

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente trabajo es describir las condiciones climáticas para el invierno en Uruguay, considerando el período 1981-2010. Consideramos como invierno al período comprendido por los meses de junio, julio y agosto (JJA). En el presente documento se presentan las variables temperatura y precipitación.

II. DATOS y METODOLOGÍA

De acuerdo a la disponibilidad de información y a las características propias de cada una de las variables analizadas en el presente informe, se utilizó la información disponible en formato digital, almacenada en nuestra Base Nacional de Datos Climáticos en el período 1981-2010, para las estaciones meteorológicas que cumplieran con determinados requisitos, los cuales se explicitan más abajo.

A partir de la base de datos diarios de temperatura máxima (T_x) y mínima (T_n) al abrigo meteorológico [1] y de precipitación (R_r), se realizaron los cálculos aquí presentados. La temperatura media diaria fue calculada como el promedio de T_x y T_n .

El análisis se realiza a escala país y por regiones para los 30 años. Se definen las regiones norte y sur tomando como referencia el río Negro, intentando que las estaciones queden equilibradas en número (ver Fig.1).

La regionalización se plantea con el objetivo de analizar la posible existencia de comportamientos distintos para las regiones definidas, así como para comparar el correspondiente comportamiento a escala país.

Se definen variables obtenidas a partir del promedio espacial de las estaciones disponibles y se estudia el comportamiento medio de estas, así como las fluctuaciones temporales respecto a la misma, cuantificadas a través de la desviación estándar.

A continuación, se presentan los criterios utilizados para definir las estaciones meteorológicas disponibles para cada una de las variables, así como el control de calidad realizado.



inumet

CLIMATOLOGÍA DEL INVIERNO (JUN-JUL-AGO) EN URUGUAY 1981 -2010

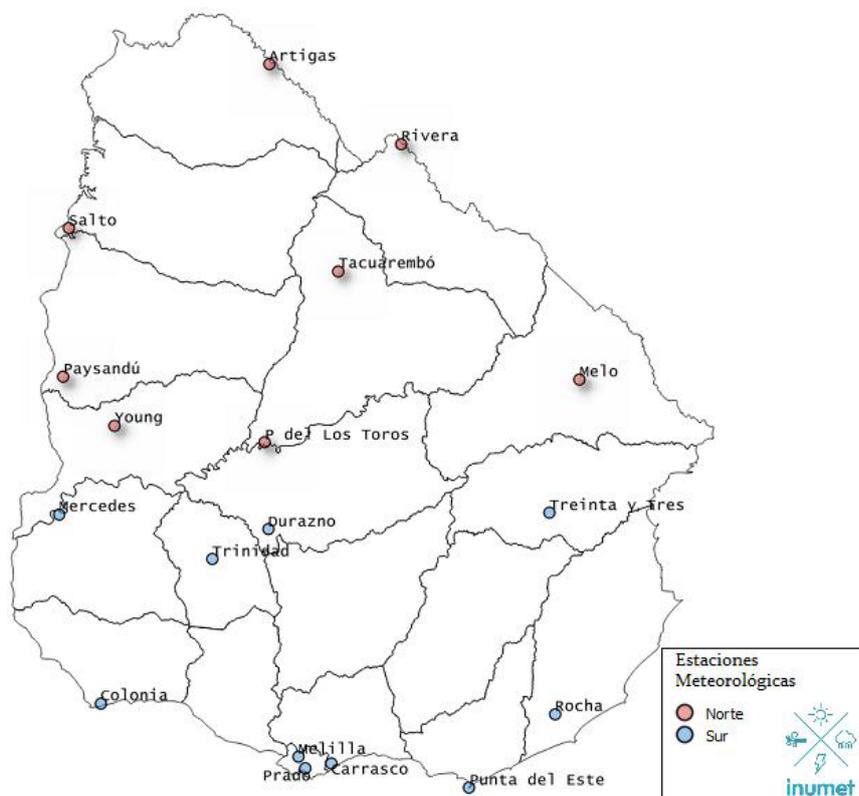


Fig.1: Mapa de estaciones meteorológicas utilizadas y regionalización definida (Norte y Sur).

Temperatura

Para el caso de la temperatura se consideraron las estaciones meteorológicas con menos del 5% de datos faltantes en el período, resultando así las siguientes estaciones: Artigas, Salto, Rivera, Paysandú, Melo, Paso de los Toros, Durazno, Mercedes, Treinta y Tres, Colonia, Rocha, Prado y Carrasco.

De esta forma, la regionalización a estudiar quedó conformada de la siguiente manera: región sur: Carrasco, Colonia, Mercedes, Durazno, Prado, Treinta y Tres y Rocha y región norte: Artigas, Melo, Paysandú, Paso de los Toros, Rivera y Salto, resultando así en 7 estaciones para la región sur y 6 para la región norte (ver Fig.1).

Precipitación

En lo que respecta a la precipitación se consideraron las estaciones meteorológicas con menos del 3% de datos faltantes en el período, resultando así las estaciones: Artigas, Carrasco, Colonia, Durazno, Melilla, Melo, Mercedes, Paso de los Toros, Paysandú, Punta del Este, Prado, Rivera, Rocha, Salto, Tacuarembó, Trinidad, Treinta y Tres y Young.

En este caso la regionalización quedó conformada de la siguiente manera: región sur: Carrasco, Colonia, Durazno, Melilla, Mercedes, Punta del Este, Prado, Rocha, Trinidad y Treinta y Tres, y región norte: Artigas, Melo, Paso de los Toros, Paysandú, Rivera, Salto, Tacuarembó y Young, resultando en 10 estaciones para la Región Sur y 8 para la región norte (ver Fig.1).

III. PRESENTACIÓN y ANÁLISIS de DATOS

Para estudiar la climatología en el período 1981-2010, se presentan a continuación los gráficos de las principales variables de estudio.

En primer lugar se presenta el comportamiento correspondiente a escala país, para luego analizar qué ocurre con las regiones introducidas en la Sec.II. Finalmente se presentan las heladas meteorológicas como fenómeno característico del invierno.

III.1. ESCALA PAÍS

Temperatura

En la Fig.2 se presenta la distribución espacial de la temperatura en JJA sobre Uruguay. Allí se puede ver el comportamiento del campo de temperatura acorde a la latitud geográfica, ubicándose las isolíneas más elevadas al norte del país (sobre el departamento de Artigas) y las más bajas en la región sur (sobre Montevideo y Canelones).

