 | 0,09 | 0,34 | -0,06 | -0,11 | 0,10 | -0,08 | 0,04 | -0,00 |
| T2 | 1922-1940 | 0,21 | 0,28 | 0,11 | | | -0,38 | -0,03 | 0,17 | -0,14 | -0,18 |
| | 1941-1959 | -0,09 | 0,44 | 0,14 | -0,30 | -0,15 | -0,47 | -0,17 | -0,23 | -0,56 | -0,33 |
| | 1960-1978 | -0,12 | 0,05 | 0,17 | 0,04 | 0,02 | -0,09 | -0,05 | -0,17 | -0,06 | -0,09 |
| | 1979-1997 | 0,30 | 0,49 | -0,04 | 0,06 | 0,03 | -0,14 | -0,05 | 0,14 | -0,02 | -0,05 |
| | 1922-1997 | 0,07 | 0,25 | 0,10 | 0,02 | -0,08 | -0,15 | -0,14 | -0,04 | -0,16 | -0,18 |
| ANUAL | 1922-1940 | 0,00 | 0,19 | -0,15 | | | -0,22 | -0,12 | 0,05 | 0,02 | -0,01 |
| | 1941-1959 | -0,07 | 0,12 | 0,08 | 0,13 | -0,27 | -0,23 | -0,04 | -0,13 | -0,24 | -0,20 |
| | 1960-1978 | -0,02 | 0,02 | 0,08 | 0,25 | -0,13 | -0,04 | 0,01 | -0,06 | -0,01 | -0,08 |
| | 1979-1997 | 0,10 | 0,21 | 0,19 | 0,22 | -0,13 | -0,06 | 0,07 | 0,01 | -0,05 | -0,10 |
| | 1922-1997 | 0,03 | 0,10 | 0,12 | 0,24 | -0,12 | -0,05 | 0,02 | -0,03 | -0,02 | -0,07 |

III.3.4.2. Relación con las precipitaciones diarias de San Fernando de Apure

La Tabla III.20 muestra los resultados de las correlaciones que resultan entre las variaciones estacionales y por serie de las variables de precipitación diaria de San Fernando de Apure, como son: el número de días con precipitación (*DDpp*), días secos no vinculados a veranitos (*DSnv*), días secos vinculados a veranitos (*DSver*) y días con precipitaciones mayores a 10mm/día (>10); y las variables macroclimáticas (*VM*): **NAO**, **SOI**, **NPI**, **NATL**, **SATL**, **N34**, **PDO**, **NAN**, **T20-20** y **GLOBAL**. Se puede observar que, en esta escala de análisis, son de nuevo las *VM* oceánicas **NATL** y **N34** las que mejor la variabilidad estacional y por serie.

Tabla III.20. Correlaciones *Pearson* entre la media estacional y por series de las precipitaciones y las anomalías de las *variables macroclimáticas*. Los números resaltados en gris presentan correlación significativa para $P < 0,05$. Las abreviaciones corresponden a: *ppVT* = precipitaciones en la ventana de trabajo, *ppSF* = precipitaciones en San Fernando, *DDpp* = días con precipitación, *DSnv* = días secos no vinculados a veranitos, *DDver* = días secos en veranito y *>10* = días con precipitaciones mayores a 10mm. El resto de las abreviaciones corresponden a las *variables macroclimáticas* y se describen en la Tabla III.1.

| | | 1961-1978 | | | | | 1979-1997 | | | | | 1961-1997 | | | | | |
|--------|---------------|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--|
| | | <i>ppVT</i> | <i>DD pp</i> | <i>DS nv</i> | <i>DS ver</i> | <i>>10</i> | <i>ppVT</i> | <i>DD pp</i> | <i>DS nv</i> | <i>DS ver</i> | <i>>10</i> | <i>ppVT</i> | <i>DD pp</i> | <i>DS nv</i> | <i>DS ver</i> | <i>>10</i> | |
| T1 | <i>ppSF</i> | 0,81 | | | | | 0,76 | | | | | 0,78 | | | | | |
| | <i>DD pp</i> | 0,86 | 1,00 | | | | 0,85 | 1,00 | | | | 0,86 | 1,00 | | | | |
| | <i>DS nv</i> | 0,53 | 0,66 | 1,00 | | | 0,77 | 0,82 | 1,00 | | | 0,65 | 0,74 | 1,00 | | | |
| | <i>DS ver</i> | -0,73 | -0,87 | -0,94 | 1,00 | | -0,84 | -0,95 | -0,96 | 1,00 | | -0,79 | -0,91 | -0,95 | 1,00 | | |
| | <i>>10</i> | 0,82 | 0,97 | 0,71 | -0,89 | 1,00 | 0,83 | 0,96 | 0,82 | -0,92 | 1,00 | 0,83 | 0,96 | 0,76 | -0,91 | 1,00 | |
| | NAO | 0,14 | -0,04 | -0,34 | 0,24 | -0,11 | 0,03 | 0,02 | -0,07 | 0,03 | -0,01 | 0,07 | -0,03 | -0,24 | 0,16 | -0,07 | |
| | SOI | -0,08 | 0,06 | 0,01 | -0,03 | 0,06 | -0,11 | -0,03 | -0,10 | 0,07 | -0,02 | -0,11 | -0,04 | -0,06 | 0,06 | -0,02 | |
| | NPI | -0,21 | -0,29 | -0,26 | 0,30 | -0,33 | 0,12 | 0,14 | -0,07 | -0,03 | 0,06 | -0,06 | -0,11 | -0,18 | 0,16 | -0,15 | |
| | NATL | 0,57 | 0,27 | 0,10 | -0,18 | 0,23 | 0,37 | 0,45 | 0,41 | -0,45 | 0,55 | 0,46 | 0,37 | 0,25 | -0,33 | 0,41 | |
| | SATL | 0,02 | -0,13 | -0,18 | 0,17 | -0,19 | -0,62 | -0,49 | -0,49 | 0,52 | -0,51 | -0,35 | -0,32 | -0,32 | 0,34 | -0,36 | |
| | N34 | 0,21 | -0,01 | -0,08 | 0,06 | -0,06 | 0,46 | 0,45 | 0,36 | -0,42 | 0,50 | 0,37 | 0,31 | 0,18 | -0,25 | 0,32 | |
| | PDO | 0,02 | -0,02 | -0,15 | 0,10 | -0,09 | 0,14 | 0,07 | -0,05 | -0,00 | 0,14 | 0,11 | 0,11 | -0,02 | -0,04 | 0,10 | |
| | NAN | -0,26 | -0,16 | -0,11 | 0,14 | -0,15 | -0,10 | -0,04 | -0,17 | 0,11 | 0,02 | -0,15 | -0,07 | -0,13 | 0,11 | -0,03 | |
| T20-20 | 0,15 | -0,10 | -0,07 | 0,09 | -0,10 | -0,02 | 0,06 | -0,05 | -0,00 | 0,15 | 0,09 | 0,06 | -0,01 | -0,02 | 0,08 | | |
| Globe | -0,12 | -0,24 | -0,10 | 0,17 | -0,20 | -0,37 | -0,21 | -0,29 | 0,26 | -0,13 | -0,12 | -0,06 | -0,08 | 0,08 | -0,04 | | |
| HUMEDA | <i>ppSF</i> | 0,42 | | | | | 0,51 | | | | | 0,45 | | | | | |
| | <i>DD pp</i> | 0,55 | 1,00 | | | | 0,69 | 1,00 | | | | 0,60 | 1,00 | | | | |
| | <i>DS nv</i> | 0,37 | 0,02 | 1,00 | | | -0,28 | -0,49 | 1,00 | | | 0,13 | -0,21 | 1,00 | | | |
| | <i>DS ver</i> | -0,63 | -0,65 | -0,77 | 1,00 | | -0,56 | -0,75 | -0,21 | 1,00 | | -0,59 | -0,66 | -0,59 | 1,00 | | |
| | <i>>10</i> | 0,46 | 0,78 | 0,35 | -0,75 | 1,00 | 0,76 | 0,92 | -0,48 | -0,66 | 1,00 | 0,58 | 0,84 | 0,01 | -0,71 | 1,00 | |
| | NAO | 0,05 | 0,02 | -0,09 | 0,05 | 0,02 | 0,34 | -0,10 | 0,02 | 0,10 | -0,17 | 0,19 | -0,04 | -0,05 | 0,07 | -0,07 | |
| | SOI | -0,08 | 0,03 | 0,15 | -0,13 | 0,01 | 0,62 | 0,36 | 0,10 | -0,48 | 0,36 | 0,22 | 0,23 | 0,08 | -0,25 | 0,19 | |
| | NPI | -0,23 | 0,11 | -0,35 | 0,20 | 0,06 | 0,22 | 0,24 | -0,07 | -0,21 | 0,09 | 0,00 | 0,16 | -0,21 | 0,03 | 0,06 | |
| | NATL | 0,68 | 0,50 | 0,14 | -0,43 | 0,42 | 0,35 | 0,11 | -0,14 | -0,01 | 0,27 | 0,51 | 0,21 | 0,07 | -0,23 | 0,27 | |
| | SATL | -0,36 | -0,22 | -0,35 | 0,41 | -0,38 | 0,18 | 0,34 | 0,04 | -0,42 | 0,25 | -0,04 | 0,07 | -0,13 | 0,04 | -0,09 | |
| | N34 | 0,10 | -0,11 | -0,17 | 0,20 | -0,16 | -0,53 | -0,35 | -0,10 | 0,47 | -0,32 | -0,21 | -0,27 | -0,10 | 0,30 | -0,26 | |
| | PDO | 0,12 | 0,05 | 0,10 | -0,10 | -0,16 | -0,16 | -0,35 | 0,15 | 0,28 | -0,28 | 0,04 | -0,22 | 0,18 | 0,04 | -0,23 | |
| | NAN | 0,00 | -0,32 | -0,18 | 0,33 | -0,36 | -0,15 | -0,12 | -0,02 | 0,15 | -0,06 | -0,06 | -0,21 | -0,06 | 0,22 | -0,21 | |
| T20-20 | 0,26 | 0,07 | -0,30 | 0,18 | -0,05 | -0,19 | -0,06 | -0,10 | 0,14 | -0,01 | 0,09 | -0,06 | -0,08 | 0,11 | -0,08 | | |
| Globe | 0,09 | 0,09 | -0,21 | 0,10 | 0,07 | -0,16 | 0,10 | -0,09 | -0,04 | 0,07 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | -0,01 | -0,02 | | |
| T2 | <i>ppSF</i> | 0,43 | | | | | 0,66 | | | | | 0,50 | | | | | |
| | <i>DD pp</i> | 0,18 | 1,00 | | | | 0,51 | 1,00 | | | | 0,31 | 1,00 | | | | |
| | <i>DS nv</i> | -0,10 | 0,61 | 1,00 | | | 0,56 | 0,45 | 1,00 | | | 0,19 | 0,52 | 1,00 | | | |
| | <i>DS ver</i> | 0,02 | -0,79 | -0,97 | 1,00 | | -0,62 | -0,70 | -0,95 | 1,00 | | -0,25 | -0,74 | -0,96 | 1,00 | | |
| | <i>>10</i> | 0,35 | 0,41 | 0,33 | -0,39 | 1,00 | 0,36 | 0,84 | 0,38 | -0,59 | 1,00 | 0,37 | 0,64 | 0,34 | -0,48 | 1,00 | |
| | NAO | -0,33 | -0,03 | -0,20 | 0,17 | 0,19 | 0,10 | -0,28 | 0,01 | 0,09 | -0,12 | -0,07 | -0,19 | -0,09 | 0,13 | 0,02 | |
| | SOI | -0,14 | -0,28 | 0,18 | -0,05 | 0,21 | 0,45 | 0,17 | -0,15 | 0,07 | 0,06 | 0,17 | -0,07 | -0,02 | 0,04 | 0,17 | |
| | NPI | 0,21 | 0,06 | 0,42 | -0,35 | 0,23 | -0,11 | 0,24 | 0,09 | -0,15 | 0,08 | 0,07 | 0,16 | 0,23 | -0,23 | 0,15 | |
| | NATL | 0,41 | 0,18 | -0,08 | 0,00 | -0,09 | 0,14 | 0,19 | 0,12 | -0,16 | 0,06 | 0,20 | 0,20 | 0,06 | -0,11 | -0,02 | |
| | SATL | 0,02 | 0,07 | -0,04 | 0,01 | -0,10 | 0,03 | 0,04 | 0,05 | -0,06 | -0,13 | -0,05 | 0,08 | 0,03 | -0,05 | -0,16 | |
| | N34 | 0,12 | 0,33 | -0,06 | -0,06 | 0,06 | -0,19 | -0,18 | 0,29 | -0,17 | 0,00 | -0,06 | 0,05 | 0,15 | -0,13 | 0,01 | |
| | PDO | 0,00 | 0,02 | -0,28 | 0,21 | 0,07 | -0,05 | -0,29 | -0,14 | 0,21 | -0,10 | -0,14 | -0,09 | -0,13 | 0,13 | -0,10 | |
| | NAN | 0,10 | 0,26 | -0,08 | -0,02 | -0,02 | 0,20 | 0,05 | 0,40 | -0,33 | 0,08 | 0,17 | 0,13 | 0,17 | -0,18 | 0,06 | |
| T20-20 | 0,30 | 0,25 | -0,07 | -0,02 | -0,03 | -0,06 | -0,03 | 0,17 | -0,12 | -0,05 | -0,00 | 0,13 | 0,09 | -0,11 | -0,12 | | |
| Globe | 0,10 | 0,45 | 0,00 | -0,14 | -0,27 | -0,00 | 0,13 | 0,05 | -0,08 | -0,03 | -0,10 | 0,25 | 0,08 | -0,14 | -0,20 | | |

