

Análisis y caracterización de la variabilidad climática en algunas regiones de Uruguay

TISCORNIA, G.¹, CAL, A.¹ y GIMÉNEZ, A.¹

RESUMEN

La variabilidad climática y la ocurrencia de eventos extremos (heladas, granizos, sequías, inundaciones) resultan en perjuicios importantes para la producción agropecuaria requiriendo de varios años para la recuperación económica y financiera del deterioro ocasionado. Un ejemplo de esto es la precipitación registrada a nivel nacional en diciembre de 2013 con anomalías negativas de 100 mm a 200 mm en contraste con las ocurridas al mes siguiente, enero de 2014, cuando se registraron anomalías positivas de 300 mm a 400 mm. Considerando esto, el análisis y caracterización de la variabilidad climática en Uruguay, como uno de los factores más relevantes para la producción agropecuaria, resulta de fundamental importancia para la gestión de riesgos asociados al clima. El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar los componentes de tendencia de largo plazo, decadal e interanual, de las variables climáticas consideradas relevantes para las actividades agropecuarias, en diferentes períodos del año y en determinadas zonas de Uruguay, siguiendo la metodología propuesta por Green *et al.* (2011) en la que se descompone la variabilidad climática en esas tres dimensiones. Según los resultados obtenidos se puede concluir que para todas las variables estudiadas y en todas las localidades y períodos analizados, la variabilidad interanual es la de mayor incidencia.

Palabras clave: variabilidad climática interanual, variabilidad climática decadal, tendencia climática de largo plazo.

ABSTRACT

*Climate variability and extreme events associated with its (frost, hail, droughts, floods) result in serious damage to agricultural production, requiring several years for economic and financial recovery. An example of this, was the rainfall recorded during December 2013 with negative anomalies of 100mm to 200mm in contrast to January 2014 when positive anomalies were from 300mm to 400mm. Thus, climate variability in Uruguay is a very relevant factor and its analysis and characterization is critical to climate risk management. This study aimed to quantify the components of long-term trend, decadal and inter-annual variability of climate variables considered relevant in farming systems, in different periods of the year and in certain areas of Uruguay, following the methodology proposed by Green *et al.* (2011) in which the climate variability is decomposed into those three dimensions. As the main conclusion and according to the results, for every analyzed variable and in every location and period, the inter-annual variability is the most important one.*

Keywords: inter-annual variability, decadal variability, climatic trend.

¹Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS), Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Andes 1365 piso 12, Montevideo, Uruguay. Correo electrónico: gtiscornia@inia.org.uy, agimenez@inia.org.uy, acal@inia.org.uy.

INTRODUCCIÓN

Como se ha venido señalando en informes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2013; IPCC, 2014), el aumento en la concentración de gases de efecto invernadero tiene como resultado cambios en la variabilidad climática diaria, estacional, interanual y a lo largo de decenios. Estos informes también señalan que son de esperar cambios en la frecuencia, intensidad y duración de fenómenos climáticos extremos.

En estudios a nivel regional (Giménez, 2006; Giménez *et al.*, 2009), se constataron aumentos de la variabilidad de las precipitaciones evidenciados por las magnitudes de los coeficientes de variación que se incrementaron en primavera y verano considerando 30 años (1971-2000) en relación con los 30 años anteriores (1931-1960). Adicionalmente, se han registrado para la región aumentos en la frecuencia de precipitaciones intensas (superiores a 25 mm en 24 h) (Bidegain *et al.*, 2012).

Así mismo, explorando los patrones de precipitación interanual para la región, hay evidencia que muestra que años con eventos El Niño-Oscilación Sur tienden a tener precipitación por encima del promedio, especialmente desde noviembre hasta el siguiente enero y años con altos valores de Índice de Oscilación Sureste (SOI) tienden a tener menor precipitación que la promedio, especialmente desde octubre hasta diciembre. (Pisciottano *et al.*, 1994). En este mismo trabajo se encontró que para el sureste de Uruguay, las anomalías húmedas durante eventos El Niño son relativamente débiles, pero anomalías secas durante eventos de alto SOI son significativas. Díaz *et al.* (1998) confirman que las anomalías de precipitaciones en la región de Sureste de Brasil y Uruguay están conectadas con El Niño-Oscilación Sur (ENSO) durante noviembre a febrero y menos extendida durante octubre a diciembre. Para estos dos períodos es evidente que las anomalías de precipitación están también asociadas con anomalías de la temperatura de la superficie del océano en la Zona de Convergencia del Pacífico Sur y las regiones de la Zona de Convergencia del Atlántico Sur. En octubre a diciembre, también hay vínculos con la alta región subtropical en el sureste del Pacífico.

