

Climatología del Otoño (marzo-abril-mayo) en Uruguay 1981 -2010

I. Introducción

El objetivo del presente trabajo es describir las condiciones climáticas para el otoño en Uruguay, considerando el período 1981-2010. Consideramos como otoño al período comprendido por los meses de marzo, abril y mayo (MAM). 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 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 cantidad en la regionalización (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.

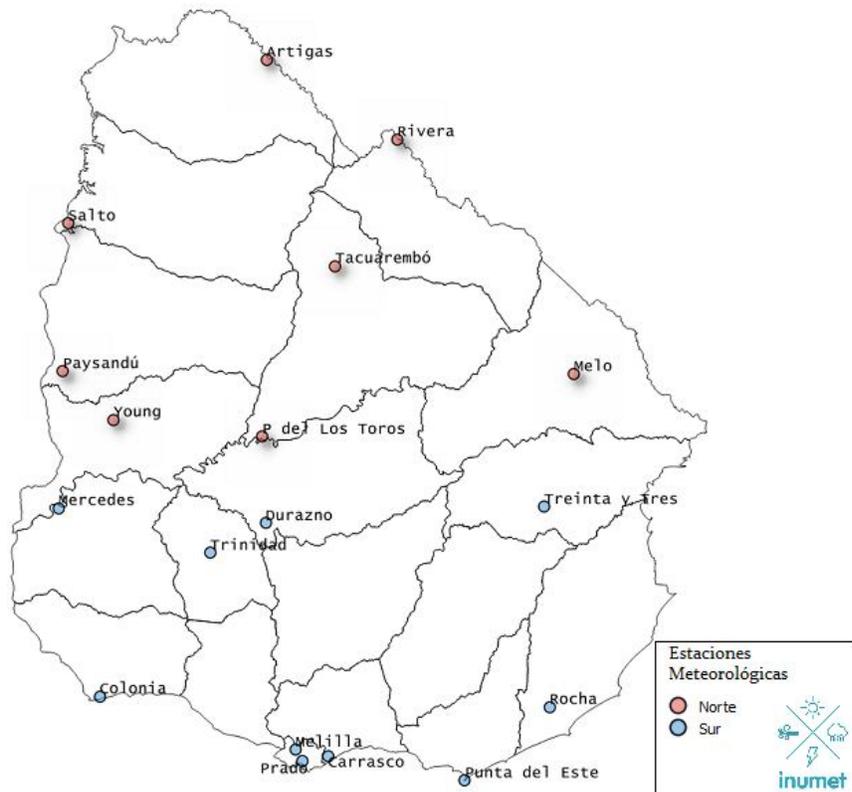


Fig.1: Mapa de estaciones meteorológicas utilizadas y regionalización definida (Norte y Sur).

Temperatura

Para el caso de la temperatura se consideraron las estaciones meteorológicas con menos del 20% 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 6 estaciones para la Región Norte y 7 para la Región Sur (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, Punta del Este, Prado, Rocha, Trinidad, Mercedes 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.

III. Presentación y Análisis de Datos

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

En primer lugar vamos a presentar el comportamiento correspondiente a escala país, para luego analizar qué ocurre con las regiones mencionadas en la Sec.II.

Finalmente se presentan las heladas tempranas y las secuencias de días cálidos como fenómenos relevantes del otoño.

III.1. Escala País

Temperatura

En la Fig.2 se presenta la distribución espacial de la temperatura en MAM sobre Uruguay. Allí se puede ver claramente el comportamiento del campo de temperatura acorde a la latitud geográfica, ubicándose las isolíneas más elevadas al norte del país (sobre los departamentos de Artigas y Salto) y las más bajas en la región sur sobre la costa del Río de la Plata, marcando una dirección decreciente de Norte a Sur.

Si comparamos el comportamiento espacial medio de la temperatura del otoño con la estación estival, vemos que los valores más bajos tienden a desplazarse al oeste, hacia la zona del continente, abarcando una mayor extensión hacia el centro del país.

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 18.3°C con una desviación estándar de 0.6°C.

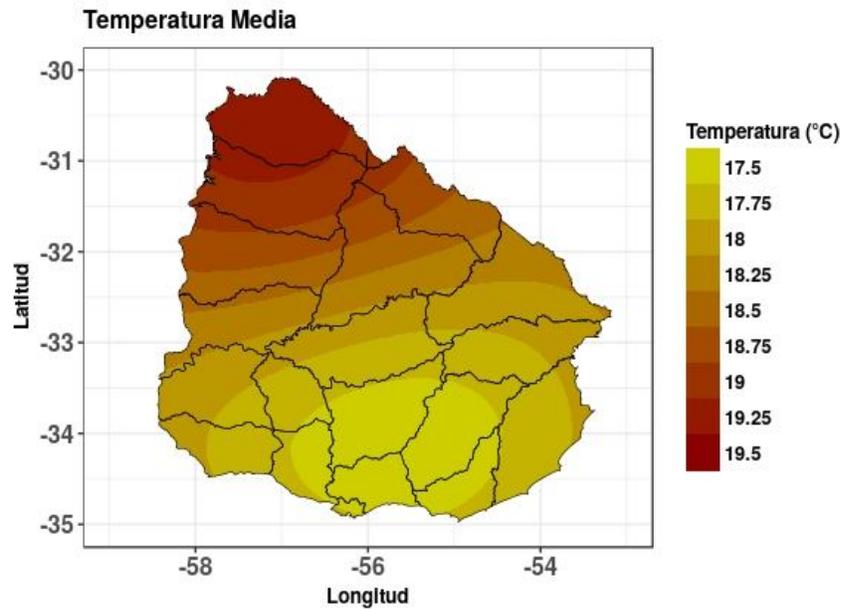


Fig.2: Distribución espacial de la temperatura media MAM 1981-2010 en Uruguay.

Se puede apreciar gran variabilidad interanual, resaltando los registros entre 1982 y 1983, 1987 y 1988, 1988 y 1989, 1990 y 1991, 1997 y 1998, 2002 y 2003, 2004 y 2005.

Se pueden observar registros por fuera del intervalo definido por la desviación estándar (líneas discontinuas superior e inferior), lo que estaría representando otoños más cálidos (por encima de la desviación estándar) y más fríos (por debajo de la desviación estándar) que lo normal.