Si comparamos el comportamiento medio de la temperatura del otoño con la estación invernal, vemos que existe un gradiente norte-sur mayor en el invierno que en otoño. Entre los valores más altos del norte y los más bajos del sur, hay en promedio 3.5°C.

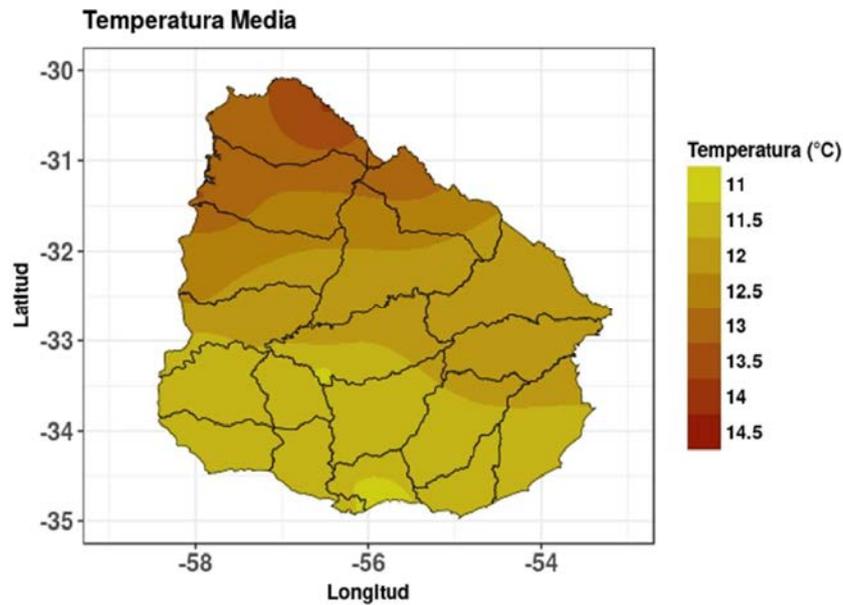


Fig.2: Distribución espacial de la temperatura media JAJ 1981-2010 en Uruguay.

La Fig.3 representa la temperatura media del trimestre luego de promediar en todas las estaciones meteorológicas disponibles. De esta forma se obtiene una serie temporal cuyo valor medio es de 12.3°C (línea discontinua central) y con una variabilidad caracterizada mediante la desviación estándar de 1.0°C (líneas discontinuas superior e inferior).

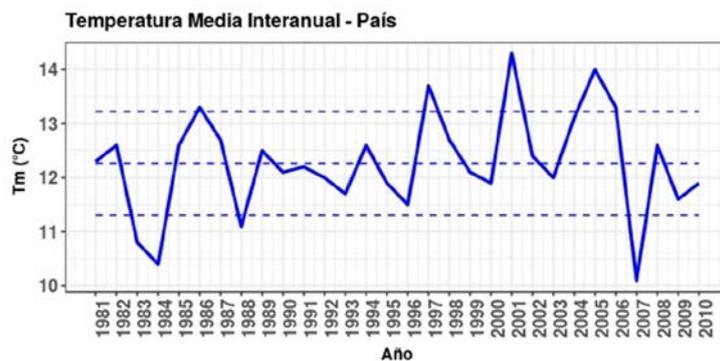


Fig.3: Temperatura media interanual para el periodo 1981-2010

Por fuera del intervalo definido por la desviación estándar con respecto a la media, se encuentran los registros anómalos que estarían representando inviernos más cálidos (por encima de la desviación estándar) y más fríos (por debajo de la misma) que lo normal. En los 30 años hubo un total de 3 eventos cálidos, y 3 fríos dentro de los cuales podemos destacar los años 2001 y 2007 correspondientemente. El primero resulta ser el registro máximo con 14.4°C y el segundo el mínimo con 10.1°C.



Dentro de la variabilidad interanual presente, se destaca el salto ocurrido entre los años 2006 y 2007, pasando de un invierno cálido al más frío del período. Por el contrario la variación interanual más pequeña (en valor absoluto) es de 0.1°C correspondiente a los años 1990 y 1991, cuyos registros fueron de 12.1°C y 12.2°C. Esto muestra la gran variabilidad interanual que posee Tm.

En la Fig.4 se observan las anomalías de temperatura para el Cono Sur para los años con registros máximo y mínimo. En la imagen de la izquierda se aprecian las anomalías positivas centradas sobre Uruguay (con desviaciones superiores a 1.5°C aproximadamente en el trimestre, las cuales abarcan todo el territorio uruguayo). Una gran extensión del continente registró anomalías con valores por encima de 0.5°C. En la imagen de la derecha se muestran las anomalías negativas registradas en el invierno de 2007. Las mismas se centraron sobre la Provincia de Córdoba y Buenos Aires (con anomalías inferiores a -2.0°C aproximadamente en el trimestre).

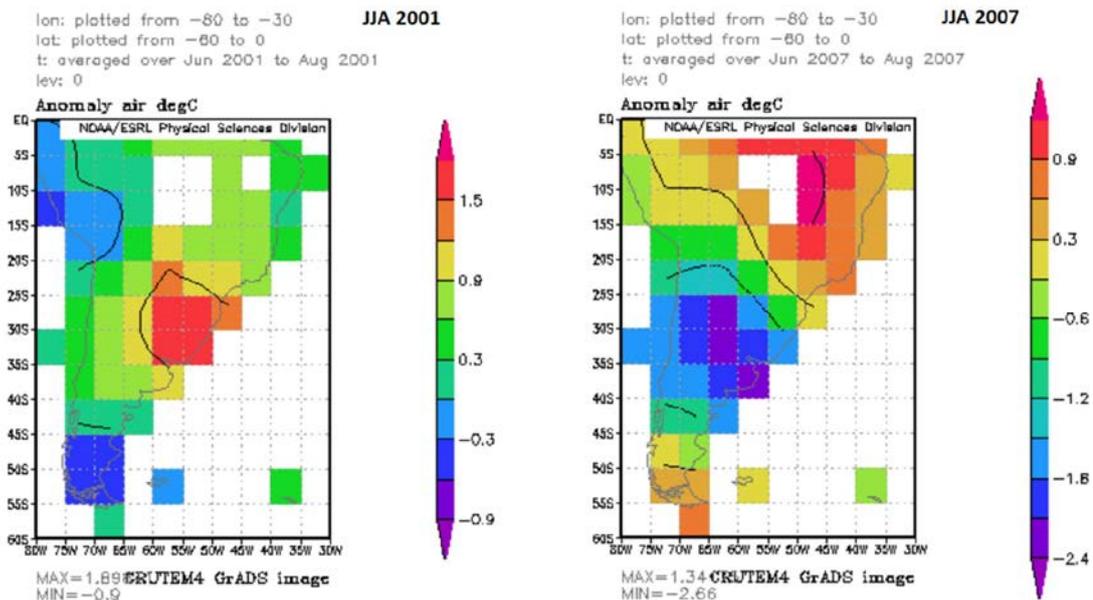


Fig.4: Anomalías de temperatura para el cono sur. (Fuente: NOAA ERSI CRUTEM4).

