

**Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and  
La Niña Events**

ALICE M. GRIMM

*Department of Physics, Federal University of Parana, Curitiba, Brazil, and  
International Research Institute for Climate Prediction, Lamont-Doherty Earth Observatory, Palisades, New York*

VICENTE R. BARROS AND MOIRA E. DOYLE

*Department of Atmospheric Sciences, University of Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina*

(Manuscript received 12 May 1998, in final form 17 February 1999)

# Introdução

- O sul da América do Sul (SSA), que compreende o sul do Brasil, Argentina, Chile, Uruguai e Paraguai, é uma das regiões extratropicais mais afetadas pelos eventos de El Niño (EN) e La Niña (LN).
- Estudos anteriores sobre anomalias de precipitação relacionadas à eventos EN e LN na SSA forneceram informações sobre vários aspectos do impacto desses eventos na SSA, bem como descrições detalhadas do impacto em determinadas regiões.
- No entanto, a escassez de dados ou falhas de dados em certas regiões, as diferenças de metodologia e o foco regional de alguns estudos dificultam a formação de um painel mais geral do impacto dos eventos EN-LN na SSA.

# Objetivo

Com base em um amplo conjunto de dados, o objetivo deste trabalho é fornecer uma visão geral das anomalias de precipitação associadas aos vários estágios dos eventos EN e LN em todo o SSA, e associá-las às anomalias de circulação produzidas nesses eventos. A intenção é complementar os estudos anteriores, estendendo a cobertura dos dados, a resolução no tempo e o período de análise dentro do ciclo desses eventos.

# Estrutura

- 2. Resultados de alguns estudos anteriores;
- 3. Dados e aspectos climáticos;
- 4. Metodologia;
- 5. Resultados;
  - a. Análise harmônica e regiões coerentes;*
  - b. Análise sazonal conjunta da precipitação e circulação;*
- 6. Anomalias de circulação e regionalização de anomalias de chuva;
- 7. Resumo e considerações finais;

## 2. Resultados de alguns estudos anteriores

## 2. Dados e aspectos climáticos

### Dados:

- Dados de precipitação mensal de 134 estações na Argentina, Brasil, Chile, Uruguai e Paraguai para o período de 1956 a 1992;
- O banco de dados para a análise de circulação é a reanálise do NCEP para o período de 1963 a 1992;
- Os anos de episódios de EN e LN incluídos neste estudo seguem os mesmos critérios de Grimm et al. (1998) e indicam o início dos episódios (tabela 1);

TABLE 1. List of El Niño and La Niña episodes included in this study.

El Niño years	1957, 1963, 1965, 1969, 1972, 1976, 1979, 1982, 1986, 1991
La Niña years	1956, 1964, 1970, 1971, 1973, 1975, 1985, 1988

# Aspectos climáticos

- Principais sistemas (sinóticos e estacionários) e variáveis, processos, ciclos...

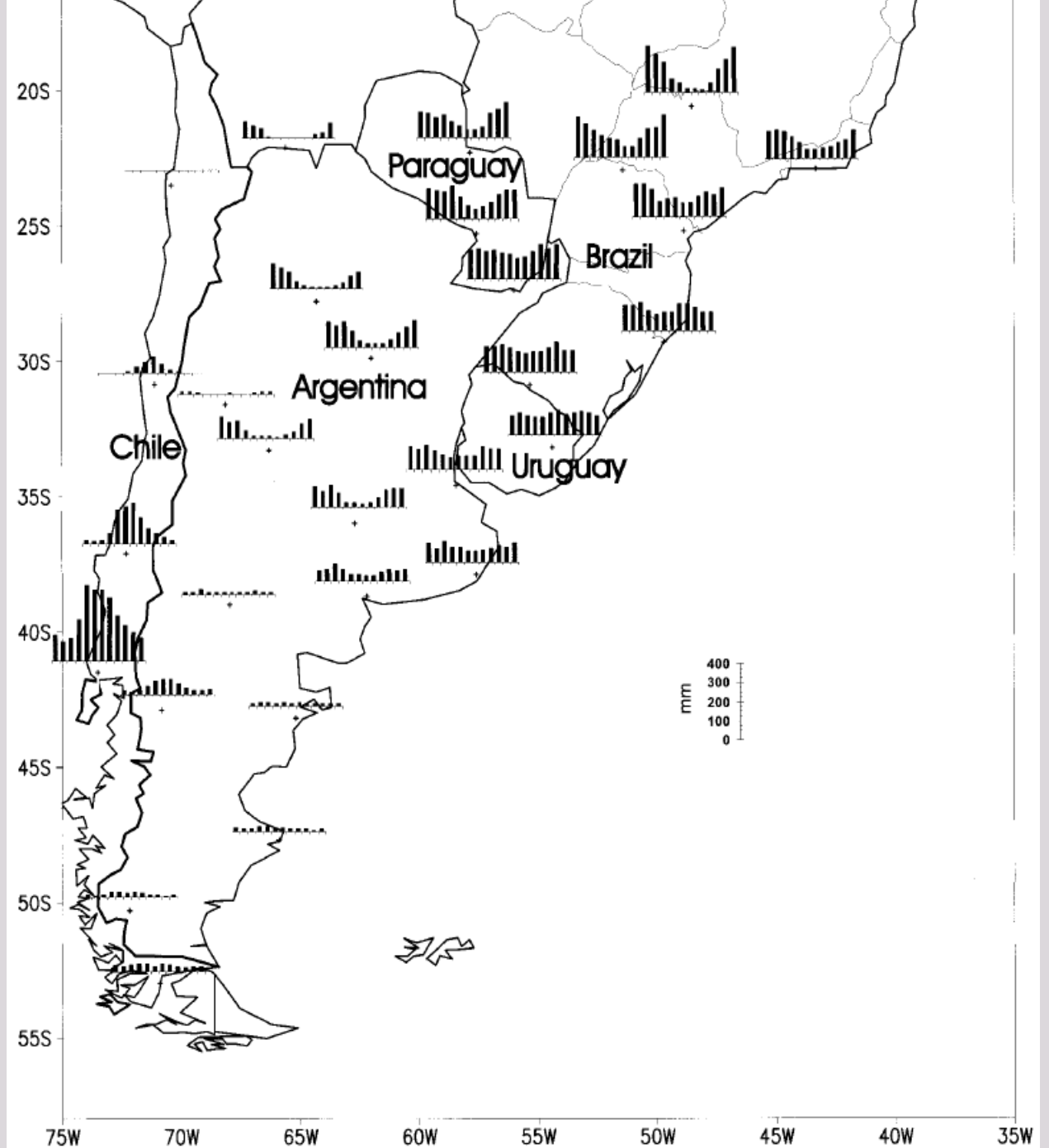


FIG. 1. Precipitation regimes of southern South America.

## 5. Resultados:

*a. Análise harmônica e regiões coerentes*



Figuras 2 e 3 representam o primeiro harmônico ajustado à precipitação percentual composta em cada estação para o período de 24 meses, de julho do ano anterior a junho do ano após um episódio.

- As regiões coerentes são caracterizadas pela similaridade do ângulo de fase dos vetores;
- Máximo do primeiro harmônico do inverno do ano (0) para o inverno do ano (+)?, com ocorrência mais frequente durante a primavera-verão do ano (0);
- Nem sempre o máximo do primeiro harmônico indica o tempo real da anomalia máxima;
- Tamanho dos vetores: confirmam a conclusão de Grimm et al. (1998): na SSA a área de maior impacto dos eventos de EN na precipitação é o sul do Brasil.

