

## Mesa Redonda

### Variabilidad climática (inter e intra-anual) y adaptación de tecnología

Climate variability (inter and intra-annual) and technological adaptation

Mesa Redonda desarrollada durante el 29° Congreso Argentino de  
Producción Animal, Mar del Plata, 18 al 20 de octubre de 2006

---

Variabilidad climática y adaptación de tecnología: Introducción por Brizuela, M.A.....	93
Cambio climático y variabilidad climática: necesidad de nuevas estrategias de adaptación en los sistemas de producción ganadera por Seiler, R.A.....	99
Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal por Stritzler, N.P., Petruzzi, H.J., Frasinelli, C.A., Veneciano, J.H., Ferri, C.M. y Viglizzo, E.F.....	113
Variación climática y adaptación tecnológica en sistemas de producción de leche del Oeste bonaerense. Perspectiva de un Asesor Privado por Zubizarreta, J.....	127
Evaluación y seguimiento de la productividad forrajera por Grigera, G., Oesterheld, M., Durante, M. y Pacín, F.....	137

## Variabilidad climática y adaptación de tecnología: Introducción

Climate variability and technological adaptation: Introduction

Brizuela<sup>1</sup>, M.A.

Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata  
Comisión Investigaciones Científicas de la prov. de Buenos Aires

Cada vez con mayor frecuencia se realizan consultas en instituciones académicas y tecnológicas sobre variabilidad climática (inter e intra-anual) y la posibilidad de superar o atenuar contingencias negativas en los diferentes sistemas de producción agropecuarios, mediante la adaptación de tecnología. Ninguna región del país se encuentra exenta de esta situación.

El año de realización de este Congreso (2006) pareciera ser particularmente de interés para ejemplificar estas contingencias climáticas en la región sede del mismo. Así, describiendo el panorama de fin de invierno-principio de primavera para el área de influencia de la EEA INTA Balcarce, su Boletín Informativo (RIAP, 2006), expresaba que tanto pastizales naturales como pasturas implantadas registraban las tasas de crecimiento diario de materia seca más bajas de los últimos años para esta época. Algo similar ocurría con los verdes de invierno, sobre todo aquellos sembrados tarde. El estado corporal de los animales era muy variable y estaba condicionado al manejo del sistema productivo. Se destacaban al manejo y al uso de prácticas agronómicas ante una baja oferta de pasto, como consecuencia de la sequía otoñal. Lo anterior había llevado a un importante consumo de reservas forrajeras por parte de los rodeos, en general muchas de ellas compradas de "apuro". La situación

anterior parecía al momento del informe no ser tan grave en los planteos de invernada, ya que se había recurrido al uso de suplementos y en muchos casos directamente a engordes a corral "caseros", mucho más que en años anteriores. El informe concluía expresando que se esperaba que los milímetros de precipitación registrados a principios de octubre dieran una tregua en dicha situación. Informes de panoramas como el anterior son cada vez más frecuentes de encontrar en publicaciones diversas o periódicos de circulación nacional o local, en distintas regiones del país.

Considerando los últimos años, en el sudeste bonaerense se podría inferir la existencia de ciertos corrimientos de las estaciones frías y cálidas del año, observándose primaveras más frías y otoños más cálidos, tanto secos como húmedos. En una gráfica elaborada por R. Fernández Grecco (inédito) se pueden observar las fluctuaciones en los registros de precipitación total y estacional para la última década en Balcarce (Figura 1). Se observa que para dicha serie de años se registraron distintas combinaciones de estaciones húmedas, secas o normales dentro de años con registros totales próximos al promedio de la década o bien por encima o debajo del mismo. Se puede apreciar un bajo patrón de repetición entre años para una dada combinación de condiciones por esta-

1. Fac.Cs.Agr., Universidad Nacional de Mar del Plata. Comisión Investigaciones Científicas de la prov. de Buenos Aires. C.C. 276 (7620) Balcarce, Bs.As. mbrizuela@balcarce.inta.gov.ar