Por un lado, en relación con los análisis sobre temperatura para Sudamérica, hay evidencias que sugieren que los extremos de temperaturas están cambiando (Vincent *et al.* 2005). Los cambios más importantes son observados en el porcentaje de noches de frío extremo y noches cálidas. Las tendencias regionales muestran una disminución del 5.5% en el porcentaje de noches frías, mientras que un incremento del 5.6% de noches cálidas. El cambio en las temperaturas extremas durante la noche es más pronunciado durante el verano (diciembre a febrero) y otoño (marzo a mayo). Las estaciones climáticas con tendencias significativas están localizadas cercanas a las costas este y oeste de Sudamérica. Para el caso de Uruguay, se detectaron cambios en el porcentaje de días con noches frías con una tendencia decreciente y una tendencia positiva en los días con noches cálidas aunque no significativa (Rusticucci *et al.*, 2008). Dichos autores destacan un calentamiento de

la temperatura nocturna, con menos noches frías y más noches cálidas.

Por otro lado y como ya es sabido, la variabilidad climática y la ocurrencia de eventos extremos (heladas, granizos, sequías) resulta en perjuicios muy importantes para el sector agropecuario y frecuentemente el sector requiere de varios años para recuperarse económica y financieramente de los daños ocasionados.

Por un lado, un ejemplo de esta variabilidad a nivel local fueron las precipitaciones registradas a nivel nacional durante los meses de diciembre 2013 y enero 2014. En diciembre 2013 se registraron anomalías negativas de alrededor de 100 mm para algunas zonas del territorio (siendo el percentil 50 para diciembre a nivel nacional entre 60 mm y 100 mm) en contraste con enero 2014 cuando se registraron anomalías positivas de 300 mm a 400 mm para algunas regiones siendo el percentil 50 para ese mes entre 80 mm y 100 mm (web INIA-GRAS). Por otro lado, sucesos recientes en Uruguay de eventos climáticos extremos son las sequías de 1999-2000 y la de 2008-2009 donde según estimaciones de organismos gubernamentales, las pérdidas ocasionadas fueron de entre 200 y 250 millones de dólares (alrededor del 1% del PBI promedio de los últimos años) para el primer caso y de entre 400 y 800 millones de dólares (alrededor del 2% al 3% del PBI promedio de los últimos años) para el segundo (Barrenechea, 2009). Heladas tardías ocurridas en octubre de 2008, afectaron a 1000 de un total de 2200 viñedos instalados en Uruguay, con una pérdida de producción estimada en promedio en un 30% (40.000 toneladas de uva) (Espectador.com, 2009). Excesos hídricos, ocurridos en los años 2000 y 2001 impactaron fuertemente en el desarrollo y rendimiento de cultivos de invierno (trigo y cebada) (Díaz, 2005) y causaron pérdidas importantes de montes de durazneros por asfixia radicular (Soria, 2004).

Teniendo esto en cuenta, la variabilidad climática en Uruguay es un factor muy relevante y el análisis y caracterización de esta a nivel nacional resulta de fundamental importancia para la gestión de riesgos asociados al clima en la producción agropecuaria y otros sectores de la economía del país.

El presente trabajo tuvo como objetivo cuantificar las componentes "tendencia de largo plazo", "decadal" e "interanual" de la variabilidad de algunas variables climáticas consideradas de mayor relevancia en la actividad agropecuaria, en diferentes períodos del año y en determinadas zonas de Uruguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron registros de variables climáticas de las siguientes estaciones agrometeorológicas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) de Uruguay:

- INIA Las Brujas, (registro histórico desde julio de 1972).

- INIA La Estanzuela, (registro histórico desde julio de 1965).
- INIA Salto grande, (registro histórico desde julio de 1970).

Su ubicación geográfica puede observarse en la figura 1.



Figura 1. Ubicación de las estaciones agrometeorológicas de INIA Salto Grande (Salto, Uruguay), INIA La Estanzuela (Colonia, Uruguay) e INIA Las Brujas (Canelones, Uruguay).