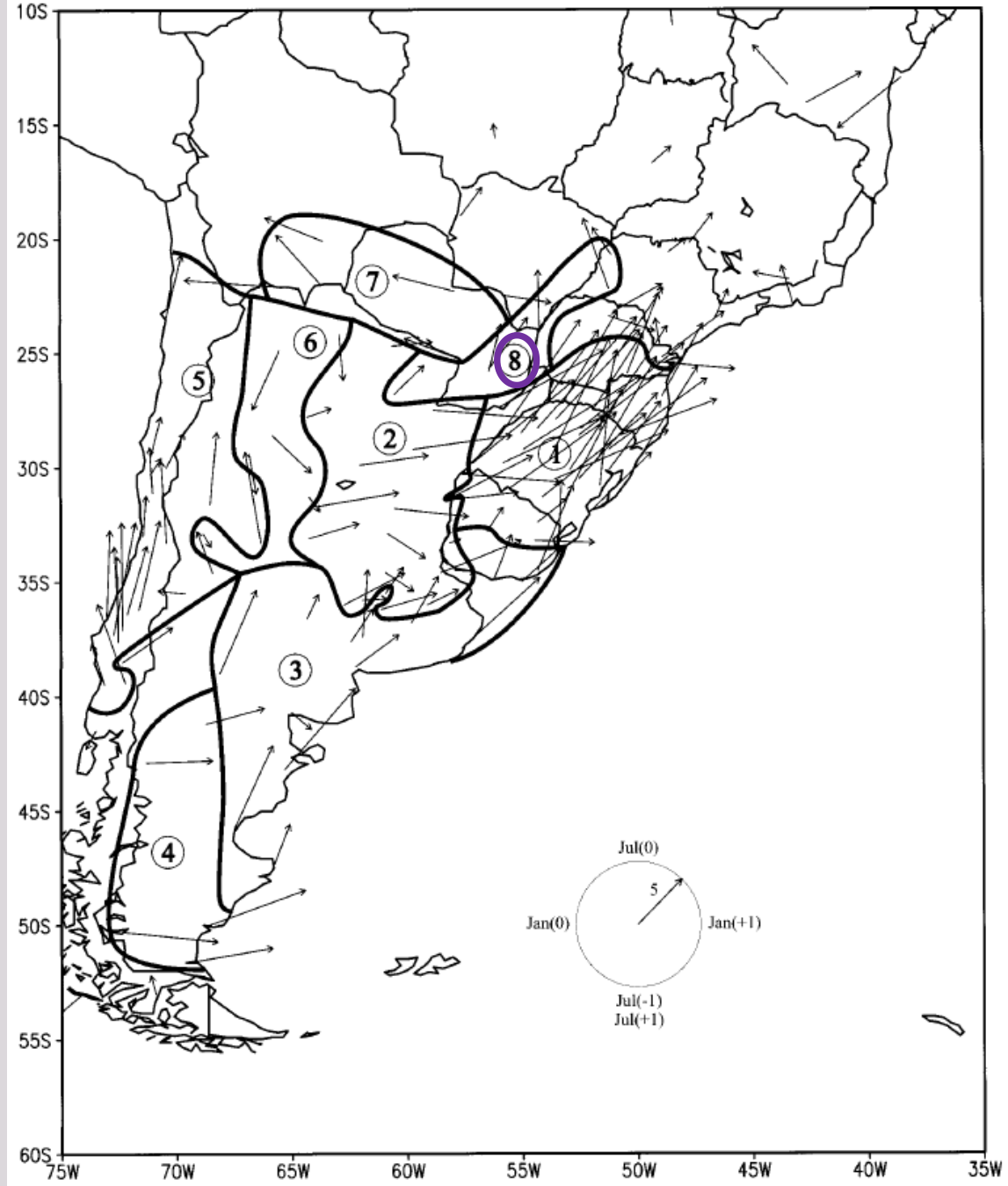


FIG. 2. Amplitudes and phases of the first harmonic fitted to composites of monthly percentile ranks of precipitation for El Niño events, in the biennia from the Jul before to the Jun after the events. The phases and magnitudes of the vectors are indicated by the "vector clocks." The phases refer to the maximum of the first harmonic. Spatially coherent regions are numbered.

- Fortes anomalias durante a primavera dos anos do LN em todo o sul do Brasil,
- O mínimo do primeiro harmônico ocorre apenas no intervalo de ago(0) e dez(0) a com exceção da região 6;
- As regiões EN e LN são aproximadamente semelhantes, especialmente a região 5;
- O máximo do primeiro harmônico no caso EN difere em no máximo um mês do mínimo do LN. Isso significa que nessas regiões as anomalias de precipitação geralmente apresentam sinais opostos ao longo dos ciclos EN e LN, indicando um grande grau de linearidade na resposta a esses eventos.

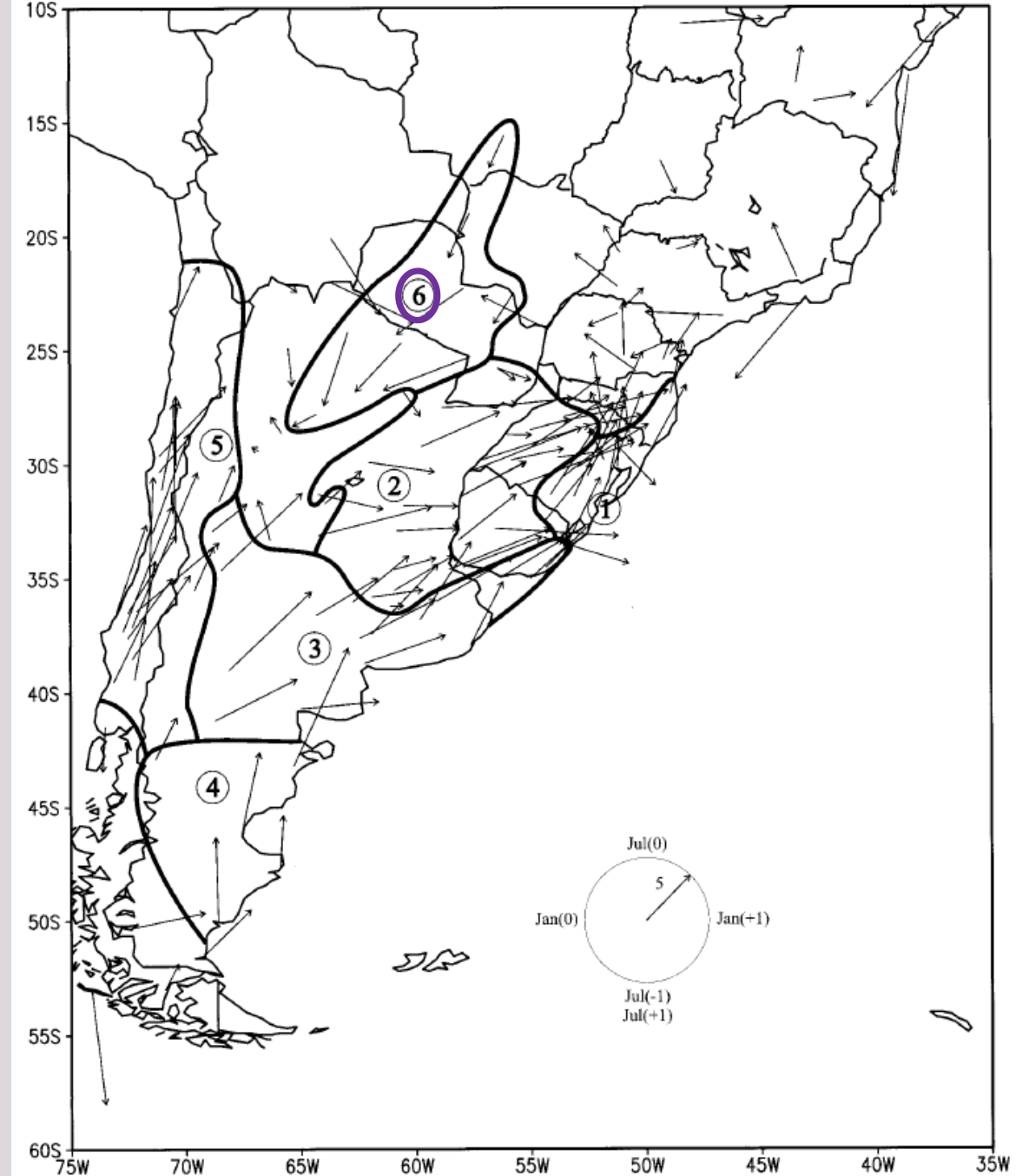


FIG. 3. Amplitudes and phases of the first harmonic fitted to composites of monthly percentile ranks of precipitation for La Niña events, in the biennia from the Jul before to the Jun after the events. The phases and magnitudes of the vectors are indicated by the vector clock. The phases of the vectors refer to the minimum of the first harmonic. Spatially coherent regions are numbered.

## *a. Análise harmônica e regiões coerentes*

- Compósitos agregados de eventos de La Niña e El Niño em termos de percentis médios para cada região coerente das Fig. 2 e 3, durante o período de 36 meses centrado no ano dos eventos;
- Para verificar se as anomalias médias durante os eventos EN e LN em cada região ocorrem consistentemente durante esses eventos, a significância estatística (método próprio) é aplicada sistematicamente às temporadas de três meses.