III.4. Discusión y Conclusiones

Los resultados del análisis de la dinámica temporal de las precipitaciones confirman la observación general sobre la variabilidad como el principal rasgo que define al fenómeno climático de las precipitaciones. Para la *ventana de trabajo*, la variabilidad histórica es mayor al incrementarse la escala temporal del análisis; es decir, cuando se pasa de un análisis anual a uno interestacional, o de éste a uno mensual. Se tiene el caso donde la dinámica en la alternancia de años y/o pulsos secos y húmedos de un análisis en base anual contrasta con la significación estadística que adquiere la dinámica de estos fenómenos climáticos en un análisis interestacional.

En líneas generales, la dinámica de las precipitaciones se expresa principalmente a través de importantes pulsaciones o secuencias de años tanto secos como húmedos, lográndose acumular en cada evento una gran diferencia de la media. También es responsable de la variabilidad histórica la elevada frecuencia de años no-asociados a pulsaciones que manifiesta grandes valores de anomalía (positiva o negativa) con respecto a la media. Estos fenómenos climáticos adquieren mayor trascendencia al tomar en cuenta la elevada homogeneidad espacial que manifiestan.

Esta homogeneidad espacial por parte de las estaciones pluviométricas seleccionadas con respecto a sus signos y hasta, en muchos casos, de magnitud de las anomalías en la dinámica histórica de las precipitaciones no sólo valida el criterio empleado en la selección de las estaciones pluviométricas, sino que avala además el uso de la *ventana de trabajo* como una importante herramienta de análisis de las precipitaciones para una provincia climática determinada; esto al menos, donde la orografía no represente un factor adicional de variabilidad. El método es capaz de sobrellevar las graves limitaciones que pudieran presentarse en futuros estudios de las sabanas estacionales, específicamente en lo que respecta a la disponibilidad de datos para series temporales y localidades geográficas particulares.

En líneas generales, es difícil analizar el efecto de las *VM* sobre las precipitaciones, puesto que hay que considerar no sólo la influencia de cada variable por separado, sino también las relaciones entre ellas (Martelo 2002). Según esta autora, para las *VM* oceánicas (eg. NATL y N34) es más fácil comprender el sentido físico de las anomalías, ya que los datos

originalmente medidos son temperaturas: anomalías negativas señalan océanos más fríos que lo normal y anomalías positivas indican océanos más calientes que lo normal. Estas manifiestan su efecto durante mayores períodos a causa de la enorme inercia del océano y a una variación estacional de la energía que reciben del Sol. Los meses en los que se puede asegurar que la correlación refleja una causalidad física, tienden a ser consecutivos donde ocurren “seguidillas” de meses con condiciones similares tanto de signo como del valor de r . Los resultados de las correlaciones entre las *VM* oceánicas y la dinámica temporal de las precipitaciones de nuestra área de estudio se ajustan a este comportamiento.

En el caso de las *VM* atmosféricas (**NAO**, **SOI** y **NPI**) esto no es tan evidente, y la interpretación de las correlaciones que resultan del presente estudio entre la variabilidad de estos índices y el de las precipitaciones resultó muy complejo. Según Martelo (2002), el tiempo de respuesta de las *VM* atmosféricas puede estar en el orden del mes, por lo que no es necesariamente esperable que se presenten “seguidillas” de meses con condiciones similares de valor r y signo de la correlación en todos los *lags*. Si en un mes determinado todos los *lags* presentan correlaciones del mismo signo, y especialmente con valores similares, se está probablemente en presencia de una influencia real de la *VM* sobre la lluvia, y no de una correlación espúrea. En contraste, si para un mes se presenta correlación en un *lag*, o en varios *lags* con valores de r muy disímiles o, finalmente, si cambia el signo de la correlación con el *lag*, es mucho más difícil aceptar que se trata de una correlación que refleja una causalidad física. Los resultados del presente estudio, no escapan de esta situación, y si bien se lograron establecer, ante diversas situaciones, correlaciones significativas entre las precipitaciones y las *VM* atmosféricas, la interpretación de su significado real resultó ser muy compleja. En este sentido, las correlaciones que resultaron entre los índices **NAO**, **SOI** y **NPI** y las precipitaciones en el área de estudio no serán discutidas en el presente trabajo y deberán considerarse, en todo caso, como un aporte a la comunidad científica especializada que trabaja en identificar la lógica de las teleconexiones dentro del caos que caracteriza el sistema climático.

A continuación se presenta una discusión sobre la dinámica temporal de las precipitaciones para cada serie, y que corresponde al esfuerzo de integrar los resultados más significativos y relevantes de las diferentes escalas de análisis: anual, estacional, mensual y diaria.

Serie 1922-1940

Los resultados muestran que la primera serie, 1922-1940, a pesar de presentar una elevada variabilidad a través de la alternancia de pulsaciones y de años no-asociados, tanto secos como húmedos, se trata de un periodo marcadamente SECO; de hecho, se trata de la serie más seca de las cuatro consideradas en este estudio. Esta condición viene dada por la presencia de importantes pulsaciones secas, tanto en la “entrada de lluvias” (*T1*, abril y mayo) como en la estación húmeda (*HUMEDA*, junio a septiembre), especialmente durante la primera mitad de la serie (ver Figuras III.21 a la III.26). Luego, a partir de la segunda mitad de la serie, y producto de dos pulsaciones húmedas, la situación para *T1* se torna de *normal* a *húmeda*, especialmente para el mes de MAYO. La estación *HUMEDA*, por otro lado, se torna aún más seca, y es cuando las pulsaciones secas adquieren mayor connotación. Aun cuando el análisis de las precipitaciones en base diaria para las series 1961-1978 y 1979-1997 en San Fernando de Apure así lo confirma, la ausencia de datos para la serie 1922-1940 en la ventana de trabajo no permite inferir si las pulsaciones secas durante *T1* se traducen una *entrada tardía* de las precipitaciones, y si para la estación *HUMEDA*, las pulsaciones secas se traducen en una *mayor frecuencia de veranitos*; o si se trata de una *reducción generalizada en los días sin precipitaciones*. Al analizar las anomalías para *T2* podemos afirmar que, durante la serie 1922-1940, “las lluvias demoraban más en salir” que durante el resto de las series. De nuevo, por la ausencia de datos base diaria, es difícil precisar si la condición húmeda era generada por un *incremento en el número de días con precipitaciones* o un *incremento en la intensidad de las lluvias*. Para la serie 1922-1940, las correlaciones que resultan de la comparación de la dinámica temporal de las precipitaciones con la de las *variables macroclimáticas (VM)* (ver Figura III.48 y Tabla 18) arrojan evidencias sobre una relación entre la situación cálida de las aguas superficiales del océano Pacífico, especialmente el de la región N34 y la condición SECA, característica de esta serie. La mayor correlación con esta *VM* se tiene a finales de la estación *HUMEDA*, trascurso de *T2* y principios de *SECA*; estaciones que eran afectadas por las temperaturas que presentaba N34 entre JUNIO y JULIO anterior (*lags* entre -2 y -6). La ausencia de datos de anomalías para el atlántico tropical durante esta serie (eg. NATL y SATL) no permite establecer ni interpretar con precisión las influencias de la variabilidad, para algunos meses significativa, observada en los índices atmosféricos NAO, SOI y NPI.

Serie 1941-1959

Si bien la serie *1941-1959* puede ser clasificada como SECA, es apreciablemente más húmeda que la serie anterior. Durante los 19 años que comprende esta serie tanto *T1* como *HUMEDA* experimentan un incremento importante en sus valores de precipitación. En el caso de *T1*, esta situación ocurre por la presencia de un pulso húmedo al inicio de la serie que logra acumular una importante diferencia de la media. El resto de la serie es muy variable pero, luego de estar *T1* en una condición seca en la serie anterior, los promedios de esta estación climática, así como de los dos meses que la conforman, logran ubicarse en una condición NORMAL. La dinámica temporal de la estación *HUMEDA* para esta serie es mucho menos variable que la de *T1*, presentando anomalías que temporalmente tienden a ser más húmedas, especialmente en el mes de JUNIO. Para finales de la serie, la estación *HUMEDA* logra ubicar el promedio de sus anomalías próximo a la condición NORMAL con respecto a la media global (1922-1997). Estos resultados coinciden con los de Martelo (2002) quien señala que para la década de 1951-1960 las precipitaciones fueron normales en buena parte de Venezuela. Esta dinámica está relacionada a una condición cálida en las aguas superficiales del *Atlántico Norte Tropical* (NATL) que se presenta entre ABRIL y JULIO. Durante esta serie, la estación de “salida de las lluvias” *T2*, y especialmente el mes de NOVIEMBRE, muestran una reducción casi sostenida de las precipitaciones, que resulta en una definida tendencia a pasar de una condición HUMEDA inicial a una SECA. La reducción de las precipitaciones en *T2* durante esta serie parece estar relacionada, además de la presencia de aguas cálidas en la región *N34*, a un “pulso cálido” en las temperaturas tanto de la región TROPICO 20-20 como GLOBAL. Situación esta que logró extender sus efectos negativos a la estación SECA. Según Martelo (2002), la condición NORMAL que presentan las precipitaciones durante la temporada de lluvias de la década 1951-1960 se deben a la combinación de aguas cálidas en NATL (temporada lluviosa más lluviosa), a un *N34* variable y a un SOI tipo Niña (menos lluvias intensas).