En el período estudiado podemos destacar los otoños de 1982 y 1988. El primero registró una temperatura media en el trimestre de 19.4°C, mientras que el segundo registró una temperatura media de 17.1°C siendo, respectivamente, los registros máximo y mínimo del período.

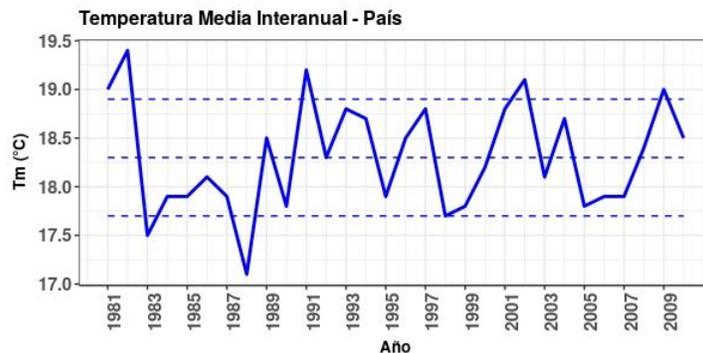


Fig. 3: Temperatura media interanual (otoño) para el período 1981-2010.

En la Fig.4 se observan las anomalías de temperatura para el cono Sur de los ejemplos citados anteriormente. En la imagen de la izquierda se aprecian las anomalías positivas centradas sobre la Provincia de Buenos

Aires (con desviaciones superiores a 1.7°C aproximadamente en el trimestre), las cuales cubren una gran extensión, abarcando todo Uruguay y Argentina.

En la imagen de la derecha se muestran las anomalías negativas registradas en el otoño de 1988. Las mismas se centraron también sobre la Provincia de Buenos Aires (con desviaciones inferiores a -1.0°C aproximadamente en el trimestre) y abarcaron similar extensión al ejemplo anterior.

Por otro lado, se observa que en ambos casos la región sureste de Brasil y parte sur de Paraguay muestran anomalías de signo contrario a nuestra región, sugiriendo la existencia de un dipolo en cuanto a temperaturas del trimestre.

En la Fig.5 se representa el comportamiento anual 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.

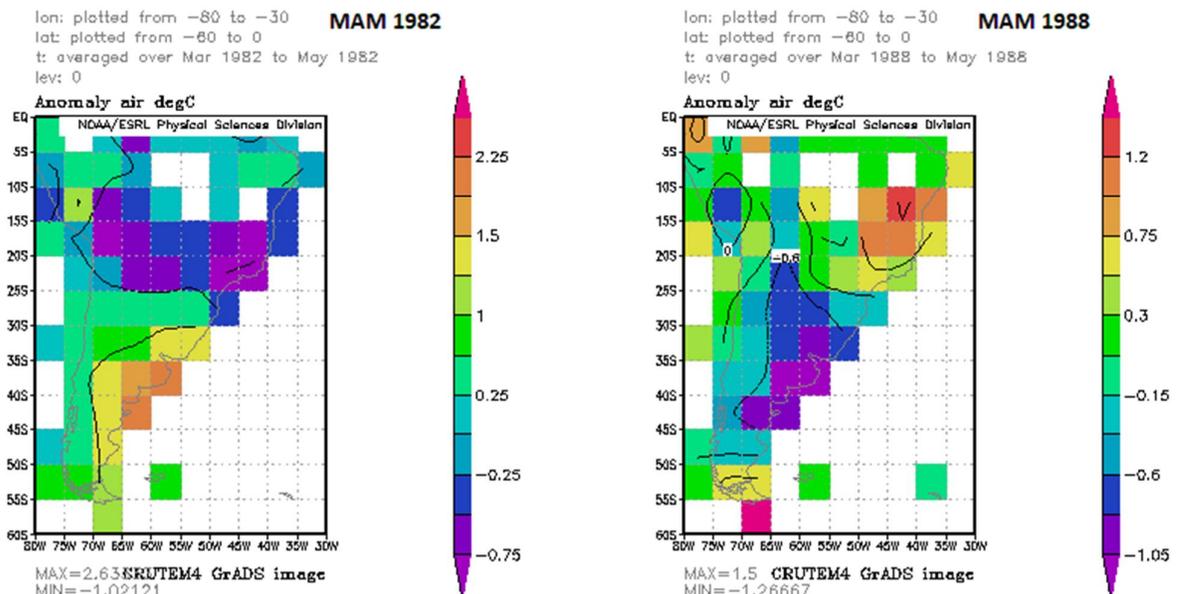


Fig. 4: Anomalías de temperatura para el cono Sur, (NOAA ESRL CRUTEM4).

El valor medio correspondiente a la temperatura máxima para Uruguay es de 23.4°C con una desviación de 0.8°C, y para la temperatura mínima es de 13.2°C con una desviación de 0.7°C.

Se puede observar que la temperatura máxima media presenta más cantidad de años por encima de la desviación estándar y menos por debajo. Por el contrario, la temperatura mínima media presenta más cantidad de años por debajo que por encima de la desviación estándar.

Podemos destacar el año 1981, que resulta ser el único del periodo estudiado, donde tanto Txm como Tnm estuvieron por encima de la desviación. También se destacan los años 1989, 1991, 1997, 2008 y 2009 por estar por encima de la desviación y 1990, 1998 y 2007 por estar por debajo de la desviación para Txm; y los

años 2001 y 2002 por estar la T_{nm} por encima de la desviación, y 1983, 1985, 1988 (año que se registró el otoño más frío del periodo estudiado), 1995, 2006 y 2008 por estar debajo de la desviación para T_n.

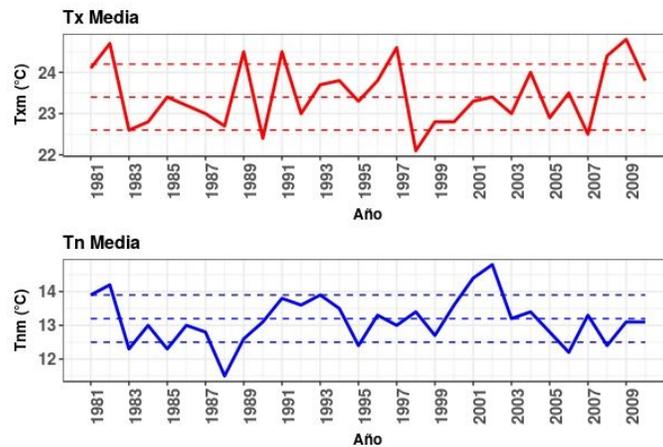


Fig. 5: Temperatura máxima media (Tx Media) y Temperatura mínima media (Tn Media) en MAM 1981-2010.

