

Tesis

Una tesis

Elio Campitelli

Índice general

1	Introducción	5
2	Métodos y Materiales	7
2.1	Conceptos básicos	7
2.2	Fuentes de datos	7
2.3	Descripción de SPEEDY	7
3	Climatología observada	9
3.1	Altura geopotencial	9
3.2	Temperatura	9
3.3	Viento zonal	10
3.4	Viento meridional	10
3.5	Gradiente meridional de vorticidad absoluta	10
3.6	Número de onda estacionaria	10
3.7	Función corriente	10
3.8	Ondas Quasiestacionarias	10
4	Onda 3	13
4.1	Características típicas	13
4.2	Antecedentes	14
4.3	Amplitud	14
4.3.1	Máximo o media.	14
4.4	Fase	14
4.5	Estaciones	15
4.6	Persistencia (ver dónde va)	16
4.7	R ²	16
4.8	Regresiones	17
4.8.1	Composición de campos.	17
4.9	Fuentes de variabilidad interna	17
4.10	Fuentes externas	17
4.10.1	SST	17
5	Experimentos	19
5.1	Validación SPEEDY	19
5.2	Comparación	19
5.3	Cosas inesperadas...	19
6	Conclusiones	21

7 Agradecimientos	23
--------------------------	-----------

8 Referencias	25
----------------------	-----------

Resumen.

Capítulo 1

Introducción

- Antecedentes
Además de lo que hay en lo de las becas + lo que fui encontrando, agregar sobre las climatologías disponibles y sus limitaciones.
- Objetivo General
- Objetivo particular

Esto es para probar una referencia bibliográfica: [?]

Capítulo 2

Métodos y Materiales

2.1 Conceptos básicos

- Ondas cuasiestacionarias
- Fourier

Ejemplo:

Cosas para ver de Figura 8.1:

Descripción del “rol” de cada número de onda en generar el campo final. La onda 1 es la principal, marcando altas presiones al sur del Pacífico y bajas al sur de África. La onda 3 modifica ese patrón simple haciendo que los máximos y mínimos no sean continuos.

- Wavelets

Cosas para ver:

Cambio en el máximo. Localización en vez de un número para cada latitud.

Notar que en la amplitud está normalizada en el primer ejemplo pero no lo está en el segundo.

2.2 Fuentes de datos

2.3 Descripción de SPEEDY

Capítulo 3

Climatología observada

3.1 Altura geopotencial

Campo medio:

Cosas para ver:

Estructura dominantemente zonal. Zona de jet, variación de intensidad estacional.
Vórtice polar en invierno/primavera.

Anomalías

Cosas para ver:

Estructura de onda 1. Ciclo estacional de la amplitud. Baroclinicidad.

Propuesta: unir ambos mapas

Corte zonal en -60°

Complementa la figura anterior.

Desvío estándar por círculo de latitud:

Cosas para ver:

Latitud de mayor actividad de onda. Máximo en octubre en 300 hPa. Más adelante, se hace la misma figura pero con el desvío estándar asociado a cada número de onda.

3.2 Temperatura

Cosas para ver:

Gradiente muy pequeño en 200 hPa. Gradiente inverso en estratosfera. Núcleo cálido en ~50° (que se va a ver mejor en la anomalía zonal). Temperaturas frías en altas y bajas latitudes pero relativamente cálidas en ~50° en 100 hPa.

Corte zonal en -60°

Cosas para ver:

Coincidencia entre la onda estacionaria 1 en gh y de t (en primavera).

Propuesta: combinar mapa de T y T*

3.3 Viento zonal

Cosas para ver:

Extensión y localización vertical de los jets.

Campo medio:

Cosas para ver:

Jet polar en invierno y primavera en niveles altos (< 100 hPa). Jet subtropical en niveles “medios”.

Anomalía zonal

Cosas para ver (ambos):

3.4 Viento meridional

Campos medios.

Corte meridional (v medio zonal):

Cosas para ver:

Dipolo entre niveles bajos y altos que alterna entre invierno y verano (parte convergente en superficie y divergente en altura de la ITCZ que se mueve hacia el hemisferio de verano). En altas latitudes, en superficie hay máximos de viento del sur debido a los vientos catabáticos de la antártida.

Cosas para ver:

No mucha actividad salvo por la onda 1 en niveles altos (consistente con la onda 1 de geopotencial).

La anomalía zonal es casi igual. No poner gráfico pero aclarar que es no hay casi diferencia ya que la media zonal es casi cero en casi todo el dominio.

3.5 Gradiente meridional de vorticidad absoluta

3.6 Número de onda estacionaria

Cosas para ver:

Máximos asociado con los flancos del jet. Zona “prohibida” en 200 y 300 hPa.

La onda 3 es estacionaria en -60° .

3.7 Función corriente

3.8 Ondas Quasiestacionarias

- Fourier

Cosas para ver:

Estructura. Zona donde onda 3 explica más que la onda 1 (zona marcada en negro)

Cosas para ver:

Onda 1 y 2 principalmente en estratosfera pero baja, salvo en verano. Onda 3 y 4 más de atmósfera media/alta. Región recuadrada: máximo de amplitud de QS 3 y donde su R2 es mayor que la de QS 1.

Capítulo 4

Onda 3

4.1 Características típicas

Cosas para ver:

Solo en 300 porque la estructura es barotrópica (no se gana mucho mirando varios niveles). Localización de los centros de altas y bajas. Corrimiento de fase verano/invierno. Aparente ciclo anual con mínimo en primavera, que luego se ve que no es tan así, parece mínimo porque la fase varía mucho y el promedio se desdibuja mucho.

Esto es el promedio de las ondas 3, pero es idéntico a la onda 3 del promedio.

Cosas para ver:

Estructura vertical barotrópica equivalente. Ciclo anual en la extensión vertical (se ve también en los cortes de amplitud). Aunque notar que en este corte la extensión en primavera parece la menor, pero de nuevo es por la variabilidad en la fase, ya que en el corte de amplitud se ve que la amplitud es mayor en altura incluso que en otoño.

No tengo idea de cómo interpretar esto...

- Wavelets

La amplitud media obtenida mediante wavelets es virtualmente idéntica

Cosas para ver:

* La amplitud de la onda 3 es bastante zonal, pero tiene asimetrías consistentes. En $\sim 60^{\circ}\text{S}$, la máxima amplitud se da en el hemisferio oeste, mientras que en $\sim 50^{\circ}\text{S}$ se da en el hemisferio este.

Cosas para ver:

* Si bien el máximo medio de la amplitud se da en $\sim 300\text{hPa}$ (Fig Figura 8.26) igual que en Fourier, el análisis por longitud muestra algo un poco más complejo. En verano y otoño, la máxima amplitud sigue en 300hPa , pero ésta asciende a entre 100 y 50hPa en invierno y primavera al rededor de 120°O . Además, durante estas estaciones hay indicación de que el máximo cambia de latitud con la altura.

Ventajas y desventajas. Justificación de decisión.

4.2 Antecedentes

Breve comentario sobre los índices usados en otros lados. Discutir ventajas y debilidades.

- Amplitud
- Fase (impacto en SA)

De todo eso, motiva decisión del índice.

- Niveles elegidos
- Promedio vs. máximo
- Composiciones de campos y flujos.
- Decisión del índice.

Quiero hacer el índice a partir de la actividad de la onda 3 tomando la región del máximo (latitud entre -65 y -40, y entre 700 y 100 hPa). Variables posibles: amplitud media, amplitud máxima, r², correlación entre campo teórico y observado.

4.3 Amplitud

4.3.1 Máximo o media.

Cosas para ver:

Casos donde el máximo es mayor pero la media, menor. (1985-01-01 vs 1988-07-01 o). 1987-11-01 vs 2008-01-01 muestra el caso: igual amplitud máxima pero en 2008 está más “concentrada”. Casos donde la actividad está ligeramente fuera de la caja (2000-09-01).

Cosas para ver:

Analizar nivel de similitud entre los campos y similitud entre la estructura de la amplitud.

Cosas para ver:

Relación lineal entre ambas. Ergo, da más o menos igual usar cualquiera.

Luego... concluir que vamos a usar la media.

4.4 Fase

Además de eso, tengo la fase. Puedo tomar la fase media en la región o la fase correspondiente a donde está el máximo de la amplitud (lo que equivale al centro del anticiclón) o la moda de la fase.

(más explicación...)

¿Cuál usar?

Cosas para ver:

Se ve que hay muchos casos donde coinciden bastante bien, pero otros que se alejan

mucho. La razón es que al tomar el promedio, puede quedar cualquier cosa si la estructura cambia mucho con la latitud. Por ejemplo, los casos marcados en rojo.

En el primer caso el máximo de geopotencial se encuentra cercano a 0° lo que hace que la fase oscile entre valores cercanos a 0° y a 120° en distintas latitudes a pesar de que representan el mismo centro de máxima. El promedio, por lo tanto, queda en el centro y termina estando en una región donde el campo de geopotencial de onda 3 es nulo. Si bien la fase de la amplitud máxima y la moda de la fase parecen ser muy distintas, la naturaleza cíclica de la fase implica que representan aproximadamente el mismo punto.

En tercer caso la estructura de onda 3 es de dos centros a distintas latitudes. La fase promedio de ambas (punto negro) representa el punto medio y, por lo tanto, está más cerca del mínimo de geopotencial que del máximo. En este caso la moda de la fase es una mejor representación del campo de onda 3 que la fase del máximo.

En el caso del medio, todo anda bien y los tres puntos coinciden.

Conclusión: vamos a usar la moda de la fase.

Ciclo anual de la fase.

Cosas para ver:

Se ve el ciclo anual que ya se veía en una figura anterior. Pero hay mucha variabilidad. Recordar que este es aproximadamente el centro del máximo de geopotencial y que, por construcción, hay un centro de mínima a 60° . Eso implica que en los casos donde hay puntos cerca de -120° o 0° , hay el centro de mínima está en $\sim 60^\circ$.

También notar que, como se trata en realidad de una variable cíclica, los puntos extremos representan una situación similar.

¿Hay mucha diferencia entre el boxplot con todos los datos y el de sólo los 20 más intensos? Yo no veo mucha y me parece que excluir a los 10 más débiles invita más preguntas que las que responde.

Cosas para ver:

La mayoría del tiempo estamos afectados por centro de máxima, pero hay casos intensos donde hay mínima. Especialmente en junio y julio.

4.5 Estaciones

¿Cómo establecer una “estacionalidad”? Algún criterio para agrupar meses. Claramente las estaciones climatológicas de siempre no sirven.

Una forma es, a partir del índice, agrupar los meses según su amplitud y fase media:

Otro ejemplo podría usar SVD:

Cosas para ver:

Los campos son descriptos bien por sólo 2 componentes principales de igual magnitud que esencialmente describen el corrimiento de fase de la onda. La “magnitud” del vector de componentes mapea bien a la amplitud de fourier y la diferencia mapea bien a la fasae. No hay nada nuevo por acá.

Grupos: * Enero + Febrero + Marzo es un grupo bastante seguro. Se ven juntos en el diagrama amplitud-fase, tienen alta correlación entre ellos y sus componentes principales tienen PC1 significativamente mayor que PC2. * Junio + Julio parecen ir por su cuenta. Tienen mucha correlación entre ellos y ambos tienen PC2 mayor que PC1 aunque su fase difiere bastante.

Los otros meses quedan medio mezclados, pero pueden agruparse como meses de “transición”.

4.6 Persistencia (ver dónde va)

4.7 R2

Se puede estimar de dos maneras distintas: a partir del ajuste de fourier para cada nivel y latitud (figura blabla) y haciendo un promedio, o reconstruyendo el campo tridimensional de la onda 3 y haciendo la correlación (global) con el campo tridimensional observado. Esta segunda forma da casi siempre un valor menor.

Para ver:

La relación ya no es lineal y hay bastante más scatter. Ergo, hay diferencia en la información.

Dos regímenes: Cuando el R^2 es bajo, la relación es “menor” que 1:1 y hay algunos casos donde el R^2 reconstruido es mayor que el r^2 medio. Para R^2 más grandes, la pendiente es 1. Modelar la relación... ¿Cómo se interpreta?

Cosas para ver:

Comparando con las figuras anteriores, casos donde la amplitud es grande pero el R^2 no tanto.

Cosas para ver:

El ciclo anual no es para nada tan claro. Varios outliers. La correlación reconstruida (azul) no tiene casi ciclo anual.

Una ventaja de la correlación entre el campo real y el reconstruido es que puede hacerse para cada punto y analizar la variación espacial de la misma.

Cosas para ver:

Esto es, para cada punto de grilla, la correlación entre el campo observado y el reconstruido en todos los meses y años. Además de la dependencia latitudinal de la importancia de la onda 3 (que se puede ver en los cortes anteriores), se ve la dependencia zonal. La onda 3 es más importante en el Pacífico sur que en el Atlántico o el Índico. Además, se ve un patrón de altas correlaciones que asemejan a un tren de ondas.

¿Confirma? lo que se ve en análisis de wavelets.

Conclusión: no voy a usar el r^2 a partir del campo reconstruido.

4.8 Regresiones

Cosas para ver:

- * Además los patrones de onda 3, en julio y diciembre aparece un patrón de SAM positivo y negativo respectivamente.

4.8.1 Composición de campos.

Descripción de la selección.

Cosas para ver:

Años con coincidencia, años sin coindicencia. Meses donde la fase coincide (julio) vs meses donde no coincide (septiembre). También, años donde hay seguidilla de meses seleccionados (1999). Aunque posiblemente sea casualidad (no hay mucha persistencia mes a mes.)

Pequeña digresión: Efecto de la fase.

La climatología de la fase se va a discutir más adelante, pero... discutir el efecto de promediar campos con similar amplitud pero fase distinta. Del gráfico, septiembre tiene 1997 y 2003 con fase a 180° , lo que significa que va a haber cancelación parcial. Enero, por el contrario, no tiene ningún año en contrafase, aunque sí algunos a 90° , que desdibujan el patrón.

Cosas para ver:

Ambos criterios coinciden en casi todos los años seleccionados, así que no hay mucha diferencia. En efecto, las composiciones son casi iguales (no se muestra). Voy a usar la amplitud.

Estos gráficos me parecen importantes para ver lo que hay “adentro” de la composición, pero no sé bien qué decir sobre ellos. Supongo que lo principal es que hay años donde la onda

4.9 Fuentes de variabilidad interna

(Discusión escrita más de papers), Pero nos concentraremos en la fuente externa.

4.10 Fuentes externas

4.10.1 SST

Campos de correlación con SST y OLR, principalmente ¿Discusión de otros forzantes?

Capítulo 5

Experimentos

5.1 Validación SPEEDY

- Comparación campos medios.
- Validación de las corridas experimentales (mostrar que es constante lo que tiene que ser constante)

5.2 Comparación

Comparación entre corridas y ncep.

5.3 Cosas inesperadas...

- ??
- protif!

Capítulo 6

Conclusiones

Capítulo 7

Agradecimientos

Capítulo 8

Referencias

Índice de figuras

8.1 Ejemplo fourier	29
8.2 Wavelets	30
8.3 Altura geopotencial	31
8.4 Anomalía zonal de altura geopotencial.	32
8.5 Altura geopotencial (contornos) y anomalías (sombreado).	33
8.6 Corte zonal de anomalía de geopotencial en -65°	34
8.7 Desvío estándar por círculo de latitud.	35
8.8 Temperatura media.	36
8.9 Corte meridional de temperatura media.	37
8.10 Anomalía zonal de temperatura.	38
8.11 Corte zonal de anomalía de temperatura en -65°	39
8.12 Viento zonal medio.	40
8.13 Viento zonal.	41
8.14 Anomalía zonal de viento zonal.	42
8.15 Media zonal del viento meridional.	43
8.16 Viento meridional medio.	44
8.17 Gradiente meridional de vorticidad absoluta.	45
8.18 Número de onda estacionario en 300hPa.	46
8.19 Número de onda estacionario medio por círculo de latitud	47
8.20 Función corriente x 1099	48
8.21 R^2 de Fourier.	49
8.22 Amplitud de Fourier.	50
8.23 Media de reconstrucción de onda 3.	51
8.24 Corte	52
8.25 Desvío estándar de la reconstrucción de QS3.	53
8.26 Amplitud de wavelets (sombreados) y de fourier (contornos)	54
8.27 Campo medio de la amplitud de la onda 3 según wavelets (contornos) y su anomalía zonal (sombreado) en 300hPa.	55
8.28 Corte zonal en -60° de la amplitud media de la onda 3 según wavelets (contornos) y su anomalía zonal (sombreado).	56
8.29 Distribución de amplitud para 12 fechas. En rojo la amplitud máxima, en azul la amplitud media.	57
8.30 Corte vertical de amplitud	58
8.31 Anomalía zonal geopotencial en 300hPa para fechas seleccionadas. . .	59
8.32 Correlación entre amplitud máxima y media.	60
8.33 Amplitud media	61
8.34 Fase promedio vs Fase del máximo	62
8.35 Campo de onda 3 reconstruido para junio de 2013. El punto rojo es la fase en la latitud de amplitud máxima; el punto negro, la fase promedio; el punto azul, la moda de la fase. El rectángulo la región donde puede encontrarse la fase. Los límites meridionales definidos por la región donde se calcula el índice y los zonales por $360/3$	63
8.36 Ciclo anual de la fase (20 mayores amplitudes para cada mes)	64
8.37 Centros de máxima (puntos rojos) y mínima (puntos azules) para los 10 años con mayor amplitud de la onda 3, para cada mes.	65
8.38 Amplitud y fase media para cada mes.	66

8.39 Análisis SVD de QS3.probablemente basura	67
8.40 Correlación lageada para cada mes con los 12 siguientes.	68
8.41 Relación entre R2 medio y R2 reconstruido.	69
8.42 R2 medio	70
8.43 R2 medio	71
8.44 Correlación cuadrada media para estaciones según onda3.	72
8.45 Regresión sobre amplitud.	73
8.46 Igual que figura XX, pero en proyección polar para julio y septiembre.	74
8.47 Relación entre amplitud media de la onda 3 y el SAM	75
8.48 Regresión de Psi con la amplitud.	76
8.49 Tabla de selección	77
8.50 Tabla de interacción	78
8.51 Composición de campos	79
8.52 Campos para los 10 eneros seleccionados.	80
8.53 Campos para los 10 septiembre seleccionados.	81
8.54 Regresión de SST con la amplitud de la onda 3	82