Serie 1960-1978

Durante la serie *1960-1978*, la dinámica temporal de la entrada de las lluvias, *T1*, presenta una gran variabilidad producto, inicialmente, de la alternancia de dos años no vinculados a pulso que presentan anomalías de precipitación de valores extremos (negativo y luego positivo). Para el resto de *T1* la variabilidad se expresa a través de dos pulsaciones secas

y una húmeda alternadas. Esto resulta en valores de anomalía próximos a una condición NORMAL relativa a la media de los 76 años de registros pluviométricos. Durante la estación **HUMEDA**, la tendencia sostenida a un incremento de las precipitaciones se mantiene, pero a partir de 1970 y por el resto de la serie, se presenta un pulso seco importante, afectando las precipitaciones de JUNIO y JULIO. A pesar de esta variabilidad, la estación **HUMEDA** logra acumular una diferencia de la media positiva suficiente para que su condición pase de ser NORMAL a una HUMEDA. Para **T2**, a parte de la variabilidad que le inserta la presencia de algunos años húmedos presenta una condición sostenidamente SECA acentuada especialmente en el mes de NOVIEMBRE. Nuestros resultados coinciden con los de Martelo (2002) quien señala que la década 1961-1970 fue sensiblemente más lluviosa que la de 1971-1980 en buena parte del país. En el caso de 1971-1980, la reducción ocurre principalmente para la estación de lluvias. Entre las *VM* que explican mejor la variabilidad de la serie 1960-1978 se tiene a NATL (Martelo 2002). El calentamiento de las aguas superficiales del *Atlántico Norte Tropical* se relaciona, con un *lag* de -2 , a un incremento en las precipitaciones a través de un aumento en los días de precipitación así como a una tendencia a disminuir los días secos vinculados a “veranitos” durante la estación **HUMEDA** (ver Tabla III.19). El pulso seco que se presenta en la serie a partir de 1970 parece estar relacionado, además de a un enfriamiento en NATL, a un calentamiento de las regiones SATL y NAN con *lags* de -1 y -2 , respectivamente. Esta situación tiende a incrementar los días secos, especialmente de aquellos vinculados a “veranitos”.

Serie 1979-1997

Esta última serie se presenta como la más HUMEDA de las cuatro consideradas en el estudio. Aún así, también presenta una dinámica temporal de las precipitaciones interestacional distintiva. **T1** inicia su dinámica en la serie con un importante pulso de años húmedos que se extienden hasta 1983, el cual genera una diferencia de la media positiva y suficiente para que, a pesar que el resto de la serie tienda a ser seco, **T1** adquiera una condición HUMEDA durante la serie completa. La estación **HUMEDA** se torna aún más HUMEDA durante 1979-1997. Al igual que para **T1**, la serie se inicia con un pulso de años húmedos importante; apenas tres de los años son realmente secos, el resto tiende a ser normales. Por otro lado, **T2** acentúa su condición SECA durante esta serie donde apenas un pulso moderadamente húmedo le infiere variabilidad a esta tendencia. Las *VM* que logran

explicar mejor esta dinámica son las de las regiones **NATL**, **SATL** y **N34**. En el caso de **TI**, la combinación de aguas cálidas en el *Atlántico Norte Tropical* y frías en el *Atlántico Sur Tropical* resultan en una correlación positiva contingente (*lags* entre 0 y -1) con el incremento de las precipitaciones en la *ventana de trabajo*; esto a través de aumento en los días con precipitaciones, especialmente con lluvias de más de 10 mm/día, y por una reducción de los días secos, específicamente los veranitos. Durante la serie 1979-1997, las aguas en **N34** han sido especialmente cálidas, resultando en un incremento contingente de las precipitaciones en **TI** y en un aumento en la variabilidad para la estación **HUMEDA** por la presencia los años secos o años NIÑO. En el caso de **TI**, el resultado se obtiene a través de un incremento de los días con precipitaciones intensas, y para **HUMEDA** por la presencia de “veranitos”. Sobre la dinámica temporal de las precipitaciones durante las series 1981-1990 y 1991-1998, Martelo (2002) las relaciona a una mayor variabilidad en las anomalías de **NATL** y **N34**.

Entre las *VM* que mejor se correlacionan con la dinámica temporal de las precipitaciones en el área de estudio se tiene a **NATL**. Esta correlación sugiere que aguas superficiales cálidas en la región del *Atlántico Norte Tropical* están vinculadas a un incremento en los días con precipitaciones así como a las precipitaciones >10mm/día; esto puede traducirse en una entrada más temprana de las lluvias y/o en una estación **HUMEDA**, más húmeda. Sobre esto, Martelo (2000) reporta que un **NATL** caliente tiende a asociarse en las regiones centro-norte y oriental de Venezuela con inicios tempranos de la temporada lluviosa, mientras que un **NATL** frío tiende a asociarse con inicios tardíos de la temporada lluviosa; hacia el occidente, el **NATL** no parece tener tanta influencia como el Pacífico en la fecha de inicio de las lluvias.

En efecto, otra *VM* que tiende a explicar la dinámica temporal de las precipitaciones es **N34**. Temperaturas cálidas en esta región del Pacífico se correlacionan con años secos en el área de estudio, esto a través de un incremento de los días sin precipitaciones y en especial de días vinculados a “veranitos”. Los resultados de este estudio confirman las observaciones de Martelo (2002) sobre que existe una relación entre **N34** y la mayoría de las otras *VM*. Con **NATL** se muestra que el Atlántico Norte tropical se calienta siguiendo el calentamiento originado en el Pacífico 5 meses antes. **SOI**, por otro lado, muestra que el Pacífico se calienta el mismo mes, o el mes siguiente, al mes en que se inició el movimiento de la Baja Presión desde Australia (Darwin) hacia el Pacífico central (Tahití). Martelo (2002) señala que **N34** y **NATL** estuvieron en fase aproximadamente hasta finales de los años 70, luego **NATL**

comenzó a “retardar” respecto a **N34** y para la década de los 90 estaban desfasados; durante el último *El Niño* extremo (1997-1998) ambos océanos volvieron a estar en fase. El incremento en la variabilidad de las precipitaciones observado en la última serie, 1979-1997, corresponde a uno de los “hallazgos más robustos” para las tendencias actuales del Cambio Climático (IPCC (2001a y b), y se debe según Martelo (2002), a una aceleración de los procesos que regulan las temperaturas del Pacífico y que afecta tanto la magnitud de las anomalías como su alternabilidad, es decir, en la longitud del ciclo.

Las anomalías cálidas en la *VM SATL* muestra una correlación negativa con respecto a las precipitaciones en mi área de estudio. Si bien se ha determinado que la región del Atlántico Sur juega un papel fundamental en la dinámica temporal de las lluvias del Nordeste de Brasil, no se ha logrado establecer una relación directa con las precipitaciones del norte de Suramérica (Nobre 2003) y ni siquiera una correlación significativa con la región NATL (Martelo 2002).

Debido al bajo coeficiente de determinación que muestran las correlaciones con las *VM* oceánicas **PDO** y **NAN**, así como con las temperaturas en **TROPICO 20-20** y **GLOBAL**, la discusión sobre su participación en la dinámica temporal de las precipitaciones del área de estudio requiere que el análisis sea mejorado previamente, sobre la base de una reducción en la extensión de las series consideradas (*eg.* decadal) y en el uso de una herramienta estadística más poderosa (*eg.* análisis multivariante). Modificaciones en este sentido pudieran mejorar también la situación con respecto a la complejidad en el entendimiento de las correlaciones con las *VM* atmosféricas **NAO**, **SOI** y **NPI**.

En todo caso, los resultados con **NATL** y **N34** permiten concluir que efectivamente estas *VM* oceánicas tienen influencia significativa sobre la precipitación en el área de estudio, notable especialmente a nivel decadal; esa influencia se manifiesta momentos distintos del año (hay variación estacional) y además, en muchos casos, las precipitaciones responden con uno o más meses de retardo, lo que permitiría, en principio, contar con elementos predictores para los diferentes meses con varios meses de antelación, aunque muy probablemente las ecuaciones deban basarse también en algún tipo de análisis multivariado (Martelo 2002).

III.5. Bibliografía

- Alley, R.B. y P.U. Clark. 1999. The deglaciation of the Northern Hemisphere: A global perspective. *Annual Review of Earth and Planetary Science*, 27:149-182.
- Assad, E.D., E.E. Sano, R. Masutomo, L.H.R. de Castro y F.A.M. da Silva. 1994. Veranicos na região dos Cerrados brasileiros frequência e probabilidade de ocorrência. En: *Chuva nos Cerrados: análise e espacialização*. E.D. Assad (Ed.). EMBRAPA-CPAC/SPI, Brasília, DF. pp43-48.
- Broecker, W.S. 1995. *The Glacial World According to Wally*. 2^{da} edición. Eldigio Press, Lamont-Doherty Earth Observatory of Columbia University, Palisades, NY.
- Broecker, W.S. 1997. Thermoaline circulation, the Achilles heel of our climate system: Will man-made CO₂ upset the current balance? *Science*, 278:1582-1588.
- Capel-Molina, J.J. 1999. *El Niño y el sistema climático terrestre*. Editorial Ariel, S.A. Barcelona. 154pp.
- Casarim, D.P. 1983. *Um estudo observacional sobre os sistemas de bloqueio no hemisfério sul*. INPE, São José dos Campos. 69p.
- Cochrane, T.T., J.A. Porras y M.R. Henao. 1982. *The relative tendency of the Cerrados to be affected by veranicos. A provitional assesment*. Simpósio sobre o Cerrado. Savanas: alimento e energia. Planatina: EMBRAPA-CPAC. pp229-239.
- Delworth, T.L. 2003. The Atlantic Thermohaline Circulation and Climate. 12th Conference on Interactions of Sea and Atmosphere. On-Line: http://ams.confex.com/ams/annual2003/techprogram/paper_57889.htm
- Enfield, D.B. 1996. Relationships on inter-America rainfall to tropical Atlantic and Pacific SST variability. *Geophysical Research Letters*, 23:3305-3308.
- Fernández-García, F. 1996. *Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación*. Editorial Síntesis, S.A. Madrid. 285p.
- Freile, A.J. 1969^a. Regiones climáticas de Venezuela. *Boletín de Geología*, 10:1-156.
- Freile, A.J. 1969^b. *Meteorología y climatología tropical y de Venezuela*. Ministerio de la Defensa, Estado Mayor Conjunto, División de Información, Sección Geografía, Caracas. 351p.
- Giannini, A., Y. Kushnir y M.A. Cane. 2000. Interannual variability of Caribbean rainfall, ENSO and the Atlantic Ocean. *Journal of Climate*, 13:297-311.
- Goldbrunner, A.W. 1963. *Las causas meteorológicas de las lluvias de extraordinaria magnitud en Venezuela*. Publicación Especial N° 2, Fuerza Aérea Venezolana, Ministerio de la Defensa. Caracas. 230p.
- Goldbrunner, A.W. 1976. *El Clima de Venezuela y su clasificación*. Fuerza Aérea Venezolana, Ministerio de la Defensa. Caracas. 60p.
- Harzallah, A., J.O. Rocha de Aragao y R. Sadourny. 1996. Interannual rainfall variability in North-East Brazil: Observation and model simulation. *International Journal of Climatology*, 16:861-878
- Hurrell, J.W. 2000. *The North Atlantic Oscillation*. 12th Annual Symposium Frontiers of Science. National Academy of Sciences, Noviembre 2-4, Irvine, CA. p1-10.
- Hurrell, J.W. y C. Deser. 2001. The relationship between Tropical Atlantic Rainfall and the Summer Circulation over the North Atlantic. *Proceedings of the United States CLIVAR Atlantic Meeting, Boulder, Colorado*:111-114.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1990. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. J.T. Houghton, G.J. Jenkins y J.J. Ephraums (eds.). WMO/UNEP, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 364p.
- IPCC. 1992. *Climate Change 1992: The IPCC Supplementary Report*. J.T. Houghton, B.A. Callander y S.K. Varney (eds.). WMO/UNEP, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 200p.