En los tres casos se utilizaron los registros diarios desde que se disponían datos (detallado anteriormente) hasta octubre de 2011 (Banco de datos INIA-GRAS).

Las variables analizadas fueron:

- Precipitaciones acumuladas en los trimestres septiembre, octubre y noviembre (SON), octubre, noviembre y diciembre (OND), noviembre, diciembre y enero (NDE) y diciembre, enero y febrero (DEF), abarcando la temporada primavera-verano.
- Días sin lluvia (DSLL) en los meses de diciembre (D), enero (E) y febrero (F), de la temporada de verano.
- Promedio mensual de la temperatura máxima media del mes de diciembre, de enero y de febrero y para el trimestre diciembre-enero-febrero (DEF), temporada de verano.
- Promedio de la temperatura mínima del trimestre junio-julio-agosto (JJA), temporada de invierno.
- Días con helada (temperatura mínima del césped menor a 0 °C). En Uruguay, y dada la variación intra-anual de la temperatura, existe un período en el que ocurren heladas (abril a octubre) concentrándose en los meses de junio, julio y agosto (Castaño *et al.*, 2011; de Mello, 2013; Bidegain *et al.*, 2012).

Para el caso de las tres estaciones agrometeorológicas seleccionadas en este análisis (INIA Las Brujas, INIA La Estanzuela e INIA Salto Grandes) el período de heladas ocurrió desde abril a octubre (registrándose solo algunos casos puntuales y aislados de heladas tardías fuera de ese período); estas se concentraron en los meses de junio, julio y agosto. Las fechas medias de primera y última helada se detallan en el cuadro 1.

La información fue obtenida del banco de datos de estaciones agroclimáticas del Instituto Nacional de investigación Agropecuaria (Banco de datos INIA-GRAS) disponible on-line y actualizado diariamente.

	LB	LE	SG
Fecha media primera helada	25 de mayo (desvío de 17 días)	16 de mayo (desvío de 27 días)	19 de mayo (desvío de 21 días)
Fecha media última helada	23 de septiembre (desvío de 27 días)	1 de octubre (desvío de 27 días)	24 de septiembre (desvío de 25 días)

Cuadro 1. Fecha media de primer y última helada para las estaciones seleccionadas en este análisis: estaciones de Las Brujas (LB), La Estanzuela (LE) y Salto Grande (SG).

Para este análisis en particular se consideraron los meses de abril (A) y mayo (M), (heladas tempranas) y septiembre (S) y octubre (O), (heladas tardías). Esto se debió al potencial efecto que tienen las heladas fuera del período típico de ocurrencia de junio a agosto (Castaño *et al.*, 2011) para diferentes rubros productivos (CIRVCC-UDELAR, 2012).

La metodología de análisis empleada se basó en la utilizada por Green *et al.* (2011) en la que se descompone la variabilidad climática en tres dimensiones: a) tendencia de largo plazo (para las estaciones agroclimáticas seleccionadas ronda 40 años), b) decadal (considerando períodos de 8 años) y c) la variabilidad interanual. Estas tres dimensiones se corresponderían a la variación debida a actividades antropogénicas asociada con el cambio climático (tendencia de largo plazo) y a componentes de baja y alta frecuencia de la variabilidad climática natural (decadal relacionada con eventos ENSO (El Niño Oscilación Sur) e interanual respectivamente).

Esta metodología consta de dos etapas de análisis. Una primera etapa en la que se hace una regresión simple entre la serie observada y el aumento de la temperatura global de la superficie del mar (al igual que Green (2011), se considera un promedio de la temperatura estimada por 23 modelos de circulación general) a fin de remover la tendencia de largo plazo asociada al cambio climático. Posteriormente, se determina la variabilidad decádica mediante la aplicación de un filtro de pasa-bajos (Mann, 2004) que permite retener la fluctuación con frecuencia menor a 8 años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para las variables: precipitaciones (ppt) y días sin lluvia (DSLL), en todas las localidades y períodos analizados, el componente que tuvo mayor peso fue el de la variabilidad interanual con porcentajes que variaron entre 75% y 91%, (cuadro 2). El componente de la variabilidad decadal tuvo una incidencia claramente inferior (9% a 21%) y el de la tendencia a largo plazo mostró una incidencia muy baja con valores máximos de 4%.