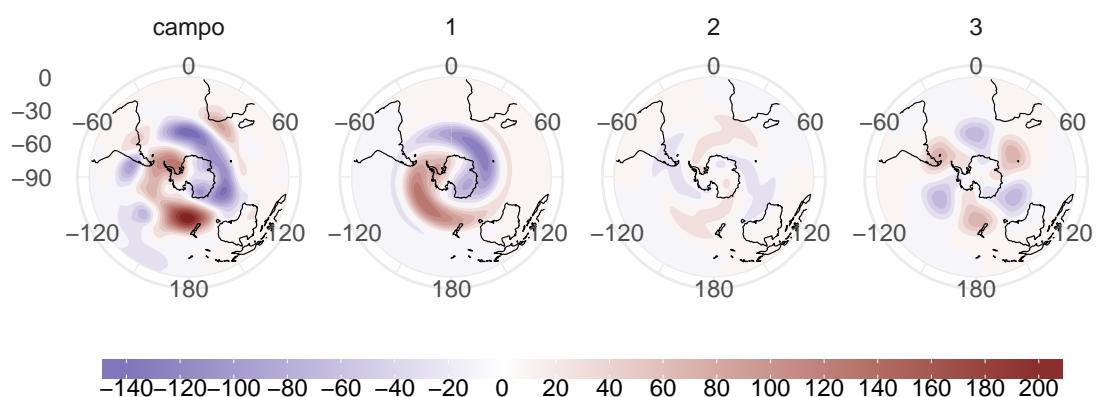


Figura 8.1: Ejemplo fourier

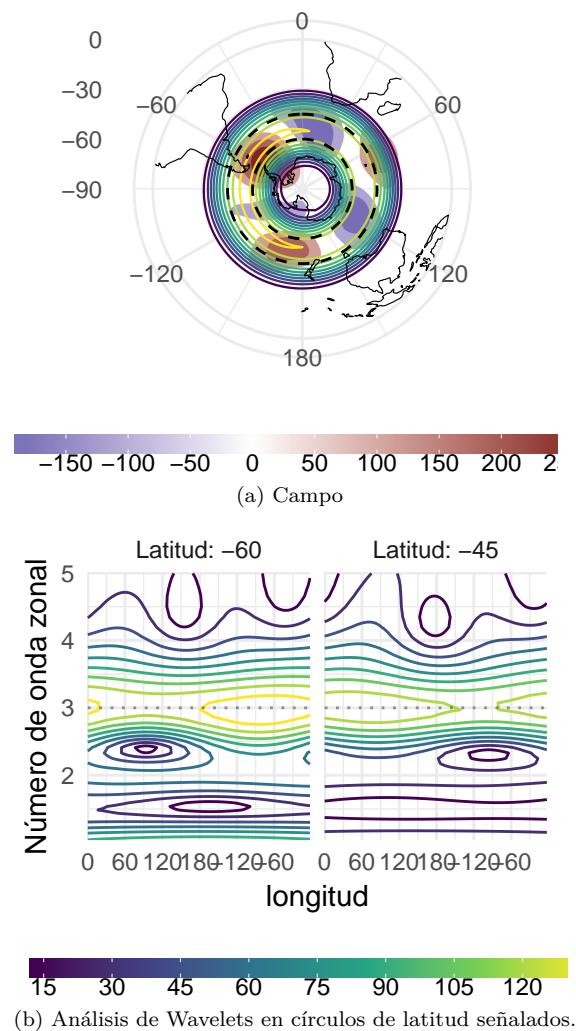


Figura 8.2: Wavelets

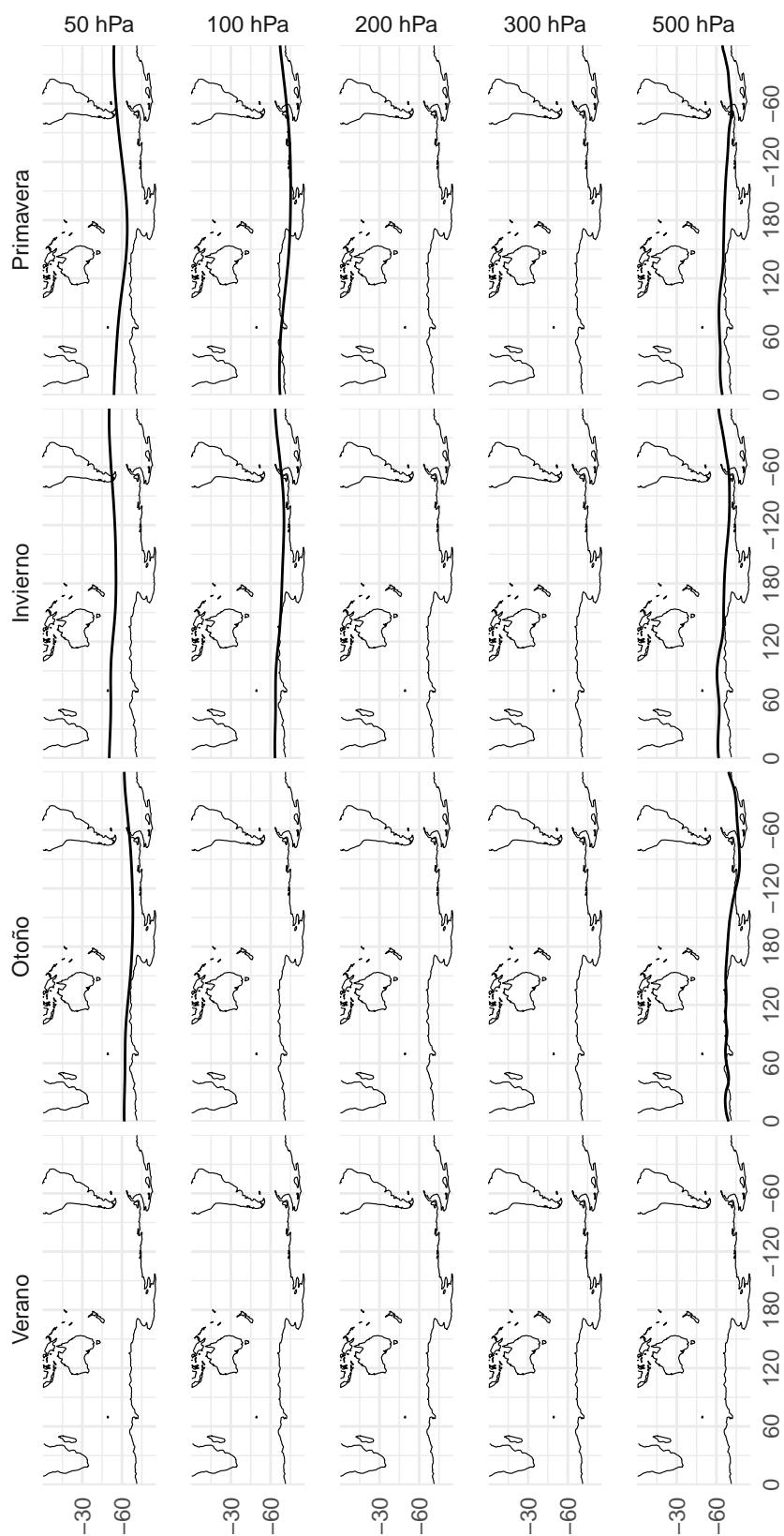


Figura 8.3: Altura geopotencial.

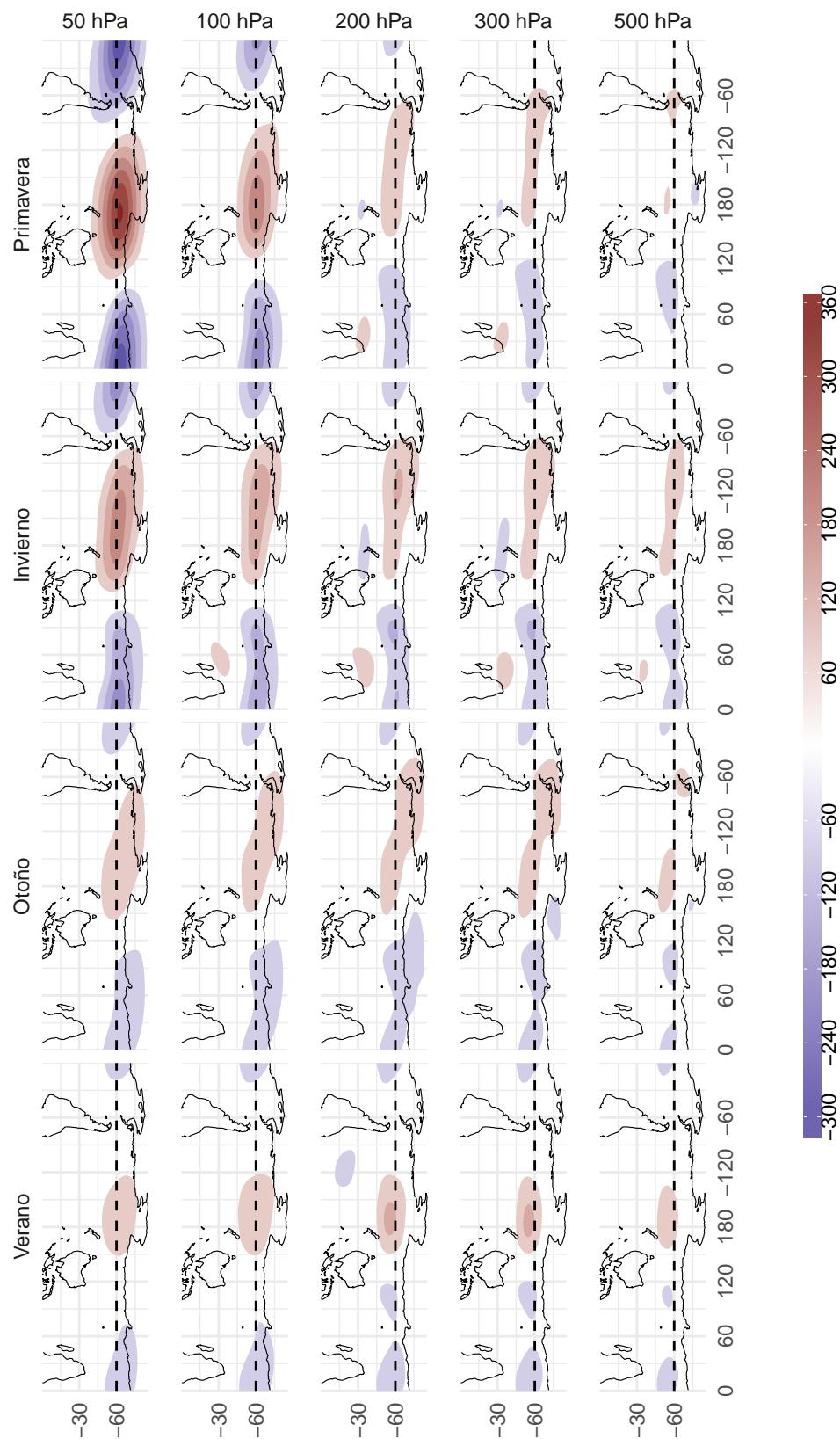


Figura 8.4: Anomalía zonal de altura geopotencial.

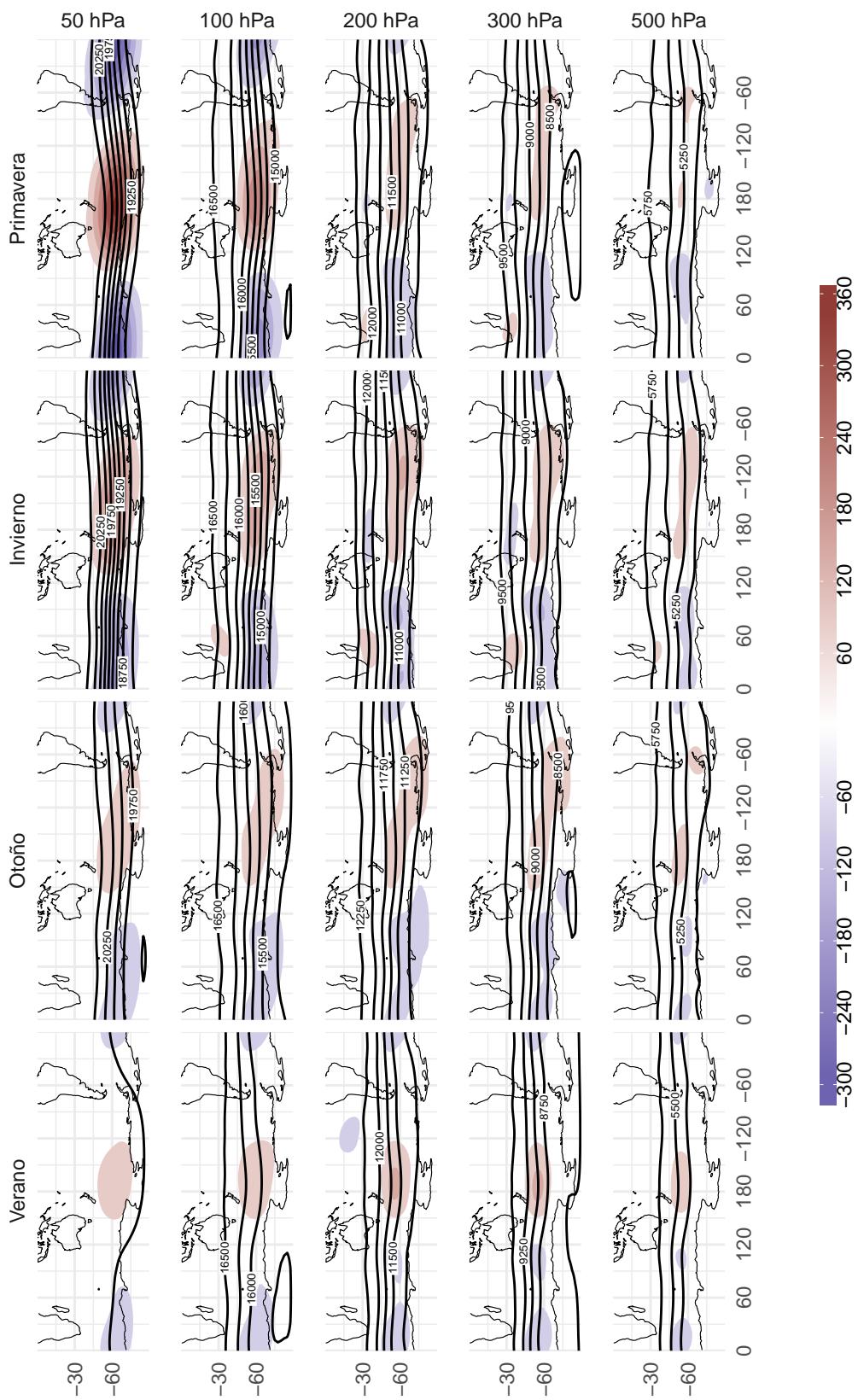


Figura 8.5: Altura geopotencial (contornos) y anomalías (sombreado).

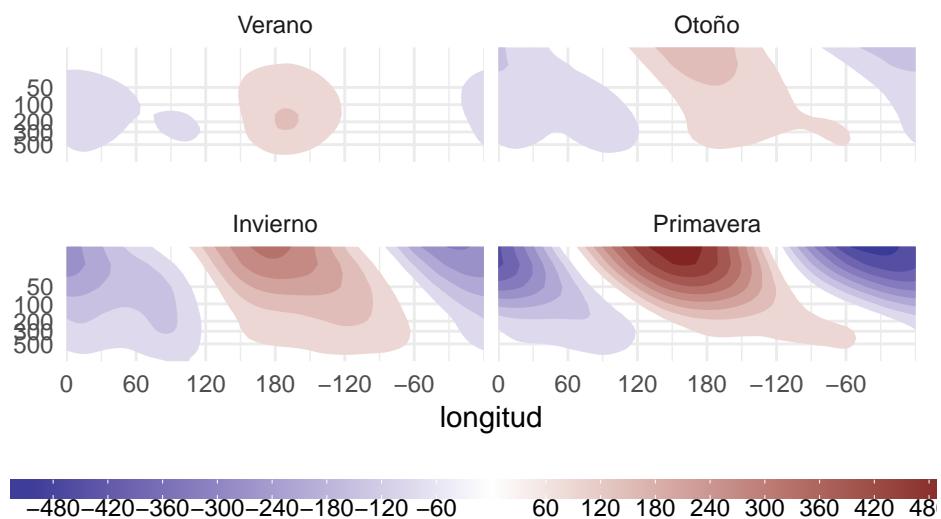


Figura 8.6: Corte zonal de anomalía de geopotencial en -65° .

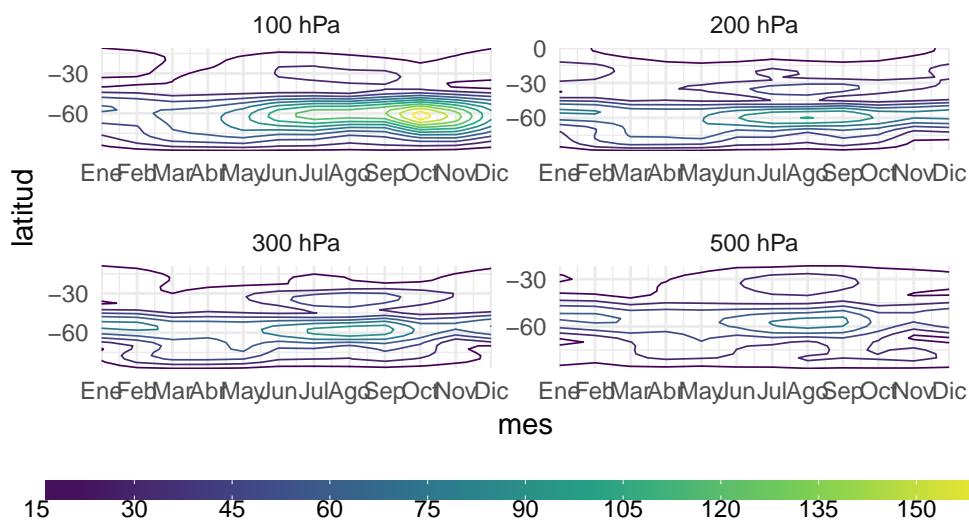


Figura 8.7: Desvío estándar por círculo de latitud.

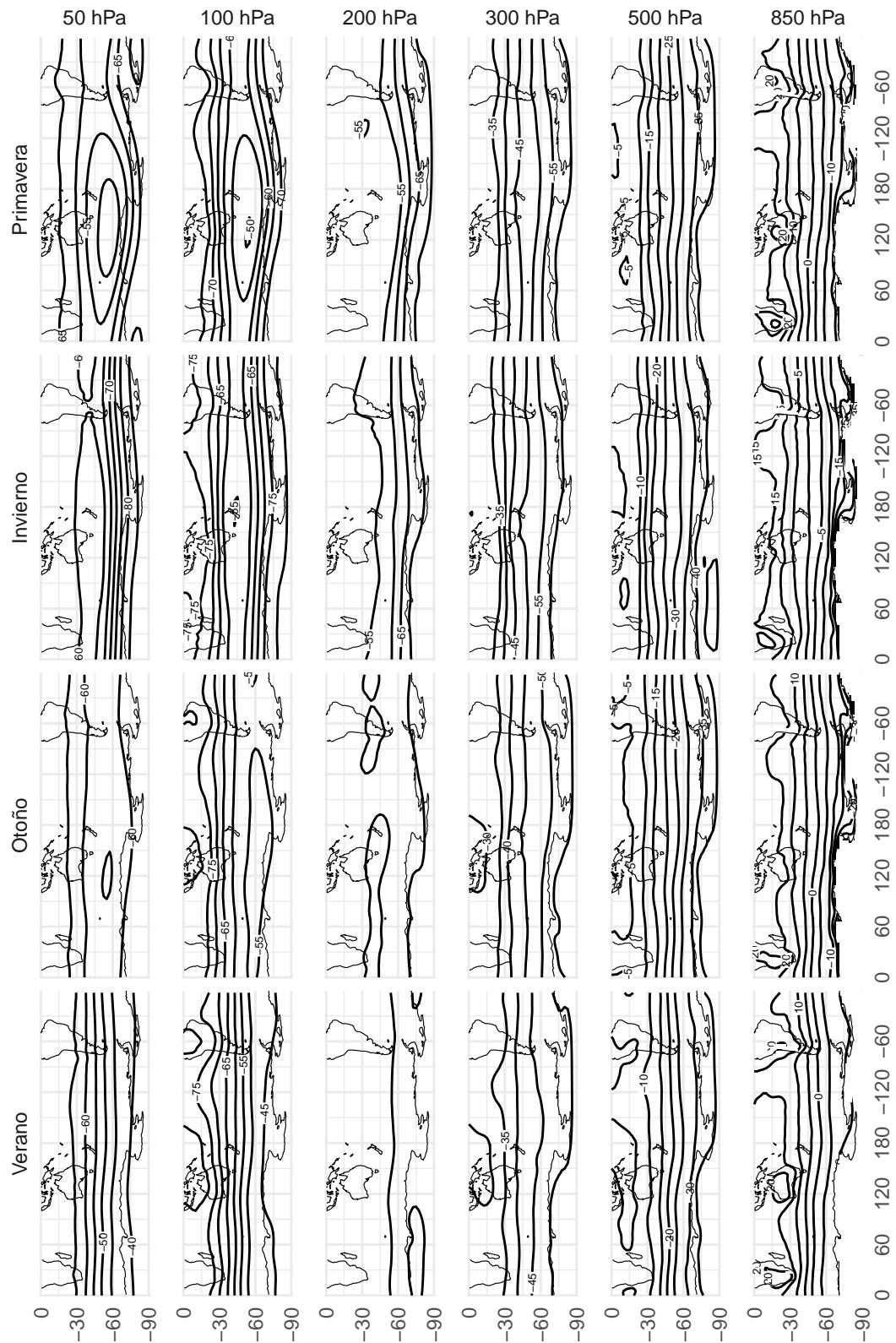


Figura 8.8: Temperatura media.

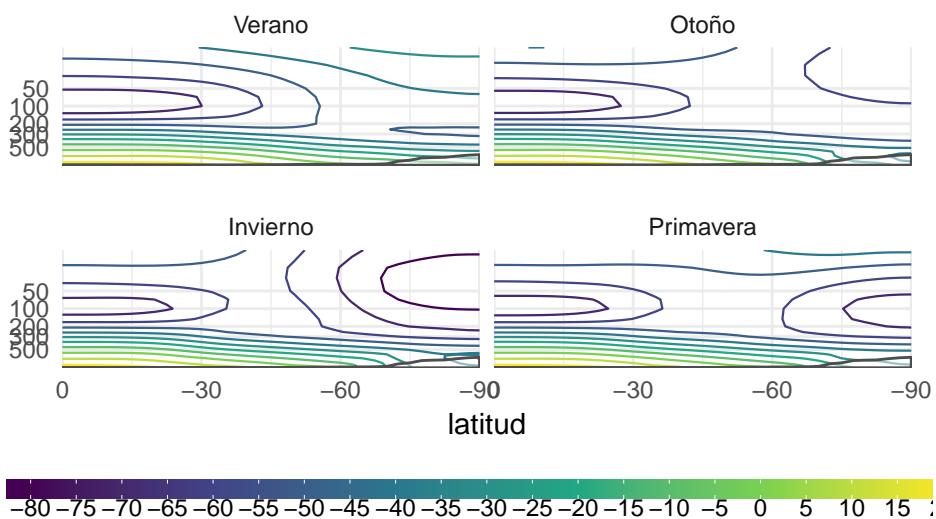


Figura 8.9: Corte meridional de temperatura media.