- IPCC. 1995. *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and an Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, J. Bruce, H. Lee, B.A. Callander, E. Haites, N. Harris y K. Maskell (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. 339p.
- IPCC. 1996a. *Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. J.T. Houghton, L.G. Meira Filho, B.A. Callander, N. Harris, A. Kattenberg K. Maskell (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. 572p.
- IPCC. 1996b. *Climate Change 1995: Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis, Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss y D.J. Dokken (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. 878p.
- IPCC. 1996c. *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change, Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. J.P. Bruce, H. Lee y E.F. Haites (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. 448p.
- IPCC. 1998. *The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability. A Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Working Group II*. R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss y D.J. Dokken (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. 517p.
- IPCC. 2001a. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptations and Vulnerability. Report of Working Group II*. Disponible on-line: <http://www.usgerp.gov/ipcc/default.html>
- IPCC. 2001b. *Climate Change 2001: The Science of Climate Change*. J.T. Houghton (ed.). Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Mitigation of Climate Change: Scientific-Technical Analysis, Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss y D.J. Dokken (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK. 878p.
- Lang, C., M. Leuenberger, J. Schwander y S. Johnsen. 1999. 16 degrees C rapid temperature variation in Central Greenland 70,000 years ago. *Science*, 286:934-937.
- Luchiari, Jr. A., M. Resende, K.D. Ritchey, E. Freitas Jr. y P.I.M. Souza. 1986. Manejo do solo e aproveitamento de água. En: *Solos dos Cerrados*. W.J. Goedert (Ed.). Planaltina: EMBRAPA-CPAC/Saô Paulo: Nobel. pp.285-322.
- Martelo, M.T. 2000. *Estudio sobre la posible influencia del Fenómeno "El Niño-Oscilación del Sur" (ENOS) sobre el clima de Los Llanos en Venezuela*. Reunión de Expertos de las Asociaciones Regionales AR-III y AR-IV sobre Fenómenos Adversos. WMO. Ginebra. p254.
- Martelo, M.T. 2002. Influencia de las Variables Macroclimáticas en el Clima de Venezuela. *Trabajo de Ascenso del Instituto de Ingeniería*. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay. p192.
- Méndez, D. 1993. *Variabilidad y distribución de la precipitación en el Estado Guárico*. Trabajo Especial de Grado, Escuela de Geografía, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 34p.
- Monasterio, M. 1970. Ecología de las sabanas de America Tropical II – Caracterización ecológica del clima en Los Llanos de Calabozo, Venezuela. *Revista Geográfica*, 9(21): 5-38.
- Moreau, A. y Deffit, R. 1979. *Las Precipitaciones en Los Llanos: Génesis y Aprovechamiento*. Trabajo Especial de Investigación, Escuela de Geografía, Universidad Central de Venezuela. 215p.
- National Assessment Synthesis Team. 2000. *Climate Change Impacts on the United States: The Potential Consequences of Climate Variability and Change*. <http://www.nace.usgerp.gov/>
- National Research Council (NRC)- Panel on Climate Variability on Decade-to-Century Time Scale (PCVDCTS). 1998. *Decade-to-Century-Scale Climate Variability and Change: A Science Strategy*. Panel on Climate Variability on Decade-to-Century Time Scales, National Academy Press, Washington, D.C. p146. Disponible On-Line: <http://books.nap.edu/books/0309060982/html/index.html>
- NRC– Committee on Abrupt Climate Change (CACC). 2002. *Abrupt Climate Change: Inevitable Surprises*. National Academy Press, Washington, D.C. Disponible tambien On-Line: <http://books.nap.edu/books/0309074347/html/index.html>

- NRC– Committee on Global Climate Research (CGCR). 1989. *Global Change and Our Common Future: Pares from a Forum*. National Academy Press, Washington, D.C. Disponível On-Line: <http://books.nap.edu/books/>
- NRC–CGCR. 1990a. *Research Strategies for the U.S. Global Change Research Program*. National Academy Press, Washington, D.C. Disponível On-Line: <http://books.nap.edu/books/>
- NRC–CGCR. 1990b. *The U.S. Global Change Research Program: An Assessment of the FY 1991 Plans*. National Academy Press, Washington, D.C. Disponível On-Line: <http://books.nap.edu/books/>
- NRC–CGCR. 1999. *Global Environmental Change: Research Pathways for the Next Century*. National Academy Press, Washington, D.C. 603pp.
- NRC – Committee on the Human Dimensions of Global Change (CHDGH). 1999. *Human Dimensions of Global Environmental Change: Research Pathways for the Next Century*. National Academy Press, Washington, D.C. 83pp.
- NRC – Panel on Climate Variability on Decade-to-Century Time Scales (PCVDCTS). 1998. *Decade-to-Century-Scale Climate Variability and Change: A Science Strategy*. National Academy Press, Washington, D.C. 146pp.
- Nieuwolt, S. 1989. Estimating agricultural risks of tropical rainfall. *Agricultural and Forest Meteorology*, 45:251-263.
- Nobre, P. 2003. A variabilidade interanual do Atlântico Tropical e sua influência no clima da América do Sul. *Climanálise-Boletim de Monitoramento e Análise Climática*. On-Line: http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/climse_pn.html
- Riehl, H. 1977. *Sobre el estado del tiempo en Venezuela: Resumen del estudio de los experimentos realizados en Venezuela en 1969 y 1972*. National Center for Atmospheric Research, Boulder, Colorado. 41p.
- Silveira-Ferreira, N. 2003. *Zona de Convergência Intertropical*. Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos(FUNCEME). On-Line: http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/zcit_1.html
- Stephenson, D.B. 1999. *The North Atlantic Oscillation Thematic WEB Site*. On-Line: <http://www.met.rdg.ac.uk/cag/NAO>
- Summer, G. 1988. *Precipitation: Process and Analysis*. John Wiley & Sons. 443p.
- Vila, M.A. 1965. *Aspectos geográficos del Estado Guárico*. CVG, Caracas. 235 p.
- Wolf, J.M. 1977. Probabilidade de ocorrência de períodos secos na estação chuvosa para Brasília. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 12:141-150.

CAPÍTULO IV

RELACIONES ENTRE LA DINÁMICA ESPACIO-TEMPORAL DE LA COBERTURA DE LEÑOSAS Y AQUELLA DE LAS VARIABLES AMBIENTALES

IV.1. Discusión de los resultados más relevantes

Las Tablas IV.1 y IV.2 resumen algunos de los aspectos más relevantes de los resultados de los análisis de la dinámica espacio-temporal de la cobertura de leñosas (Capítulo II) y de la dinámica temporal de las precipitaciones (Capítulo III). Se tiene que, en líneas generales, tanto las precipitaciones han sufrido cambios significativos en lo que respecta a una redistribución mensual e interestacional (ver Figura III.33), como las leñosas aumentaron significativamente sus valores en el área de cobertura (Figura II.44). Este incremento es temporalmente diferenciable y se obtiene a través de la secuencia de dos procesos distintos, no excluyentes: primero, por la *fusión* o coalescencia de núcleos leñosos de poco porte que pasaron a formar polígonos de cobertura de una *fase* o tamaño superior; y luego, por el establecimiento *disperso* de pequeños núcleos leñosos incrementando al final los valores de las variables poligonales de las primeras *fases* o clases de tamaño.

Establecimiento por fusión

El análisis global de la dinámica de cobertura de leñosas entre 1938 y 1961 reveló que, aun cuando ocurre una reducción significativa ($P < 0,01$) de $-0,61\%/año$ en el número de polígonos, el área se incrementó significativamente ($P < 0,01$) a una tasa anual del $3,25\%$ (ver Tabla III.36). Una reducción en el número de polígonos con repercusiones positivas en el área de cobertura resultante es característica de un proceso de *fusión*. Si bien con valores diferenciables, esta situación, donde el *incremento relativo anual (IRA)* es negativo para el número de polígonos y positivo para el área se presentó en seis de las siete formas de relieve consideradas, quedando excluida aquella ubicada en el nivel más bajo del gradiente altimétrico del área de estudio; y que logró valores positivos de **IRA** tanto en el número como en el área de los polígonos de cobertura.

Ahora bien, los resultados sobre la dinámica temporal de las precipitaciones (Capítulo III) señalan que, al considerar el valor que resulta de la suma de las diferencias de la media, la condición climática general entre 1922 y 1959 era *más seca* que aquella entre 1960 y 1997 (ver Figura III.27). El análisis pluviométrico señala que esta condición relativamente *más seca* (*ie.* menos húmeda) viene dada, inicialmente (serie 1922-1940), por la presencia de importantes pulsaciones secas en la estación **HUMEDA** (junio a septiembre). Luego, durante 1941-1959, producto de un pulso húmedo presente a finales de esta serie, se presenta una mejora en las precipitaciones; pero, debido a lo discreto de los valores de anomalía del pulso, la condición climática se mantiene *seca* con relación a la media (ver Figura III.25). Durante los 38 años del lapso entre 1922 y 1959, también se detectó un cambio en el signo del resultado de la suma de las diferencias de la media entre las series 1922-1940 y 1941-1959 tanto para la “entrada de lluvias” (**T1**, abril y mayo) como para la “salida de las lluvias” (**T2**, septiembre y octubre); donde **T1** pasa de una condición *seca* relativa inicial a una algo más *húmeda*, mientras que **T2** pasa de una condición *húmeda* relativa a una definitivamente *más seca* con respecto a su media. Para la estación climática **SECA** (diciembre-marzo), las sumas de las diferencias de la media presentaban valores persistentemente positivos; es decir, su condición climática general relativa era *húmeda*. Tomando en cuenta que, en promedio, más del 62% de las precipitaciones se presentan entre junio y septiembre, es decir en la estación **HUMEDA**, las anomalías por debajo de la media que se presentan entre 1922 y 1959, y que pueden interpretarse como indicadoras de condiciones relativamente *menos húmedas* que en el lapso siguiente (1960-1997), fueron determinadas principalmente por las afectaciones que causaron las pulsaciones secas en esta estación climática.