Esto demuestra que el análisis por separado de las temperaturas (Tx y Tn) brinda información más detallada a nivel climático. Por ejemplo, 1982 estuvo por encima de lo normal debido a que ambas variables estuvieron por encima, sin embargo el año 2002 fue un otoño cálido debido a que la T_n estuvo muy por encima de lo normal, mientras que la Tx tuvo un comportamiento dentro de lo normal.

Para poder investigar la variabilidad intraestacional se presenta en la Fig.6 el comportamiento de la temperatura media desglosada por mes. Las temperaturas media tienen valores de 21.9°C, 18.3°C y 14.8°C respectivamente para los meses de marzo, abril y mayo. Los valores muestran claramente la disminución de la temperatura al adentrarse en el otoño, trimestre de transición entre el verano e invierno. Las desviaciones por su parte son de 1.0°C, 1.0°C y 1.4°C, lo cual muestra la mayor dispersión de datos para el mes de mayo.

Para destacar la variabilidad intraestacional, podemos observar lo que ocurre en los años 1981 y 1988 entre otros. En 1981, marzo presentó una temperatura mínima por fuera de su desviación, abril un valor medio y Mayo un máximo también por fuera de su desviación. En este año T_m tuvo un registro máximo, con lo cual podemos concluir la influencia de mayo en este año. 1988 por su parte tiene un Marzo con registro máximo, y abril y Mayo período. De esta forma vemos la variabilidad dentro del trimestre que puede existir, más allá del valor que toma la variable para toda la estación.

Como veremos en la Sec.V, varios de los registros máximos y mínimos de cada mes pueden ser asociados a fenómenos de escala sinóptica.

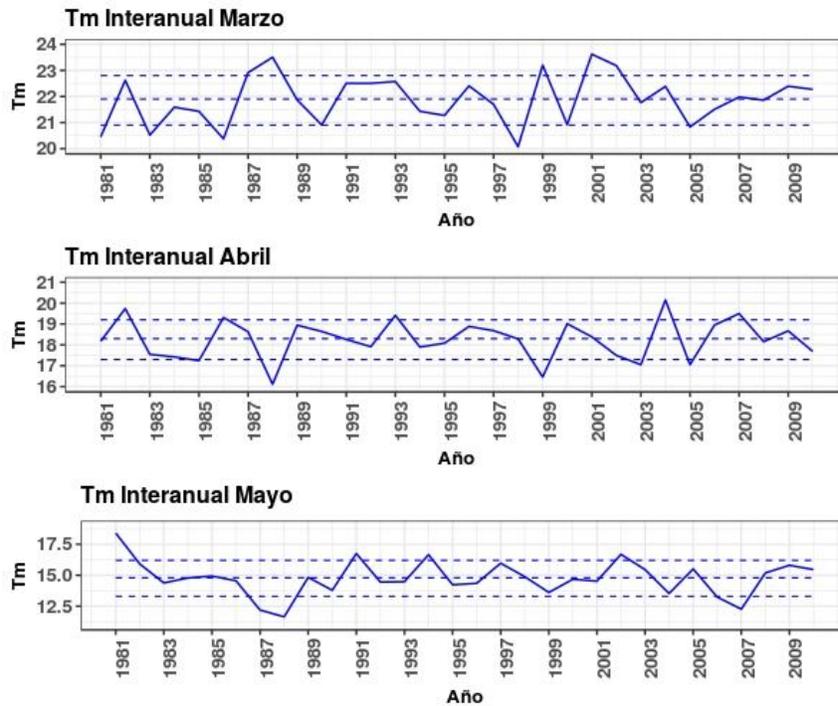


Fig.6: Variabilidad interanual de temperatura media mensual.

Precipitación

La precipitación en nuestro país se caracteriza por ser espacialmente irregular y variable, condición que se mantiene en el otoño. El otoño en estos 30 años, presenta un promedio de 365.1mm, siendo el otoño más lluvioso el del año 2002 con 756.4mm y el menos lluvioso el del año 2008 con tan solo 172.6mm.

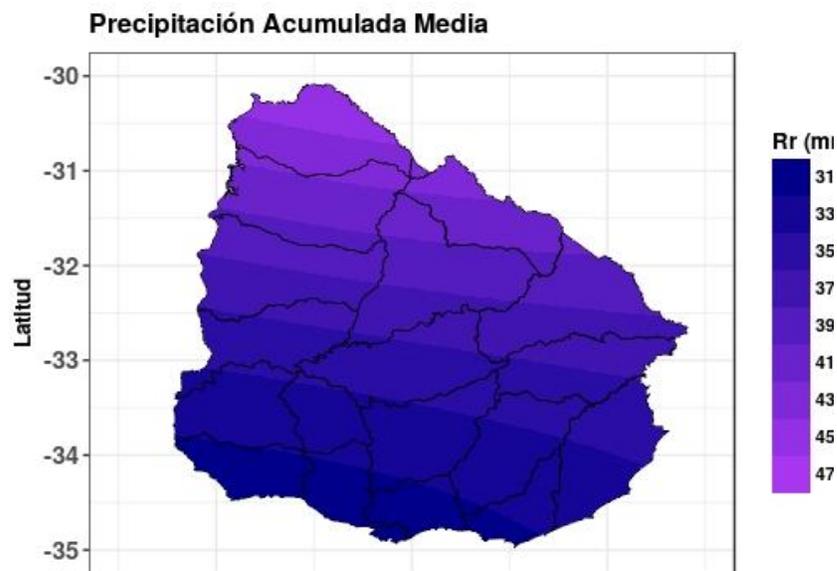


Fig. 7: Campo de precipitación acumulada media 1981-2010.

Como se puede observar en la Fig.7 la lluvia presenta un gradiente con dirección SO - NE, teniendo sus valores máximos en los departamentos de Artigas y Rivera.

La Fig.8 muestra la precipitación acumulada en el trimestre. La misma presenta una alta variabilidad temporal a lo largo de todo el período; el rango de variabilidad de la precipitación es de 583.7mm. El valor medio es de 365.1mm con una desviación estándar de 134.2mm.