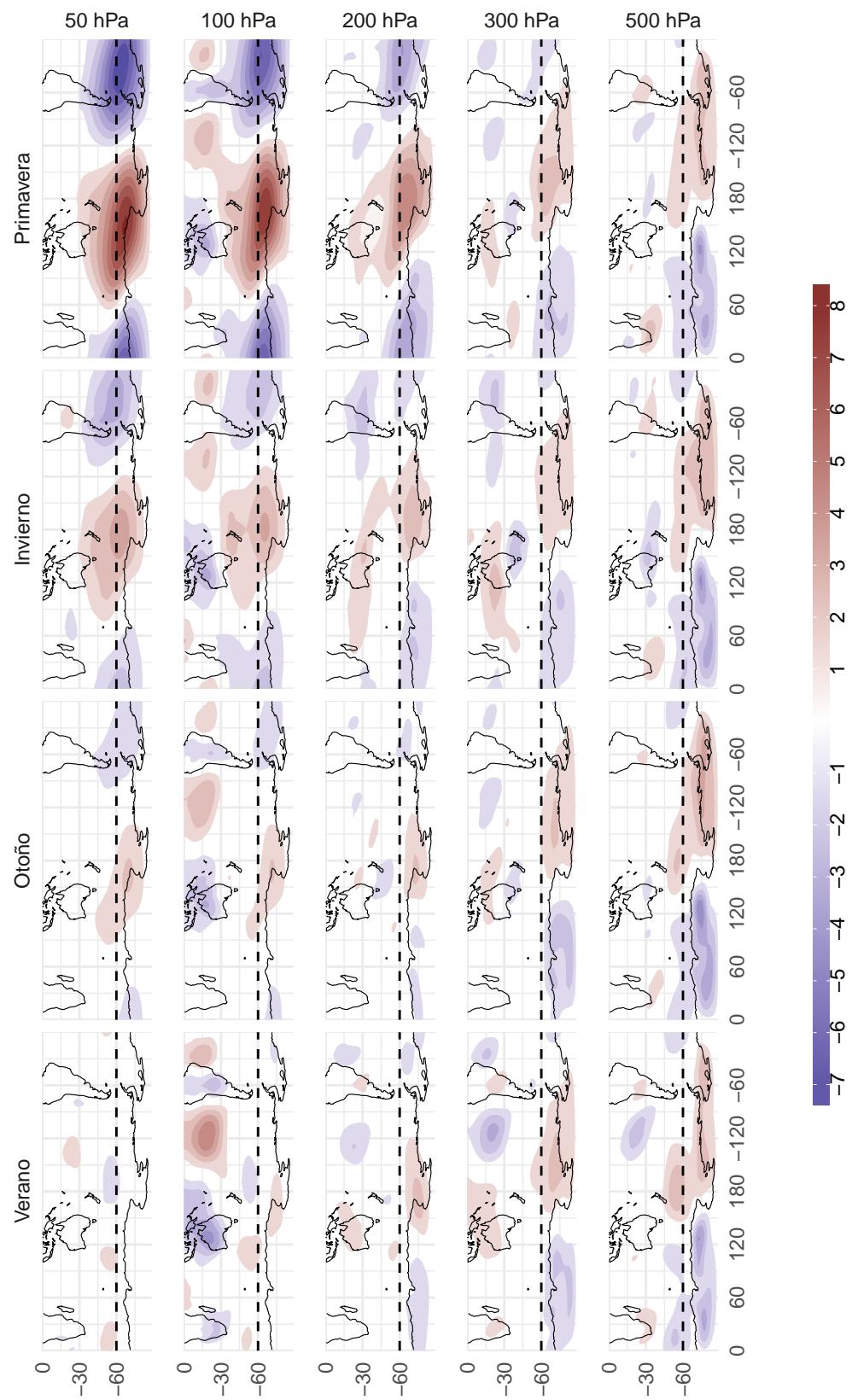


Figura 8.10: Anomalía zonal de temperatura.

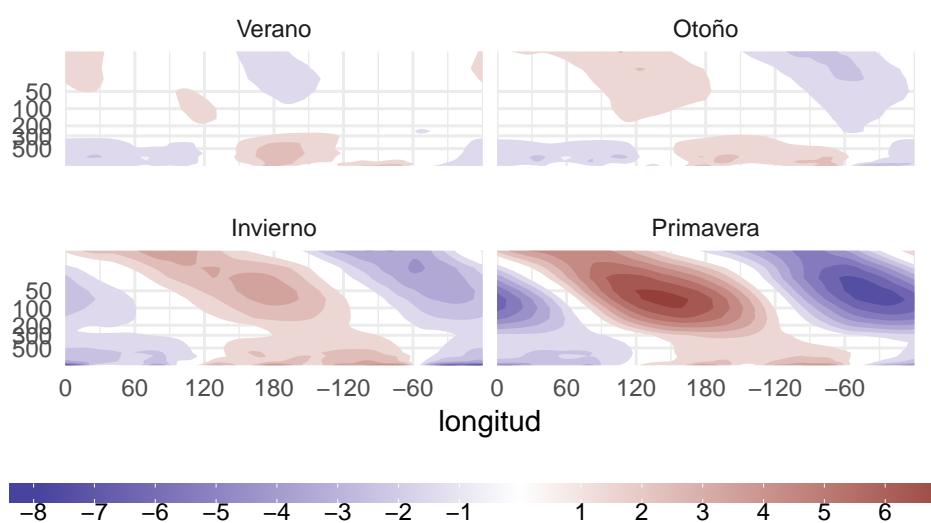


Figura 8.11: Corte zonal de anomalía de temperatura en -65° .

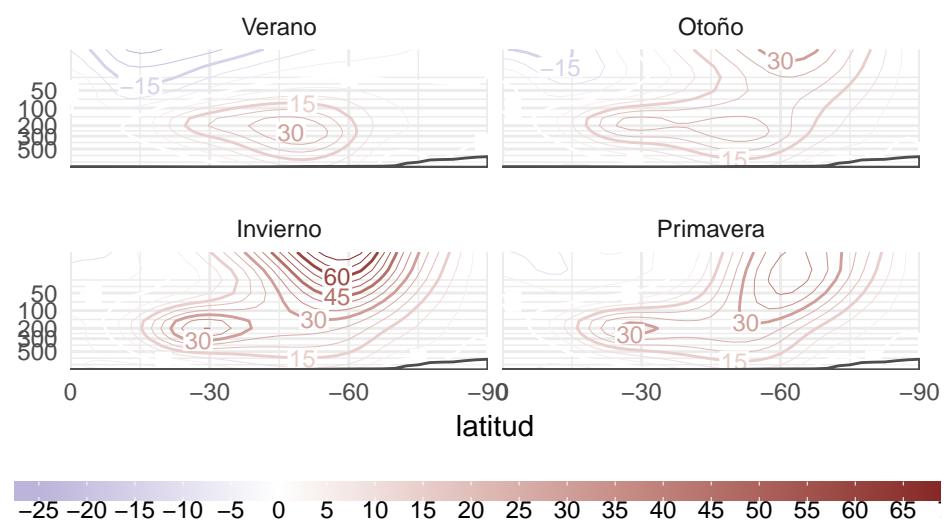


Figura 8.12: Viento zonal medio.

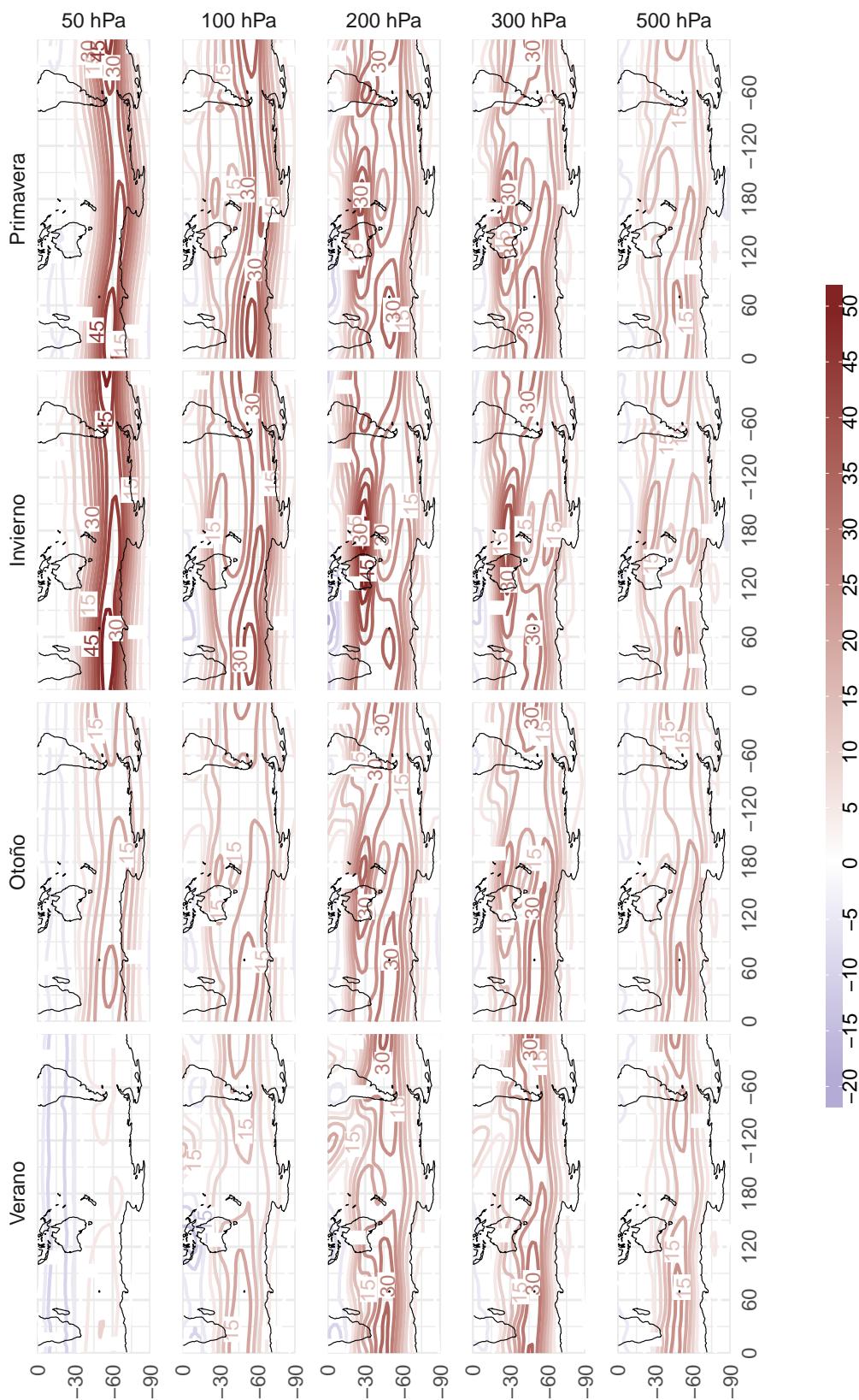


Figura 8.13: Viento zonal.

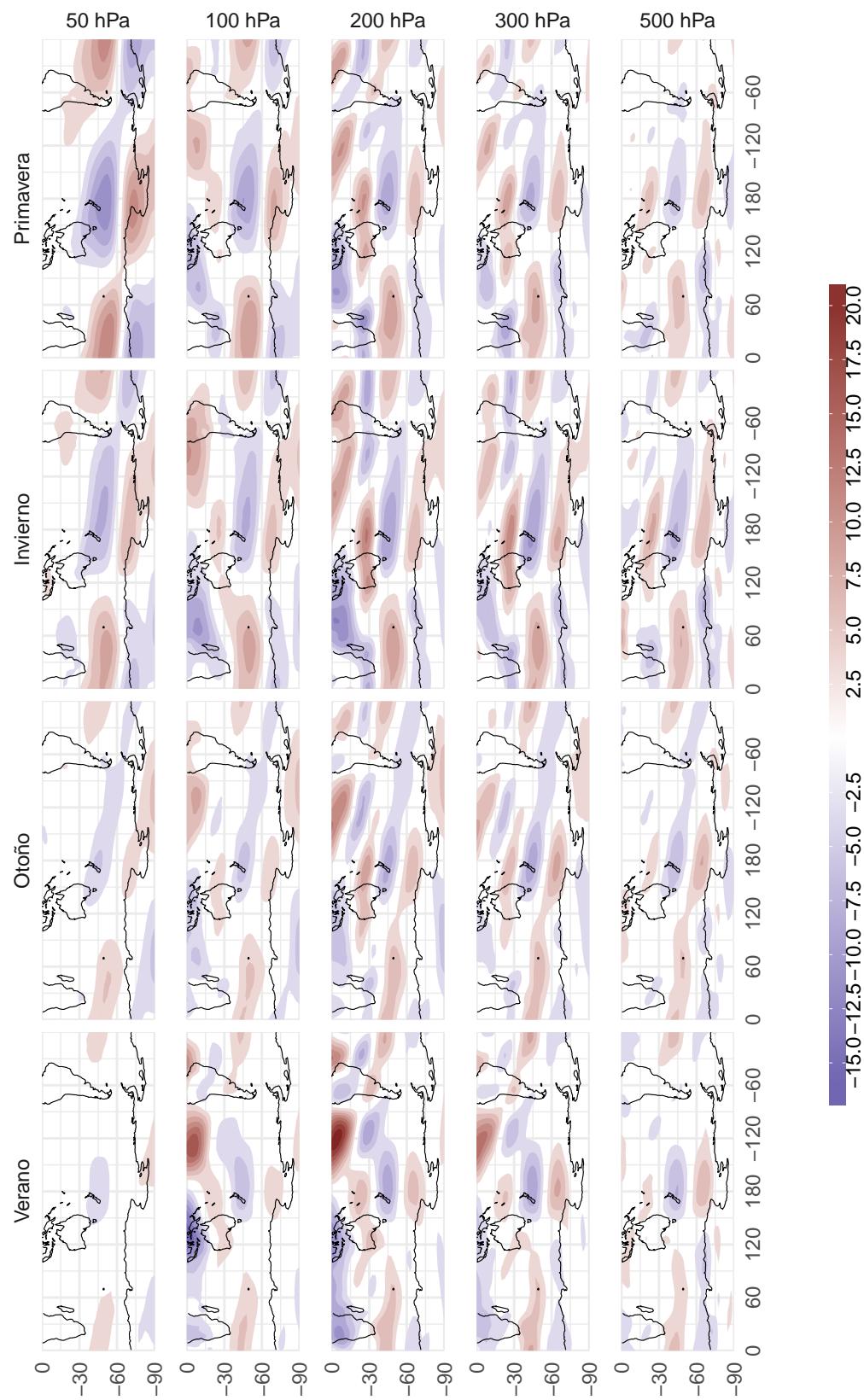


Figura 8.14: Anomalía zonal de viento zonal.

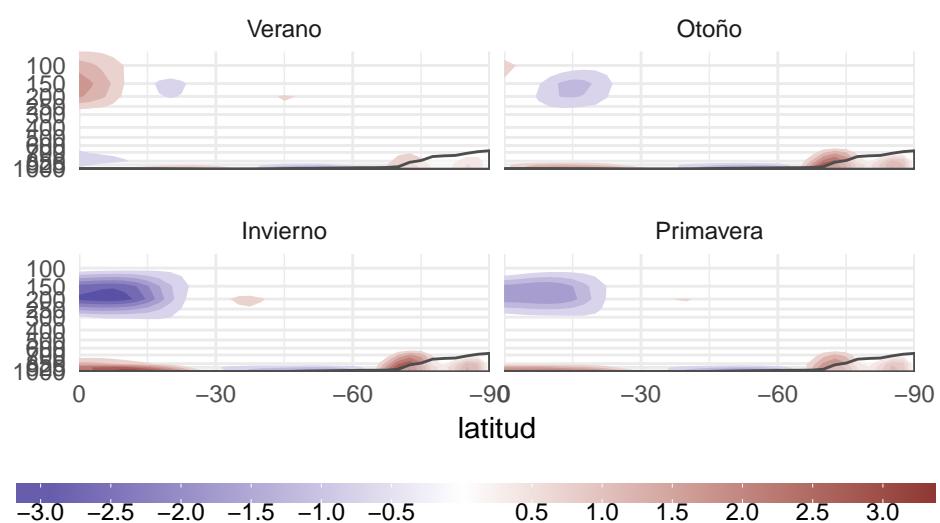


Figura 8.15: Media zonal del viento meridional.

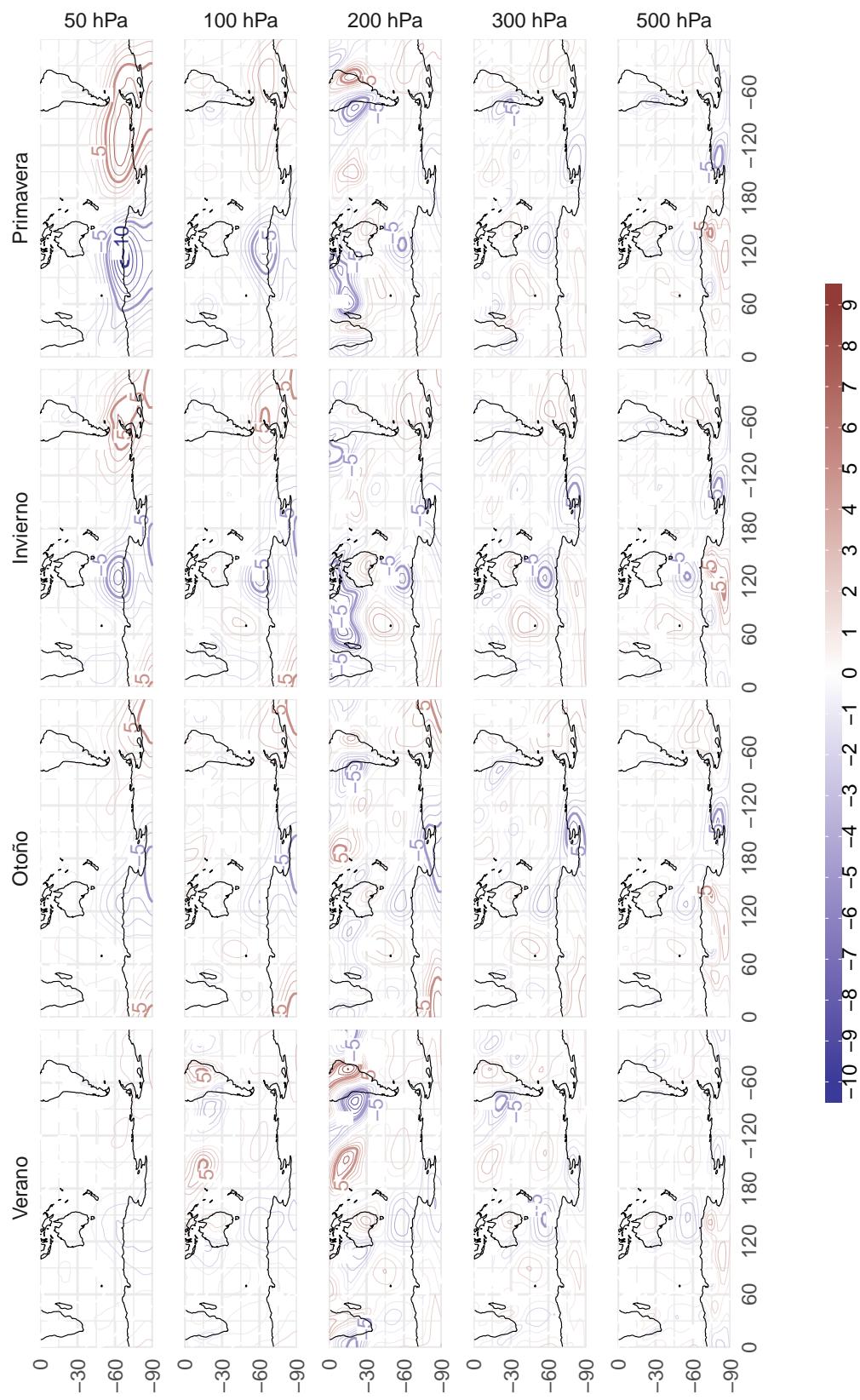


Figura 8.16: Viento meridional medio.