En la Fig.5 se representa el comportamiento interanual de las temperaturas máxima y mínima promediadas en el trimestre (Txm y Tnm). Las líneas discontinuas centrales muestran los respectivos comportamientos medios, mientras que las discontinuas superior e inferior cuantifican la variabilidad mediante una desviación estándar. El valor medio correspondiente a la temperatura máxima para Uruguay es de 17.1°C con una desviación de 0.9°C, y para la temperatura mínima es de 7.5°C con una desviación de 1.2°C. Cabe destacar que la variabilidad de Tnm es mayor a la de Txm.



Los años 1997, 2001, 2005 y 2006 resultan ser los únicos años del periodo estudiado, donde tanto Txm como Tnm presentaron registros por encima de la desviación estándar, mientras que 1983, 1984 y 2007 resultan ser los únicos años en los que Txm y Tnm estuvieron por debajo de la desviación estándar. Si observamos el comportamiento de Tm en dichos años, vemos que la misma estuvo correspondientemente por encima y por debajo de la desviación estándar. Sin embargo, no necesariamente se requiere que tanto Txm como Tnm presenten valores anómalos en fase para que esto se vea reflejado en Tm. Si observamos el año 1988, mínimo de Tm, vemos que Txm presentó un valor cercano al comportamiento medio, mientras que Tnm registró su segundo mínimo por debajo de la desviación estándar. De esta forma, vemos que Tm puede presentar valores atípicos tanto cuando se dan fenómenos con influencia sobre Txm y Tnm, o sólo sobre alguna de ellas.

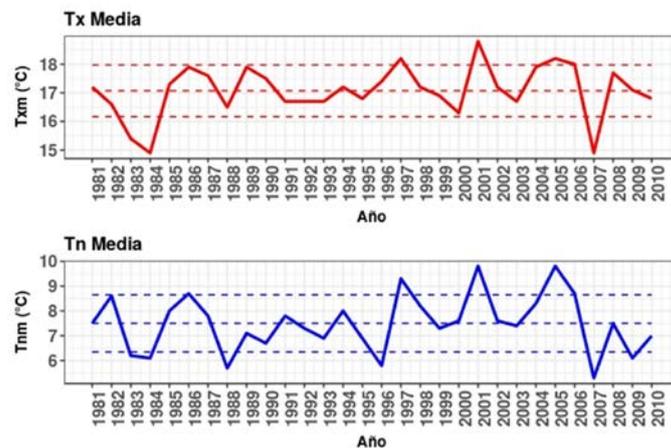


Fig.5: Temperatura máxima media (Tx Media) y Temperatura mínima media (Tn Media) en JJA 1981- 2010.

Para poder evaluar qué influencia tiene la escala intraestacional en la temperatura media trimestral, se muestra en la Fig.6 el comportamiento de la temperatura media interanual para junio, julio y agosto a escala país. Los valores medios y desviaciones para los tres meses son, $12.1^{\circ}\text{C} \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ en junio, $11.6^{\circ}\text{C} \pm 1.6^{\circ}\text{C}$ en julio y $13.2^{\circ}\text{C} \pm 1.4^{\circ}\text{C}$ en agosto. A partir de estos resultados se puede destacar que el mes de julio es en promedio el más frío a nivel país, y el que presenta mayor variabilidad.

Como valores récord del trimestre JJA, podemos mencionar que la temperatura mínima diaria absoluta en el período estudiado, fue de -8.0°C y se registró en la estación de Mercedes el día 9 de agosto de 1993, mientras que la temperatura máxima diaria absoluta fue de 35.5°C en la estación de Salto el día 28 de agosto de 1993. Como vemos, estos extremos absolutos diarios se registraron el mismo mes y dentro del mismo año, lo que denota la gran variabilidad que puede ocurrir en un periodo breve de tiempo.

Al evaluar los años con valores atípicos de T_m , vemos que no existe un evento en el cual los tres meses estuvieran por arriba o por debajo de sus respectivas desviaciones. Así, por ejemplo, encontramos que en 1988 sólo se destaca el valor tomado por T_m en junio, mientras que otros años presentaron desviaciones atípicas en dos meses; a modo de ejemplo observamos que, en el año 1997, tanto julio como agosto tomaron valores por fuera de sus desviaciones estándar, mientras que junio presentó un valor cercano a la media.

Por otro lado, encontramos años en los cuales no alcanza con que uno o dos meses presenten desviaciones atípicas para que estas se vean reflejadas en T_m . Si miramos el año 1996, los tres meses presentan desviaciones atípicas, pero en el caso de agosto la anomalía es positiva, mientras que para junio y julio son negativas. De esta forma, el promedio en el trimestre no alcanza a tener un valor anómalo destacado.

Los ejemplos citados anteriormente muestran la relevancia que tiene la escala intraestacional en la determinación de los valores estacionales, y en particular, en si estos van a dar inviernos cálidos o fríos según la denominación dada más arriba.

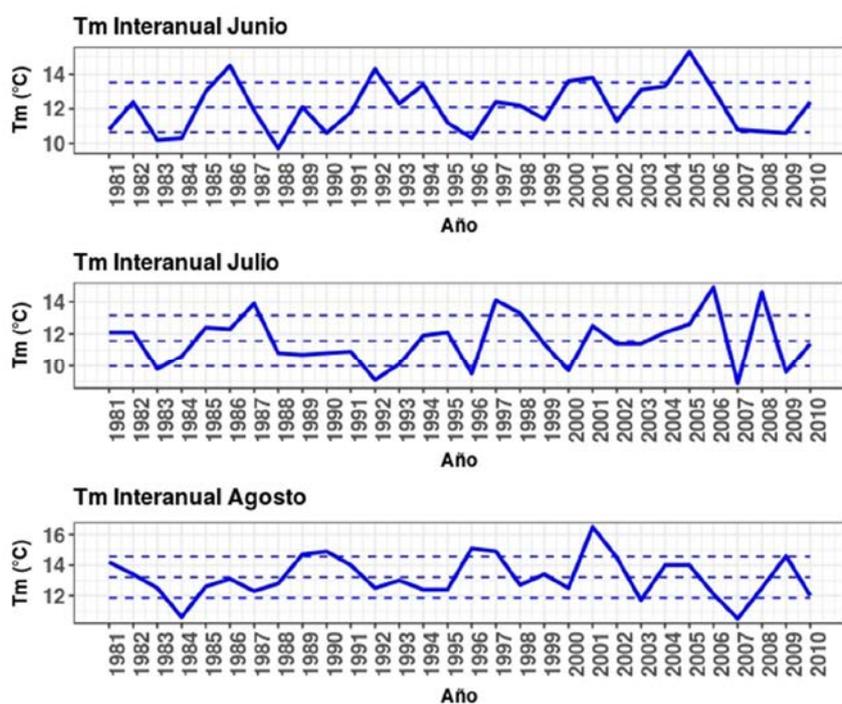


Fig.6: Temperatura media interanual en JJA de 1981-2010.