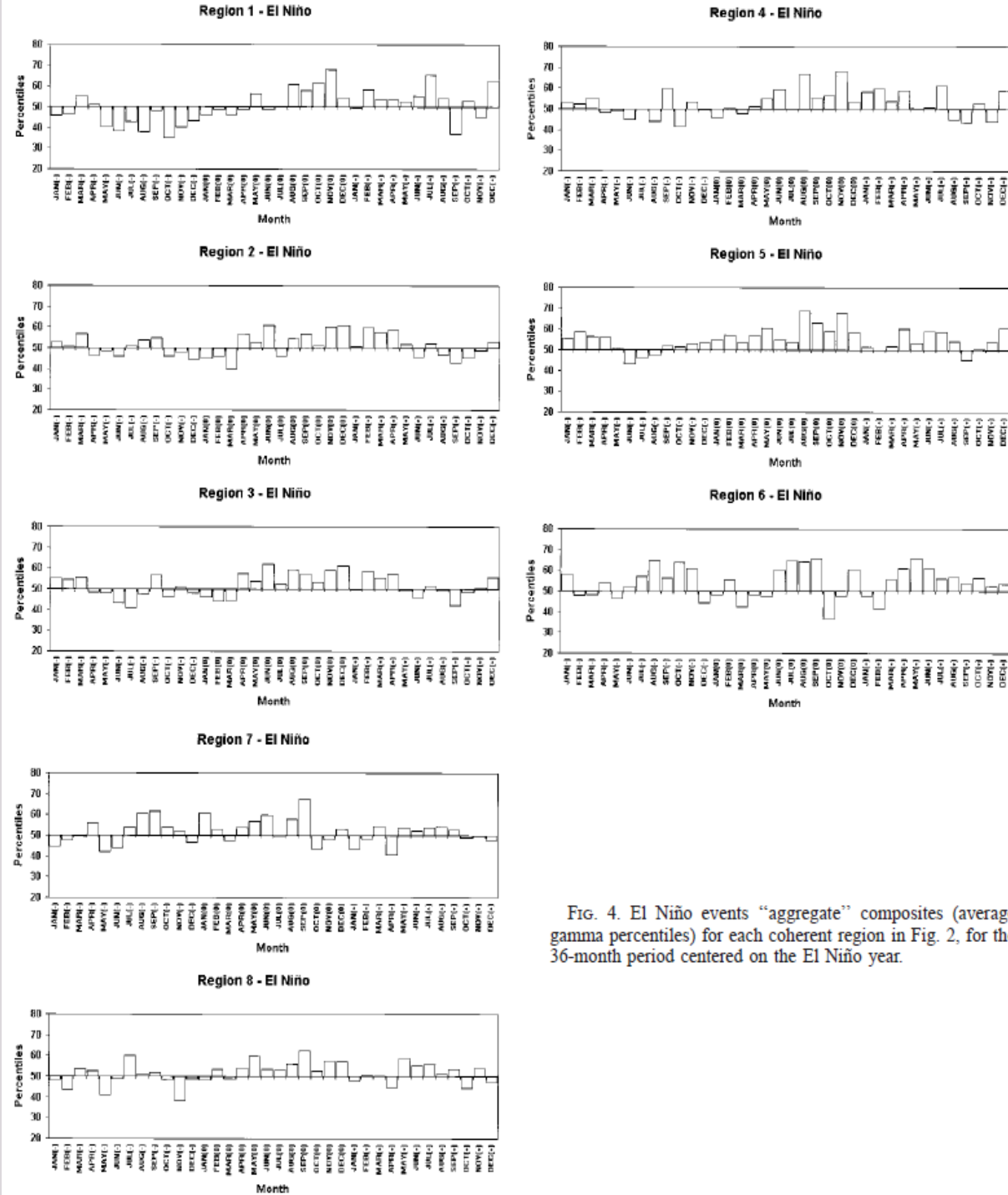


FIG. 4. El Niño events “aggregate” composites (average gamma percentiles) for each coherent region in Fig. 2, for the 36-month period centered on the El Niño year.

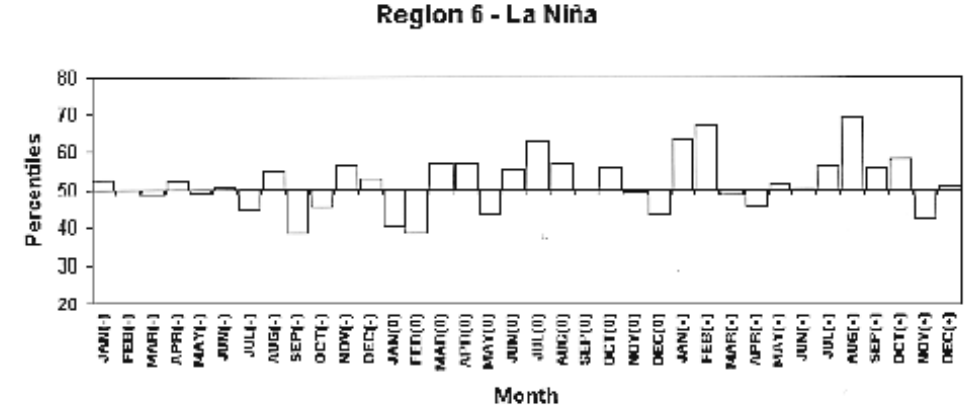
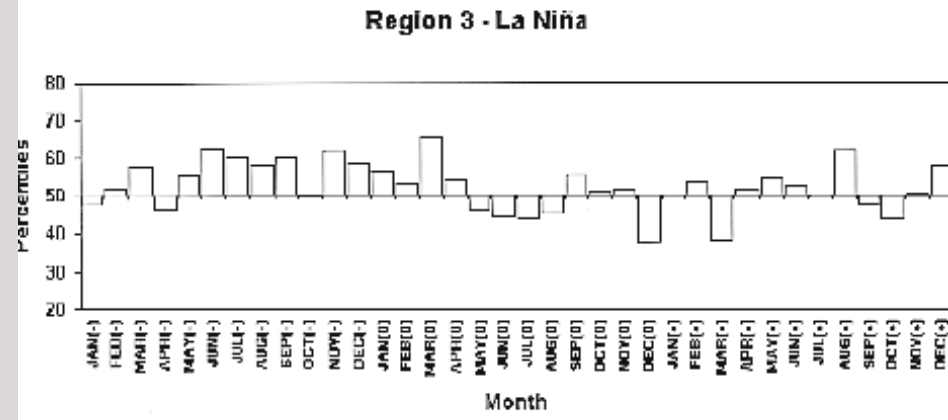
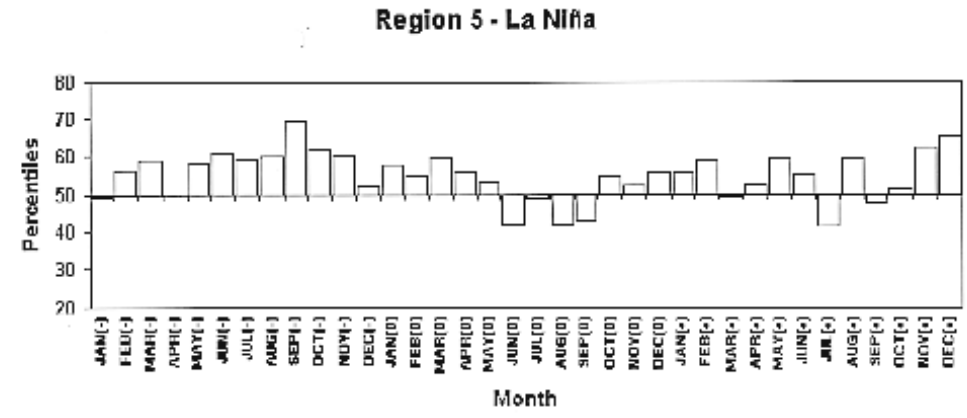
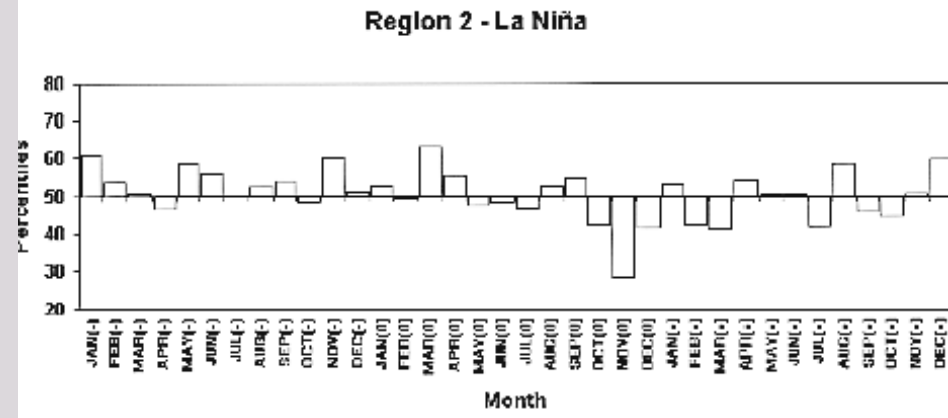
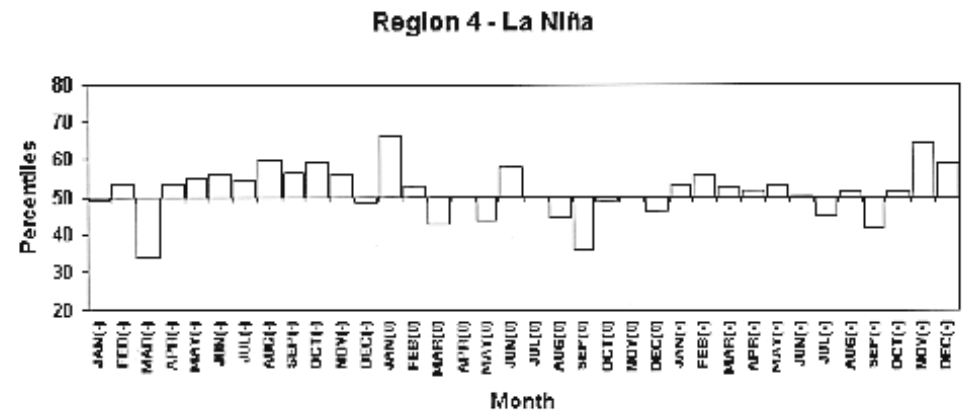
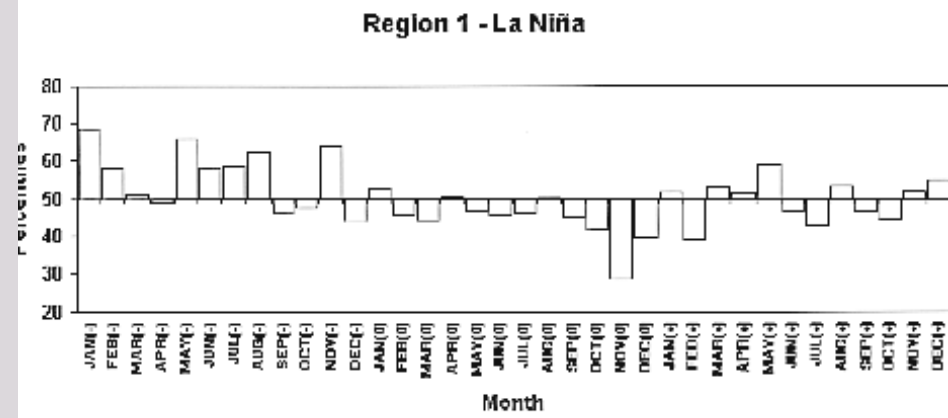