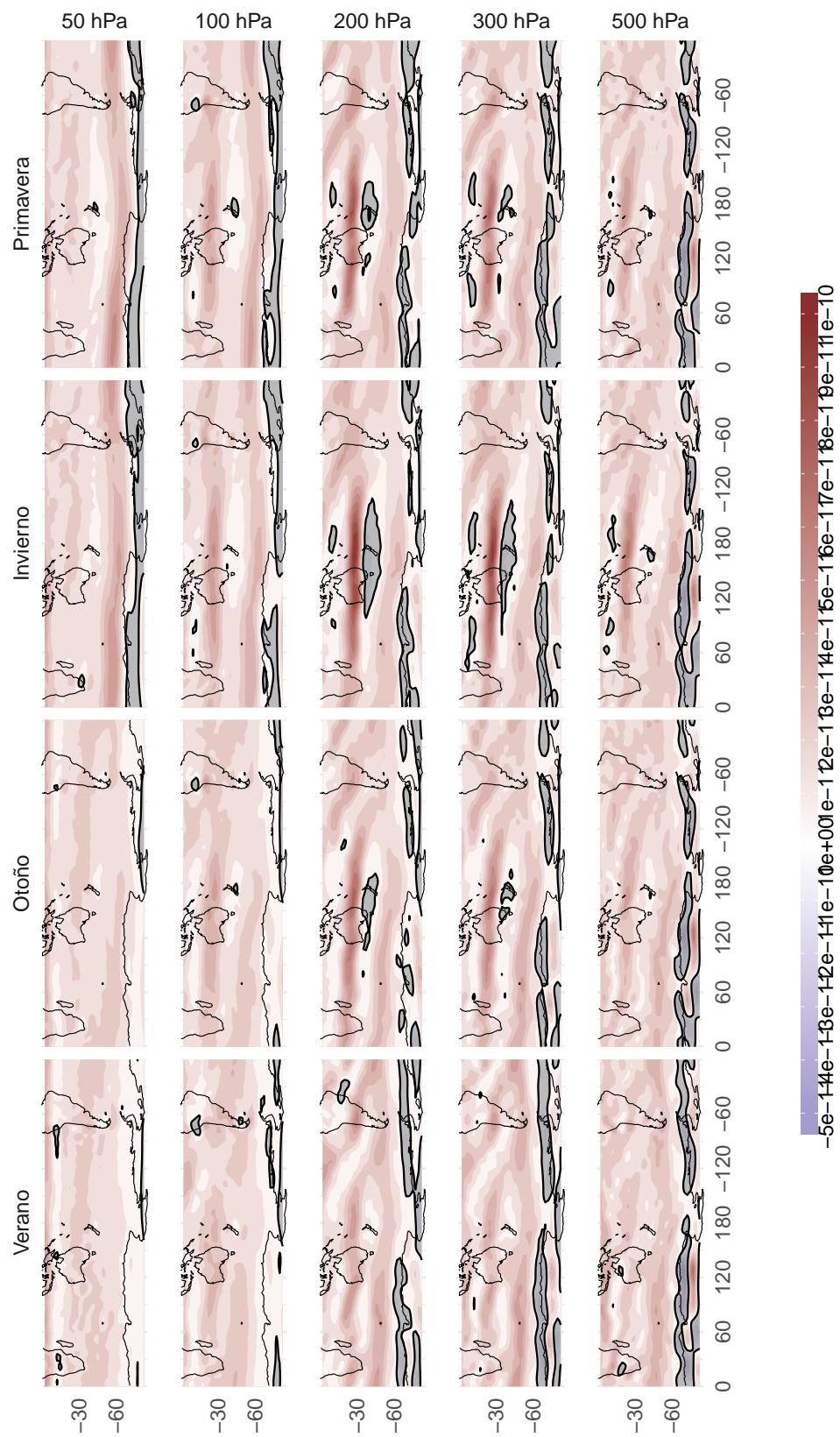


Figura 8.17: Gradiente meridional de vorticidad absoluta.

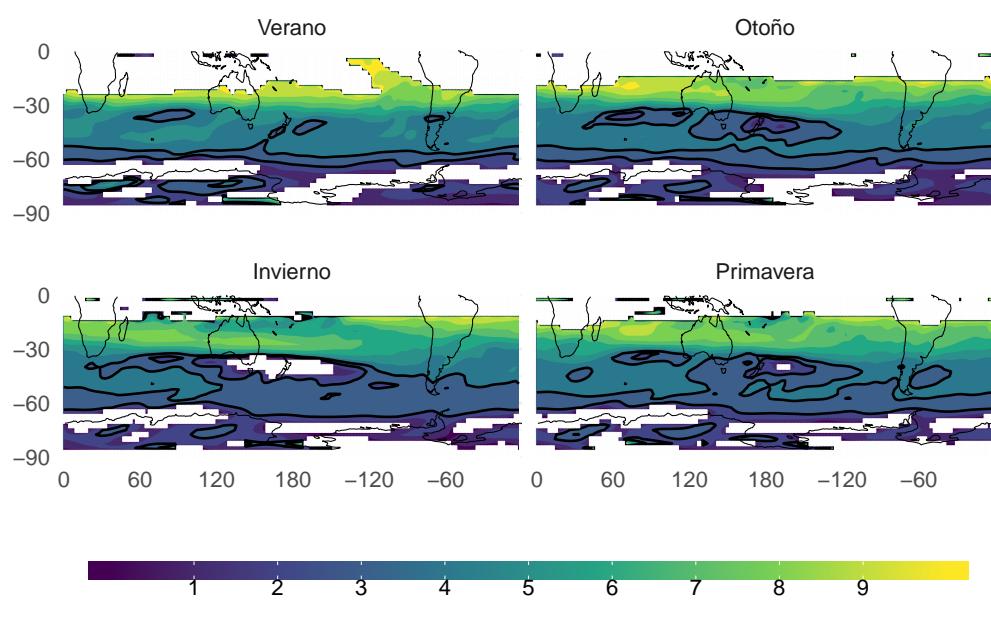
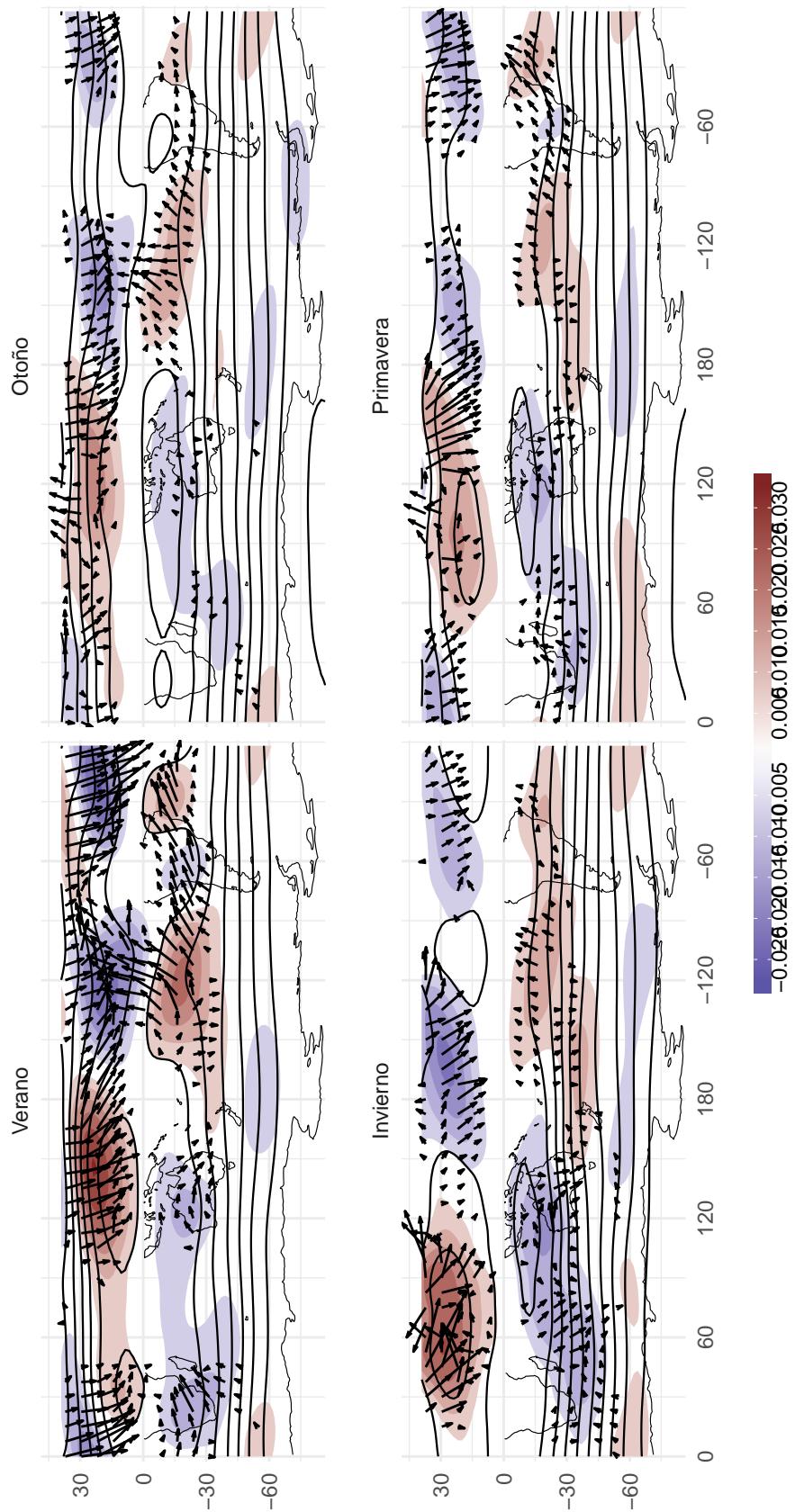
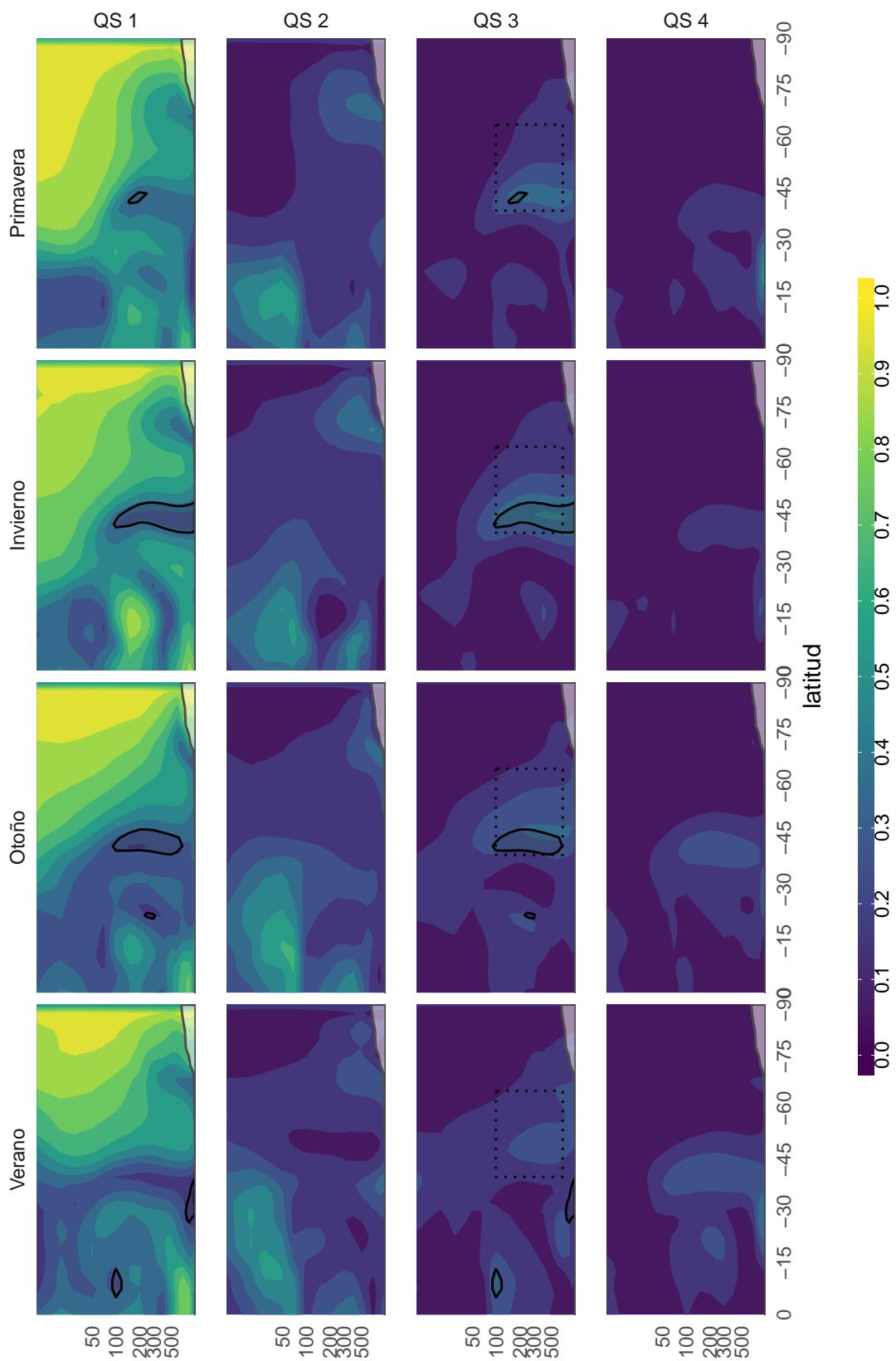


Figura 8.18: Número de onda estacionario en 300hPa.



Figura 8.19: Número de onda estacionario medio por círculo de latitud.

Figura 8.20: Función corriente $\times 1099$

Figura 8.21: R^2 de Fourier.

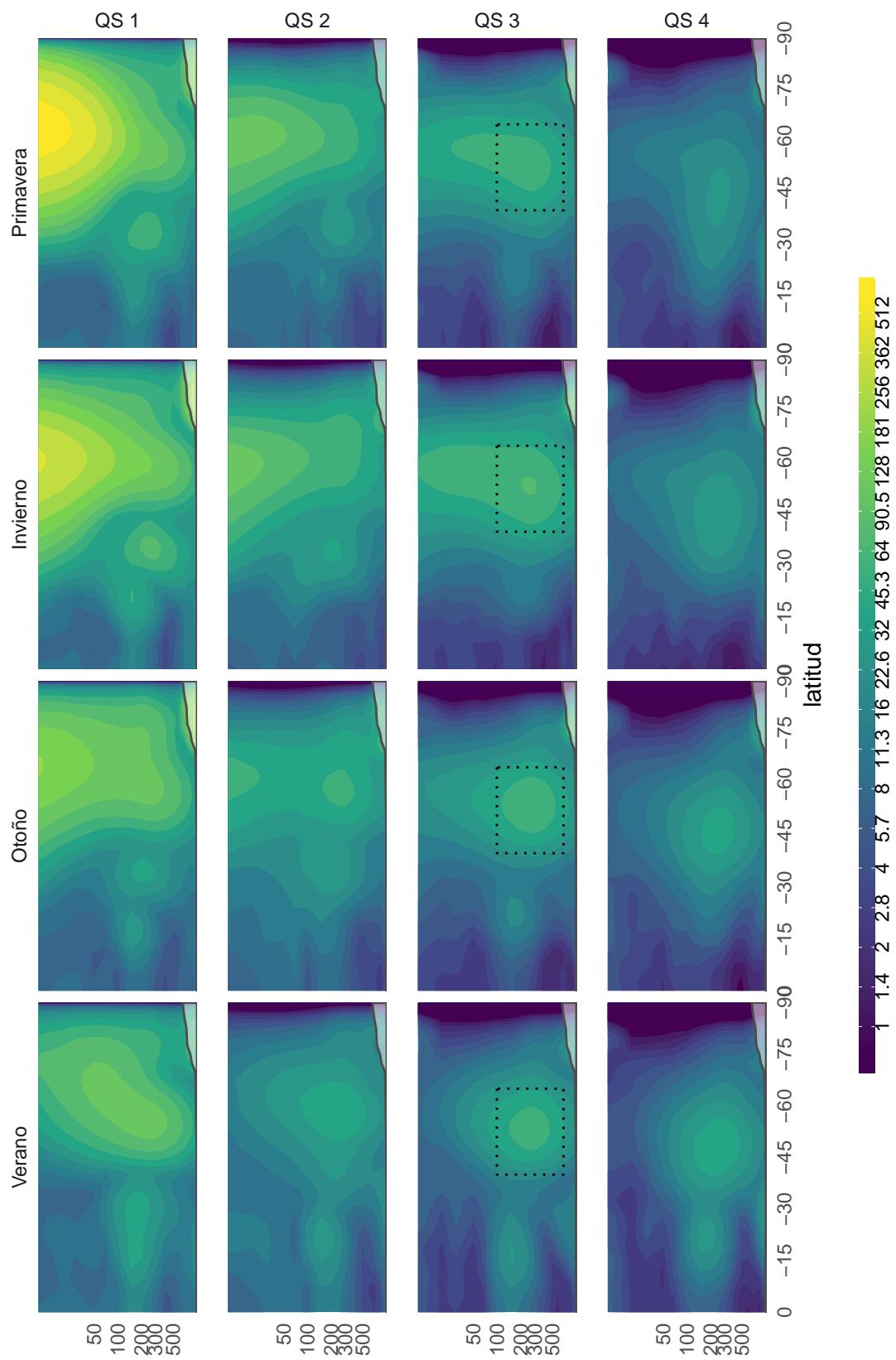


Figura 8.22: Amplitud de Fourier.

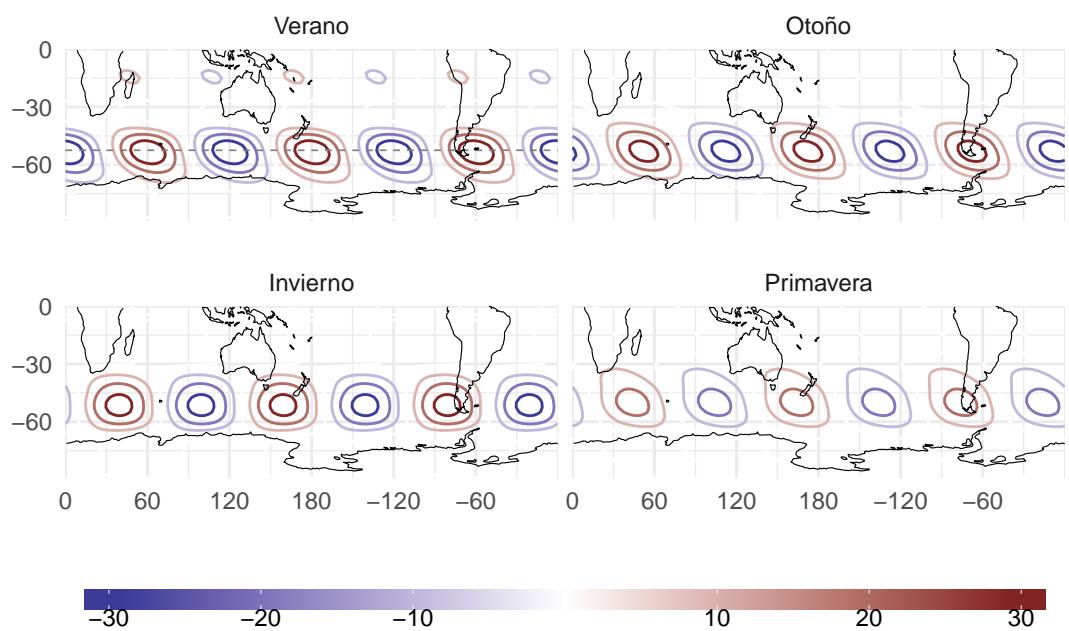


Figura 8.23: Media de reconstrucción de onda 3.

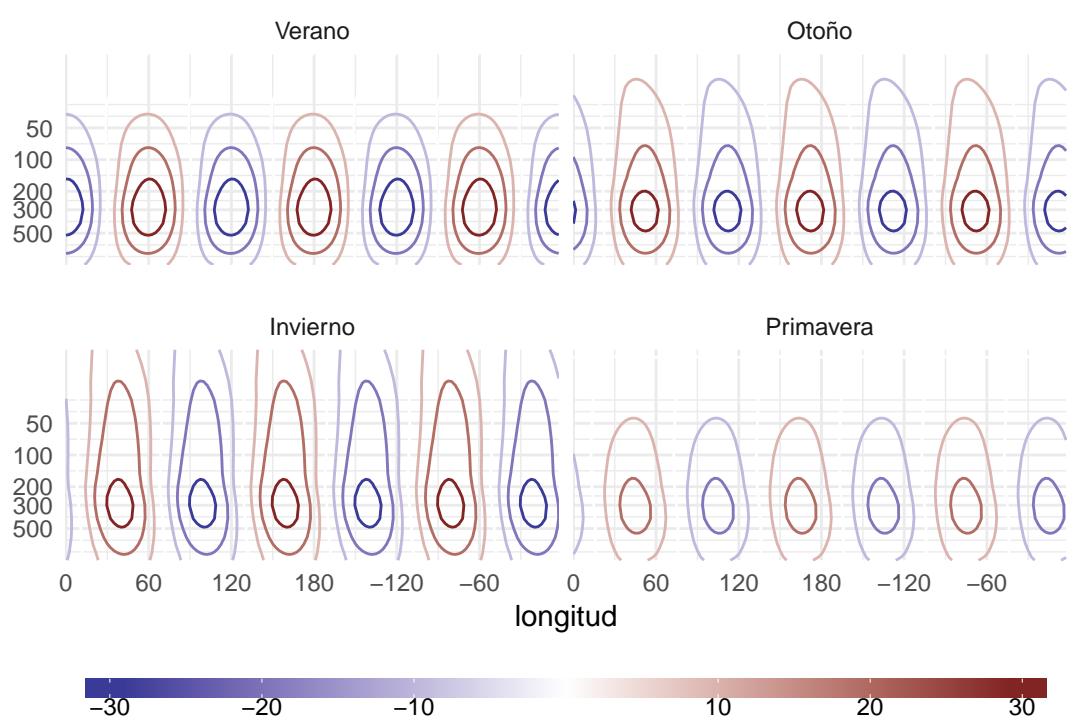


Figura 8.24: Corte

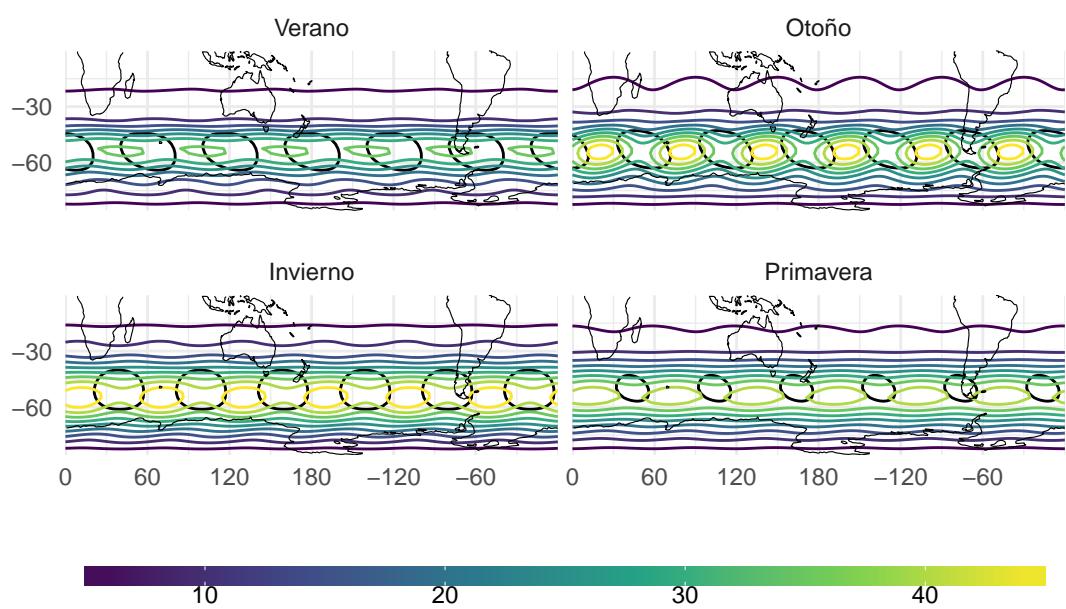


Figura 8.25: Desvío estándar de la reconstrucción de QS3.