Precipitación

La precipitación en nuestro país se caracteriza por ser espacialmente irregular y variable, condición que se mantiene en el invierno. En términos medio el invierno en estos 30 años presenta un valor de 256.1mm, siendo el invierno más lluvioso el del año 1991 con 374.0mm y el menos lluvioso el del año 1990 con 75.2mm.

Como se puede observar en la Fig.7 la lluvia presenta un gradiente con dirección Oeste - Este con los valores más altos sobre los departamentos de Treinta y Tres, Cerro Largo y Rocha principalmente. La estructura presentada se diferencia claramente de la correspondiente al resto de las estaciones, para las cuales el gradiente tiene una dirección prácticamente sur-norte para todas ellas.

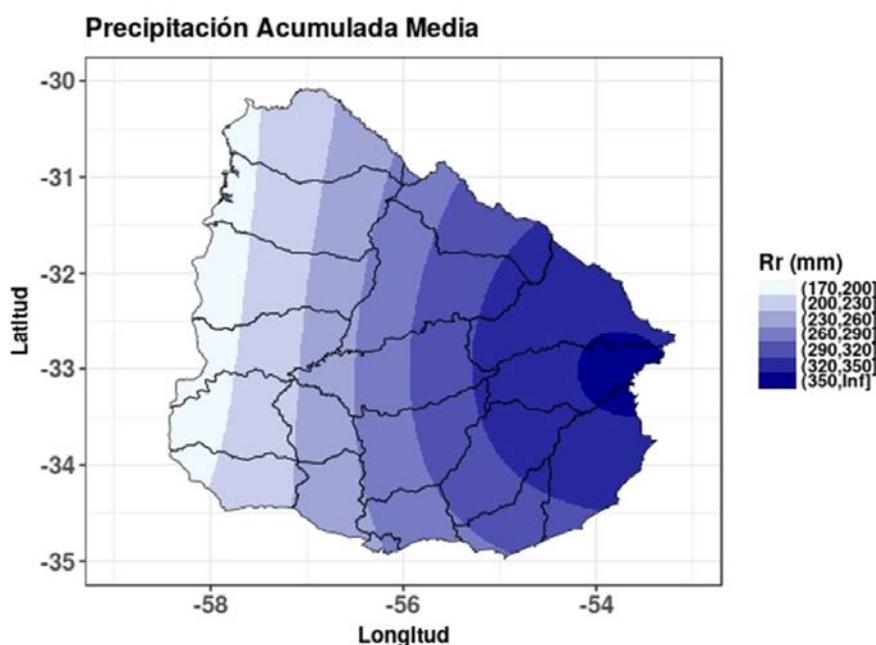


Fig.7: Precipitación Acumulada media 1981-2010.

La Fig.8 muestra cómo es el campo construido mediante la desviación estándar; en el mismo se puede apreciar un comportamiento semejante al del campo medio, dado por un gradiente con dirección oeste - este. Así, al observar ambas figuras, vemos que el litoral del país no sólo es donde menos precipitaciones se registran en el trimestre, sino que además es la región con menor variabilidad. Por su parte el este del país tiene los acumulados medios más grandes y con mayor variabilidad en el territorio.



La Fig.9 muestra la precipitación acumulada en el trimestre a escala país. La misma presenta variabilidad a lo largo de todo el período, con un rango de variabilidad de 298.6mm. El valor medio es de 256.1mm con una desviación de 72.0mm.

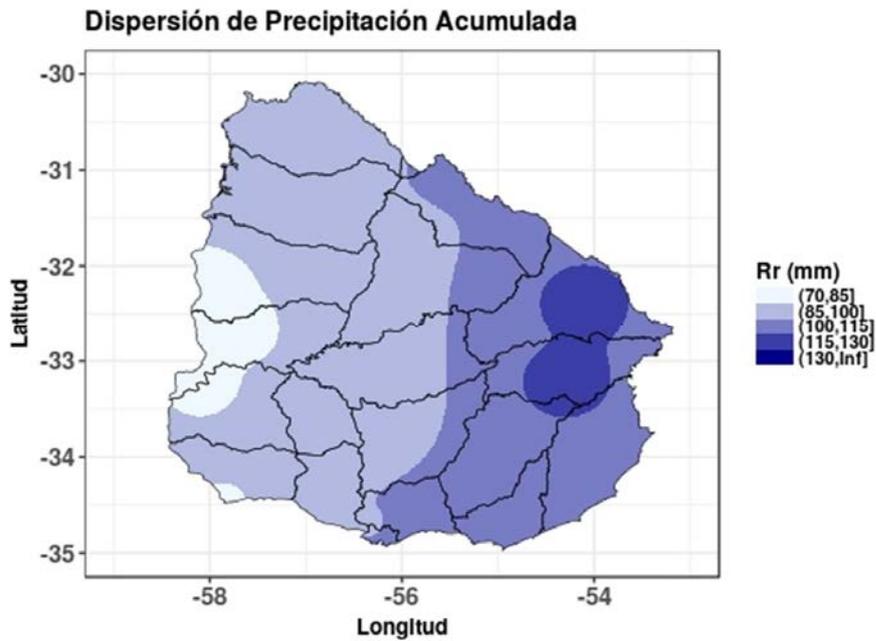


Fig.8: Dispersión de la Precipitación Acumulada 1981-2010.

Si se divide el gráfico en dos tramos, se puede observar que desde 1981 a 1996 existe una mayor variabilidad con respecto al tramo que va desde 1996 al 2010. Más aún, en este primer tramo se encuentran los años con eventos por fuera del intervalo determinado por la desviación estándar (líneas discontinuas).