Al analizar la serie de Figuras II.11 a la II.20, y tomar en cuenta que los polígonos son entidades sésiles, se evidencia que ante la condición climática general relativamente *seca* (*ie.* menos húmeda) presente entre 1922 y 1959, la *fusión* ocurría, en muchos casos, luego que uno o más polígonos presentaron un crecimiento suficiente para sobrellevar el espacio que los separaba; es decir, al crecer, las entidades de mayor tamaño incorporan (se fusionan) las de menor tamaño. Estos resultados coinciden con los de Scalan y Archer (1991) quienes, en un estudio sobre la dinámica temporal en la cobertura de leñosas de una sabana subtropical de *Prosopis* con pastoreo y exclusión a la quema, determinaron a través de un modelo de simulaciones, que ante condiciones climáticas persistentemente secas las formaciones extensas de leñosas, además de presentar mejores probabilidades de sobrevivir que cualquier otra

fitofisonomía, sus bordes logran avanzar sobre la matriz de gramíneas y fusionarse con las formaciones de menor porte.

Estos núcleos o polígonos de leñosas, llamados localmente como *matas*, presentan una situación microclimática, humedad edáfica y contenido de nutrientes del suelo intermedia entre el bosque y la sabana abierta (Farji-Brener 1992). Situación que mejora espacialmente y localmente a medida que las *matas* extienden sus bordes. Ellas aumentan de área no sólo mediante el crecimiento de sus individuos, sino también por la incorporación de nuevos individuos, a través de un reclutamiento diferencial (Archer *et al.* 1988), y su ubicación dentro de la *mata* responde a sus características funcionales (Farji-Brener 1992). Se tiene, por ejemplo, que las especies deciduas, propias del bosque, son exitosas en el intermedio y centro de la *mata*, donde están protegidas del fuego y poseen un medio más favorable para su germinación y desarrollo; mientras que los árboles de sabana, intolerantes a la sombra pero tolerantes al fuego, quedan restringidos a los bordes (Sarmiento y Monasterio 1983, Sarmiento *et al.* 1985, Medina y Silva 1990).

En términos generales, los árboles de sabana poseen una mayor proporción de individuos adultos en las *matas* que en el hábitat abierto adyacente (San José *et al.* 1991). Situación que se hace más evidente a medida que disminuye el *agua disponible para las plantas* (\downarrow ADP); y de acuerdo al resultado del presente estudio, responde en primer lugar, a un determinante exógeno (*ie.* a una reducción en las precipitaciones medias), y luego a uno más local como lo es la heterogeneidad del substrato.

Esto se evidencia cuando, a pesar que la condición climática general relativamente más *seca* presente entre 1922 y 1959 se correlaciona significativamente a una reducción generalizada en el número de polígonos de cobertura, la variabilidad que resulta en los valores del **IRA** entre las diferentes formas de relieve corresponde, espacialmente, a las del gradiente altimétrico presente, y en el caso específico de nuestra área de estudio, al gradiente de dinámica hídrica superficial dominante: los valores de **IRA** para el número polígonos en las formas de relieve más elevadas (*run-off*) son más negativos que el de los más bajos (*run-on*) (ver Tabla II.37). Los resultados sobre persistencia de la cobertura de leñosas expresados en la Tabla II.38 sugieren que en el caso de los *afloramientos altos*, A_I , y de los *afloramientos medios*, A_{II} , muchos de los individuos aislados y de los pequeños núcleos leñosos $<100\text{m}^2$ (polígonos de cobertura *Fase-I*) no logran sobrevivir a la condición seca. Por otro lado, los

afloramientos –bajos, *A_{III}*, si bien presentan un significativo retroceso en el número de polígonos leñosos de *Fase-I*, la elevada persistencia de la cobertura, relativa a las otras formas elevadas, sugiere que muchos individuos aislados y pequeños núcleos logran fusionarse con otros de mayor área. De hecho, el incremento en el área de cobertura que se presenta entre 1938 y 1961 se debe a un incremento significativo en el área de los núcleos leñosos de entre 100 y 1.000 m² (*Fase-II*)(ver Tabla II.28). Con respecto a las formas de relieve con dinámica hídrica de deposición (*run-on*: *LL_I*, *LL_{II}*, *LL_{III}* y *LL_{IV}*), el análisis de las Tablas III.30 a la III.31, así como el de la Tabla III.38, confirma la observación sobre un gradiente en la persistencia de los individuos leñosos aislados y de pequeñas *matas*, tanto individualmente como por fusión con núcleos de mayor porte, en respuesta a una disminución en el déficit anual del **ADP** determinado localmente por la heterogeneidad del sustrato.

Al recordar de nuevo, que todo polígono de cobertura es una entidad sésil, podemos afirmar que, para cualquier *mata* o formación leñosa, el estrés hídrico es menor en aquella que logra crecer y fusionar que en aquella que no logra crecer y es ó no fusionada. Podemos de igual forma confirmar en este punto que, ante una condición climática general *seca* (*ie.* menos húmeda que la media), al crecer, la *mata* o cualquier otra formación leñosa, ésta homogeniza las condiciones del **ADP** del área que ocupa, además de otros determinantes que también actúan a la escala local (*eg. nutrientes disponibles para las plantas*, Farji-Brener 1992).

Con respecto a otros determinantes que puedan haber condicionado la dinámica espacial en la cobertura de leñosas durante los 38 años del lapso entre 1922 y 1959, se descarta la participación, cómo facilitadores biológicos, de hormigas y/o termitas: sus nidos o evidencias de su actividad no se encontraban en ninguna de las formas de relieve consideradas y eran fenómenos más bien raros en los 172 km² que comprende el área de estudio.

Si bien el área de estudio se encuentra dentro de los límites del PN. Aguaro-Guariquito, no fue sino hasta 1974 que fuera declarado como tal y considerado desde entonces como área protegida, las consultas a los habitantes de la zona así como a la poca bibliografía disponible (Páez 1862, Carvallo 1985, Briceño 1985, Rodríguez-Mirabal 1987) no permiten afirmar que antes de 1974 existiera una mayor presión de uso de la tierra en lo que respecta al pastoreo y a la frecuencia de quemas de origen antrópico, o que su manejo histórico fuera distinto al que se le haya dado al resto de las sabanas estacionales en Venezuela.

Con respecto a las quemas como factor determinante de la fisionomía de las sabanas, una condición climática general relativamente *más seca* (ie. menos húmeda) como la que caracterizó el periodo entre 1922 y 1959, pudiera considerarse como un escenario apropiado para la ocurrencia de quemas relativamente frecuentes y en consecuencia, de baja intensidad. Pero, la variabilidad observada en la dinámica temporal de las precipitaciones de este período incluye la presencia de años o pequeñas pulsaciones con anomalías húmedas; si bien no existen registros que permitan confirmarlo, alguno de estos eventos húmedos pudiera haber ocasionado la acumulación de biomasa vegetal suficiente para que, una vez retornada a la condición *seca* que caracteriza el período, pudiera haber afectado la frecuencia de algunas quemas especialmente intensas, cuyo resultado fuera una reducción importante, por mortalidad, en la población de individuos aislados y de pequeños núcleos leñosos, y en especial, en aquellas áreas donde el sustrato impone un régimen hídrico más deficiente (**ADP**) como son las formas de relieve más elevadas o de *run-off*.

Establecimiento disperso de leñosas

El análisis de la dinámica de cobertura de leñosas para el resto del lapso considerado en este estudio, es decir, para los 37 años entre 1961 y 1997, reveló que el proceso de establecimiento de las leñosas difiere sensiblemente de aquel entre 1938 y 1961, descrito en la sección anterior. Ahora, tanto el **IRA** para el número de polígonos como para el área de cobertura presentan valores positivos en respuesta a un incremento temporal en sus valores muy significativo ($P < 0,01$) (ver Tabla III.36). Un incremento significativo tanto en el número de polígonos como en el área de cobertura resultante es característico de un proceso donde las leñosas conquistan nuevos espacios a través de un establecimiento *disperso*.

El análisis de la cobertura señala además que, para nuestra área de estudio, la dinámica que genera el establecimiento *disperso* de leñosas es temporal y espacialmente diferenciable. Se tiene por ejemplo que, durante los primeros 18 años del lapso 1961-1997, es decir la serie 1961-1978, el **IRA** para el número de polígonos fue menor que aquel para la serie siguiente, 1978-1997 (2,75%/año vs. 4,37%/año). A pesar de esta situación, el **IRA** para el área de cobertura de la serie 1961-1978 duplica el de 1978-1997 (1,88%/año vs. 0,93%/año). A parte de esta diferenciación temporal en la dinámica de la cobertura, el establecimiento *disperso* presenta variaciones en el **IRA**, tanto para el número de polígonos como para el área de cobertura, y responden al gradiente de drenaje hídrico dominante (*run-off* → *run-on*) presente

en el área de estudio. Durante los 37 años del lapso 1961-1997, las formas de relieve más elevadas (*run-off*), presentan valores en el **IRA**, tanto para el número de polígonos como el área de cobertura, superiores al de las formas de relieve de los niveles inferiores, donde la dinámica hidrica es de deposición, *run-on* (ver Tabla III.37). De nuevo, al considerar los resultados del análisis por series, 1961-1978 y 1978-1997, se tiene que la dinámica del establecimiento *disperso* de leñosas es temporalmente diferenciable para una misma forma de relieve. Se tiene, por ejemplo, que para las formas de relieve *run-off*, el **IRA**, tanto para el número de polígonos como el área de cobertura, presenta valores más elevados durante la serie 1961-1978 que durante 1978-1997. En el caso de las formas de relieve inferiores, *run-on*, la dinámica temporal del establecimiento *disperso* es distinta a la de los niveles superiores; durante la serie 1961-1978, se logra un incremento del área de cobertura mayor con un incremento en el número de polígonos relativamente inferior relativo al de la serie siguiente: 1978-1997. Es decir, para el área de cobertura el $\text{IRA}_{1961-1978} > \text{IRA}_{1978-1997}$ y para el número de polígonos el $\text{IRA}_{1961-1978} < \text{IRA}_{1978-1997}$.

Con respecto a la dinámica temporal de las precipitaciones que pudiera explicar la dinámica espacio-temporalmente diferenciable en la cobertura de leñosas arriba descrita se tiene que, con relación a la media de las precipitaciones para el lapso 1922-1997, los 38 años comprendidos entre 1960 y 1997 presentan una condición *más húmeda* que la registrada durante 1922-1959 (ver Figura III.27) y que se caracterizó por presentar una dinámica en las leñosas donde el incremento en la cobertura se lograba principalmente por el establecimiento *fusionado*. El análisis pluviométrico individual de las series que conforman estos 38 años, 1960-1978 y 1979-1997, señala que existe una tendencia temporal a un incremento en las precipitaciones donde es en la última de estas series (1979-1997) cuando se presenta la condición *más húmeda* relativa a la media, tanto para 1960-1997 como para el lapso completo, 1922-1997; seguida por la serie inmediata anterior 1960-1978.