FIG. 5. La Niña events aggregate composites (average gamma percentiles) for each coherent region in Fig. 3, for the 36-month period centered on the La Niña year.

# *a. Análise harmônica e regiões coerentes*

## Resultados

- Sul do Brasil (região 1) apresenta distribuição de anomalias bastante semelhante ao longo dos eventos de EN à da região 1 de Grimm et al. (1998).
- O noroeste do Uruguai (região 1) apresenta fortes anomalias positivas durante a primavera do ano EN e também anomalias positivas consistentes no outono-inverno do ano seguinte. No entanto, o sudeste do Uruguai (região 3) apresenta anomalias positivas mais fracas durante a primavera do ano EN e nenhuma anomalia consistente durante o outono-inverno do ano seguinte. Esse comportamento geral concorda com os resultados de Pisciottano et al. (1994).
- As anomalias positivas significativas de chuva na maior parte da SSA durante a primavera de anos de EN e no Chile durante o inverno e a primavera, mostradas neste estudo, são visíveis em Aceituno (1988).

## *b. Análise sazonal conjunta da precipitação e circulação*

Anomalias de precipitação em eventos EN e LN:

- disponibilidade de vapor de água,
- dinâmica que leva a movimentos verticais e a estabilidade vertical do ar,
- ambos

Na SSA, os principais processos que levam a anomalias de precipitação relacionadas ao EN - LN incluem

- mudanças no jato subtropical e na advecção de vortacidade,
- mudanças na advecção da umidade vinda do norte
- estabelecimento de anomalias barotrópicas equivalentes sobre e perto do Chile, e
- mudanças na advecção da umidade do Oceano Atlântico.

## *b. Análise sazonal conjunta da precipitação e circulação*

- Para a análise conjunta de anomalias de precipitação e circulação, são fornecidos compostos de anomalias de circulação em baixos níveis para identificar mudanças de fluxo de fontes de umidade e de anomalias de níveis superiores, para indicar mudanças no levantamento dinâmico.
- As figuras a seguir apresentam mapas dos percentis médios de precipitação esperados para todos os trimestres em execução nos eventos EN e LN, centrados em maio(0) a julho(+). Nesses mapas, as áreas sombreadas contêm estações com anomalias consistentemente úmidas ou secas durante o trimestre indicado, com um nível de significância superior a 90%.



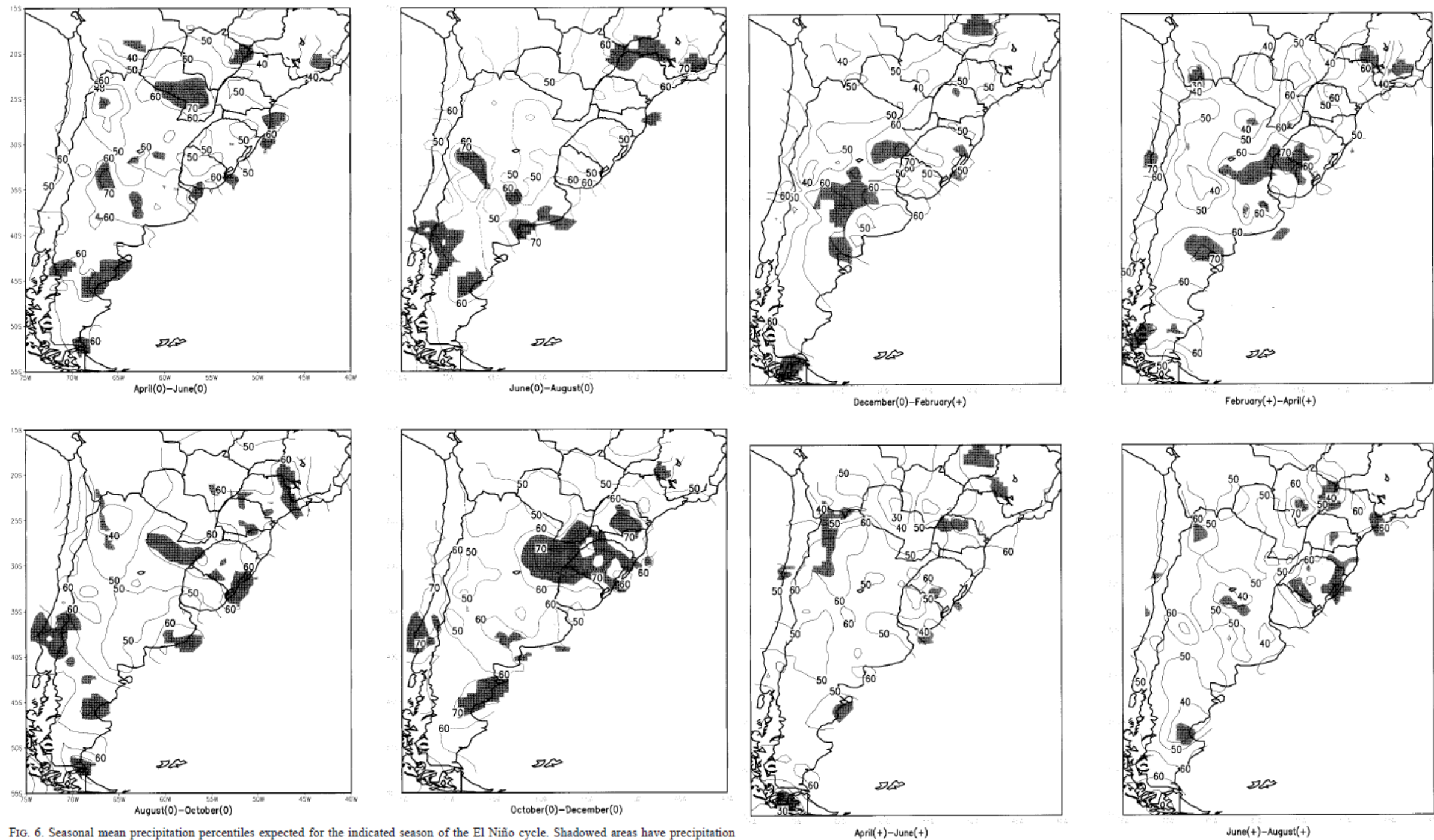


FIG. 6. Seasonal mean precipitation percentiles expected for the indicated season of the El Niño cycle. Shaded areas have precipitation anomalies consistent to a level of significance better than 90%.