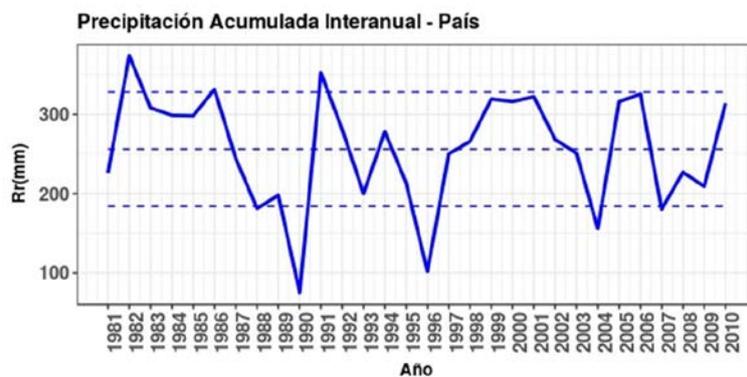


Fig.9: Precipitación acumulada interanual 1981-2010.

En orden creciente, identificamos los años 1986, 1991 y 1982 con 331.4mm, 351.0mm y 374.0 mm como los inviernos más lluviosos de todo el período. Por su parte, los inviernos menos lluviosos se registraron, en orden decreciente, en los años 1988, 2007, 2004, 1996 y 1990 con 181.2mm, 180.2 mm, 156.2 mm, 102.1 mm y 75.2 mm. A continuación, en la Fig.10 se muestran los mapas a escala regional de estos años a fin de observar la situación en la región. Los años que figuran en nuestro país como los inviernos más lluviosos, también corresponden en la región con años en los cuales se registraron precipitaciones abundantes, sobre todo en el año 1982 en la cuenca alta del río Uruguay donde se dieron los valores más elevados.

Tanto en el territorio nacional como en la región, el mes que registra las mayores precipitaciones acumuladas dentro del trimestre es junio. Precisamente en junio de 1982, en las nacientes del río Uruguay (sobre territorio brasileño) las lluvias estuvieron en el orden de los 300-400mm. Para el mes de julio del mismo año descienden los valores acumulados, tanto a nivel nacional como regional y el mes de agosto es el que registra el acumulado menor del trimestre sobre Uruguay concentrando las precipitaciones mayores al noreste y sureste del país, mientras que la región mantiene valores altos principalmente el sur de Brasil.

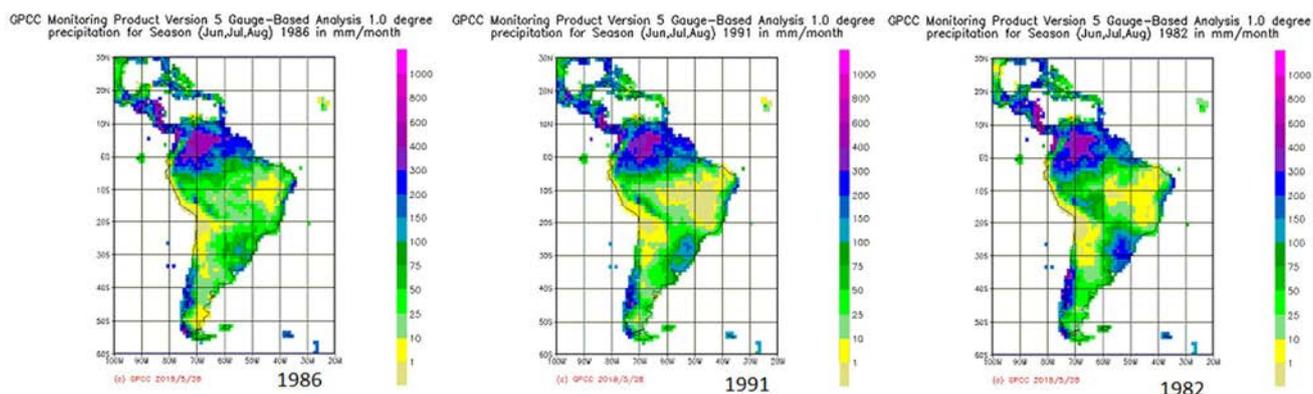


Fig.10: Precipitación acumulada JJA para los años 1986, 1991 y 1982. (Fuente: GPCC).

El segundo invierno más lluvioso del país fue el del año 1991; las lluvias más abundantes se dieron principalmente sobre el sur del territorio, con acumulados en algunas localidades que superaron los 500.0mm. Dentro del trimestre, los acumulados de precipitación fueron decreciendo desde junio a agosto. En la región (cono sur) la situación fue similar, donde las precipitaciones mayores se dieron en el mes de junio disminuyendo hacia agosto.

El segundo invierno más lluvioso del país fue el del año 1991; las lluvias más abundantes se dieron principalmente sobre el sur del territorio, con acumulados en algunas localidades que superaron los 500.0mm. Dentro del trimestre, los acumulados de precipitación fueron decreciendo desde junio a agosto. En la región (cono sur) la situación fue similar, donde las precipitaciones mayores se dieron en el mes de junio disminuyendo hacia agosto.

El invierno de 1986 aparece como el tercer invierno más lluvioso del período, con un promedio de 331.4mm. Como se puede ver en la Fig.11 agosto es el mes que tiene mayor peso sobre el acumulado del trimestre. Las precipitaciones mayores este invierno se concentraron hacia el este del país, principalmente en la cuenca Atlántica, llegando algunas localidades a acumular en el trimestre precipitaciones por encima de los 700.0 mm, como por ejemplo Polanco (Lavalleja) que acumuló en el trimestre 1167 mm de los cuales en agosto llovieron 909.0mm y tan sólo en la primer quincena del mes. El norte del departamento de Rocha también registró valores en este orden (ejemplo: India Muerta 774.0 mm) ocasionando desbordes de cursos de agua. El mes de agosto de 1986 fue el agosto más lluvioso en términos medios y el segundo mes más lluvioso de todo el período.

Por otra parte, de los inviernos menos lluviosos el que registró el menor acumulado del período fue el del año 1990; no sólo llovió poco, sino que también llovieron pocos días (ver Fig.12), tan sólo 9 días en el trimestre. Las precipitaciones mayores se dieron al norte sobre el departamento de Artigas y algunas localidades puntuales en el este del país, principalmente sobre los departamentos de Lavalleja y Rocha. En cambio, en la región (cono sur), sobre todo aguas arriba en la cuenca del río Uruguay, las precipitaciones fueron mayores que las ocurridas sobre Uruguay.