Durante la serie 1960-1978, la dinámica temporal de la “entrada de las lluvias”, **TI**, presenta una gran variabilidad producto, inicialmente, de la alternancia de dos años no vinculados a pulsos que presentan anomalías de precipitación de valores extremos (negativo y luego positivo). Para el resto de **TI** la variabilidad se expresa a través de dos pulsaciones secas y una húmeda alternadas. Esto resulta en valores de anomalía próximos a una condición *normal* relativa a la media de los 76 años de registros pluviométricos. Durante la estación **HUMEDA**, la tendencia sostenida a un incremento de las precipitaciones se mantiene, pero a

partir de 1970 y por el resto de la serie, se presenta un pulso seco importante, afectando las precipitaciones de junio y julio. A pesar de esta variabilidad, la estación **HUMEDA** logra acumular una diferencia de la media positiva suficiente para que su condición pase de tener una condición, relativa a la media de 1922-1997, de *normal* a *húmeda*. Para la estación **HUMEDA**, el análisis base diaria de las precipitaciones arroja evidencias de un incremento en los días con precipitaciones así como una reducción en la frecuencia de “veranitos”. Para **T2**, a parte de la variabilidad que le inserta la presencia de algunos años húmedos presenta una condición relativa *seca*, especialmente en el mes de noviembre.

Con respecto a la última serie, 1979-1997, como se dijo, se presenta con la condición, relativa a la media de 1922-1997, *más húmeda* de las cuatro series consideradas en el estudio. Aún así, también presenta una dinámica temporal de las precipitaciones interestacional distintiva. **T1** inicia su dinámica en la serie con un importante pulso de años húmedos que se extienden hasta 1983, el cual genera una diferencia de la media positiva y suficiente para que, a pesar que el resto de la serie tienda a ser *seco*, **T1** adquiera una condición relativa a la media *húmeda* durante la serie completa. A pesar de presentar una mayor variabilidad en sus valores de anomalía, la estación **HUMEDA** se torna, relativo a 1960-1978, aún *más húmeda* durante 1979-1997. Al igual que para **T1**, la serie se inicia con un pulso de años húmedos importante; apenas tres de los años son realmente secos y el resto tiende a ser normales. El análisis en base diaria muestra evidencias de un incremento en los días con precipitaciones especialmente intensas para **T1**, así como un incremento en la frecuencia de “veranitos para la estación **HUMEDA**. Por otro lado, **T2** acentúa su condición relativa *más seca* durante esta serie donde apenas un pulso moderadamente húmedo le infiere variabilidad a esta tendencia.

El cambio en el régimen de precipitaciones durante el lapso 1960-1997, arriba descrito, debió generar un incremento espacialmente generalizado en el **ADP**, que pudo promover el aumento en el establecimiento de individuos aislados y de pequeños núcleos leñosos. Scalan y Archer (1991), en una simulación hecha para una sabana subtropical de *Prosopis*, también obtuvieron el establecimiento *disperso* de las leñosas como respuesta a una condición relativamente *más húmeda*. Durante la serie 1960-1978, el establecimiento *disperso* es más notorio en las formas de relieve más elevadas (*run-off*) que durante la condición pluviométrica relativamente *seca* (*ie.* menos húmeda) del lapso 1922-1960, tiempo en el cual se habían presentado los niveles más bajos de persistencia y/o fusión de las coberturas de poca extensión. Evidentemente, un incremento relativo en las precipitaciones se traduce en una

reducción generalizada del estrés hídrico, beneficiándose especialmente aquellas formas de relieve que presentan una menor capacidad temporal de retención de agua (*ie.* formas de relieve *run-off*). Pero a su vez, y dependiendo de la dinámica temporal intra e interanual del incremento en las precipitaciones, puede ocasionar también un exceso de agua en el suelo en los niveles inferiores. Según Sarmiento y Monasterio (1971) las formas de relieve ubicadas en la parte baja del gradiente de drenaje, al tener una mayor capacidad de retención de agua, pueden llegar a anegarse por breves periodos de tiempo. Un cambio en las precipitaciones a una condición relativamente *más húmeda* puede ocasionar una saturación hídrica desfavorable a las especies de leñosas que lograron establecerse en estas formas de relieve durante 1922-1960 cuando la oferta hídrica era menor, y en todo caso suficiente, para un adecuado funcionamiento fisiológico. De acuerdo a las observaciones de campo, la diversidad florística de leñosas que está presente en los *afloramientos* es baja. Una reducción en el estrés hídrico en los *afloramientos* puede ser percibida como una condición favorable por un grupo limitado de especies (*ie.* favorables para un mismo grupo funcional). Mientras que, el exceso de agua en los niveles inferiores sería percibido como desfavorable para las especies leñosas que habían logrado establecerse con anterioridad (*eg.* las siempreverdes) y favorable ahora para nuevos grupos funcionales (*eg.* las decíduas). Esta pudiera ser una explicación del comportamiento diferencial en el establecimiento *disperso* entre las formas *run-off* y *run-on* durante la serie 1960-1978: en las formas de relieve *run-on* el **IRA** para el número de polígonos es bajo con relación a las formas más elevadas posiblemente debido a que la nueva oferta de agua sería excesiva para las leñosas siempreverdes que habían logrado establecerse durante la condición menos húmeda de la serie temporal anterior, por lo que ocurre un descenso en el número de polígonos cuya cobertura está representada por leñosas de este grupo funcional; el **IRA** para el número de polígonos se mantiene positivo quizás a la conquista de nuevos espacios por parte de nuevos grupos funcionales de leñosas.

Algunos autores sostienen que un incremento en la cobertura a través de un establecimiento *disperso* de especies que ya se encuentran en el lugar está determinado por una supresión a la quema. Eiten (1972), por ejemplo, determinó que, luego de estar protegida del fuego durante 30 años y estar ubicada muy próxima a una formación boscosa, la vegetación de *cerrado* sujeta a su estudio, presentaba un incremento por establecimiento *disperso* por parte de las especies locales. San José y Fariñas (1983) obtienen resultados similares al comparar la cobertura de 1960 y 1977 y atribuyen su dinámica a los 16 años de

protección a las quemas. Ahora bien, su área de estudio está muy próxima a la nuestra, así como también se encuentra comprendida dentro de la *ventana de trabajo*, usada para nuestros análisis pluviométricos, y por tanto, comparten una misma dinámica histórica de las precipitaciones. Como se mencionó con anterioridad, nuestra área de estudio no presenta evidencias de algún manejo que haya originado un descenso en la frecuencia de quemas. Al compara estos resultados con los de San José y Fariñas (1983), obtenidos para el lapso 1960-1977, y para las mismas condiciones climáticas, el establecimiento *disperso* preferencial de especies locales ocurriría tanto en un escenario de quema como de protección a ésta, y en todo caso, en zonas con drenaje hídrico superficial dominante (*run-off*) con una condición hídrica relativamente *más húmeda*. De igual manera, y para las sabanas de Lamto en Costa de Marfil, los trabajos de Menaut (1977) (protección a la quema y pastoreo por 13 años) y Dauget y Menaut (1992) (sin protección a la quema y pastoreo), establecen que ante una condición *más húmeda* relativa a la media, la dinámica temporal del establecimiento *disperso* de las leñosas es similar. Silva *et al.* (2001), en un trabajo realizado en el área de estudio de San José y Fariñas (1983) y considerando también la dinámica de las leñosas entre 1960-1977, pero introduciendo nuevos tratamientos como parcelas con amplias historias de uso agrícola e intensidades de pastoreo y frecuencia de quemas, determinaron un incremento generalizado en la cobertura de leñosas para todos los tratamientos, demostrando que la quema y el pastoreo son apenas una parte del complejo sistema de factores interactuantes que afectan la estructura de las comunidades de las sabanas. Con respecto a la heterogeneidad espacial en la *disponibilidad de nutrientes para las plantas*, NDP, San José y Fariñas (1983) al observar que las leñosas que se establecían dispersas lograban una mayor altura que aquellas de las *matas*, y tomando en cuenta que el suelo de las *matas* es relativamente más rico que el de la sabana abierta (San José y García-Miragaya 1979), el establecimiento *disperso* en las sabanas no depende exclusivamente del NDP.

Con respecto a la dinámica espacio-temporal de la cobertura de leñosas durante la serie 1978-1997 se tiene ahora que, si bien el IRA para el número de polígonos, tanto para las formas de relieve *run-off* como *run-on*, presentan valores similares, refleja un incremento importante para las formas *run-on* con respecto a la serie anterior 1960-1978 (ver Tabla III.37). Para el área de cobertura, ambas formas presentan los valores de IRA más bajos para la serie completa: 1938-1997. Esta dinámica temporal en la cobertura de leñosas coincide con la serie pluviométrica relativamente *más húmeda*, pero también la más variable de las

consideradas. Una condición relativamente *más húmeda* generada por una gran variabilidad temporal de las precipitaciones, no se traduce necesariamente a la relación: *reducción del estrés hídrico* → *exceso de agua en el suelo*, en el gradiente altimétrico durante la serie anterior. La presencia de eventos relativamente *secos* (*ie.* menos húmedos) entre eventos efectivamente húmedos, que se generan por la variabilidad, pueden presentarse ahora como los lapsos más favorables para el establecimiento *disperso* de leñosas de diferentes grupos funcionales ($\uparrow \text{IRA}_{\text{número}}$). Así, esta variabilidad generaría condiciones suficientemente *húmedas*, en especial, en aquellas formas de relieve con una elevada capacidad de retención de agua. Obviamente, debido al excesivo drenaje de las formas más elevadas, la presencia de eventos relativamente *secos* (*ie.* menos húmedos) son desfavorables para el establecimiento *disperso* ($\downarrow \text{IRA}_{\text{número}}$), independientemente si se encuentra alternado con eventos relativamente *muy húmedos*. Se tiene, por ejemplo, que durante esta serie ocurre un incremento de los días con precipitaciones especialmente intensas, así como la frecuencia de días secos vinculados o no a “veranitos”. Esta concentración de las precipitaciones estaría afectando en forma diferencial las condiciones hídricas del suelo a lo largo del gradiente altimétrico presente en el área de estudio. Tanto San José y Fariñas (1991) como Silva *et al.* (2001), demuestran que especies tradicionalmente conocidas como “sensibles a la quema” y cuya ubicación estaba limitada a las formaciones boscosas evadiendo la distrofia de los suelos de la sabana abierta (*eg.* *Goðmania macrocarpa*, *Genipa caruto* y *Cochlospermum vitifolium*), logran establecerse de forma dispersa durante la serie 1978-1997. Con respecto a la supresión del establecimiento de plántulas de leñosas por parte de las gramíneas, San José y Fariñas (1983) no lo consideran como un factor limitante para el incremento en la cobertura de leñosas. Sugieren que es probable que ocurra una reducción temporal en la competencia entre las gramíneas y las plántulas y que la matriz de gramíneas pudiera ser un ambiente favorable para el establecimiento de plántulas después de todo.