FIG. 6. (Continued)

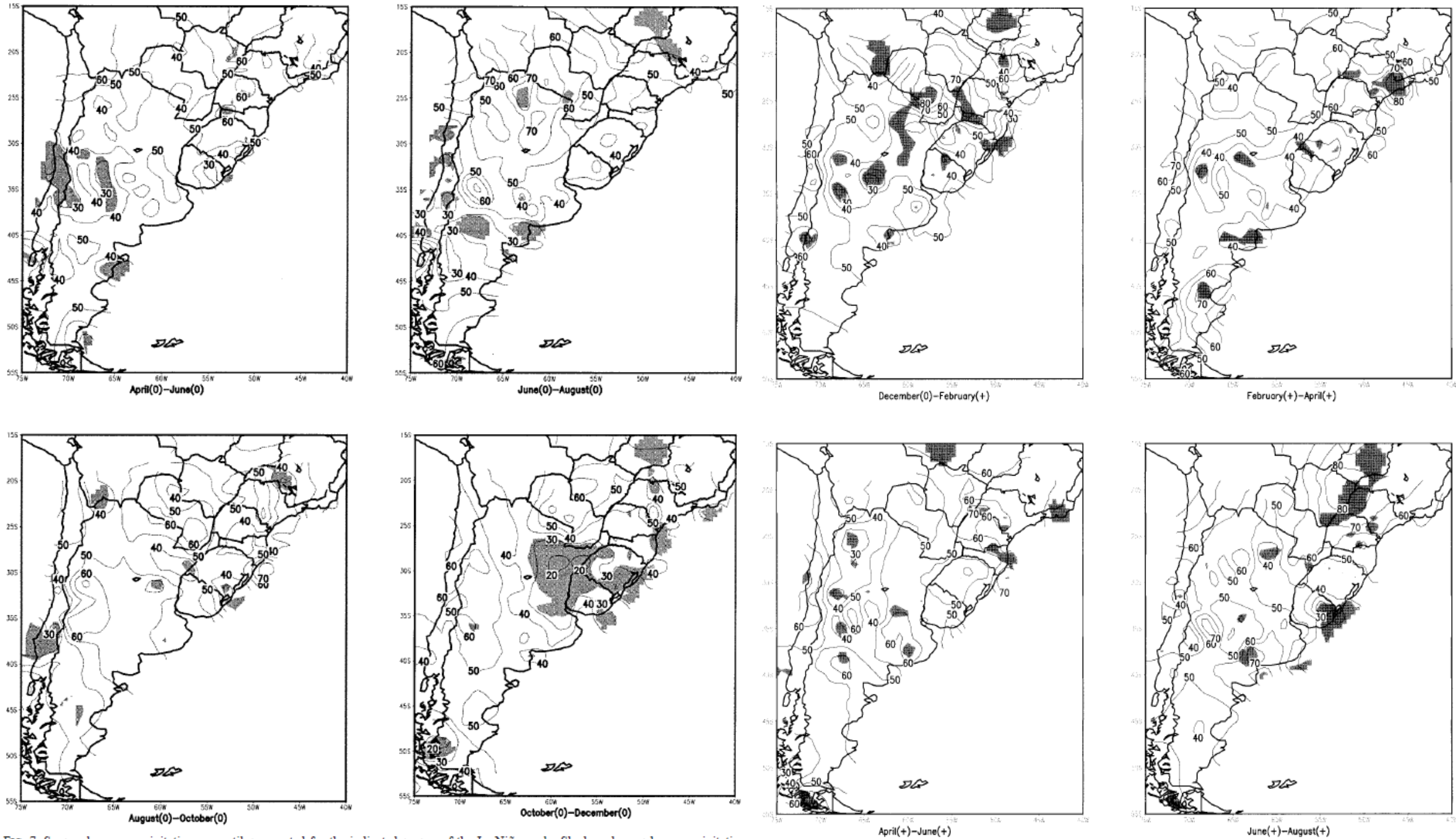


FIG. 7. Seasonal mean precipitation percentiles expected for the indicated season of the La Niña cycle. Shaded areas have precipitation anomalies consistent to a level of significance better than 90%.

FIG. 7. (Continued)

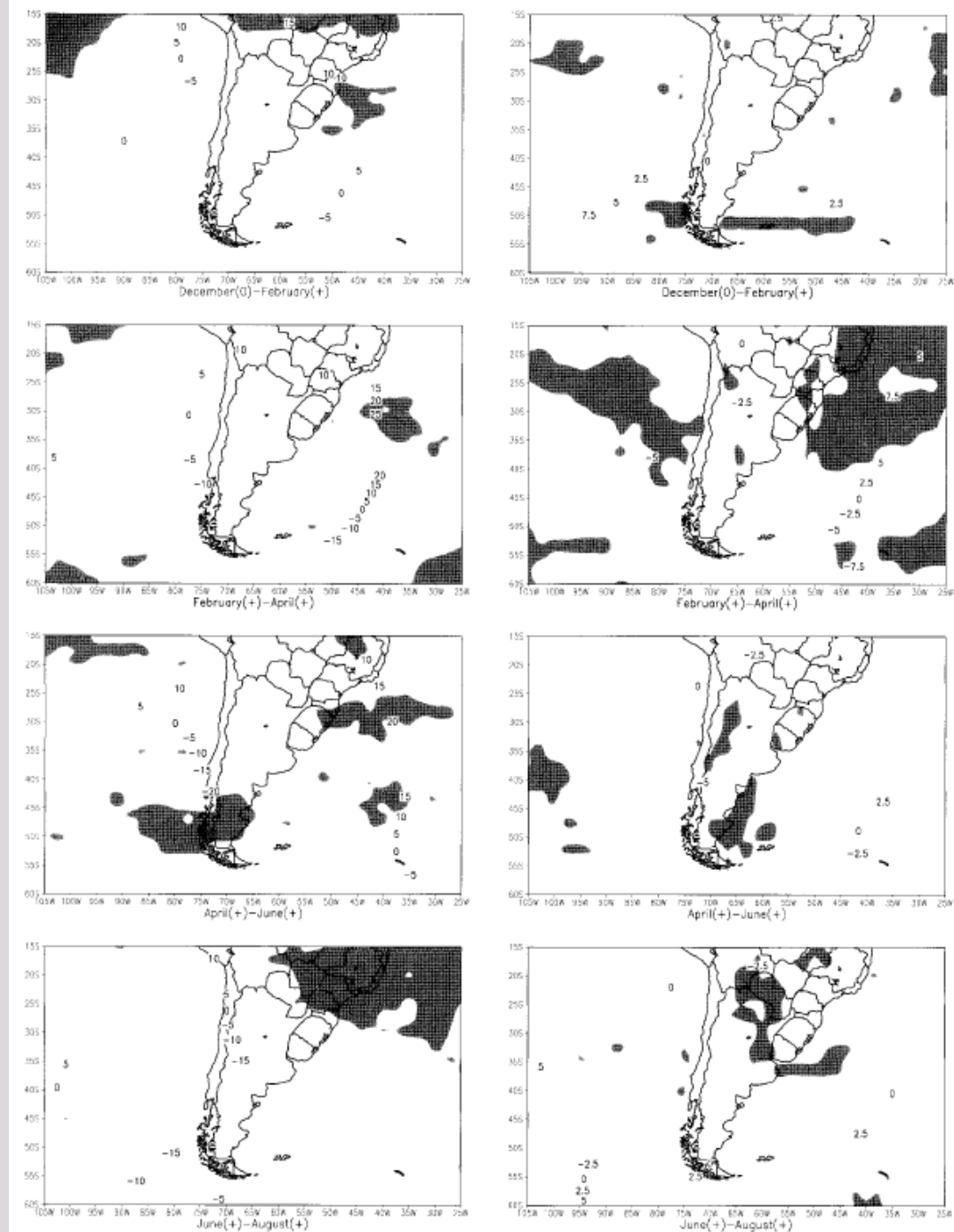
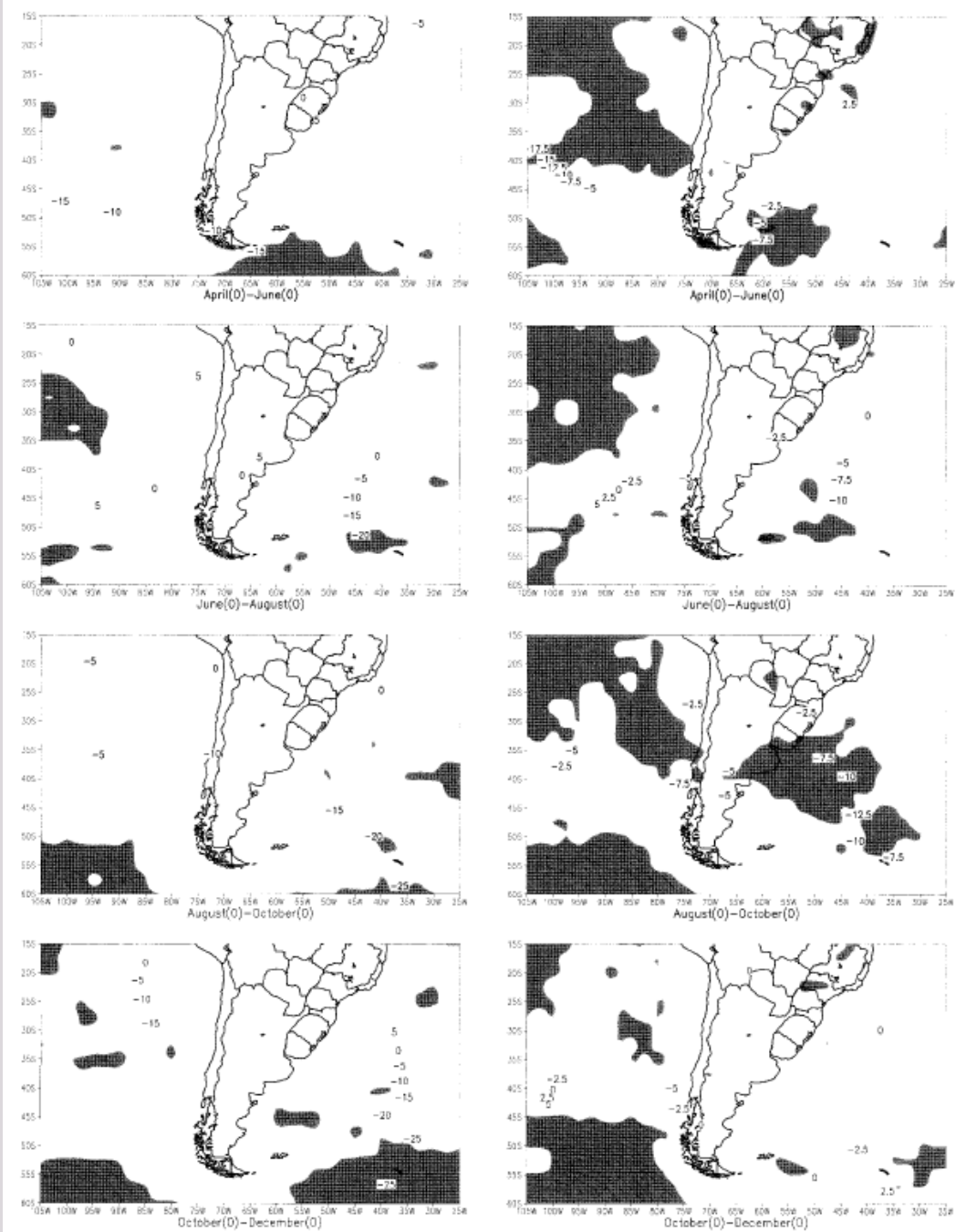