El segundo invierno menos lluvioso fue el del año 1996, en este invierno las mayores precipitaciones sobre nuestro país se concentraron al sur-oeste, principalmente sobre el departamento de Colonia. En la región (cono sur) se dio lo contrario, las lluvias estuvieron entre los 100-200 mm de promedio, principalmente al sur de Brasil, sobre el estado de Río Grande do Sul.

El tercer invierno menos lluvioso fue el del año 2004, las precipitaciones mayores en este caso se concentraron del Río Negro hacia el sur, con los acumulados mayores en el este del país, sobre los departamentos de Treinta y Tres y Cerro Largo. En la región la situación fue similar, con escasas precipitaciones.

El invierno del 2007 figura como el cuarto invierno menos lluvioso, las precipitaciones sobre nuestro país fueron muy desparejas; las precipitaciones mayores se dieron sobre el noreste, básicamente sobre el departamento de Cerro Largo con algunos acumulados en el trimestre que superaron los 400.0mm, mientras que en el resto del país los acumulados fueron sensiblemente menores. En la región, las precipitaciones mayores se dieron sobre el sureste de los estados de Río Grande do Sul y Santa Catarina (Brasil).

Por último, en el invierno de 1988 las precipitaciones mayores se concentraron al noreste del país, principalmente sobre los departamentos de Cerro Largo y Treinta y Tres con algunos acumulados importantes en el departamento de Paysandú. En la región la situación es muy similar con valores bajos entre los 70-100mm

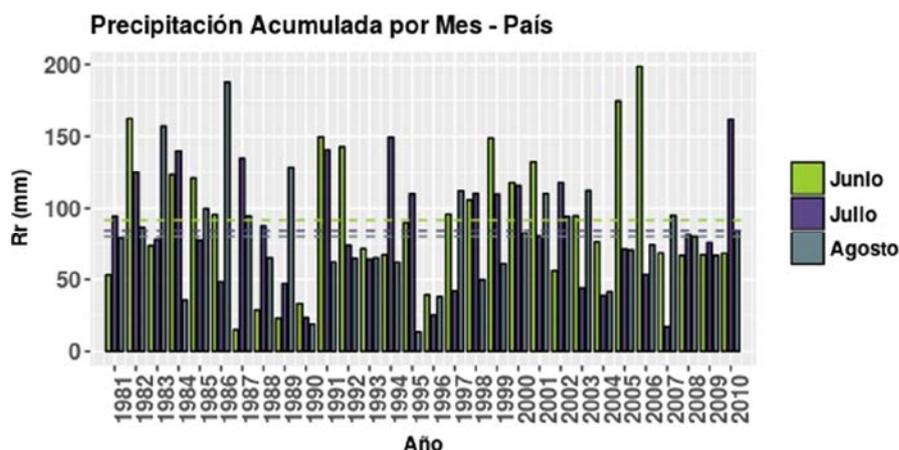


Fig.11: Precipitación acumulada por mes, para el periodo 1981-2010.

Con el objetivo de ilustrar el peso que tiene cada mes dentro de la estación, la Fig.11 muestra la variabilidad interanual de la precipitación para el invierno disgregada mensualmente. En términos medios, el mes de junio es el que registra mayores precipitaciones en los 30 años, con 91.9mm mientras que julio y agosto presentan precipitaciones medias de 84.5mm y 79.7mm respectivamente. A modo de ejemplo, junio de 2006 registró el monto más alto de todo el período con 198.5mm, seguido de agosto de 1986 con 187.5mm.

El gráfico resulta relevante para observar la variabilidad intra-estacional presente. Al tomar el año 1982, por ejemplo, (máximo absoluto de precipitación de la Fig.9) vemos que cada mes registró valores por encima de sus valores medios. Al considerar el año 1991 (segundo máximo de la Fig.9), los meses de junio y julio presentaron anomalías positivas, mientras que agosto tuvo anomalía negativa.

Por otro lado, el año 2006 ya destacado, presentó el junio más lluvioso del período, mientras que julio y agosto estuvieron por debajo de sus valores medios, resultando así en un trimestre con anomalía positiva en precipitación, pero dentro de la desviación estándar.

En relación con el gráfico mostrado en la Fig.11, la Fig.12 muestra la cantidad de días dentro del trimestre JJA con precipitación mayor a 1 mm, quedando fuera de consideración las trazas o lloviznas. En términos medios, vemos que llueven 20 días en el trimestre.

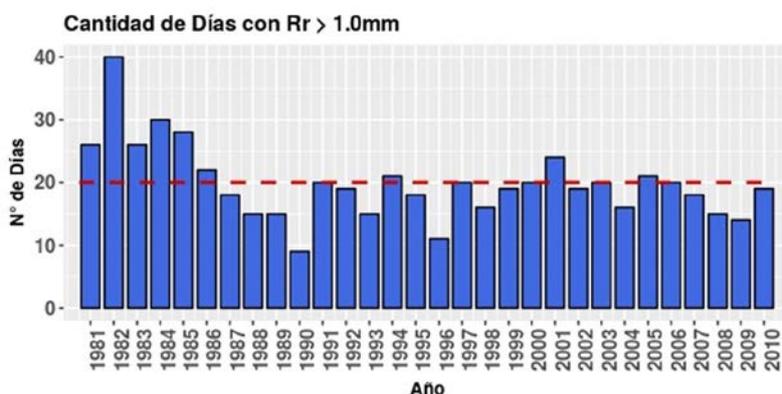


Fig.12: Cantidad de días con precipitación mayor a 1.0 mm en periodo 1981-2010. La línea discontinua representa el número medio de días en todo el país.

Si dividimos el gráfico en dos tramos al igual que se hizo al analizar la Fig.9, se observa que hasta el año 1990 hay mayor variabilidad respecto al tramo 1991-2010, en concordancia con lo antes mencionado.

En el primer tramo encontramos el trimestre con mayor cantidad de días con precipitaciones superiores a 1mm, correspondiente al año 1982 con 39 días, así como también encontramos el trimestre con menor cantidad de días correspondiente al año 1990 con tan sólo 9 días de lluvia. Por otro lado, el año 1991 presenta un comportamiento medio en cuanto a la cantidad de días, por lo que se podría conjeturar que no hay una correlación entre trimestres lluviosos y cantidad de días con lluvia.

III.2. ESCALA POR REGIONES DE URUGUAY

En esta sección se presenta el comportamiento de la temperatura y la precipitación analizadas a escala regional, tal y como fue definido en la Sec.II. Las Fig.13 y Fig.14 muestran estos comportamientos, donde se muestra en color rojo la Región Norte y en azul la Región Sur.