	Tendencia			Decadal			Interanual		
	LB	LE	SG	LB	LE	SG	LB	LE	SG
ppt SON	0	0	2	17	18	16	76	76	79
ppt OND	0	0	4	19	16	15	79	80	79
ppt NDE	0	0	0	23	22	9	72	79	90
ppt DEF	0	0	0	25	12	9	75	88	91
DSLL D	4	2	0	17	7	21	77	86	77
DSLL E	0	0	4	19	10	21	81	90	75
DSLL F	8	0	0	10	11	24	78	86	76

Cuadro 2. Disgregación de los componentes de la variabilidad mostrado el porcentaje de la variación total explicada por cada una de las dimensiones (tendencia largo plazo, decadal e interanual) para las variables: precipitación (ppt), y días sin lluvias (DSLL) en distintos meses y períodos del año: diciembre (D), enero (E), febrero (F), septiembre-octubre-noviembre (SON), octubre-noviembre-diciembre (OND), noviembre-diciembre-enero (NDE) y diciembre-enero-febrero (DEF) para los registros de las estaciones de Las Brujas (LB), La Estanzuela (LE) y Salto Grande (SG).

En relación con las temperaturas máxima, media y mínima media del aire, como se observa en las figuras 2 y 3, la incidencia de los componentes de la variabilidad, en las distintas localidades y períodos estudiados, fue similar a la determinada para las variables de precipitaciones y días sin lluvia, con valores altos para el componente interanual (71% a 86%), bajos para el componente decadal (14% a 23%) y muy bajos para el componente de tendencia de largo plazo (0% a 6%). Resultados similares se manifiestan en otros estudios realizados en Uruguay, en los cuales se resalta la importancia de la magnitud de la variabilidad interanual en variables tales como precipitaciones y temperatura del aire (Giménez, A., 2006, Giménez y Lanfranco, 2009, FAO-MGAP, 2012).

En cuanto al análisis de las variables días con heladas tempranas (abril y mayo) y días con heladas tardías (septiembre y octubre), los resultados se muestran en el cuadro 3. Para estas variables, sin bien se mantuvo la tendencia general de mayor incidencia de la variabilidad interanual, en algún sitio y mes, la componente decadal manifestó valores más altos que en los casos de las variables analizadas anteriormente. En tal sentido, los días con heladas en mayo alcanzaron valores de incidencia de la variabilidad decadal de 34% y 35% en las estaciones de Las Brujas y Salto Grande respectivamente. Así mismo, la componente

de tendencia a largo plazo alcanzó valores de 10% para los días con heladas en mayo en Las Brujas y los días con heladas en octubre en Salto Grande.

	Tendencia			Decadal			Interanual		
	LB	LE	SG	LB	LE	SG	LB	LE	SG
días con helada A	4	6	0	17	12	22	79	81	74
días con helada M	10	0	1	34	22	35	56	73	57
días con helada S	0	6	2	18	13	17	77	76	76
días con helada O	1	0	10	18	28	22	75	68	68

Cuadro 3. Disgregación de los componentes de la variabilidad mostrado el porcentaje de la variación total explicada por cada una de las dimensiones (tendencia largo plazo, decadal e interanual) para la variable días con helada en los meses de abril (A), mayo (M), septiembre (S) y octubre (O), para los registros de las estaciones de Las Brujas (LB), La Estanzuela (LE) y Salto Grande (SG).

Por un lado, los altos valores obtenidos para el componente decadal de las heladas (especialmente las heladas tempranas del mes de mayo) puede evidenciar una relación entre las fases cálida y fría del ENOS y las heladas ya observada para la región centro-este de Argentina (Pampa húmeda) por Müller (2006). Esta autora concluye que “parte de la variabilidad de las heladas en la Pampa Húmeda quedaría explicada por la ocurrencia de las fases ENOS, cuya relación está dada por una menor (mayor) cantidad de heladas en los años El Niño (La Niña)”. Por otro lado, en análisis efectuados para algunas estaciones meteorológicas de Uruguay, se ha detectado una mayor probabilidad de temperaturas bajo cero durante la fase fría del ENSO (Bidegain y Renom, 2002).

CONCLUSIONES

Para todas las variables estudiadas y en todas las localidades y períodos analizados, la variabilidad interanual fue la que presentó una mayor incidencia.

La variabilidad decadal presentó una incidencia relativamente alta para los días con heladas en el mes de mayo (heladas tempranas) en la estación de Las Brujas y la estación de Salto Grande, presentando valores de 34% y 35% respectivamente.