FIG. 8. Composite of geopotential height anomalies at 200 hPa (left) and 850 hPa (right) for the indicated season of the El Niño cycle. Shaded areas indicate anomalies consistent to a level of significance better than 90%. The contour interval is 5.0 m on the left and 2.5 m on the right.

FIG. 8. (Continued)

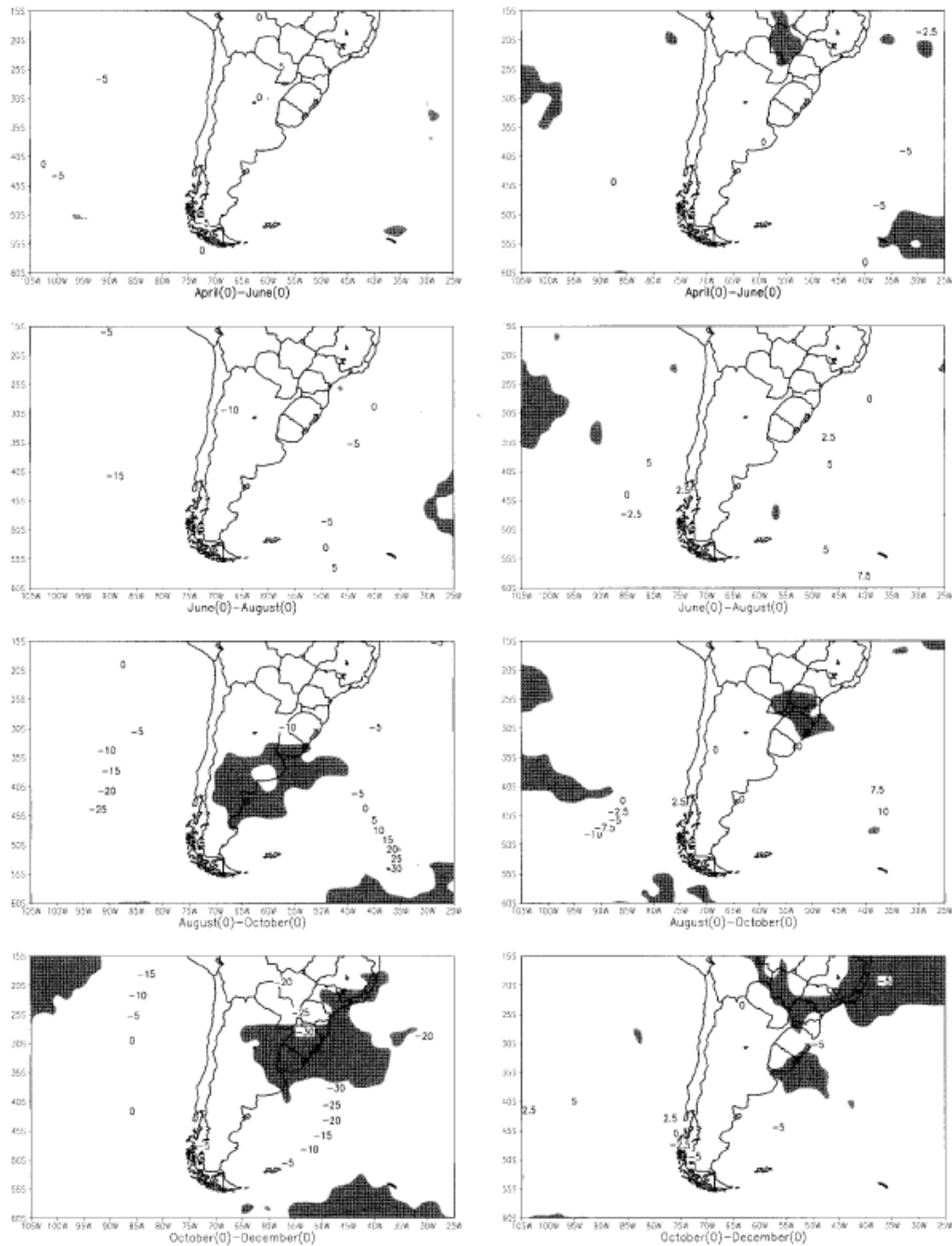


FIG. 9. Composite of geopotential height anomalies at 200 hPa (left) and 850 hPa (right) for the indicated season of the La Niña cycle. Shaded areas indicate anomalies consistent to a level of significance better than 90%. The contour interval is 5.0 m on the left and 2.5 m on the right.