Temperatura

En la Fig.13 se muestra el comportamiento de T_m para las regiones definidas. Las rectas discontinuas muestran el comportamiento medio, así como la variabilidad cuantificada por una desviación estándar, siendo el valor de la temperatura media para la región norte de 13.0°C con una desviación de 1.0°C , y la temperatura media para el sur de 11.7°C con una desviación de 0.9°C .

En términos generales, se aprecia un comportamiento en fase para ambas regiones, manteniendo una amplitud media para el trimestre entre norte y sur de 1.3°C . Si se considera la diferencia entre norte y sur, la misma tiene una desviación estándar de 0.3°C , lo cual muestra que, en promedio, la diferencia entre las ambas se aparta poco de los 1.3°C . Fuera del intervalo definido por la desviación estándar, se destacan la diferencia mínima entre norte y sur la cual se dio en el año 2009 con 0.7°C , mientras que la máxima se registró el año 1995 con 2.1°C .

En invierno del año 1986, destacado a nivel país por tener una temperatura media superior a la desviación estándar, si bien en ambas regiones se supera la media solamente la región norte superó la desviación estándar

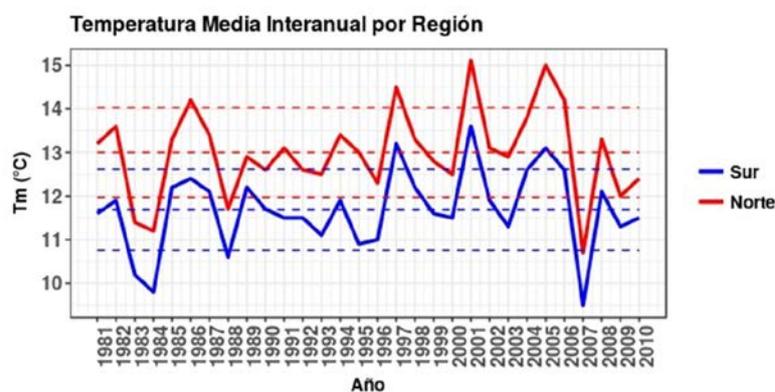


Fig.13: Temperatura media (invierno) por región 1981-2010.

Precipitación

La Fig.14 muestra la variación interanual de la precipitación discriminada por región. En términos medios es la región sur la que muestra precipitaciones mayores; en ésta la precipitación en promedio fue de 263.1 mm mientras que en la región norte fue de 247.3 mm. Esto está en concordancia con lo mostrado en la Fig.7, en la cual vemos que el acumulado máximo se encuentra en la región sur.

Si bien se ve un comportamiento en fase para ambas regiones, se observan años en los que esto no ocurre, destacándose el año 1986, donde la región norte muestra un descenso en el acumulado trimestral y la región sur un aumento. La región norte registró ese año 191.2 mm en el trimestre, mientras que el sur tuvo un acumulado de 443.5mm, donde el mes de agosto de este año es el que tiene mayor peso en el trimestre.

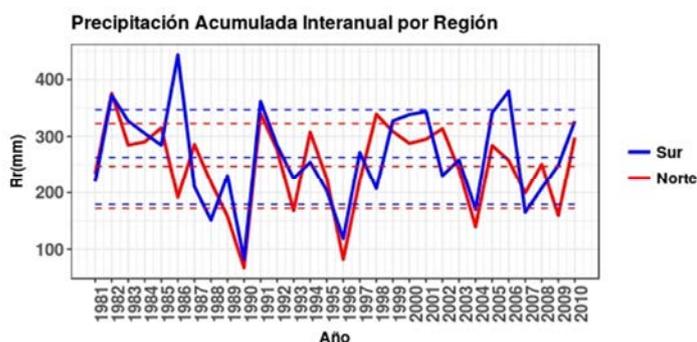


Fig.14: Precipitación acumulada (invierno) por región 1981-2010.

III.3. FENÓMENOS CARACTERÍSTICOS

En esta última sección vamos a presentar las heladas meteorológicas, siendo estas de gran relevancia en lo que refiere a su impacto sobre distintos sectores productivos, principalmente el sector agrícola. No obstante, pueden verse afectados otros sectores como, por ejemplo, el eléctrico.

Definimos como helada meteorológica a todo descenso térmico igual o inferior a 0oC medido en el abrigo meteorológico [2]. Si bien las mismas son más frecuentes en los meses de invierno, también ocurren en otoño y primavera, pero en menor número (las mismas son denominadas como heladas tempranas y tardías respectivamente y pueden, debido a su baja frecuencia, afectar fuertemente a la producción estacional correspondiente).

Aunque son varios los fenómenos físicos involucrados, hay dos que son preponderantes para que se dé una helada: i) flujo de radiación de onda larga desde la superficie terrestre hacia la región inferior de la tropósfera y ii) entrada de masas de aire frío. Ambos procesos contribuyen a que la temperatura al abrigo meteorológico disminuya y por lo tanto puedan ocurrir heladas. La primera es denominada helada por radiación, mientras que la segunda se denomina helada por advección, aunque muchas veces ambos fenómenos contribuyen (heladas mixtas).

Para caracterizar este fenómeno sobre nuestro territorio, presentamos aquí el número medio de eventos que ocurren por año en los meses de invierno (JJA) para cada estación meteorológica trabajada, y cuál es el comportamiento estadístico de la intensidad de las mismas. Cabe destacar que no sólo estas características resultan relevantes, sino también su persistencia (secuencia de días con helada) así como el período abarcado entre la primera y última helada de la estación, entre otras [3].



Fig.15: Promedio para JJA de días con helada por estación meteorológica.

La Fig.15 muestra la cantidad promedio de días por estación meteorológica con eventos de helada en los meses de JJA. Se destacan Mercedes, Melo y Durazno como las estaciones con mayor cantidad de días, con 13, 9 y 10 días respectivamente por año. Por su parte, Prado y Colonia son las que menos eventos presentan en promedio, con 1 y 0 días respectivamente (Colonia presenta apenas 12 días con helada en todo el período). Las estaciones restantes presentan un comportamiento promedio semejante, con valores que van entre 3 y 6 días.