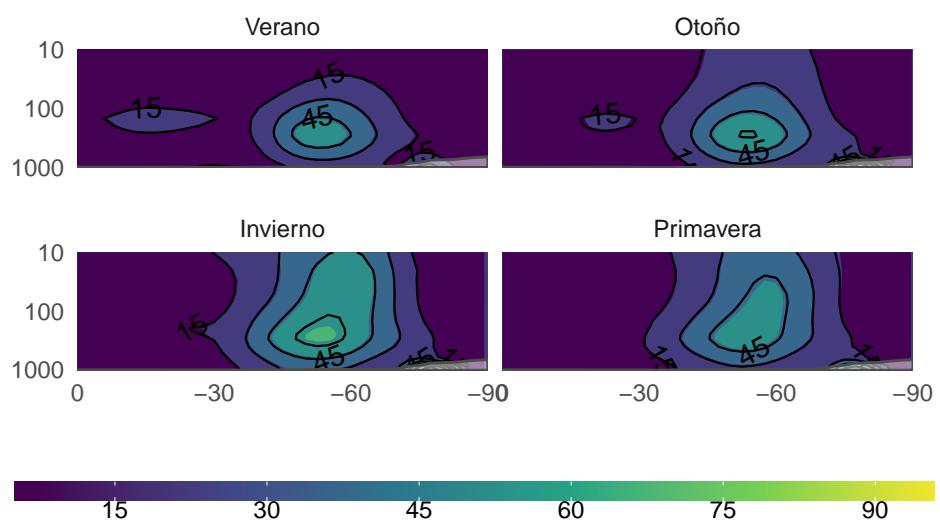


Figura 8.26: Amplitud de wavelets (sombreados) y de fourier (contornos)

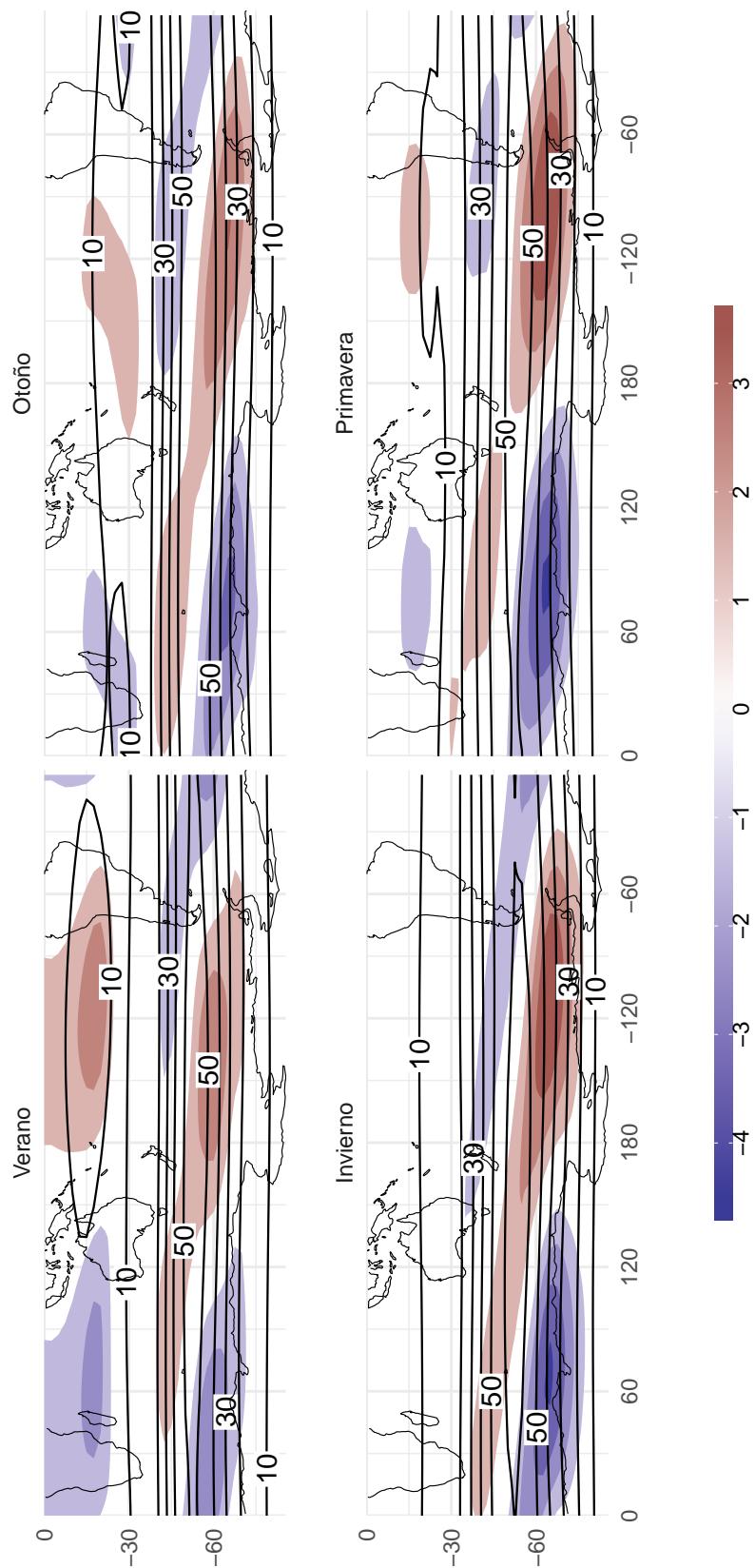


Figura 8.27: Campo medio de la amplitud de la onda 3 según wavelets (contornos) y su anomalía zonal (sombreado) en 300hPa.

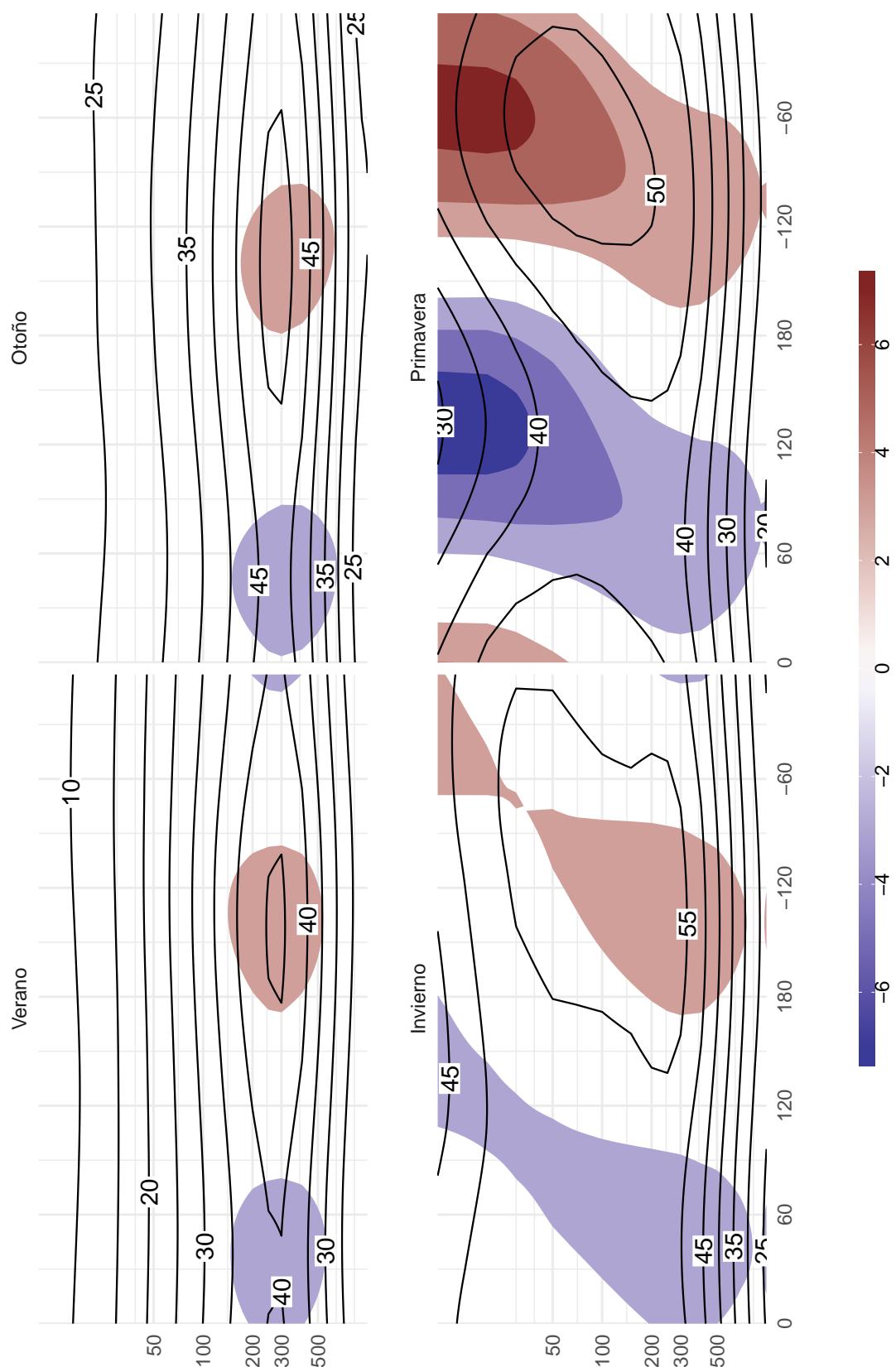


Figura 8.28: Corte zonal en -60° de la amplitud media de la onda 3 según wavelets (contornos) y su anomalía zonal (sombreado).

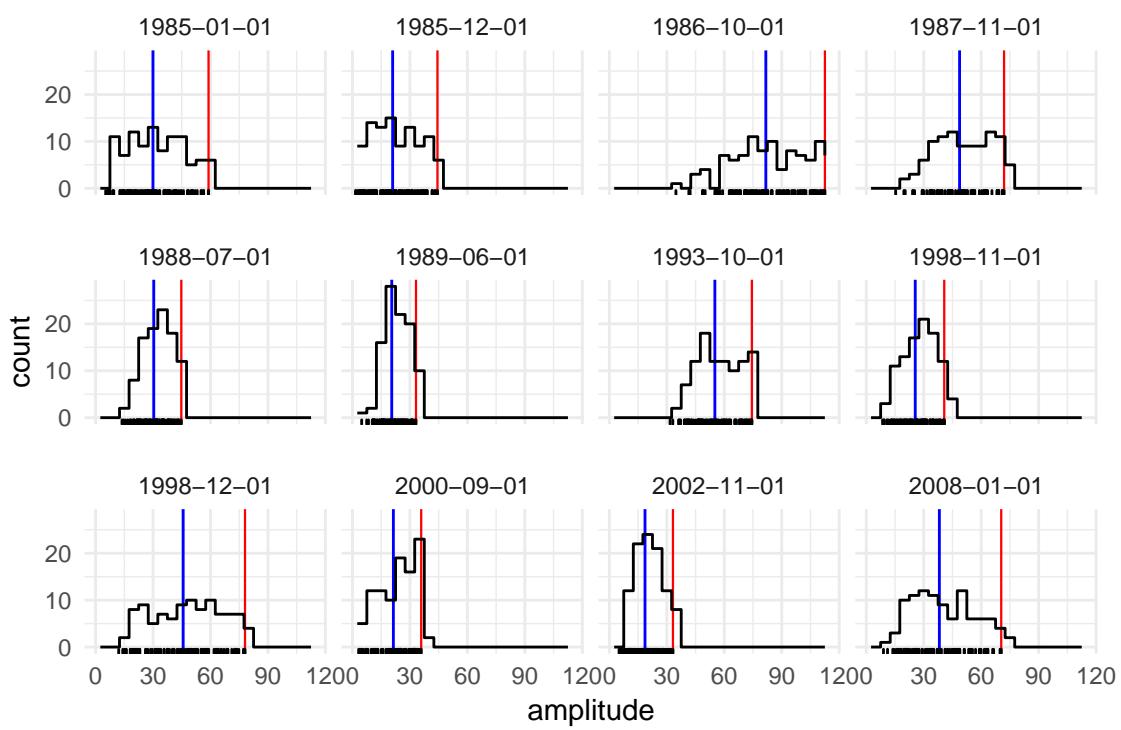


Figura 8.29: Distribució de amplitud para 12 fechas. En rojo la amplitud máxima, en azul la amplitud media.

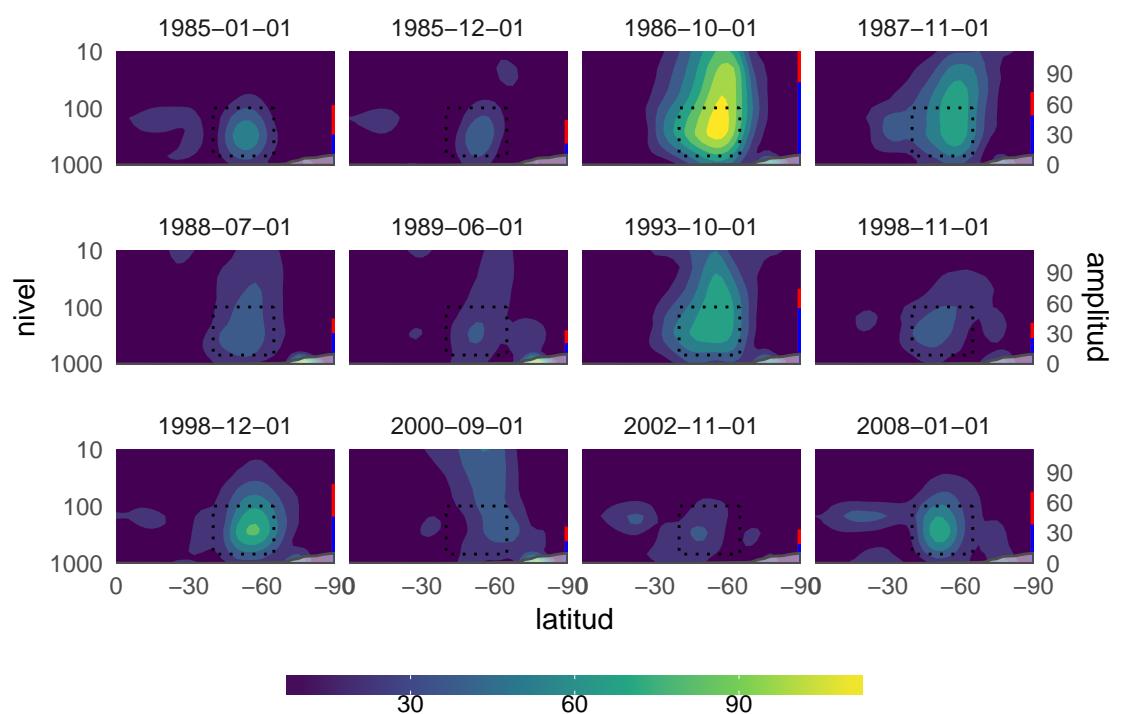


Figura 8.30: Corte vertical de amplitud

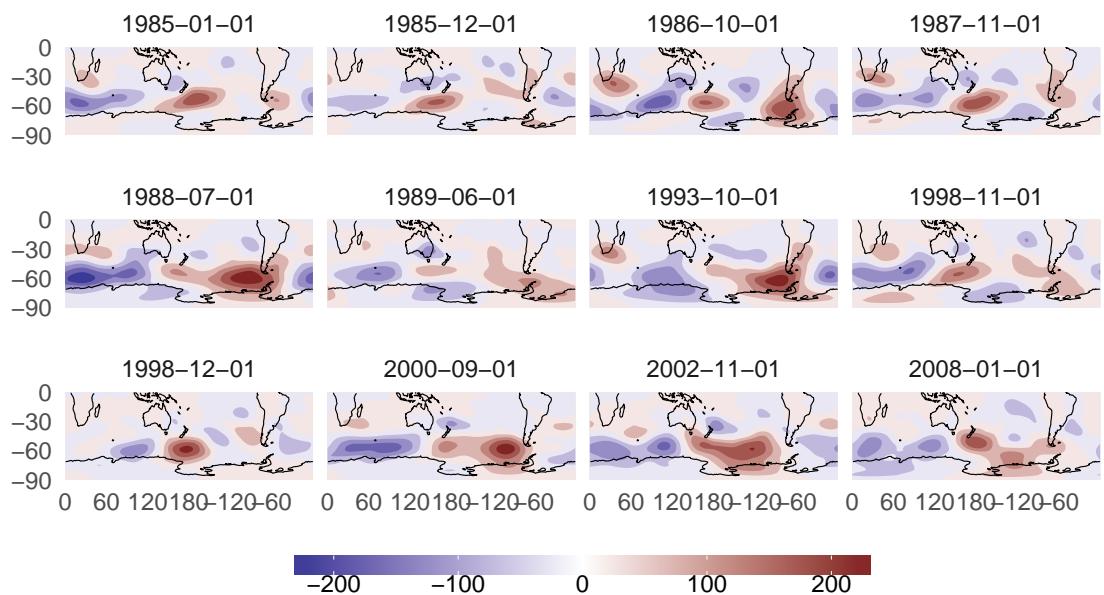


Figura 8.31: Anomalía zonal geopotencial en 300hPa para fechas seleccionadas.

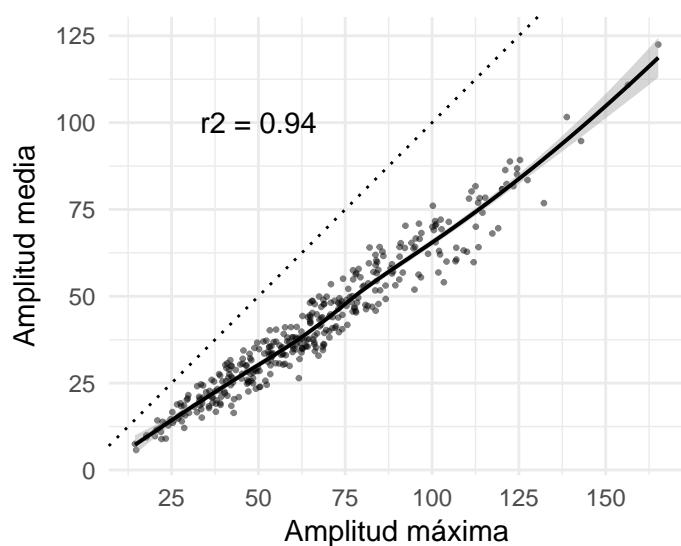


Figura 8.32: Correlación entre amplitud máxima y media.