En lo que refiere a la tendencia de largo plazo, en términos generales para todas las localidades y variables estudiadas, la variabilidad decadal es el componente de menor incidencia relativa con valores máximos de 10%.

Es importante destacar que las tendencias a largo plazo observadas en este estudio pueden no estar en coincidencia con las tendencias globales ni los análisis a nivel nacional (Bidegain *et al.*, 2012). Esto seguramente se deba a que se analiza solo una estación en particular y

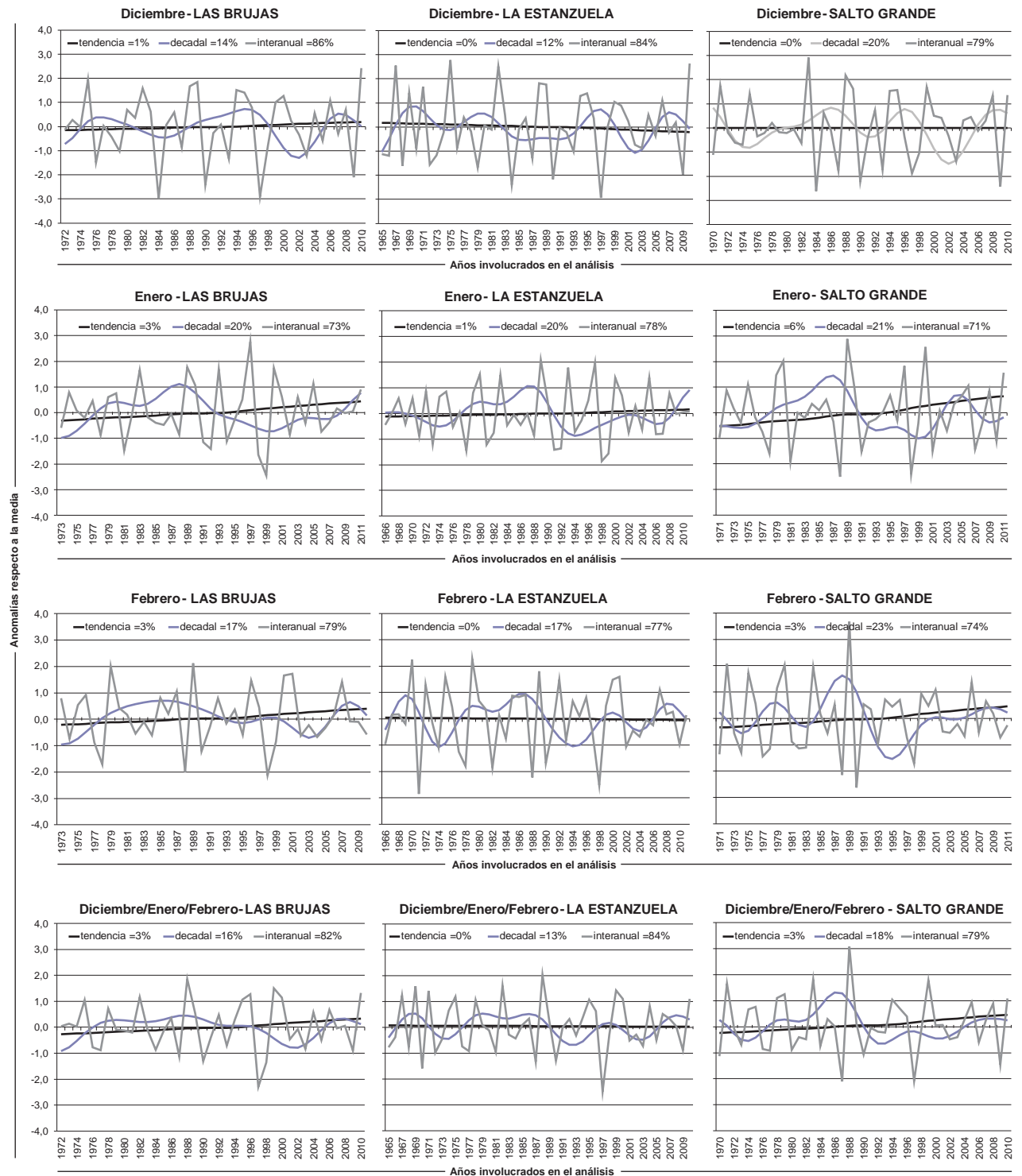


Figura 2. Disgregación de los componentes de la variabilidad para la variable temperatura máxima media en los meses de diciembre (primera línea), enero (segunda línea), febrero (tercera línea) y promedio del trimestre diciembre-enero-febrero (última línea) para las tres estaciones meteorológicas consideradas (INIA Las Brujas primera columna, INIA La Estanzuela segunda columna e INIA Salto Grande tercera columna). El eje de las "x" muestra los años para cada una de las tres estaciones agrometeorológicas y el eje "y" muestra la anomalía.

para un período dado, lo que no es representativo de lo que ocurre a nivel nacional y como promedio anual.