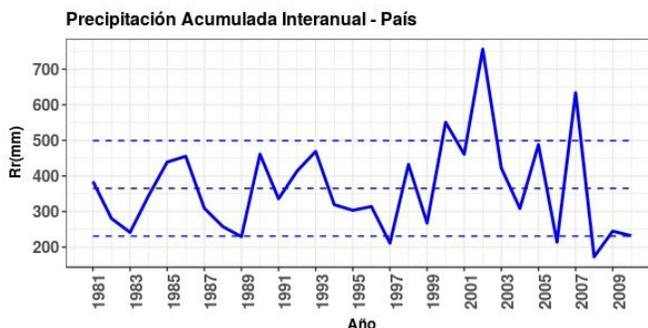


Fig. 8: Precipitación acumulada interanual . La línea discontinua central de color azul representa el comportamiento medio, mientras que las restantes cuantifican la variabilidad mediante una desviación estándar.

Si dividimos el gráfico en dos tramos, se puede ver que el tramo que abarca de 1996 a 2010 concentra los otoños más lluviosos y presenta mayor variabilidad respecto al tramo que va desde 1981 a 1995.

Se destacan como los otoños más lluviosos los siguientes años en orden decreciente: 2002, 2007 y 2000 con los siguientes registros: 756.4mm, 634.0mm y 550.8mm respectivamente . Precisamente en el otoño del 2002 nuestro territorio se vio afectado por inundaciones de amplio alcance territorial debido a la persistencia y la intensidad de las precipitaciones, que comenzaron en el mes de marzo, registrando incluso este mes, el acumulado mensual más alto de todo el periodo con 373.9mm (ver Fig.10). El evento afectó principalmente al SE del país, donde se registraron lluvias por encima de los 500.0mm, como fue el caso de la localidad de Barriga Negra (Lavalleja) que acumuló en marzo de ese año 722.0mm. Los acumulados en el mes de abril de 2002 llegaron a los 239.0 mm, superando la media (ver Fig.10) y en este caso las precipitaciones mayores se registraron hacia el Centro-Noreste del territorio y también generaron inundaciones.

El segundo otoño más lluvioso fue el del año 2007; mensualmente presentó un comportamiento muy similar al del 2002, con un marzo muy lluvioso con 339.9mm y un máximo en Villa Soriano (Soriano) con 737.5mm, seguido de un abril con 156.4mm y un mayo con 137.6mm. Durante el mes de mayo de 2007 se declaró en Uruguay el "estado de desastre y emergencia nacional"; como consecuencia de las inundaciones que dejaron más de 10.000 evacuados e importantes daños, debido a precipitaciones ocurridas principalmente los días 4 y 5 de mayo de ese año. Las precipitaciones mayores se registraron al Centro-Este del país, afectando poblaciones de los departamentos de Durazno, Treinta y Tres, Soriano, Florida, Cerro Largo y Tacuarembó;

el desborde de su cauce normal del río Yí, provocó que estas inundaciones en el departamento de Durazno fueran de las más graves de los últimos tiempos.

Estas precipitaciones no sólo tuvieron impactos a nivel urbano, sino que también hubo consecuencias en el sector agrícola, por ejemplo, en las plantaciones de soja, donde se estimó en importantes pérdidas.

El tercer otoño más lluvioso fue el del año 2000, el cual mensualmente presentó un comportamiento opuesto al de los demás otoños lluviosos. Comenzó con un marzo con poca precipitación con 94.9mm, por debajo de la media (ver Fig.10). Las precipitaciones se registraron en todo el país pero los máximos estuvieron sobre los departamentos de Artigas, Rivera y noreste de Salto. El máximo fue de 297.0mm en la localidad de Bernabé Rivera (Artigas). Las lluvias se fueron incrementando para el mes de abril y llegaron a los 197.7mm. Aumentaron un poco más en mayo, llegando a los 258.1mm. Es en mayo justamente que estos acumulados de precipitación provocaron inundaciones en el sur del país, sobre todo en el departamento de Maldonado y en el norte en el departamento de Salto.

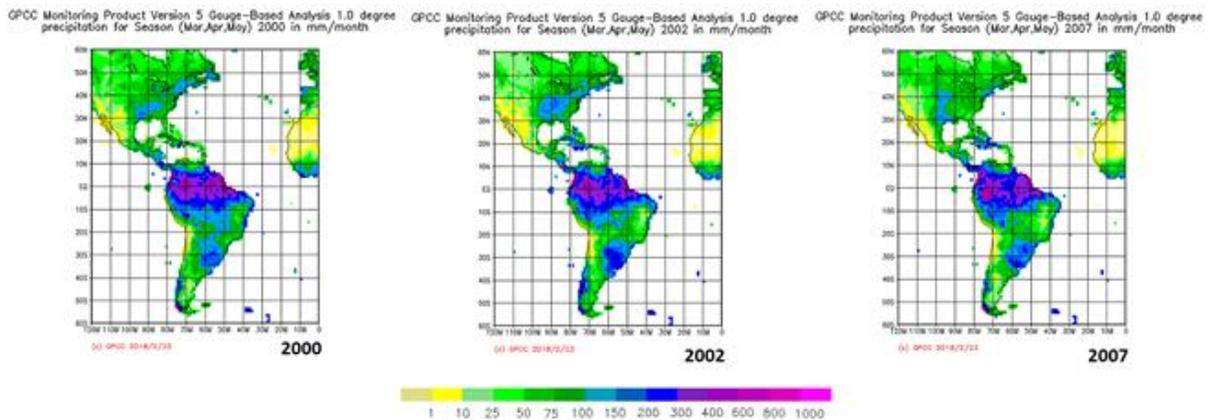


Fig. 9: Secuencia de mapas del Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) para América del Sur en los años que se registraron los otoños más lluviosos en Uruguay

Los años que figuran en nuestro país como los otoños más lluviosos, fueron también afectados a escala regional con precipitaciones abundantes, sobre todo en la cuenca del Río Uruguay y la cuenca baja Del Plata.

A escala regional en el año 2000 los acumulados mayores se dieron sobre la cuenca Del Plata, con menores acumulados en las zonas de montaña. Y justamente sobre el norte de nuestro país es que se visualizan los mayores registros.

En el año 2002 se visualiza claramente en los mapas del GPCC los acumulados de lluvia sobre la cuenca del Río Uruguay con los menores registros en el sector alto de esta cuenca. Los montos mayores de precipitación se dieron sobre la cuenca media; esto en parte explica las inundaciones ocurridas sobre nuestro país.