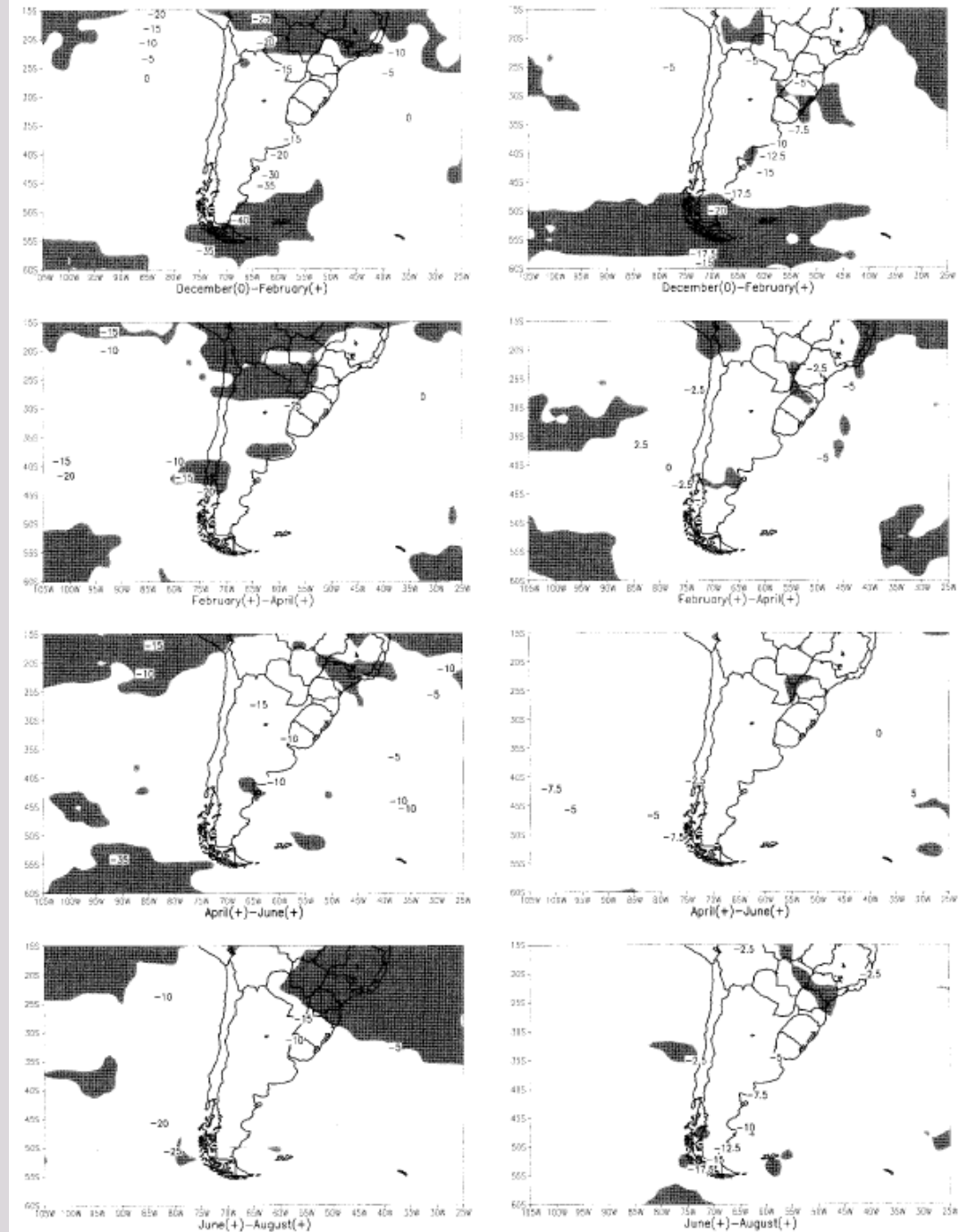
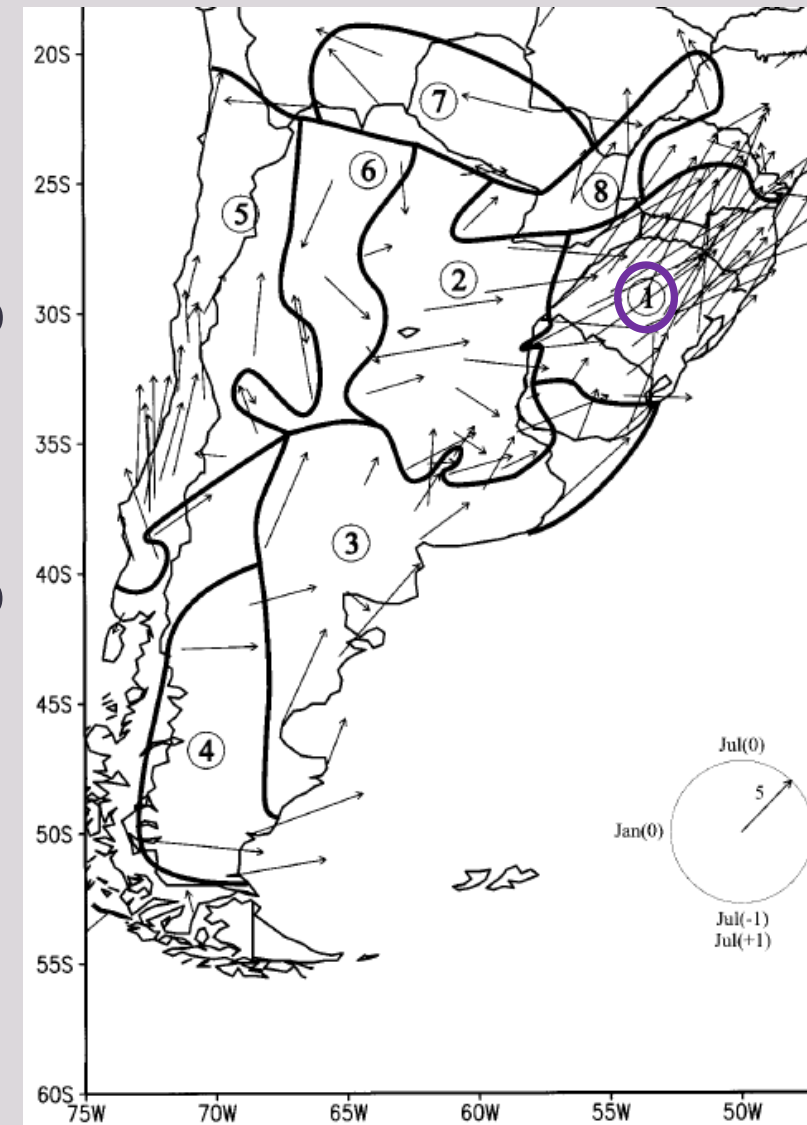


FIG. 9. (Continued)

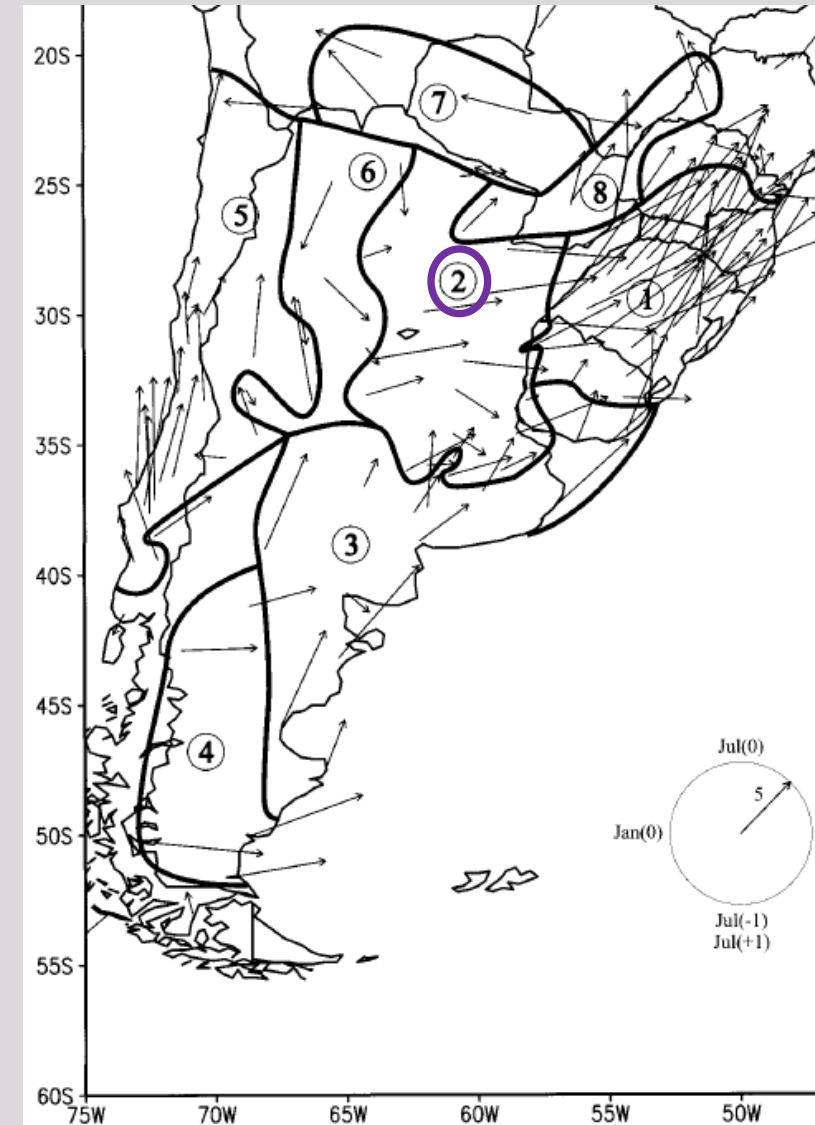
## 6. Anomalias de circulação e regionalização de anomalias de chuva

- Campo de precipitação afetado pela mudança no jato subtropical;
- Máximo (Mínimo) do primeiro harmônico no ciclo EN(LN) na primavera (0)