Teniendo esto en cuenta y considerando los esfuerzos internacionales y regionales por analizar e implementar medidas de mitigación y adaptación al cambio climático,

entendemos que sería importante darle prioridad a la incorporación de la "variabilidad climática" en el entendido de que si se está adaptado a la variabilidad actual, se va a estar más preparado para enfrentar la incertidumbre de los eventos climáticos venideros.

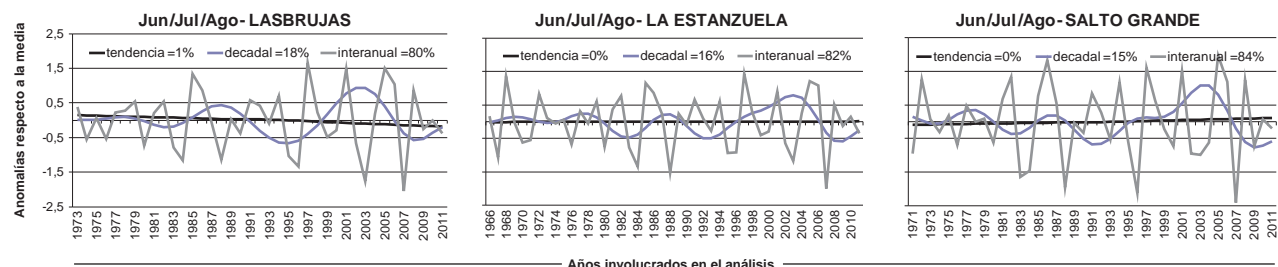


Figura 3. Disgregación de los componentes de la variabilidad para la variable temperatura mínima media en el trimestre junio-julio-agosto para las tres estaciones agroclimáticas utilizadas (INIA Las Brujas, INIA La Estanzuela e INIA Salto Grande, respectivamente). El eje de las "x" muestra los años para cada una de las tres estaciones agrometeorológicas y el eje "y" muestra la anomalía.

BIBLIOGRAFÍA

BAETHGEN, W.E.; MEINKE, H.; GIMENEZ, A. 2004. Adaptation of agricultural production systems to climate variability and climate change: lessons learned and proposed research approach. En: Insights and Tools for Adaptation: Learning from Climate Variability, NOAA-OGP, Washington, D.C. ENV/EPOC/GF/SD/RD, Organisation for Economic Co-operation and Development, París. p.10.

BANCO DE DATOS INIA-GRAS. Banco de datos de las estaciones agroclimáticas del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). <http://www.inia.uy/investigación-e-innovación/unidades/GRAS/Clima/Banco-datos-agroclimatico> Verificado: 04 de noviembre de 2011.

BARRENECHEA, P.2009. Estudio Nacional de Economía del Cambio Climático en Uruguay. Dinama, MVOTMA, Uruguay, p. 27.

BIDEGAIN, M.; RENOM, M. 2002. Temperaturas extremas y amplitudes diarias en Uruguay condicionadas según el fenómeno ENSO. XII Congreso Brasileiro de Meteorología, Foz de Iguaçu-PR.

BIDEGAIN, M.; CRISCI, C.; DEL PUERTO, L.; INDA, H.; MAZZEO, N.; TAKS, J.; TERRA, R. 2012. Variabilidad climática de importancia para el sector productivo en "Clima de cambios: Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay". FAO-MGAP. TCP URU/3302, p. 43.

CASTAÑO, J. P.; GIMÉNEZ, A.; CERONI, M.; FUREST, J. AUN-CHAYNA, R.; BIDEKAIN, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Serie técnica N.º 193. INIA. Uruguay, p. 40.

CIRVCC-UDELAR (Centro Interdisciplinario de Respuesta a la Variabilidad y Cambio climático de la Universidad de la República). 2012. Sensibilidad y capacidad adaptativa de los agro-ecosistemas frente a los efectos del cambio climático en "Clima de cambios: Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay". FAO-MGAP. TCP URU/3302, p. 128.