En el año 2007 las lluvia más importantes volvieron a darse sobre la cuenca del Plata, con los registros más elevados en el sector alto y medio de la misma, afectando al centro sur de nuestro territorio.

Por otra parte los otoños menos lluviosos fueron en los años 2008, 1997, 2006 y 1989 con los siguientes registros: 172.6mm, 211.1mm, 213.8mm y 229.4mm respectivamente, siendo el otoño de 2008 el que registró el valor más bajo de todo el período.

La entrada del otoño de 2008 marcó el comienzo de una época de déficit hídrico que se continuó durante el resto del año. La precipitación acumulada de marzo estuvo en los 59.5mm muy por debajo de la media (ver Fig.10). Las zonas más afectadas por la ausencia de lluvia para este mes fueron la cuesta basáltica y el este del país, básicamente toda la cuenca arrocerá, aunque hubo valores muy por debajo de lo normal en gran parte del territorio. En abril la situación empeoró; se registraron tan sólo 38.3mm en promedio en todo el territorio, con la lluvia prácticamente concentrada en el Norte del Uruguay, sobre el departamento de Artigas. En mayo aumentaron las lluvias, pero de todas formas no superó la media, registrándose 74.9mm. Las precipitaciones se concentraron hacia el Este y N.E del territorio. El litoral Sur sobre todo, presentó importantes déficit.

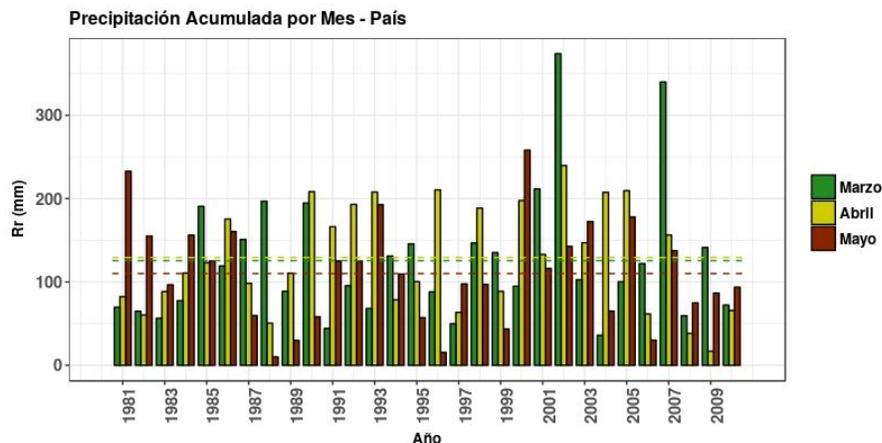


Fig.10: Precipitación acumulada por mes, para el período 1981-2010

El segundo otoño menos lluvioso fue el de 1997, el cual comenzó con un marzo con muy pocas precipitaciones, 49.9mm, valor por debajo de la media (ver Fig.10); la región litoral norte y centro noreste del país es la que registró los montos más bajos. En abril de ese año las precipitaciones aumentaron respecto al valor de marzo, y llegaron a los 63.5 mm; los acumulados mayores estuvieron al norte y noreste del país. Finalmente en el mes de mayo los registros llegaron casi al valor normal (ver Fig.10) con 97.7mm.

El tercer otoño menos lluvioso, corresponde al año 2006. Las precipitaciones dentro del trimestre tuvieron un comportamiento decreciente desde marzo a mayo. El mes de marzo presentó el valor más alto con 122.1mm muy cercano a la normal; las lluvias se dieron en todo el territorio de forma casi uniforme, con los valores más altos en la región Este. Abril presentó un decrecimiento en el acumulado con 61.6mm, prácticamente la mitad del valor esperable de 129.3mm. En mayo la situación pluviométrica empeoró, tan sólo se acumularon en promedio sobre el país 30.2mm, cuando se esperaban en el entorno de los 110.1mm. Las pocas lluvias

registradas en este mes se dieron en el Norte y Noreste, mientras que en el litoral sur se concentraron los mayores déficits.

El otoño de 1989 es el cuarto otoño menos lluvioso del período. Analizándolo a escala mensual, el trimestre presentó valores por debajo de sus normales, siendo el mes de mayo el que registró el mayor déficit, muy por debajo de la media, con tan sólo 29.8mm. En marzo las precipitaciones se registraron en el Litoral y S.O del país con los máximos sobre los departamentos de Colonia Y San José. En abril las precipitaciones se dieron en todo el territorio.

Al estudiar la precipitación desgregada mensualmente (ver Fig.10), vemos que en términos medios el mes de abril registra las mayores precipitaciones en los 30 años con 129.3mm, mientras que marzo y mayo presentan precipitaciones medias de 125.6 mm y 110.1 mm respectivamente.

Se destacan algunos meses en particular que a su vez coinciden con los años más lluviosos del periodo; por ejemplo marzo de 2002 con 373.9mm (49.4% del trimestre) y marzo de 2007 con 339.9mm (53.6 % del trimestre).

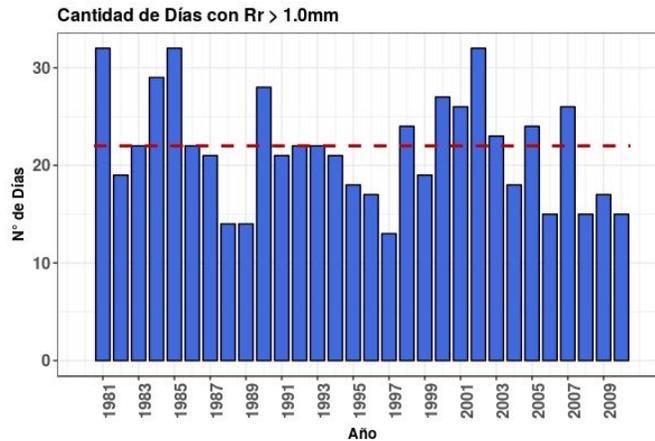


Fig 11: Cantidad de días con precipitación mayor a 1.0mm en el trimestre MAM, para el período 1981-2010. La línea discontinua en color rojo representa el número medio de días en todo el período.