Dinámica de las Galerías

En líneas generales, las galerías muestran una dinámica espacio-temporal de la cobertura dominada por el establecimiento por *fusión* (ver Tabla II.45). A diferencia de las formas de relieve arriba discutidas, la fusión ocurre en las galerías cuando la oferta hídrica presenta una condición relativamente *más húmeda*, como la que caracterizó las series 1961-1978 y 1978-1997. También a diferencia de las formas de relieve, la *fusión* ocurre cuando los polígonos de

leñosas especialmente extensos ($>10.000 \text{ m}^2$) crecen y fusionan a los más pequeños. Es decir, un cambio en las precipitaciones torne que la condición *más húmeda* con relación a la media pudiera estar homogeneizando el **ADP** a un nivel suficientemente elevado permitiendo el reemplazo directo de sabana por bosque. De acuerdo a la Figura II.52 se trata de un proceso que ocurre, no sólo en la zona de influencia directa del río, sino que puede extenderse cientos de metros de su cauce. El establecimiento disperso se presentó cuando la condición era relativamente *seca* o en todo caso *menos húmeda*: serie 1938-1961. Durante esta serie el **IRA** para el área de cobertura es más elevado. Esto pudiera responder a la disponibilidad de espacio que existía inicialmente a lo largo del cauce del río, lugar éste donde, frente a una condición climática relativamente *menos húmeda*, estarían concentradas las zonas con un **ADP** más favorable. La gradual saturación de los espacios a lo largo del río y un posterior cambio de las precipitaciones a una condición relativamente *más húmeda*, estarían determinando el establecimiento por *fusión*. Diferencias en los valores temporales de los **IRA** (número y área) entre las galerías y los islotes de bosque ubicados en las formas de relieve, pudieran ser evidencia que sus dinámicas están determinadas por la presencia de leñosas de grupos funcionales distintos. Sobre esto, estudios de campo muestran que, para una misma forma de relieve, y a diferencia de los islotes de bosque, las galerías por lo general no presentan un cinturón de especies piroresistentes.

Variables Macroclimáticas

El presente estudio arroja evidencias de una relación significativa entre la dinámica temporal de las precipitaciones y la de las variables macroclimáticas (*IM*). Se tiene por ejemplo, que las pulsaciones de años secos que se presentaron durante la estación **HUMEDA**, registradas entre 1922-1940, y que tornó esta primera serie a condición relativamente *seca* (*ie.* menos húmeda), se correlacionan con un calentamiento de las aguas superficiales del Pacífico (**N34**). Durante la siguiente serie, 1941-1959, la reducción de las precipitaciones en **T2** parece estar relacionada, además de la presencia de aguas cálidas en la región **N34**, a un “pulso cálido” en las temperaturas tanto de la región **TROPICO 20-20** como **GLOBAL**; y el incremento de las precipitaciones en **T1** se relacionaría a la presencia de aguas superficiales cálidas del *Atlántico Norte Tropical* (**NATL**). Según Martelo (2002), la condición relativamente *normal* que presentan las precipitaciones durante la temporada de lluvias de la década 1951-1960 se debe a la combinación de aguas cálidas en **NATL** (temporada lluviosa

más lluviosa), a un **N34** variable y a un **SOI** tipo Niña (menos lluvias intensas). Para la serie 1960-1978, el calentamiento de las aguas superficiales en el *Atlántico Norte Tropical* (**NATL**) habría ocasionado un incremento en los días con precipitaciones y una disminución en la frecuencia de “veranitos”, y por consiguiente, en una situación sensiblemente más húmeda tanto para la “entrada de lluvias”, **TI**, como para la estación **HUMEDA**. El pulso seco que se presenta en la serie a partir de 1970 parece estar relacionado, además de a un enfriamiento en **NATL**, a un calentamiento de las regiones **SATL** y **NAN**; situación que habría incrementado la frecuencia de días secos, especialmente de aquellos vinculados a “veranitos”. Las *IM* que mejor logran explicar la dinámica de las precipitaciones durante la última serie, 1979-1997, son las de las regiones **NATL**, **SATL** y **N34**. En el caso de **TI**, la combinación de aguas cálidas en el *Atlántico Norte Tropical* y frías en el *Atlántico Sur Tropical* resultan en una correlación positiva con un incremento en las precipitaciones; esta situación en las *IM* habría generado un aumento en los días con precipitaciones intensas y una reducción de los días secos, específicamente los veranitos. Durante 1979-1997, las aguas en **N34** fueron especialmente cálidas, resultando en un incremento contingente de las precipitaciones en **TI** y en un aumento en la variabilidad para la estación **HUMEDA** por la presencia los años secos o años NIÑO. En el caso de **TI**, el resultado se obtiene a través de un incremento de los días con precipitaciones intensas, y para **HUMEDA** por la presencia de “veranitos”. Sobre la dinámica temporal de las precipitaciones durante las series 1981-1990 y 1991-1998, Martelo (2002) las relaciona a una mayor variabilidad en las anomalías de **NATL** y **N34**.

En las secciones anteriores hemos logrado identificar a la variabilidad temporal de las precipitaciones como un importante determinante de la fitofisionomía histórica de las sabanas estacionales. Sin embargo, y tomando en cuenta que hemos analizado sólo un pequeño grupo de *IM*'s, sería arriesgado afirmar que la dinámica temporal de las anomalías en las *IM* seleccionadas es responsable a su vez de la dinámica espacio-temporal de las leñosas. Esto requeriría primero de un entendimiento razonable de la complejidad del sistema climático a través sus teleconexiones, de la resiliencia de las interrelaciones y de las tendencias al cambio.

Tabla IV.2. Dinámica temporal del área de cobertura de leñosas para las diferentes formas de relieve y del *incremento relativo anual (IRA)* (datos según Tablas II.26 a la II.34, II.36 y II.45) con respecto a la condición climática estacional dominante, definida según la diferencia acumulada de las precipitaciones respecto a la media del lapso; en azul condición húmeda, en rojo condición seca. La descripción de las formas de relieve se tiene en la Tabla II.1 y la de las fases en la Tabla II.6.

| | | Area de polígonos | | | | | | | | Condición climática del lapso | | | | | | |
|-------------------------------------|------|-------------------|---------|----------|-----------|-----------|-------|-------|--|-------------------------------|--|--|------|----|--------|----|
| | | Fase-I | Fase-II | Fase-III | Bosque | Total | | | | | | | SECA | T1 | HUMEDA | T2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1938 | 75.674 | 68.504 | 58.911 | 287.870 | 490.959 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 85.058 | 165.371 | 96.770 | 510.192 | 857.391 | 3,25 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 125.578 | 178.288 | 154.712 | 673.495 | 1.132.073 | 1,88 | 2,90 | | | | | | | | |
| | 1997 | 188.356 | 169.587 | 156.259 | 817.809 | 1.332.011 | 0,93 | | | | | | | | | |
| A _I | 1938 | 8.236 | 1.495 | 0 | 0 | 9.731 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 7.397 | 4.186 | 0 | 0 | 11.583 | 0,83 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 18.024 | 6.107 | 0 | 0 | 24.131 | 6,37 | 4,12 | | | | | | | | |
| | 1997 | 26.788 | 6.626 | 0 | 0 | 33.414 | 2,02 | | | | | | | | | |
| A _{II} | 1938 | 2.900 | 181 | 0 | 0 | 3.081 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 3.582 | 3.454 | 0 | 0 | 7.036 | 5,58 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 5.973 | 2.516 | 0 | 0 | 8.489 | 1,21 | 3,28 | | | | | | | | |
| | 1997 | 6.603 | 2.438 | 0 | 0 | 9.041 | 0,34 | | | | | | | | | |
| A _{III} | 1938 | 5.332 | 10.041 | 6.205 | 0 | 21.578 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 4.830 | 18.025 | 9.429 | 0 | 32.284 | 2,16 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 7.811 | 19.139 | 11.889 | 0 | 38.839 | 1,01 | 2,30 | | | | | | | | |
| | 1997 | 13.016 | 23.268 | 14.599 | 0 | 50.883 | 1,81 | | | | | | | | | |
| LL _I | 1938 | 12.515 | 8.571 | 4.337 | 0 | 25.423 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 10.862 | 16.170 | 6.292 | 0 | 33.324 | 1,35 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 16.211 | 20.983 | 11.102 | 0 | 48.296 | 2,64 | 2,06 | | | | | | | | |
| | 1997 | 25.169 | 14.995 | 16.168 | 0 | 56.332 | 0,88 | | | | | | | | | |
| LL _{II} | 1938 | 30.179 | 22.375 | 12.739 | 100.199 | 165.492 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 33.393 | 58.425 | 37.839 | 131.232 | 260.889 | 2,51 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 42.743 | 59.428 | 45.755 | 197.489 | 345.415 | 1,91 | 2,06 | | | | | | | | |
| | 1997 | 62.537 | 56.729 | 60.803 | 186.578 | 366.647 | 0,32 | | | | | | | | | |
| LL _{III} | 1938 | 11.255 | 17.514 | 23.660 | 187.671 | 240.100 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 15.568 | 45.498 | 20.693 | 363.909 | 445.668 | 3,72 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 18.950 | 43.274 | 37.556 | 436.813 | 536.593 | 1,20 | 2,90 | | | | | | | | |
| | 1997 | 30.267 | 42.543 | 38.114 | 540.504 | 651.428 | 1,13 | | | | | | | | | |
| LL _{IV} | 1938 | 2.583 | 2.764 | 0 | 0 | 5.347 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 6.959 | 9.846 | 8.326 | 0 | 25.131 | 16,09 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 11.266 | 17.691 | 27.341 | 0 | 56.298 | 7,30 | 18,36 | | | | | | | | |
| | 1997 | 17.213 | 12.279 | 5.975 | 27.783 | 63.250 | 0,65 | | | | | | | | | |
| A _r -LL _I | 1938 | 2.268 | 2.238 | 0 | 0 | 4.506 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 2.159 | 5.222 | 0 | 0 | 7.381 | 2,77 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 4.314 | 6.769 | 1.557 | 0 | 12.640 | 4,19 | 7,32 | | | | | | | | |
| | 1997 | 6.263 | 8.554 | 9.153 | 0 | 23.970 | 4,72 | | | | | | | | | |
| A _{III} -LL _{III} | 1938 | 406 | 3.324 | 11.970 | 0 | 15.700 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 309 | 4.546 | 14.191 | 15.051 | 34.097 | 5,09 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 285 | 3.381 | 19.513 | 39.192 | 62.371 | 4,88 | 6,62 | | | | | | | | |
| | 1997 | 498 | 2.159 | 11.447 | 62.944 | 77.048 | 1,24 | | | | | | | | | |
| | 1938 | 1.803 | 65.851 | 313.844 | 1.133.963 | 1.515.461 | | | | | | | | | | |
| | 1961 | 2.098 | 83.760 | 613.120 | 2.624.110 | 3.323.088 | 5,19 | | | | | | | | | |
| | 1978 | 1.300 | 56.990 | 490.820 | 3.589.322 | 4.138.432 | 1,44 | 4,20 | | | | | | | | |
| | 1997 | 1.115 | 37.741 | 498.174 | 4.732.782 | 5.269.812 | 1,44 | | | | | | | | | |

IV.2. Conclusiones Generales

A la escala del presente trabajo, la sabana estacional estudiada se presenta como un sistema inestable. Esta condición viene dada por una tendencia temporal lineal significativa al incremento en la cobertura de leñosas y es explicada por la variabilidad histórica de las precipitaciones. Para el sistema sabánico, las variaciones en las precipitaciones observadas habrían resultado en un mejoramiento en el balance hídrico suficiente para sobrellevar limitaciones impuestas por la heterogeneidad del sustrato.