DE MELLO, S. 2013. Estudio climatológico y regionalización de heladas en Uruguay. Trabajo de fin de carrera de la licenciatura de Ciencias de la Atmósfera. Tutora: Madeleine Renom. Facultad de Ciencias-Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, p. 101.

DÍAZ, A. F.; STUDZINSKI, C. D.; MECHOSO, C. R. 1998. Relationships between precipitation anomalies in Uruguay and southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. *Journal of Climate*, 11(2), 251-271.

DÍAZ, J. E. 2005. Tolerancia a exceso hídrico: un nuevo objetivo para el Programa de Mejoramiento. Jornada técnica Cultivos de Invierno. Seria Actividades de Difusión N.º 404. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, p. 78.

ESPECTADOR.COM. 2009. <http://www.espectador.com/economia/145857/ricardo-calvo-en-el-sector-de-la-vid-hay-un-exceso-de-produccion> (verificado: 15 de mayo de 2015).

FAO_MGAP.2012. Clima de cambios: Nuevos desafíos de adaptación en Uruguay.TCP URU/3302.Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/009/as253s/as253s.pdf>

GIMÉNEZ, A. 2006. Climate Change and Variability in the Mixed Crop/Livestock Production Systems of the Argentinean, Brazilian and Uruguayan Pampas. Final Report. Project LA 27, AIACC.

GIMÉNEZ, A.; LANFRANCO, B. 2009. Vulnerabilidad al Cambio Climático en los Sistemas de Producción Agrícola en América Latina y el Caribe: Desarrollo de Respuestas y Estrategias. Informe final, octubre. Banco Mundial.

GIMÉNEZ, A.; CASTAÑO, J. P.; BAETHGEN, W.; LANFRANCO, B. 2009. Cambio climático en Uruguay, posibles impactos y medidas de adaptación en el sector agropecuario. INIA, Serie técnica N.º 178, p. 56.

GIMÉNEZ, A.; LANFRANCO, B. 2012. Adaptación al cambio climático y la variabilidad: algunas opciones de respuesta para la producción agrícola en Uruguay. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.3 N.º 3 1 de mayo-30 de junio, 2012, pp. 611-620

GREEN, A. M.; GODDARD, L.; COUSIN, R. 2011. Web Tool Deconstructs Variability in Twentieth-Century Climate. *Eos*, Vol. 92, N.º 45, pp. 397-398.

IPCC 2013. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Cambio climático 2013. Bases físicas. Resumen para responsables de políticas. Resumen técnico y preguntas. Contribución del grupo de trabajo I al quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, p. 222.

IPCC2014. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Cambio climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. Contribución del grupo de trabajo II al quinto informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, p. 40.

MANN, M. E. 2004. On smoothing potentially non-stationary climate time series. *Geophysical Research Letters*. Vol. 31. L07214, p. 4.

MÜLLER, G. V. 2006. Variabilidad interanual de las heladas en la Pampa húmeda. *Revista Brasileira de Meteorología*, vol. 21, N.º 1, pp. 141-152.

PISCIOTTANO, G.; DÍAZ, A.; CAZES, G.; MECHOSO, C. R. 1994. El Niño-Southern Oscillation impact on rainfall in Uruguay. *Journal of Climate*, 1994, vol. 7, N.º 8, pp. 1286-1302.

RUSTICUCCI, M.; & RENOM, M. 2008. Variability and trends in indices of quality controlled daily temperature extremes in Uruguay. *International Journal of Climatology*, 28(8), 1083-1095.

SORIA, J. 2004. Seminario de Actualización Técnica en el Cultivo del Duraznero. Programa Fruticultura. Serie Actividades de Difusión N.º 381. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, p. 44.

VINCENT, L.A.; PETERSON, T.C.; BARROS, V.R.; MARINO, M.B.; RUSTICUCCI, M.; CARRASCO, G.; KAROLY, D. 2005. Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960-2000. *Journal of climate*, 18(23), 5011-5023.

Web INIA-GRAS. Mapas de precipitación acumulada. <http://www.inia.uy/investigación-e-innovación/unidades/GRAS/Clima/Precipitación-nacional/Mapas-de-precipitación-acumulada> (verificado: 15 de octubre de 2015)