La Fig.11 muestra la cantidad de días en el trimestre MAM con precipitación mayor o igual a 1.0mm. Para el período en consideración llueve en promedio 22 días, quedando fuera de los cálculos las trazas o lloviznas. El año con menor cantidad de días con lluvia por encima del milímetro fue 1997 con 13 días y coincide con el segundo otoño menos lluvioso en cuanto a volumen de precipitación. Por otra parte, los años con mayor cantidad de días con precipitación fueron 1985 y 2002 con 32 días; éste último coincide con el otoño más lluvioso.

El otoño de 2002 fue el otoño más lluvioso del periodo tanto en milímetros registrados como en cantidad de días con lluvia. En ese otoño en marzo llovió 14 días lo que representa un 44% de la cantidad de días con lluvia del trimestre.

III.2. Escala Regional

En esta sección vamos a ver cuál es el comportamiento de T_m y R_r al considerarlas a escala regional, tal y como fue establecido en la Sec.II. Las siguientes figuras muestran estos comportamientos, donde se grafica en color rojo la Región Norte y en azul la Región Sur.

Temperatura

En la Fig.12 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 para la temperatura media para la región norte de 18.9°C con una desviación de 0.6°C , y la temperatura media para el sur de 17.8°C con una desviación de 0.6°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 1.1°C . La diferencia encontrada valida la elección encontrada, y es acorde al mapa mostrado en la Fig.2.

Como puede observarse, los registros máximos y mínimos de T_m se dan tanto para la región Norte como para la Sur.

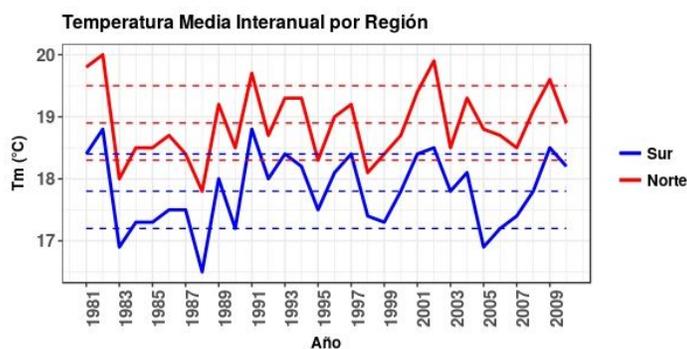


Fig 12: Temperatura media (otoño) por región 1981-2010.

Precipitación

La Fig.13 muestra la variación interanual de la precipitación discriminada por región. Si bien se muestra un comportamiento en fase para ambas regiones, notoriamente es la región norte la que muestra precipitaciones mayores; en promedio en la región norte llovió 405.3mm mientras que en la región sur el registró medio fue de 332.8mm . Nuevamente el comportamiento es coherente con le mapa mostrado en la Fig.7.

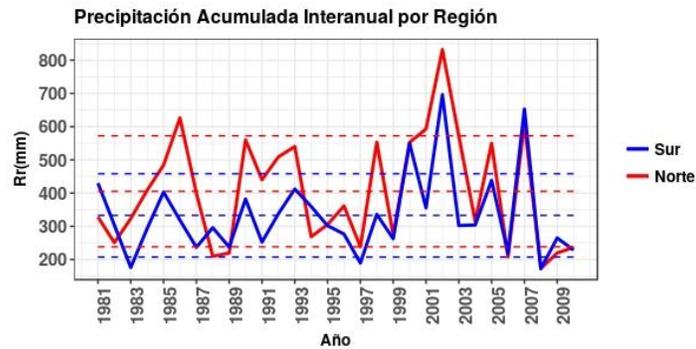


Fig.13: Precipitación acumulada (otoño) por región 1981-2010.

Se destaca el otoño 2002 donde ambas regiones registraron precipitaciones abundantes; la región norte registró 831.8mm y la sur 696.1mm, y por otra parte en el otoño de 2008 ambas regiones registraron las menores precipitaciones de todo el período.

IV. Destacado del otoño

Heladas tempranas

Se define *helada meteorológica* a todo descenso térmico igual o inferior a 0°C medido en el abrigo meteorológico [Vocabulario Meteorológico Internacional - WMO]. Si bien las mismas son más frecuentes en los meses de invierno, también ocurren en otoño y primavera pero en menor número. Tienen un impacto social de gran importancia debido al daño que generan sobre los cultivos agrícolas y vinícolas entre otros.

En la Fig.14 se muestran la cantidad de heladas por estación meteorológica para el período considerado. Salvo las estaciones de Carrasco, Colonia, Prado y Rocha, todas las estaciones tienen al menos un día con helada. Como es de esperar, encontramos que la mayoría de las heladas se dan en el mes de mayo. Las estaciones con mayor cantidad de días con heladas son Mercedes y Melo, con 40 y 38 días con heladas respectivamente. Justamente en esas estaciones, en 2008, es donde tuvieron lugar las únicas heladas del mes de abril.

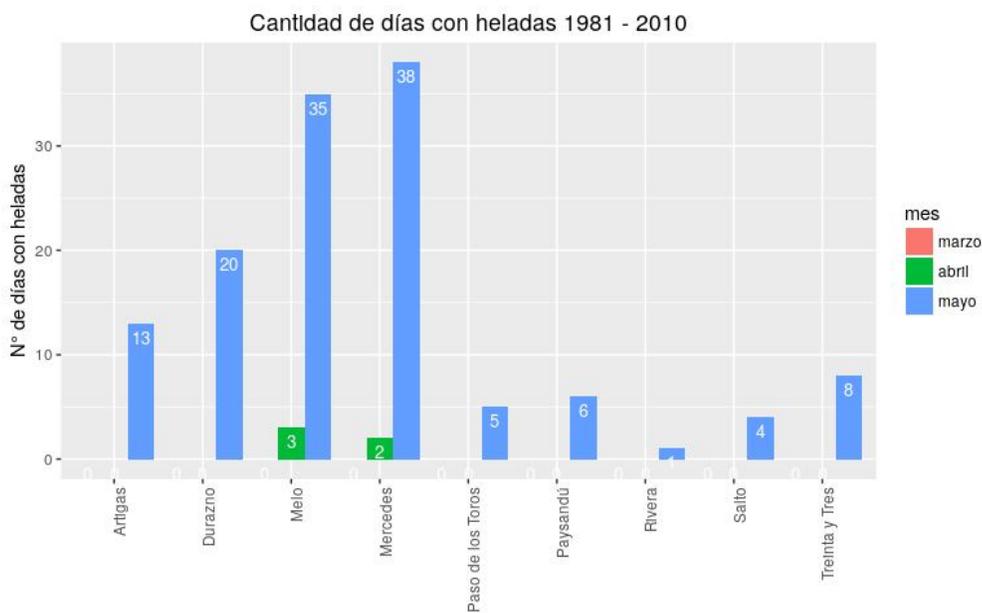


Fig.14: Cantidad de días con heladas por estación en MAM 1981 -2010

Cuanto menor es la temperatura mínima absoluta alcanzada mayor es el daño producido; también heladas leves pero muy prolongadas pueden ser más dañinas que heladas intensas de poca duración, y además las heladas que ocurren en otoño y primavera provocarían mayores daños (FAO, 1981).