Este incremento en la cobertura de leñosas es temporalmente diferenciable y se obtiene a través de la secuencia de dos procesos distintos, no excluyentes: primero, por la *fusión* o coalescencia de núcleos leñosos de poco porte que pasan a formar polígonos de cobertura de un tamaño superior; y luego, por el establecimiento *disperso* de pequeños núcleos leñosos incrementando al final los valores de las variables poligonales de las primeras clases de tamaño.

La tendencia lineal significativa al incremento que presenta la cobertura de leñosas a lo largo de la serie considerada sugiere que las sabanas estacionales son ecosistemas que no están en equilibrio con las condiciones actuales del medio, y su presencia pudiera interpretarse como formaciones relictuales desarrolladas bajo climas del pasado reciente y actualmente en vías de ser reemplazadas por ecosistemas correspondientes a nuevos escenarios de precipitaciones. Con una fisionomía original de *sabana parque*, las sabanas pasaron a una de *sabana arbolada*; de continuar las tendencias actuales, las leñosas ocuparían todos los espacios, tornándose las sabanas estacionales en *sabanas cerradas* o *woodlands*. En el caso de las galerías, la matriz de gramíneas cedería sus espacios a través de una conversión directa a bosque. Esta conversión histórica de la fitofisionomía de las sabanas estacionales estaría facilitada por la presencia de una diversidad específica y funcional capaz de sobrellevar cambios en las condiciones climáticas.

Los resultados muestran evidencias que el clima del sistema sabánico neotropical pudiera estar interactuando y ser sensible a la dinámica de variables externas como las temperaturas superficiales del mar, específicamente a aquellas de la región del *Atlántico Tropical* y del *Pacífico Ecuatorial*. Los registros históricos de anomalías en estas variables macroclimáticas se correlacionaron a la dinámica temporal de las precipitaciones; esto a través

de afectaciones potenciales a la frecuencia de días con precipitaciones de diversa intensidad y a la ocurrencia de “veranitos”. Aún así, el elevado grado de incertidumbre sobre los procesos espacio-temporales que rigen la dinámica de las teleconexiones no permite una predicción directa confiable de los impactos de las tendencias al cambio detectadas en el sistema atmósfera/océano global sobre los procesos ecológicos específicos de las sabanas estacionales.

Las prácticas de manejo y conservación de las sabanas estacionales del Neotrópico deben estar en concordancia, en el corto y mediano plazo, con el hecho que se tratan de sistemas inestables y dinámicos; y estar orientadas hacia la preservación de la tendencia natural del cambio y de la capacidad de respuesta que han demostrado ante la variabilidad climática histórica. Aquí, deberán considerarse también información sobre la diversidad específica y funcional de las especies vegetales presentes en el sistema sabánico y de los efectos en los cambios en el uso de la tierra, específicamente en lo que respecta a frecuencia e intensidad de las quemas, intensidad del pastoreo y extracción selectiva o masiva de especies forestales. En el largo plazo, las prácticas de manejo y conservación deberán incorporar el conocimiento sobre nuevos estudios de la dinámica ecológica a través de una ampliación de la escala espacio-temporal de trabajo; así como el de los avances en las tendencias del cambio climático con respecto a su dirección y su velocidad de cambio; es decir: ¿será mas seco o más húmedo el clima futuro para las sabanas estacionales? y ¿este cambio, se alcanzaria de forma gradual o abrupta?

III.5. Bibliografía

- Archer, S., C. Scifres, C.R. Bassham y R. Maggio. 1988. Autogenic succession in a subtropical savanna: conversion of grassland to thorn woodland. *Ecological Monographs*, 58:111-127.
- Briceño, T. 1985. *La ganadería en Los Llanos centro-occidentales venezolanos 1910-1935*. Estudios, Monografías y Ensayos N° 69. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia. Caracas. p275.
- Carvalho, G. 1985. *El Hato venezolano 1900-1980*. Fondo Editorial Tropykos. Caracas. p172.
- Dauget, J.M. y J.C. Menaut. 1998. Evolution sur 20 ans d'une parcelle de savana boisée non protégée du feu dans la réserve de Lamto (Côte-d'Ivoire). *Candollea*, 47:621-630.
- Eiten, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical review*, 38:201-341.
- Farji-Brener, A.G. 1992. *Dinámica de islas boscosas en una sabana-parque: La actividad de las Attini (Hymenoptera, Formicidae) y su relación con la invasión de leñosas*. Tesis de Maestría. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. 66p.
- Martelo, M.T. 2002. Influencia de las Variables Macroclimáticas en el Clima de Venezuela. *Trabajo de Ascenso del Instituto de Ingeniería*. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. p192.
- Medina, E. y J.F. Silva. 1990. The savannas of northern South America: a steady state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. *Journal of Biogeography*, 17:403-413.
- Menaut, J.C. 1977. Evolution of plots protected from fire since 13 years in a Guinea savanna of Ivory Coast. *Actas del II Simposio de Ecología Tropical*. Tomo II, Panamá. pp541-558.
- Páez, R. 1862. *Escenas rústicas en Sur América o la vida en Los Llanos de Venezuela*. Ediciones Centauro. Caracas p386.
- Rodríguez-Mirabal, A.C. 1987. *La formación del latifundio en Los Llanos de Apure: 1750-1800*. Estudios, Monografías y Ensayos N° 69. Biblioteca de la Academia Nacional de la Historia. Caracas. p371.
- San José, J.J. y J. García-Miragaya. 1979. Contenido de nutrientes en el suelo y en la fitomasa de comunidades de la sabana de *Trachypogon*, calabozo, Venezuela. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales*, 136:114-122.
- San José, J.J. y M. Fariñas. 1991. Temporal changes in the structure of a *Trachypogon* savanna protected for 25 years. *Acta Oecologica*, 12:237-247.
- San José, J.J. y M.R. Fariñas. 1983. Changes in tree density and species composition in a protected *Trachypogon* savanna, Venezuela. *Ecology*, 64:447-453.
- San José, J.J., M.R. Fariñas y J. Rosales. 1991. Spatial patterns of trees and structuring factors in a *Trachypogon* Savanna of the Orinoco Llanos. *BIOTROPICA*, 23:114-123.
- Sarmiento, G. y M. Monasterio. 1971. *Ecología de las sabanas de América Tropical: Análisis macroecológico de Los Llanos de Calabozo, Venezuela*. Cuadernos Geográficos N° 4. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. 127p.
- Sarmiento, G. y M. Monasterio. 1983. Life forms and phenology. In: *Ecosystems of the World: Tropical savannas*. Bouliere, F. (Ed.). Elsevier. Amsterdam. p79-108.
- Sarmiento, G., G. Goldstein y F. Meinzer. 1985. Adaptive strategies of woody species in neotropical savannas. *Biology Review*, 60 315-355.
- Scalan, J.C. y S. Archer. 1991. Simulated dynamics of succession in a North American subtropical *Prosopis* savanna. *Journal of Vegetation Science*, 2:625-634.
- Silva, J.F., A. Zambrano y M.R. Fariñas. 2001. Increase in the woody component of seasonal savannas under different fire regimes in Calabozo, Venezuela. *Journal of Biogeography*, 28:977-983.

ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES

| | |
|-------------------------|--|
| ADP | Agua Disponible para las Plantas |
| A_I | Afloramiento Alto – <i>forma geomorfológica</i> |
| A_{II} | Afloramiento Medio – <i>forma geomorfológica</i> |
| A_{III} | Afloramiento Bajo – <i>forma geomorfológica</i> |
| ANOVA | Análisis de Varianza |
| C-Bosque | Clase <i>Bosque</i> – <i>clase de tamaño de cobertura de leñosas</i> |
| CGCR | <i>Committee on Global Climate Research</i> |
| CHDGC | <i>Committee on the Human Dimensions of Global Change</i> |
| C-I | Clase I – <i>clase de tamaño de cobertura de leñosas</i> |
| C-II | Clase II – <i>clase de tamaño de cobertura de leñosas</i> |
| C-III | Clase III – <i>clase de tamaño de cobertura de leñosas</i> |
| CÑE | Caño Encauzado – <i>forma geomorfológica</i> |
| DD pp | Días de precipitación ≥ 1 mm |
| DS nv | Días secos (sin pp ≥ 1 mm) no vinculados a <i>veranitos</i> |
| DS ver | Días secos (sin pp ≥ 1 mm) vinculados a <i>veranitos</i> |
| ENSO | El Niño Oscilación Sur – <i>El Niño Southern Oscillation</i> |
| GLOBAL | Temperatura global - <i>variable macroclimática</i> |
| IPCC | <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> |
| IRA | Incremento Relativo Anual |
| IVGSB | Instituto Venezolano de Geografía “Simón Bolívar” - <i>Venezuela</i> |
| LAT | Latitud |
| LL_I | Canal de Explayamiento – <i>forma geomorfológica</i> |
| LL_{II} | Abanico de Explayamiento – <i>forma geomorfológica</i> |
| LL_{III} | Llanura Coluvial – <i>forma geomorfológica</i> |
| LL_{IV} | Llanura de Erosión – <i>forma geomorfológica</i> |
| LON | Longitud |
| MARN | Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales - <i>Venezuela</i> |
| N34 | Región Niño 3.4 - <i>variable macroclimática</i> |
| NAN | Norte del Atlántico Norte - <i>variable macroclimática</i> |
| NAO | Oscilación del Atlántico Norte – <i>North Atlantic Oscillation - variable macroclimática</i> |
| NATL | Atlántico Norte Tropical – <i>variable macroclimática</i> |
| NDP | Nutrientes Disponible para las Plantas |
| NPI | Índice del Pacífico Norte – <i>North Pacific Index - variable macroclimática</i> |
| NRC | <i>National Research Council</i> |
| ns | No Significativo |

| | |
|----------------------|--|
| PCVDCTS | <i>Panel on Climate Variability on Decade-to-Century Time Scales</i> |
| PDO | Oscilación Decadal del Pacífico - <i>variable macroclimática</i> |
| PNAG | Parque Nacional Aguaro-Guariquito - <i>Venezuela</i> |
| SATL | Atlántico Sur Tropical – <i>variable macroclimática</i> |
| SIG | Sistema de Información Geográfico |
| SOI | Índice de Oscilación Sur – <i>Southern Oscillation Index - variable macroclimática</i> |
| SSP | Presión Atmosférica a Nivel del Mar – <i>Sea Surface Pressure</i> |
| SST | Temperatura Superficial del Mar – <i>Sea Surface Temperature</i> |
| THC | Circulación Termohalina – <i>Thermohaline Circulation</i> |
| TROPICO 20-20 | Región entre 20°N y 20°S - <i>variable macroclimática</i> |
| UM | Unidad de Muestreo |
| USB | Universidad Simón Bolívar - <i>Venezuela</i> |
| UTM | Transversa Universal de Mercator - <i>Universal Transverse Mercator</i> |
| ZCIT | Zona de Convergencia Intertropical – <i>Intertropical Convergence Zone</i> |