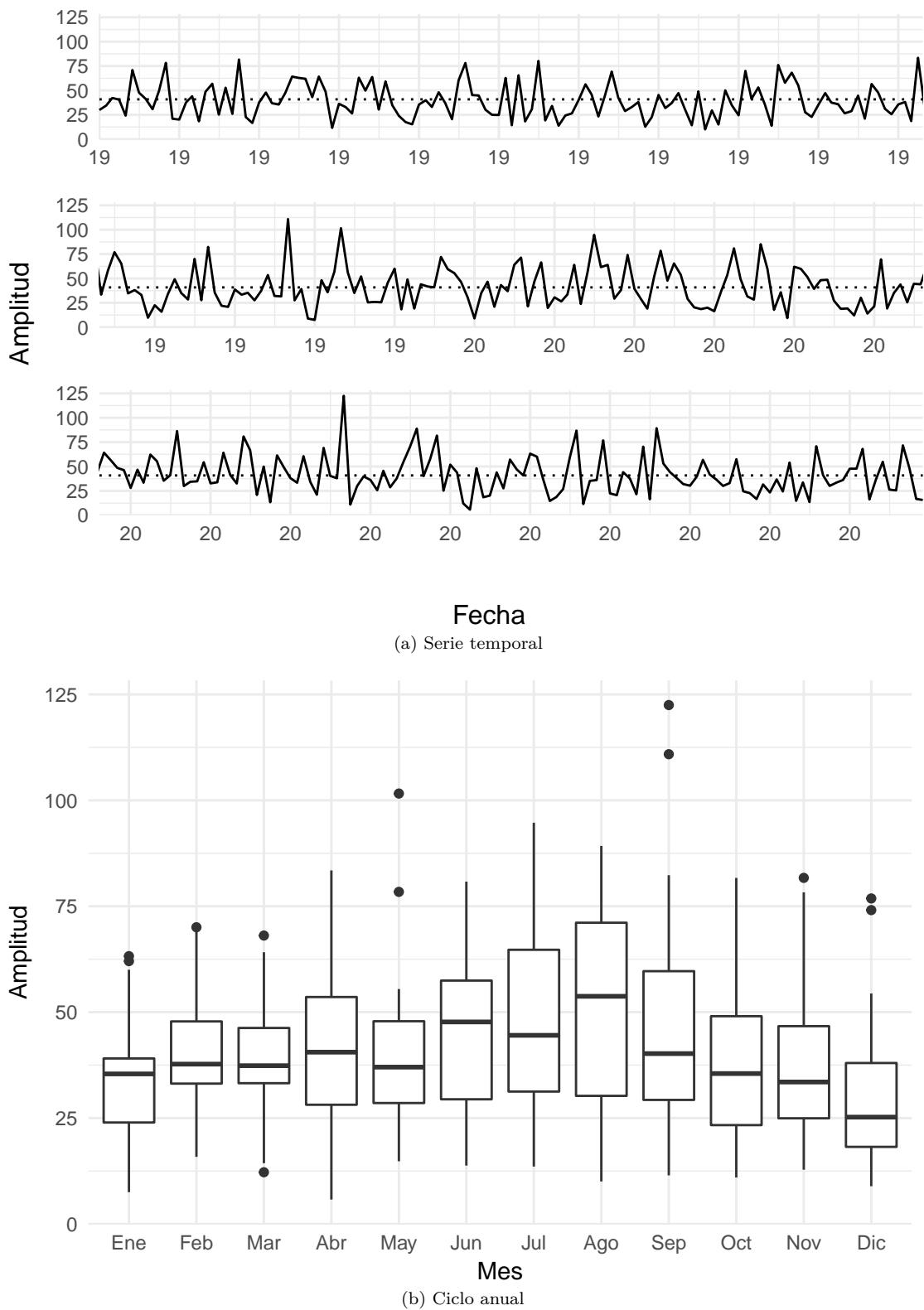


Figura 8.33: Amplitud media

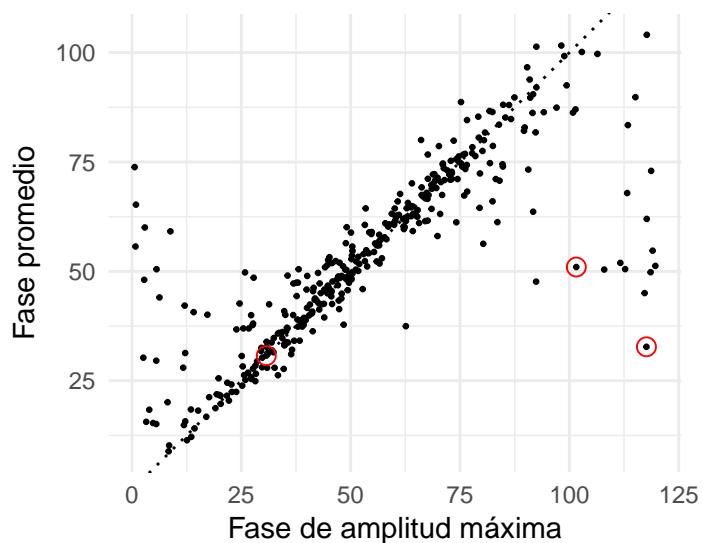


Figura 8.34: Fase promedio vs Fase del máximo

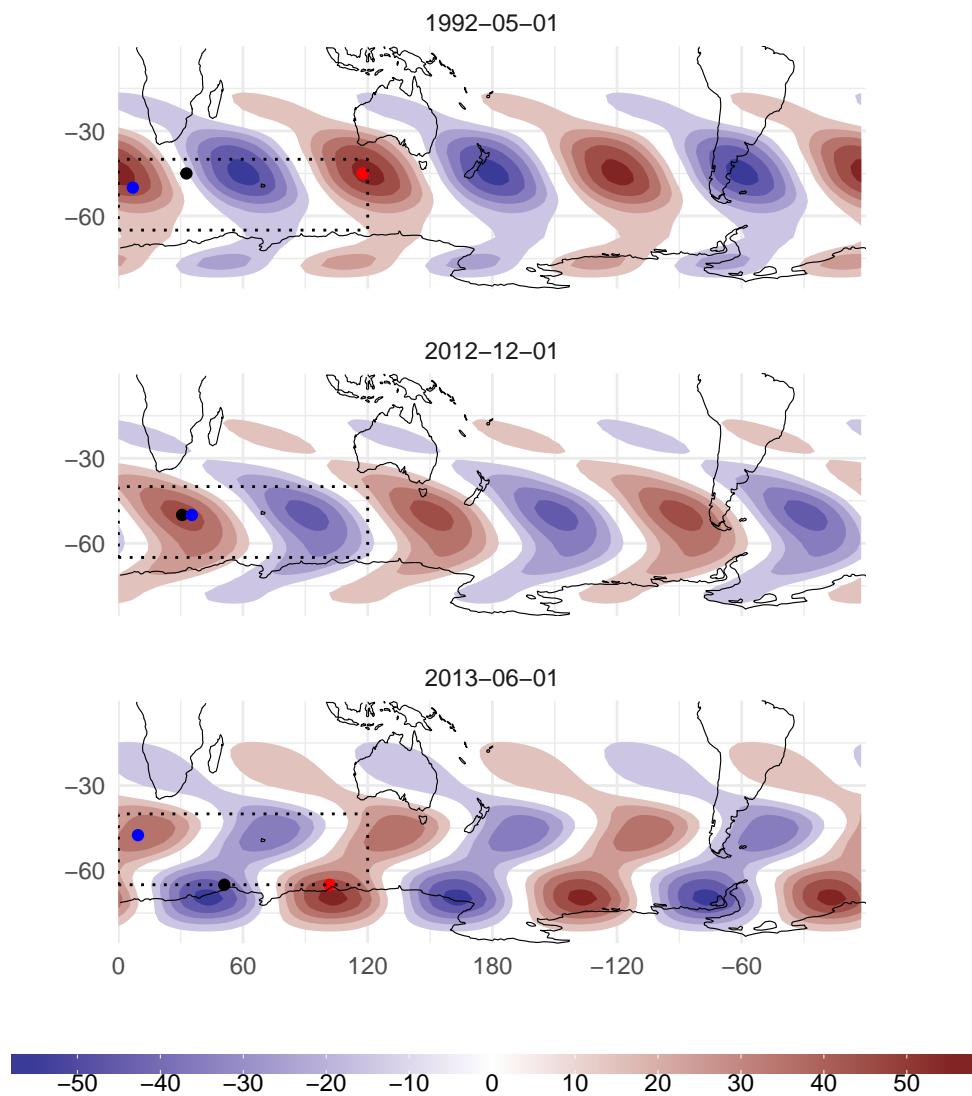


Figura 8.35: Campo de onda 3 reconstruido para junio de 2013. El punto rojo es la fase en la latitud de amplitud máxima; el punto negro, la fase promedio; el punto azul, la moda de la fase. El rectángulo la región donde puede encontrarse la fase. Los límites meridionales definidos por la región donde se calcula el índice y los zonales por $360/3$.

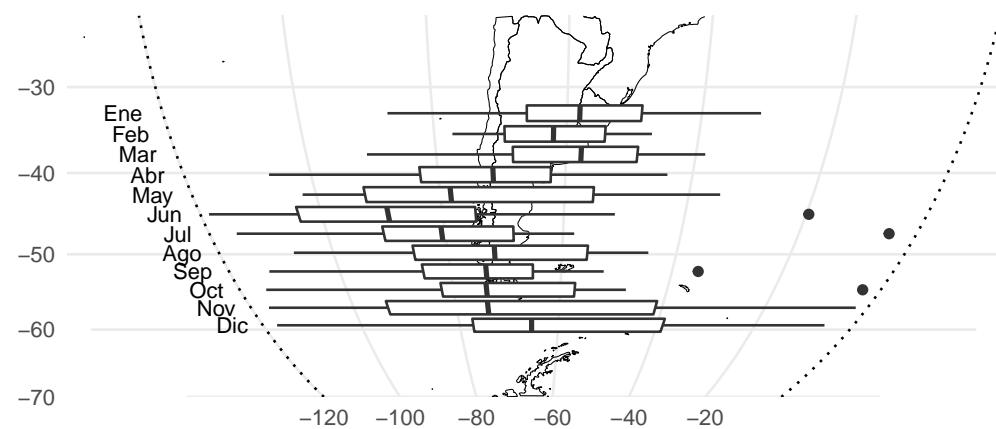


Figura 8.36: Ciclo anual de la fase (20 mayores amplitudes para cada mes)

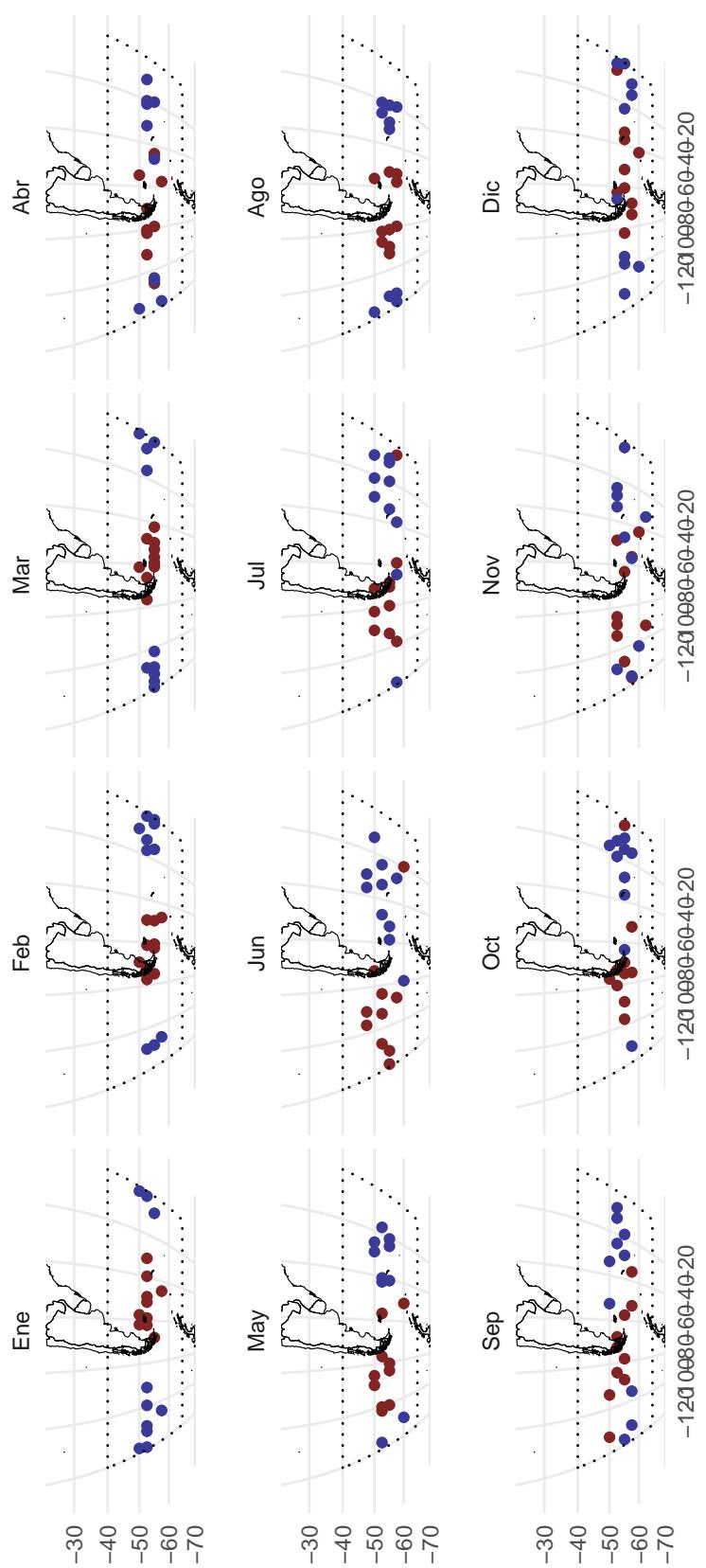


Figura 8.37: Centros de máxima (puntos rojos) y mínima (puntos azules) para los 10 años con mayor amplitud de la onda 3, para cada mes.

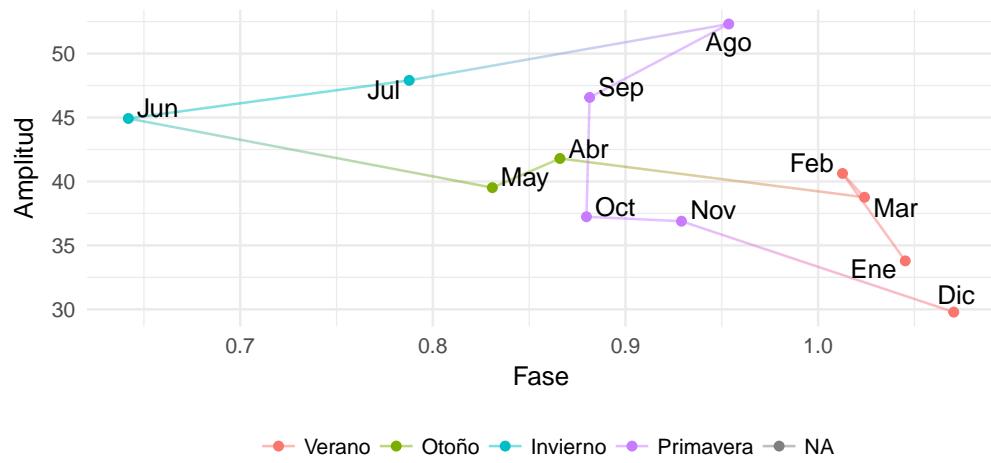
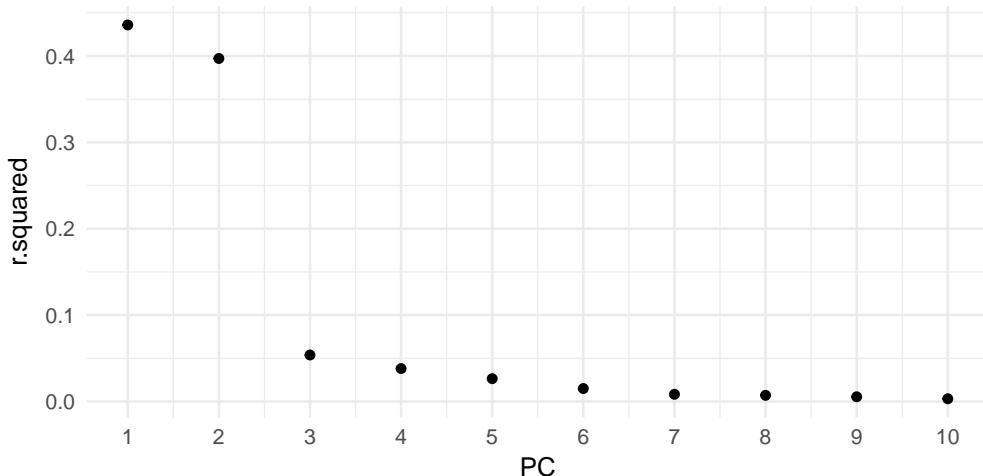
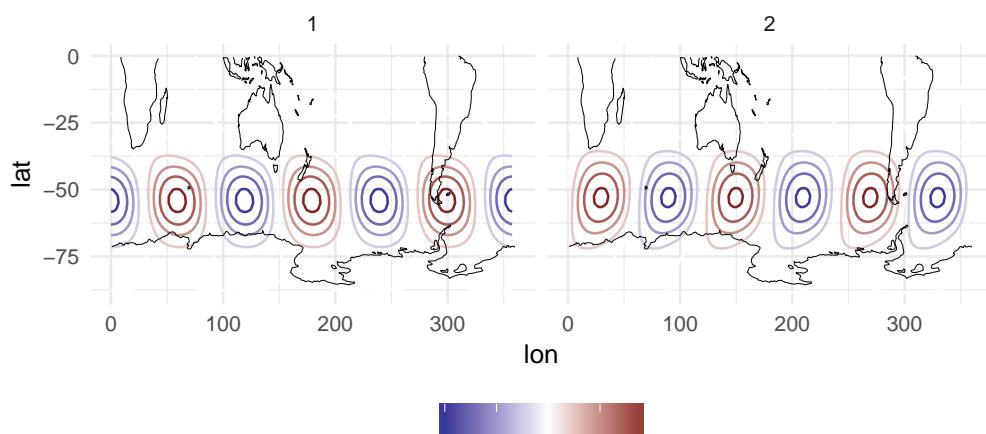


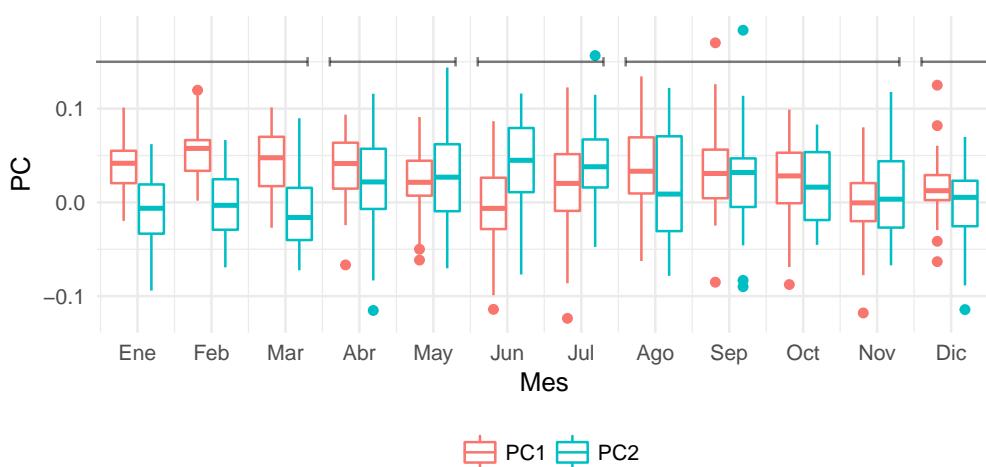
Figura 8.38: Amplitud y fase media para cada mes.



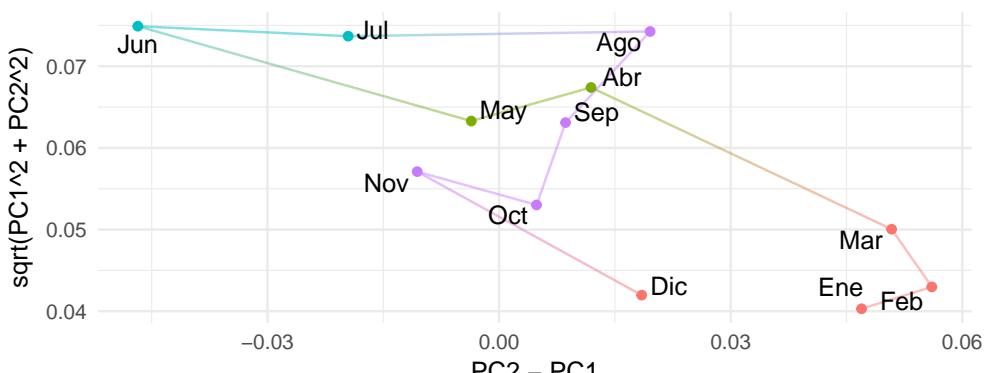
(a) Varianza explicada de cada componente



(b) Campo asociado a las primeras 2 componentes



(c) Factor de peso para cada mes



(d) 'Magnitud' y 'Fase' de cada mes a partir de las componentes principales

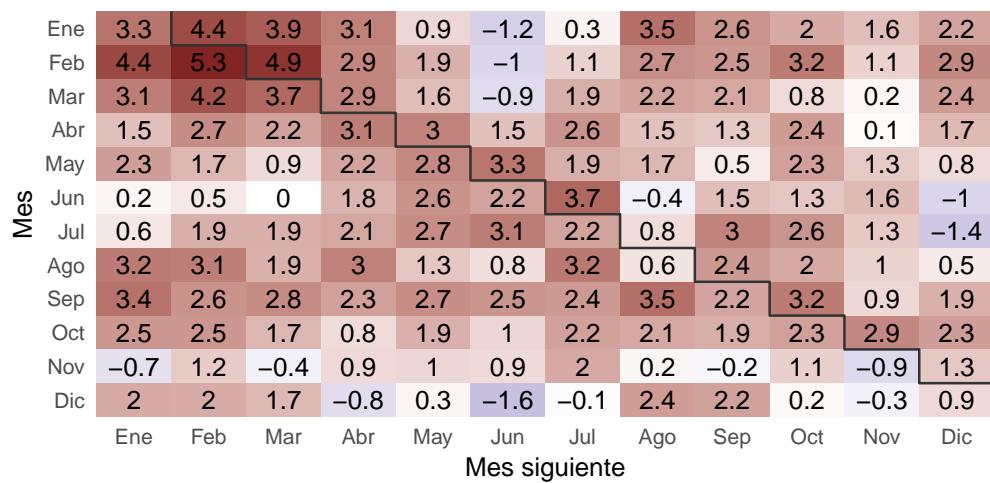


Figura 8.40: Correlación lageada para cada mes con los 12 siguientes.