Las heladas primaverales y otoñales deben ser caracterizadas más por la fecha de ocurrencia que por su intensidad. ¹

Secuencias de Días Cálidos

En esta sección presentamos las secuencias de días cálidos (SDC) que se dieron en el período 1981-2010 en los meses de interés. Los mismos están definidos como una secuencia de al menos 3 días, en los cuales tanto la temperatura máxima como la mínima superan o igualan valores de referencia predeterminados. En este caso usamos los percentiles diarios 75 y 90²³, y llamamos SDC75 y SDC90 respectivamente a las secuencias encontradas.

La Fig.15 muestra las estadísticas del número de días con SDC para cada estación, mediante la representación gráfica boxplot. En cada una de estas cajas se grafican los percentiles 25, 50 (mediana) y 75 en forma de líneas horizontales, los valores más grandes alejados (líneas verticales) de los percentiles 25 y 75 dentro del intervalo definido por $1.5RIC$, donde RIC es la diferencia entre los percentiles 75 y 25 (rango

¹ CONTRIBUCIÓN A LA DETERMINACIÓN DEL RÉGIMEN AGROCLIMÁTICO DE HELADAS DEL URUGUAY - Tesis de Leticia DE SOUZA FORMOSO

² La condición establecida sobre ambas variables se relaja permitiendo que sólo una de ellas, en un único día dentro de la secuencia encontrada, pueda estar por debajo de la referencia utilizada.

³ Los percentiles diarios son calculados tomando una ventana móvil de 5 días, centrada en el día en el cual se quiere calcular el percentil.

inter cuartil), y en asteriscos cualquier valor alejado del intervalo definido. En el caso de las SDC75, podemos ver que para la mayoría de las estaciones la mediana toma el valor 1; esto significa que, de los 30 años considerados 15 años presentan 0 o 1 día con SDC, y 15 presentan 1 o más días con SDC. Por su parte la mayoría tienen un percentil 75 con valor 2, con lo cual, en promedio, las estaciones presentan 2 SDC en el mismo año cada 22-23 años. Finalmente se destacan años con 3, 4 y hasta 5 eventos dependiendo de la estación considerada.

Las SDC90 presentan, en general, distribuciones donde los percentiles representados toman valor 0. Esto significa que en la mayoría de los años no se presentan eventos, sólo habiendo años en los cuales hay 1 o 2 eventos. Dicho esto se destacan las estaciones Artigas, Rivera, Salto, Paysandú, Carrasco y Colonia como aquellas que poseen más SDC90 en el período estudiado.

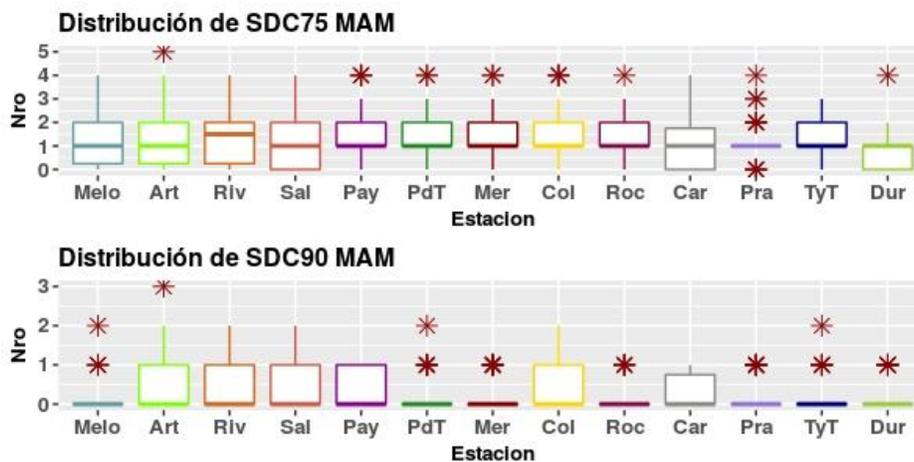


Fig.15: Estadísticas de la Cantidad de días con SDC75 (panel superior) y SDC90 (panel inferior) para cada estación meteorológica.

Como vimos las secuencias de días cálidos no se presentan en gran número por año, en promedio. Sin embargo sí se destacan años en los cuales hay varios eventos, o quizás sólo uno pero de gran persistencia, con una distribución espacial tal que se presentan simultáneamente para varias estaciones. La siguiente tabla (Fig.16) resume aquellas SDC75 que coexisten en el tiempo para más de 4 estaciones meteorológicas.

En primer lugar, se destaca la cantidad de secuencias encontradas en el mes de Mayo (24), en comparación con los restantes, siendo Abril el mes que menos eventos presenta (12). Vemos además que Mayo presenta varios eventos en los cuales 7 o más estaciones son afectadas, dando así una idea de la espacialidad del, o los, fenómenos que puedan estar involucrados.

Si observamos los años en los que se dieron las secuencias encontradas, y comparamos con la temperatura media del trimestre, vemos rápidamente que no existe correlación entre las secuencias y los máximos de Tm. Esto se debido a que la escala temporal de las secuencias es del orden de días (menor a 6 días de persistencia promediada en las estaciones), y por lo tanto al promediar la temperatura en los 92 días del trimestre, las

secuencias no destacan. Sin embargo, como analizamos a continuación, las mismas sí parecen tener influencia en la temperatura del mes del evento.

En el mes de Marzo destacan los años 1987 y 1999, con eventos que abarcan 12 y 13 estaciones respectivamente y persistencias promedio de 5 y 6 días. Estos años corresponden a registros máximos de la temperatura media en el mes correspondiente, como puede verse en la Fig.6. En este sentido se destacan también las 3 secuencias del 2001, las 2 de 2002 y la secuencia de 1988, años de temperatura máxima en el mes de Marzo.