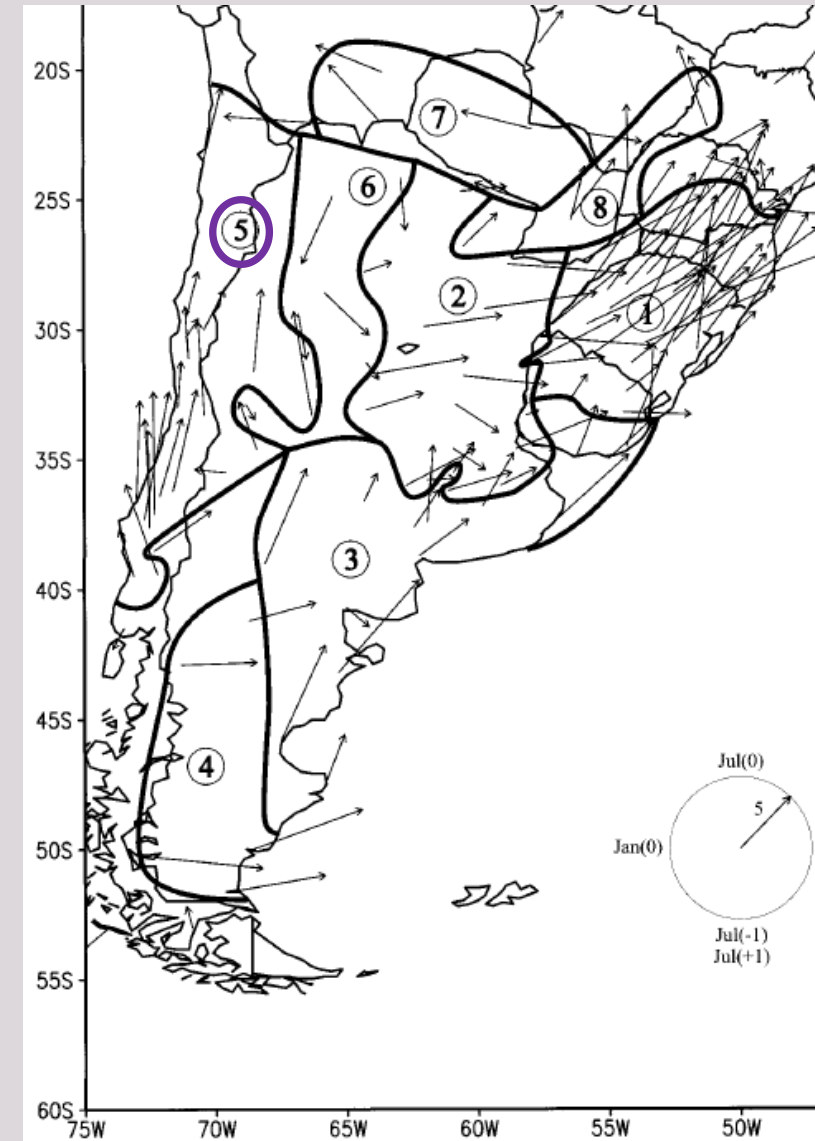
## 6. Anomalias de circulação e regionalização de anomalias de chuva

- Alterações na advecção de norte estão associadas a anomalias de precipitação no EN e LN.
- Seu primeiro harmônico é em dezembro (0): as principais anomalias da primavera (0), devido a mudança no Jato Subtropical, porém ocorrem anomalias em fevereiro (1) a abril (1), quando a advecção de umidade do norte é a responsável pela precipitação anômala. Esse segundo pico muda a fase do primeiro pico harmônico para dezembro (0), embora não haja pico de precipitação neste mês.



## 6. Anomalias de circulação e regionalização de anomalias de chuva

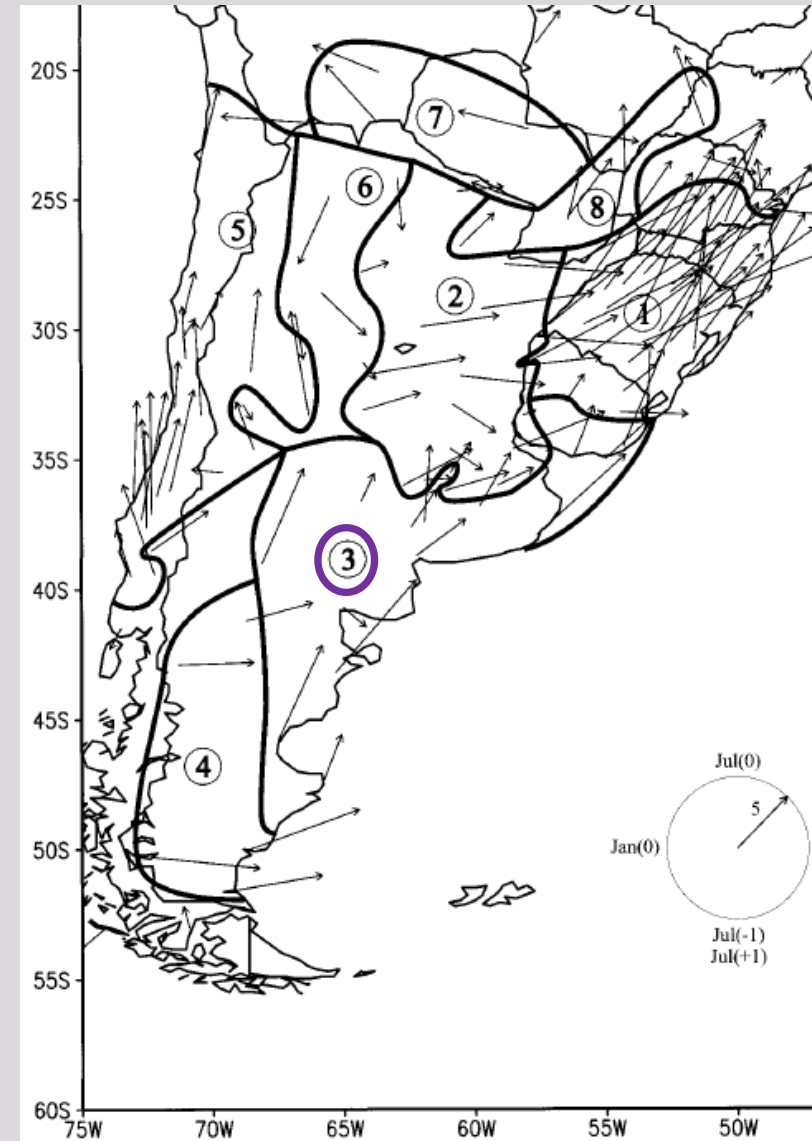
- Máximo no primeiro harmônico do ciclo EN em julho (0), embora o máximo real seja em agosto (0).
- Para LN, o mínimo ocorre em agosto (0).
- Esses extremos são causados pela aproximação da anomalia ciclônica (anticiclônica) do Pacífico ao continente.



## 6. Anomalias de circulação e regionalização de anomalias de chuva

- Máximo no primeiro harmônico para EN em setembro (0) e o mínimo para LN em outubro (0), logo após os extremos da região 5 e pouco antes dos da região 2.
- Região 3 compartilha com essas regiões seus principais processos levando a anomalias de precipitação:

Durante o EN, no outono(0) e na primavera(0) há um aumento da advecção de umidade de norte, o que é reforçado na primavera (0) pelas anomalias ciclônicas e no início do verão pelo aumento da advecção do Atlântico. No inverno(0), a região 3 compartilha com a região 5 a influência da abordagem das anomalias de altura geopotencial do Pacífico no continente.





# 7. Resumo e considerações finais

- Identificação de 8 regiões coerentes diferentes no caso EN e 6 no caso LN.
- O sul do Brasil é a região com o sinal mais forte no evento EN.
- As principais regiões coerentes nos casos EN e LN são basicamente as mesmas, exceto por algumas pequenas diferenças.
- Sinais opostos nas anomalias de precipitação durante quase as mesmas estações dos respectivos ciclos EN e LN, especialmente até a fase madura - grau de linearidade.
- Em uma vasta região a leste dos Andes, as anomalias positivas mais fortes da chuva são encontradas na primavera (0) as anomalias de circulação favorecem processos que levam a anomalias de precipitação em várias regiões
- Em eventos EN, há uma tendência a precipitação abaixo da mediana no ano (-), que continua até março (0) mesmo nos casos em que um evento do LN não ocorre no ano anterior à EN.
- Em geral, as anomalias de precipitação resultam de alterações nas características da circulação climática já existentes que influenciam a precipitação durante uma determinada estação em regiões específicas. A simetria dos campos de anomalia de altura geopotencial com sinais opostos entre os casos LN e EN também é notável, principalmente durante o ano(0).