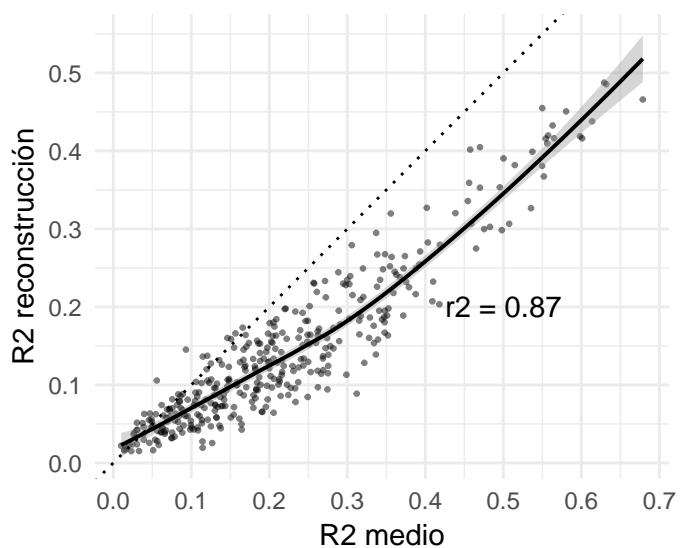
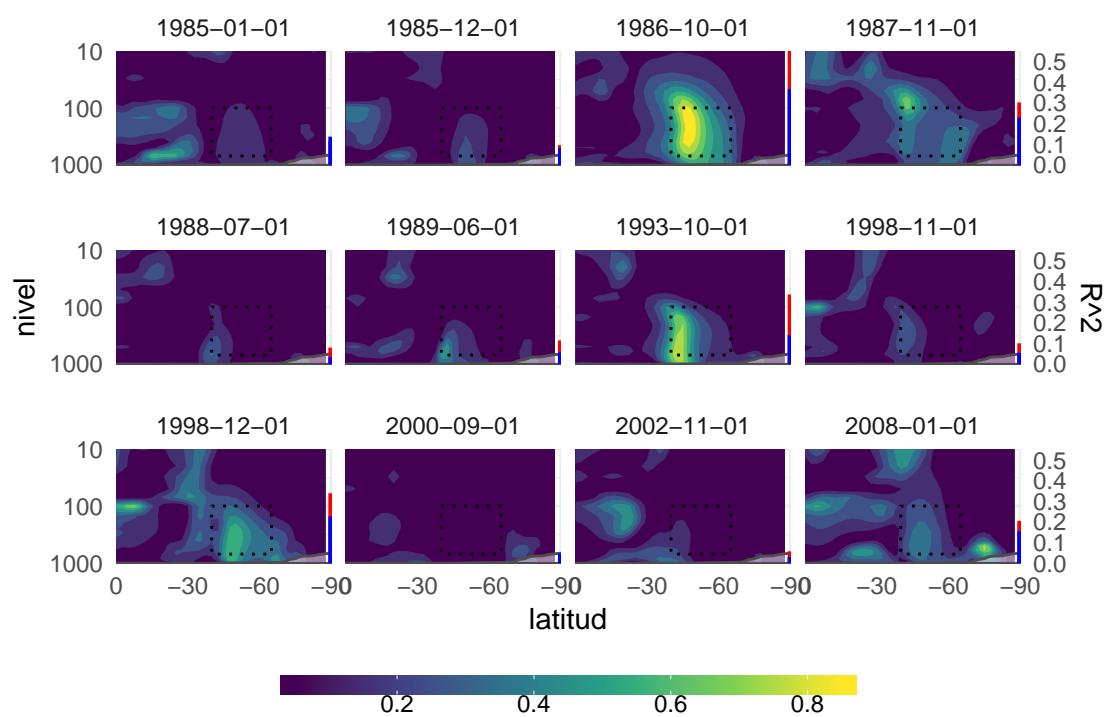
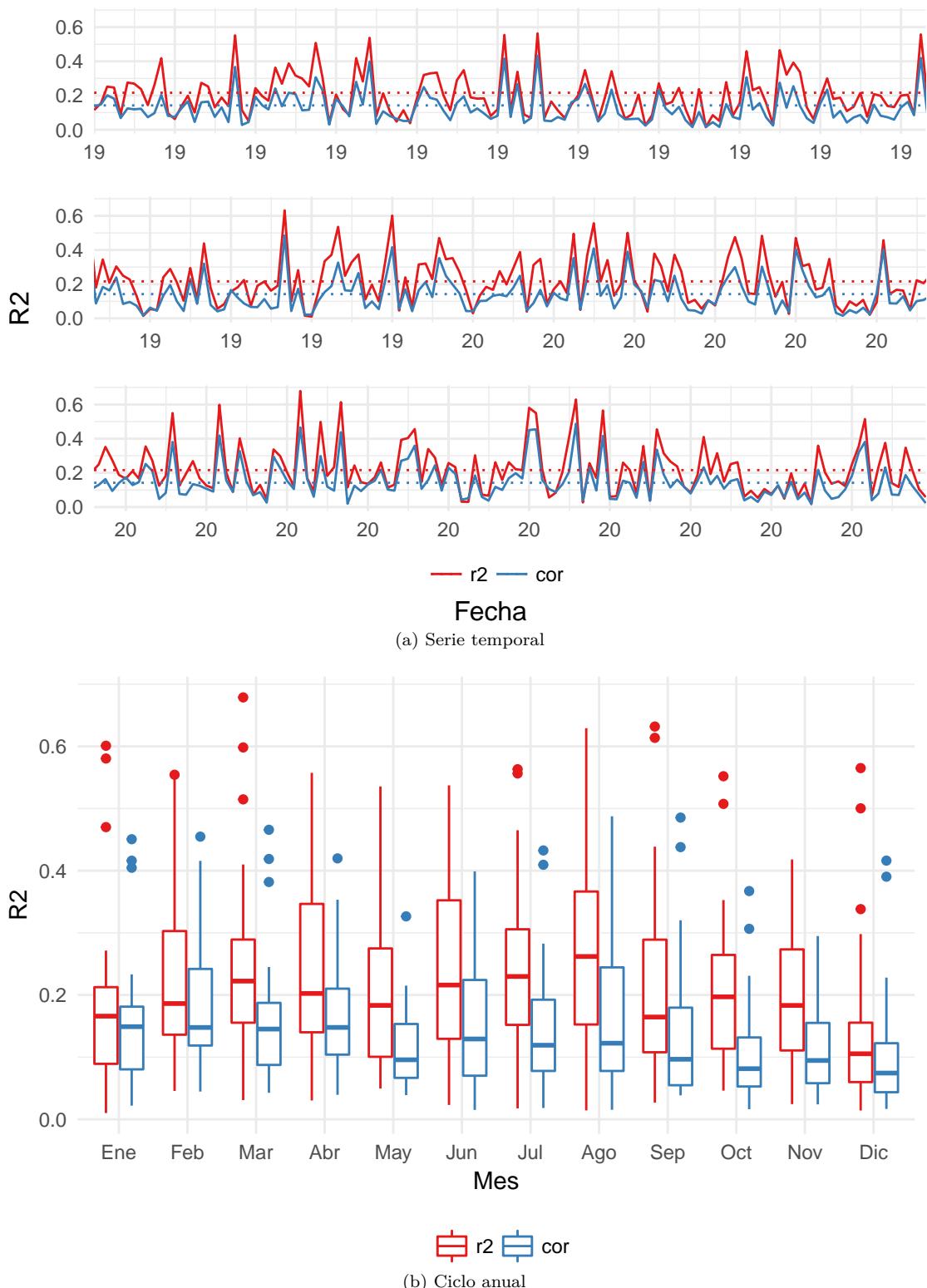


Figura 8.41: Relación entre R^2 medio y R^2 reconstruido.

Figura 8.42: R^2 medio

Figura 8.43: R^2 medio

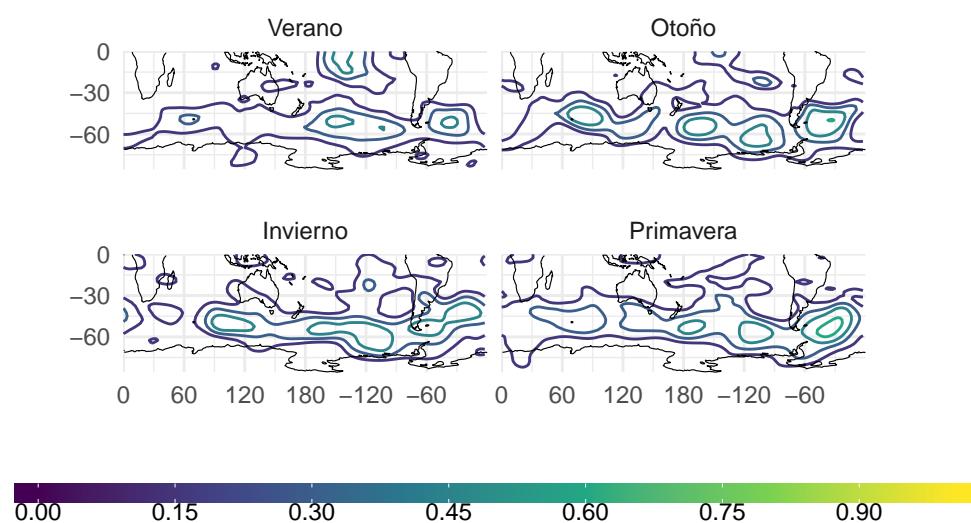


Figura 8.44: Correlación cuadrada media para estaciones según onda3.

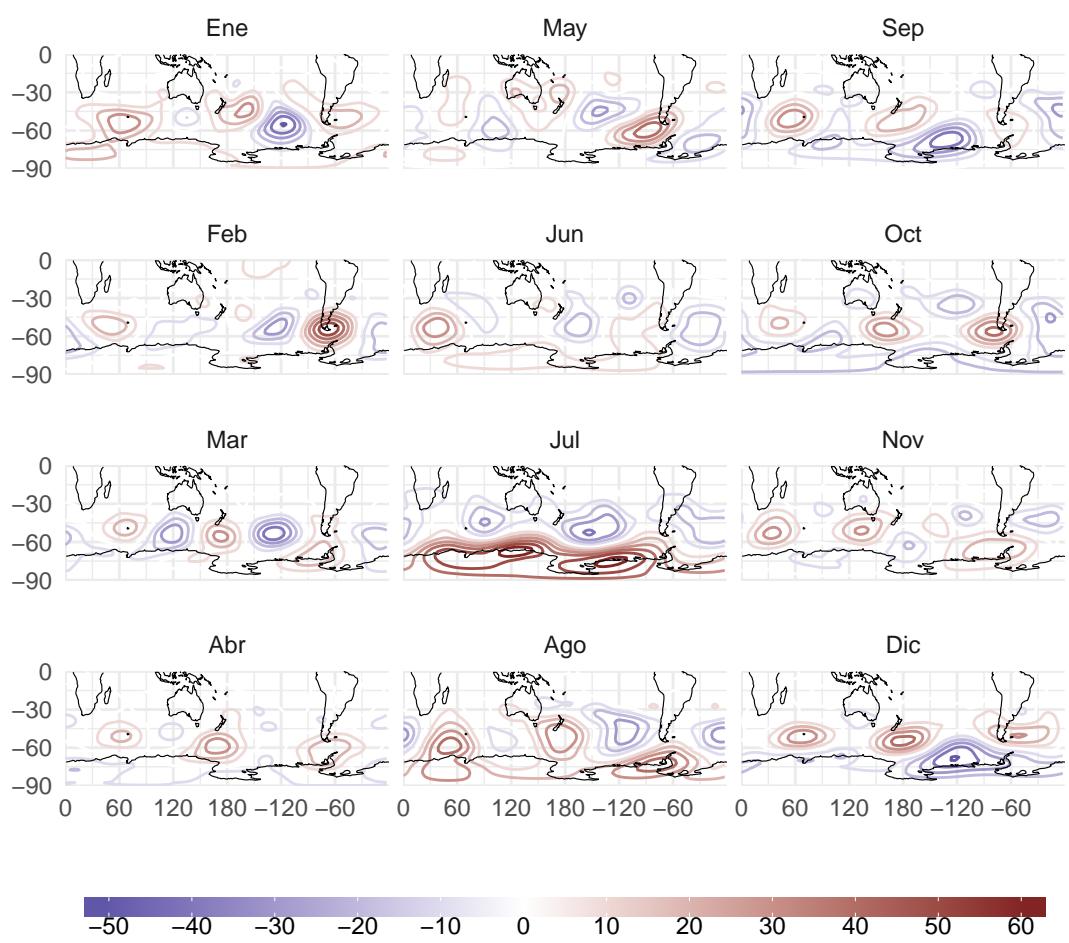


Figura 8.45: Regresión sobre amplitud.

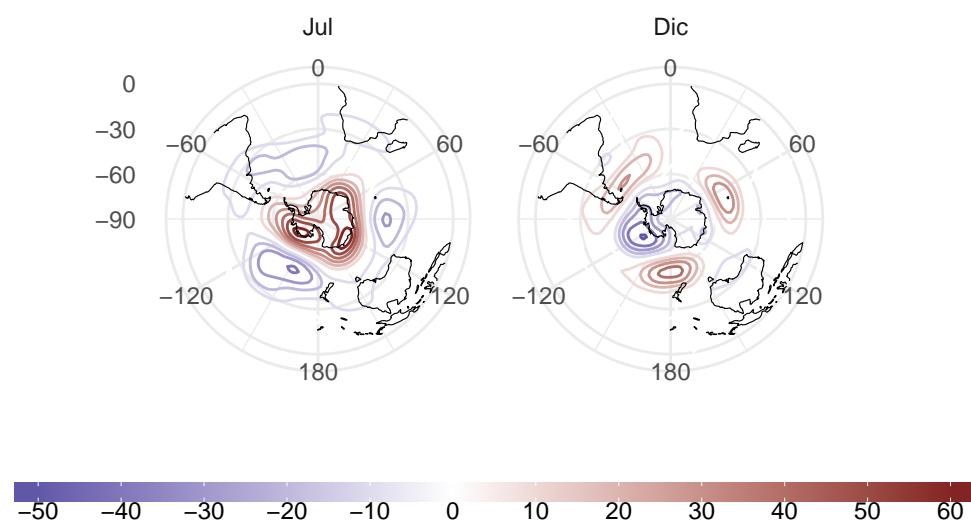


Figura 8.46: Igual que figura XX, pero en proyección polar para julio y septiembre.

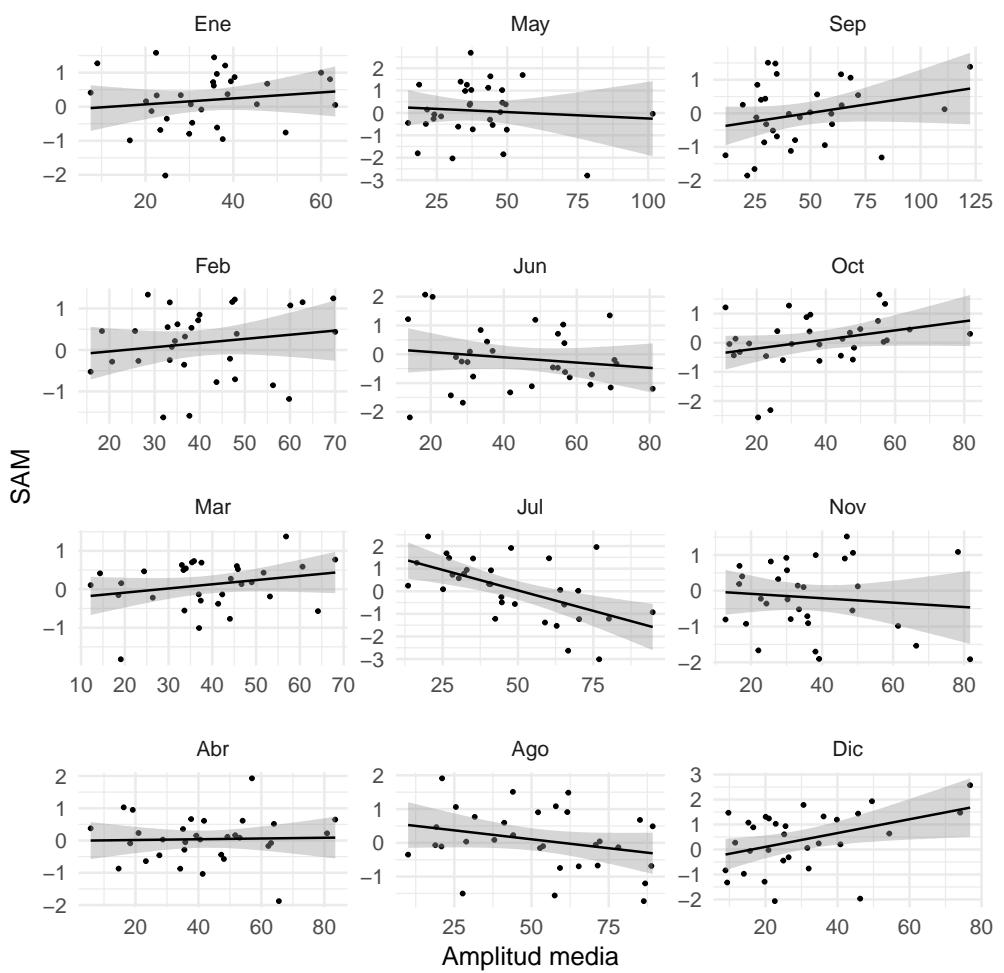


Figura 8.47: Relación entre amplitud media de la onda 3 y el SAM

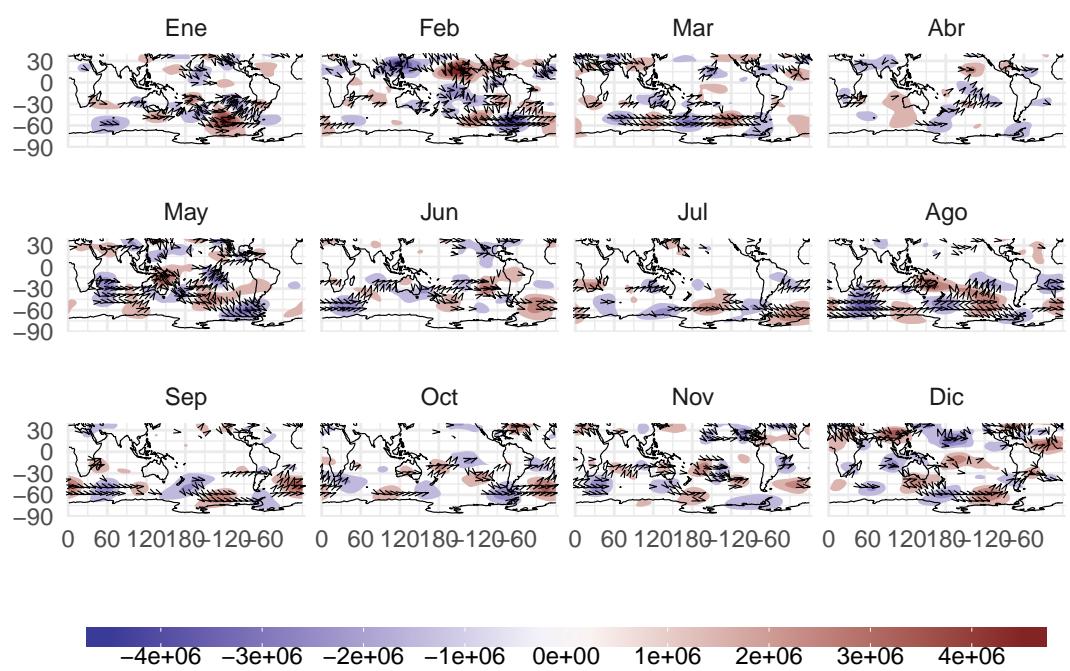


Figura 8.48: Regresión de Psi con la amplitud.