De igual forma, vemos que los eventos 1986, 2004 y 2007 en el mes de Abril, corresponden a máximos en la temperatura media del mes. En este caso el número de estaciones es de 12, 13 y 12 con persistencias respectivas de 5,6 y 6 mostrando nuevamente una importante influencia espacial y temporalmente. En este sentido también destacan los eventos de 1993 y 1982 aunque este último no es tan claro desde la espacialidad.

En el mes de Mayo se destaca fuertemente el año 1981 con 3 eventos que abarcaron 11, y 10 estaciones, y cuyas persistencias fueron de 6, 3 y 4 días. Cabe destacar al observar la temperatura media de Mayo, que este año corresponde al máximo absoluto del período. De igual forma se destacan los eventos de 1992 (11 estaciones y persistencia 4), 1994 (3 eventos con 6, 4 y 11 estaciones y persistencias de 3, 3 y 5 respectivamente) y 2002 (2 eventos con 12 y 4 estaciones y persistencias de 4 en ambos casos).

La existencia de las secuencias encontradas poseen, como mencionamos, persistencias temporales y extensiones espaciales correspondientes a fenómenos en la escala sinóptica. En este sentido sería de interés evaluar la existencia de fenómenos en las fechas registradas (por ejemplo bloqueos atmosféricos) para estudiar con mayor profundidad la aparición de las mismas.

En cuanto a la correlación de estas con la temperatura media en el mes correspondiente, cabe destacar que la existencia de una secuencia con determinadas características no determina que la temperatura presente un máximo destacable; a modo de ejemplo puede verse lo que ocurre para Mayo en los años 1982 y 1984 entre otros. La relación planteada requiere así de un estudio más profundo.

Marzo			Abril			Mayo		
Fecha de Inicio	Nºde Estaciones	Persistencia Media	Fecha de Inicio	Nºde Estaciones	Persistencia Media	Fecha de Inicio	Nºde Estaciones	Persistencia Media
20/03/82	7	4	24/04/82	4	4	02/05/81	11	6

01/03/87	12	5	10/04/84	5	4	20/05/81	10	3
20/03/88	5	5	17/04/86	12	5	27/05/81	10	4
12/03/92	8	3	22/04/87	7	6	06/05/82	9	5
12/03/93	4	3	17/04/93	9	3	21/05/84	8	4
12/03/94	4	4	04/04/95	8	3	25/05/85	9	4
24/03/95	4	3	13/04/97	7	5	19/05/89	4	3
17/03/96	5	3	06/04/00	4	5	01/05/91	4	3
01/03/99	13	6	05/04/02	9	3	25/05/91	13	5
01/03/01	8	5	01/04/04	13	6	03/05/92	11	4
10/03/01	6	5	12/04/04	5	4	20/05/93	7	4
13/03/01	9	4	15/04/07	12	6	01/05/94	6	3
07/03/02	8	4				05/05/94	4	3
13/03/02	6	4				16/05/94	11	5
26/03/04	7	4				03/05/96	5	3
14/03/06	4	4				06/05/97	5	6
						14/05/97	4	4
						25/05/01	11	6
						11/05/02	12	4
						24/05/02	4	4
						12/05/03	5	3
						16/05/08	13	6
						20/05/09	12	5
						19/05/10	9	4

Fig.16: Tabla con secuencias de días cálidos (SDC75) por mes, en eventos que afectaron simultáneamente a al lo menos 4 estaciones meteorológicas.

La información básica presentada tanto sobre los fenómenos de heladas así como de secuencias cálidas es de importancia principalmente para el sector energético, ya que determinará el comienzo del consumo energético por parte de la población ante el comienzo del invierno. Como se puede observar existe una gran variabilidad de estos eventos extremos en los otoños.

VI. Conclusiones

Se presentaron las principales características de las variables temperatura y precipitación acumulada para los meses de Marzo, Abril y Mayo. Tanto para T_m como para R_r se presentaron las estadísticas espaciales y temporales. En relación a la primera, los campos medios tienen una estructura creciente de Sur a Norte, estando los máximos registros tanto de temperatura como precipitación en los departamentos de Artigas, Salto y Rivera, mientras que los menores registros se encuentran en la costa Suroeste y Centro Sur para precipitación, y Centro Sur para temperatura.

Se estudiaron las series temporales tanto a escala país como regional, realizando una división Norte Sur en referencia al Río Negro, y basado en los campos medios encontrados. Se destacó la variabilidad interanual de las variables, y en particular, los años con eventos destacados, como aquellos que toman valores por fuera del intervalo definido por la desviación estándar. Para la precipitación, se destacó la relevancia de estos años destacados tanto por precipitaciones abundantes como por déficit de estas. Se comparó con la escala regional encontrando un comportamiento espacial acorde más extenso dentro del cual se encuentra nuestro territorio. Además se hizo hincapié en la situación del país en esos años, así como en el impacto que tuvieron estos eventos a nivel social, tanto en relación a evacuaciones, como en los efectos producidos sobre la actividad agrícola. En cuanto a temperatura se verificó también el comportamiento coherente con los sucedido en la región para los registros máximo y mínimo absolutos.

En cuanto a la regionalización, las variables presentan un comportamiento cuasi en fase (siendo esto más destacado en temperatura) en Norte y Sur.

Finalmente se estudió la existencia de heladas tempranas y secuencias de días cálidos. En el primer caso, se encontró que las heladas se presentan fundamentalmente en el mes de Mayo (como es esperable al aproximarse a los meses más fríos), destacándose las estaciones de Mercedes y Melo con 38 y 35 días con helada en todo el período. Además, las únicas heladas presentes en el mes de Abril, se dieron también en estas estaciones.

En cuanto a las secuencias de días cálidos, las mismas se presentan en los 3 meses como es esperable, pero se destaca la cantidad de eventos ocurridos en Mayo (24), mientras que Abril presenta apenas 12 en todo el período. Se identificaron las fechas en que se dieron estas secuencias, así como la cantidad de estaciones afectadas por las mismas y su persistencia promedio. Al respecto, se destacaron eventos cuya extensión espacial abarcó 9 o más estaciones, con persistencias medias de 4 o más días. Al comparar estas con la temperatura media del mes correspondiente al evento, se identificó que muchos de los registros máximos de temperatura se corresponden con estas secuencias destacadas.