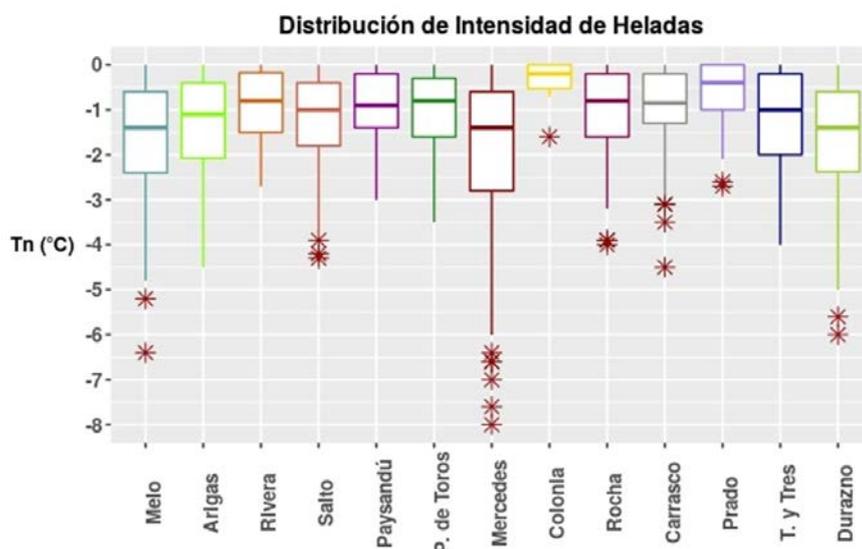


Fig.16: Intensidad de las heladas por estación meteorológica..

La Fig.16 muestra una estadística simplificada en forma de boxplot¹ de la intensidad de las heladas, basada en el total de días en el periodo de JJA con helada por estación meteorológica. Definimos la intensidad como la magnitud que toma la temperatura mínima por debajo (o igual) a 0°C. La misma no sólo permite estudiar con mayor profundidad los fenómenos físicos asociados, sino que además resulta relevante en función de las plantaciones particulares de la estación, pudiendo a algunas de ellas verse afectadas a partir de una cierta intensidad.

Podemos observar que las medianas de las estaciones de Mercedes, Melo y Durazno, presentan los valores de Tn más bajos, con -1.4°C, -1.4°C y -1.2°C, mientras que Colonia y Prado registran los valores negativos más cercanos a 0°C, con -0.2°C y -0.4°C respectivamente. De forma general vemos que los percentiles 25 y 75 se ubican simétricamente en torno a la mediana. Por el contrario, se destaca nuevamente Mercedes, para la cual el percentil 25 está más alejado de la mediana que el 75. En lo que respecta a valores atípicos, 8 estaciones presentan eventos con dichos valores; vemos una vez más que Mercedes presenta la mayor cantidad, con eventos que tuvieron temperaturas mínimas entre -6.0°C y -8.0°C. Cabe destacar que los valores estadísticos presentados describen mejor a una serie de datos dada cuanto más larga sea la misma.

¹Recordemos que para la construcción del boxplot, se ordenan los datos de forma creciente y se calculan los percentiles Q1 (25% de los datos), Q2 (50%, mediana) y Q3 (75%). Estos se representan como líneas horizontales. Las líneas verticales fuera de la caja representan los valores definidos por el intervalo intercuartil, dados por $Q1-1.5(Q3-Q1)$ y $Q3+1.5(Q3-Q1)$. Los asteriscos por su parte, representan valores atípicos por fuera de los valores antes definidos..

IV. CONCLUSIONES

En este documento se presentaron las condiciones climáticas para el invierno en Uruguay, describiendo las variables de temperatura y precipitación para junio, julio y agosto en el periodo 1981-2010.

En cuanto a la temperatura media observamos un gradiente en dirección sur-norte, donde las temperaturas más elevadas se ubican sobre el departamento de Artigas y las más bajas sobre Montevideo y Canelones. Al promediar sobre todas las estaciones meteorológicas, encontramos que T_m presenta un valor medio de 12.3°C con una desviación de 1.0°C . Por su parte, al estudiar la regionalización correspondiente a norte y sur, se vio que la variable presenta un comportamiento en fase, producto del carácter continuo de la misma. En promedio, el norte registra 1.3°C por arriba del sur, con una baja variabilidad en torno a este valor.

Se destacaron los años con temperaturas medias máxima y mínima en todo el período, correspondientes a los años 2001 y 2007 con 14.4°C y 10.1°C respectivamente. Se presentaron los mapas de anomalías sobre Sudamérica para dichos años, encontrando que la región presentó un comportamiento acorde al encontrado sobre nuestro territorio. Se destaca que, en dichos años, tanto T_{xm} como T_{nm} presentaron comportamientos máximos y mínimos respectivamente.

En el caso de la precipitación, el valor medio del invierno en estos 30 años ha sido de 256.1 mm con un gradiente Oeste-Este, destacándose el invierno de 1982 como el más lluvioso del período con 374.0 mm y el menos lluvioso el del año 1990 con tan sólo 75.2 mm. Del trimestre que definen al invierno es el mes de julio en términos medios el que registra los valores más altos y el mes de agosto el más bajo. En promedio llueven 20 días en el trimestre, han habido años en los que este valor ha sido superado ampliamente como es el caso del año 1982 que registró 39 días de lluvia, como se mencionó más arriba fue el invierno más lluvioso en cuanto al acumulado y también el que registró la mayor cantidad de días con precipitaciones por encima del milímetro.

Al regionalizar el país en dos, es la región sur la que en promedio aparece como la zona de mayores precipitaciones, en general muestran un comportamiento en fase con algunas salvedades, como el año 1986 en el que la región sur muestra un aumento en el acumulado y la región norte un descenso.

Para ambas variables, destacamos años por tener anomalías por encima y debajo con respecto a una desviación estándar, resaltando para temperatura los años 2001 y 2007, por ser el más cálido y el más frío respectivamente dentro de los 30 años analizados; y para precipitación los años 1982 y 1990, por ser el más lluvioso y menos lluvioso respectivamente.

Con respecto al fenómeno característico de heladas se presentó el número medio de eventos que ocurren en invierno (JJA) por año para cada estación meteorológica trabajada y el comportamiento estadístico de la intensidad de las mismas. De este estudio pudimos observar y destacar que aquellas estaciones con mayor cantidad de eventos se corresponden también con las que presentan intensidades más grandes (temperaturas mínimas más bajas).

V. REFERENCIAS

[1] Abreu, S. R. J. M. Protección contra las heladas: fundamentos, practica economía, 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ISBN 978-92-5-306504-2.

[2] Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológica, 1996. Organización Meteorológica Mundial (OMM), 6ta edición

[3] Estudio climatológico y regionalización de heladas meteorológicas en Uruguay. Santiago de Mello, 2013.