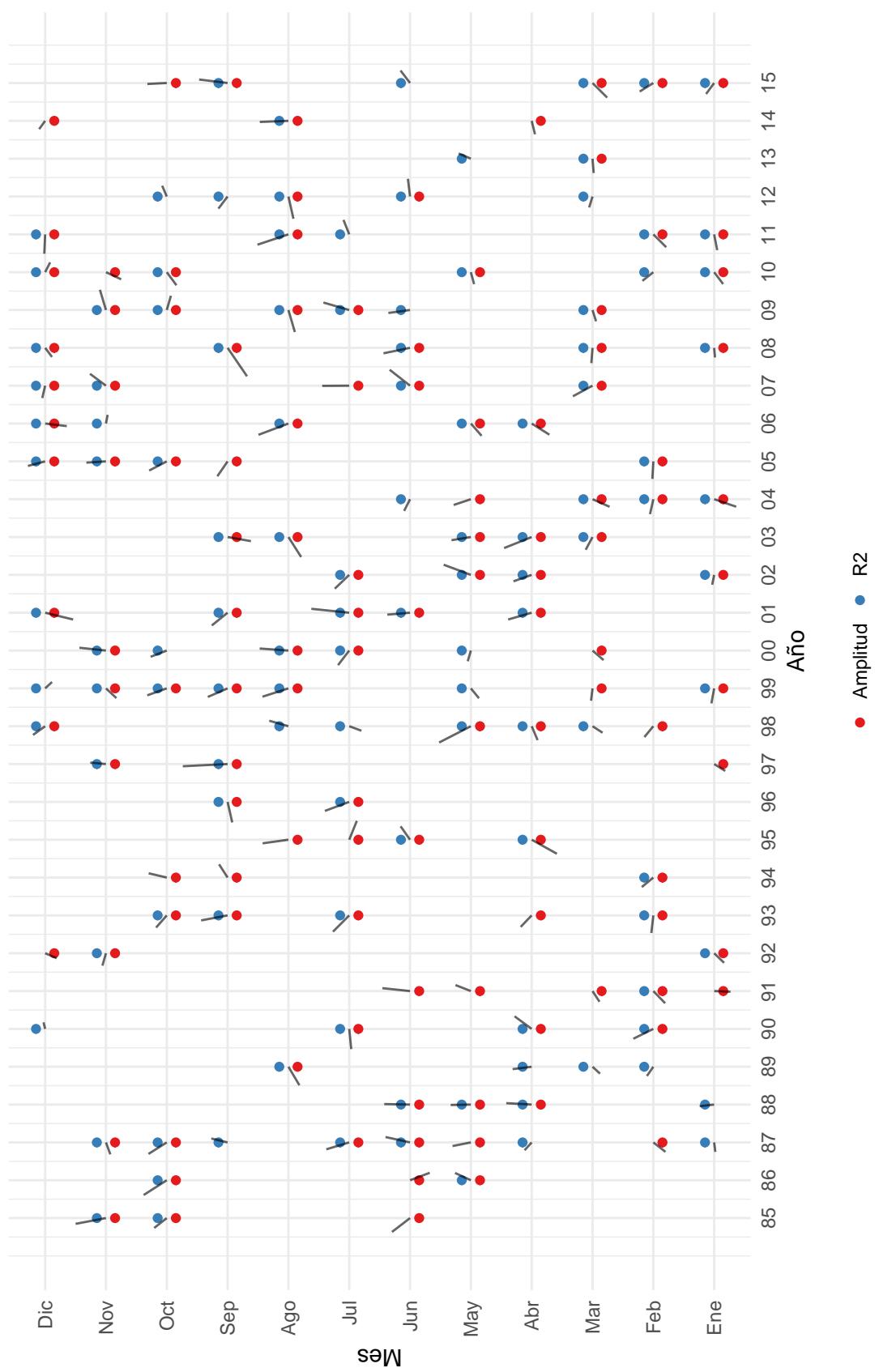


Figura 8.49: Tabla de selección

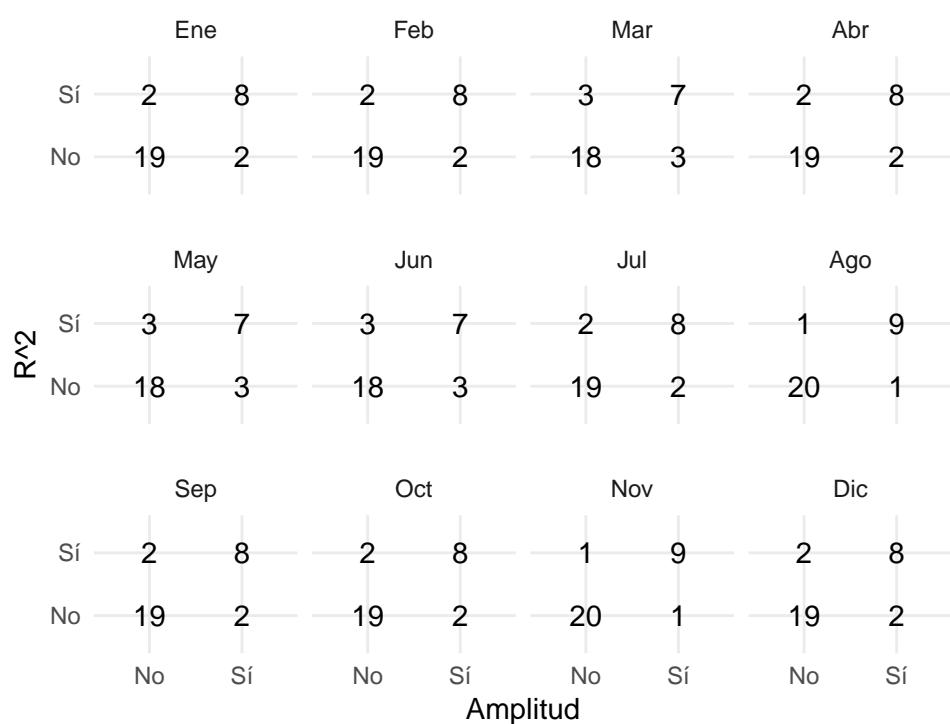


Figura 8.50: Tabla de interacción

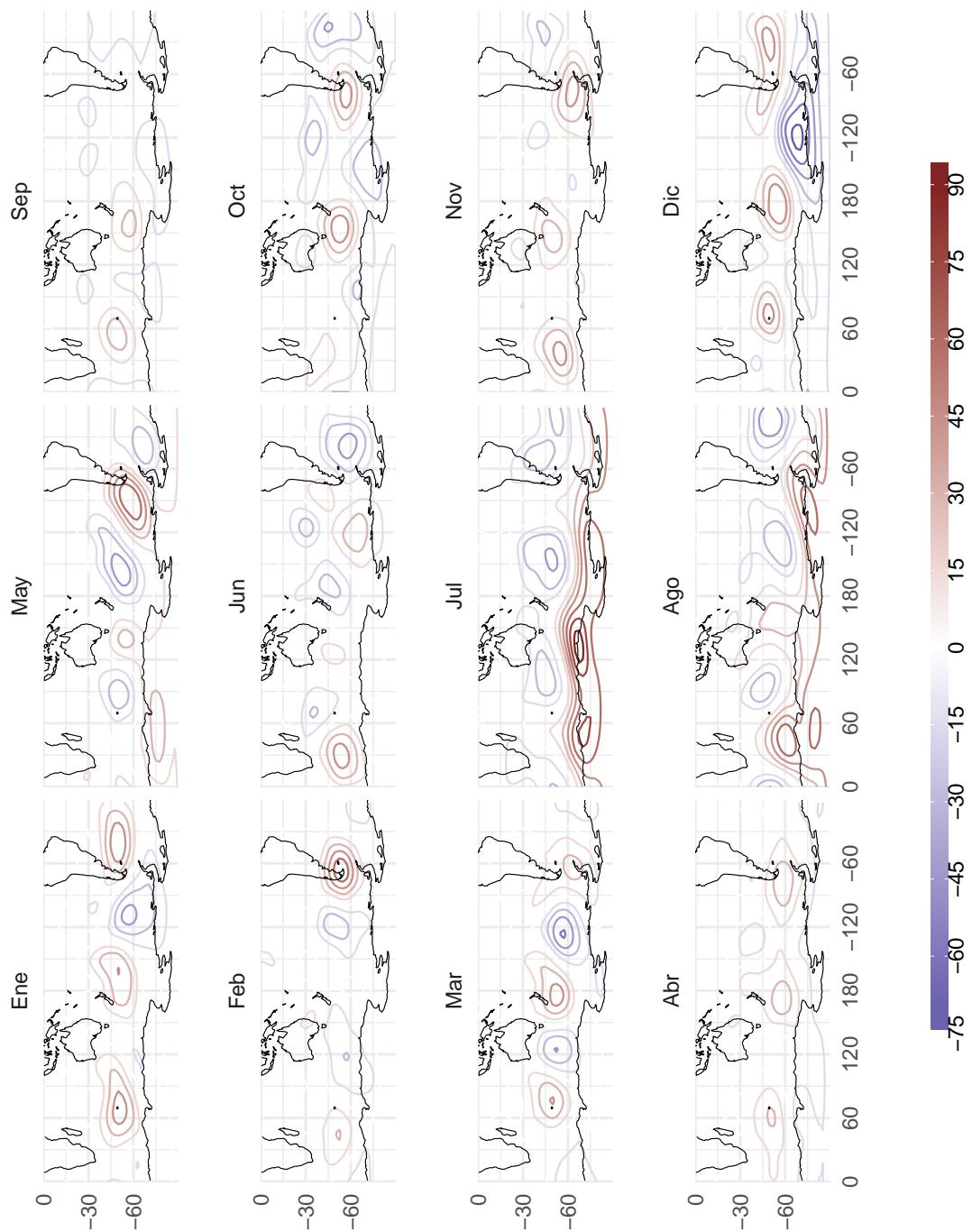


Figura 8.51: Composición de campos

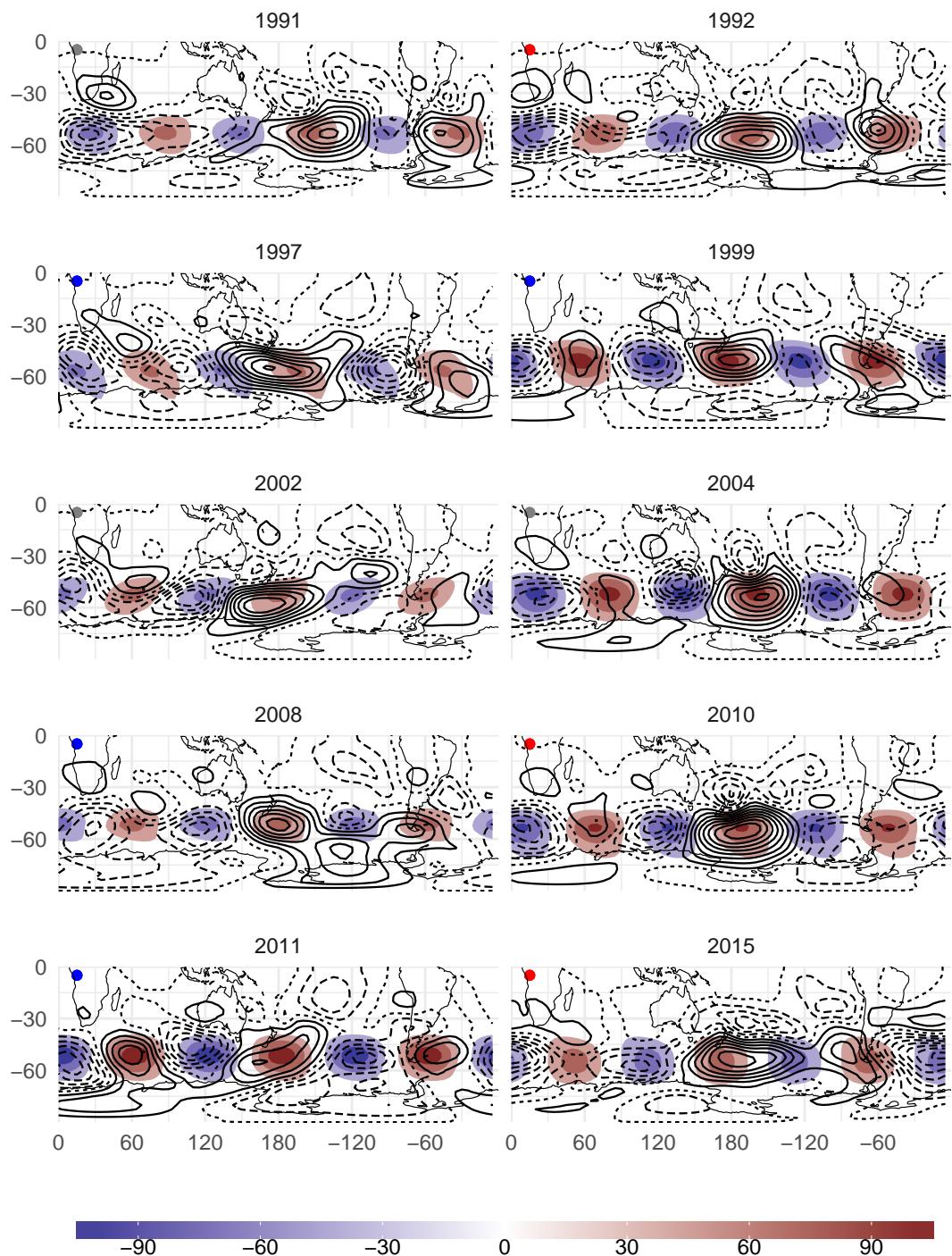


Figura 8.52: Campos para los 10 eneros seleccionados.

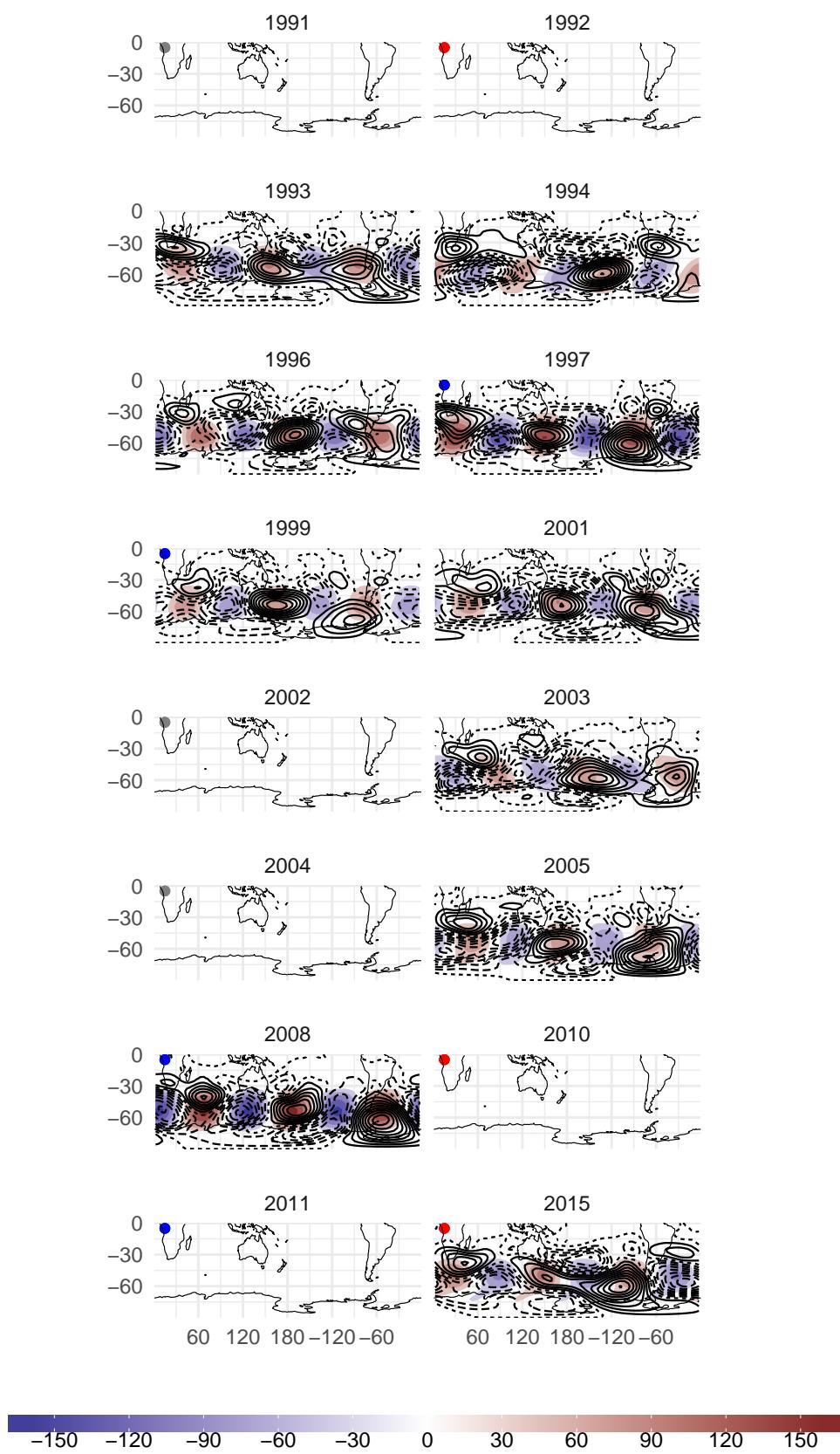


Figura 8.53: Campos para los 10 septiembre seleccionados.

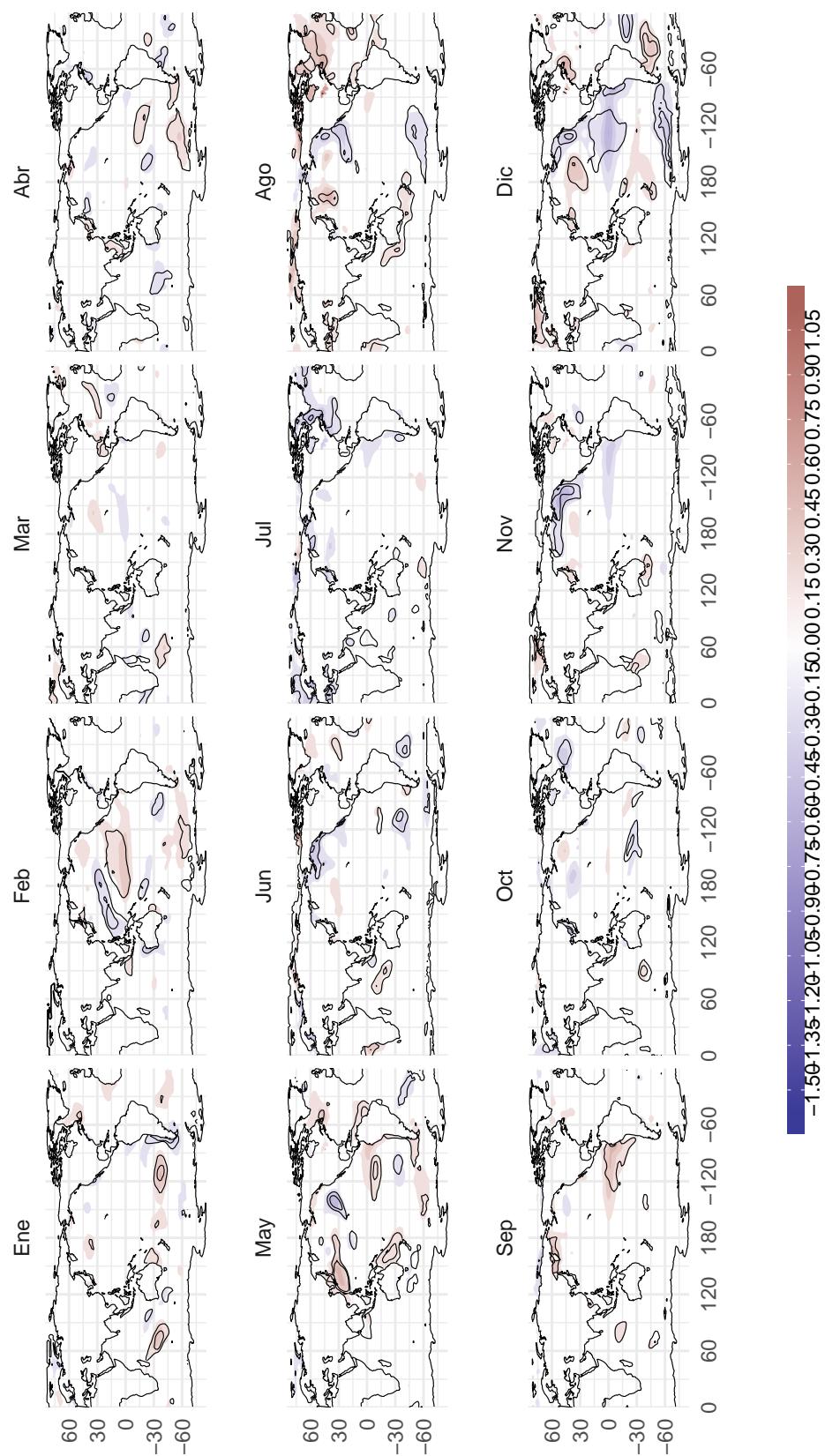


Figura 8.54: Regresión de SST con la amplitud de la onda 3