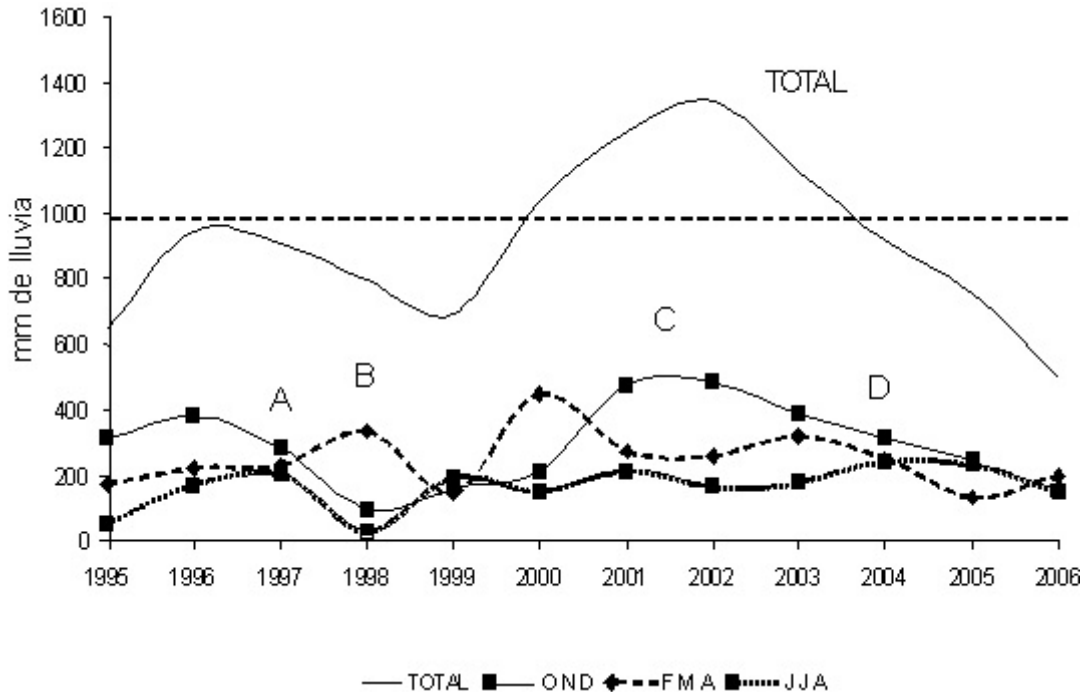


Figura 1: Variación de la precipitación total y estacional del período 1995-2006 en Balcarce, Argentina. Adaptado de R. Fernández Grecco (inédito). Ver referencias de cada letra en el texto.

Figure 1: Variation of total and seasonal precipitation of 1995-2006 period at Balcarce, Argentina. Adapted from R. Fernández Grecco (unpublished). See references for each letter in the text.

ción. Así por ej. si bien los años 1997 y 2004 (puntos A y D) presentan un patrón bastante similar, dado por distribuciones similares de precipitación entre los tres períodos comparados, en años con precipitación próxima al promedio del período, los años 1998 y 2002 (puntos B y C) contrastan marcadamente. El punto B indica un año con baja precipitación total pero con un otoño húmedo y una primavera seca, mientras que el punto C indica un año de muy alta precipitación total con un otoño seco y una primavera húmeda. Considerando que cada una de estas épocas tiene un valor estratégico para la implantación y/o producción de los recursos forrajeros, un panorama como el mostrado en esa figura no hace más que alertar sobre las condiciones de incertidumbre en que se desarrollan los sistemas de producción en el

sudeste bonaerense. Por otra parte, si se considera además que ésta es una zona caracterizada como mesotermal-húmeda-subhúmeda sin estación seca, ubicada entre la isohietas de 800 y 900 mm (Damario y Pascale 1988, Suero et al. 1996), y que ello podría indicar que la misma presentaría una gran estabilidad en cuanto a ocurrencias de precipitaciones, el actual panorama esquematizado por Fernández Grecco no hace otra cosa que alertar lo que puede estar pasando en otra regiones del país con distintas características de precipitación en magnitud y distribución.

La consideración de las variaciones climáticas en el corto y mediano plazo ha recibido importante atención en la región pampeana, desde distintos puntos de vista. Sierra et al. (1993-94) indicaron un corri-

miento de las isohietas anuales medias decenales en la región pampeana entre 1941 y 1990. Los autores mostraron que ese corrimiento, particularmente el correspondiente a la isohieta de 500 mm anuales, alcanzó su máximo desplazamiento durante la década 1981-90 y podría explicar la penetración de cultivos de cosecha en el oeste de Buenos Aires, y sectores de La Pampa y San Luis. En dicho trabajo se hicieron otras consideraciones sobre estos corrimientos y su implicancia en el avance de la agricultura sobre la ganadería. Sobre este corrimiento, Stritzler et al. (2007) establecieron nuevas consideraciones en la presente Mesa Redonda. Como lo expresaron Sierra et al. (1993-94), el corrimiento de isohietas determinó en el sector este de la región pampeana una verdadera invasión de la isohieta de 1000 mm anuales, que durante la década 41-50 apenas incidía en este sector. Los autores atribuyeron a esta mayor significancia regional de dicha isohieta la existencia de un ciclo de inundaciones registrado durante la última década.

La variabilidad climática en el sudeste bonaerense ha recibido también considerable atención en las últimas décadas. Vidal y Cousillas (1983) analizaron la probabilidad de ocurrencia de precipitaciones en Balcarce, utilizando una serie de 37 años (1934-70). Los autores encontraron que marzo, febrero y diciembre eran los meses que presentaban valores más altos de probabilidad de ocurrencia, mientras que a abril, junio, julio y agosto le correspondían los menores valores de probabilidad. Esa caracterización de abril como un mes con baja probabilidad de precipitaciones de significancia podría resultar importante para explicar fracasos o más lenta implantación y menores acumulaciones de forraje de verdes invernales (Brizuela et al. 2001) o pasturas en siembras tardías, entendiendo como tales a las realizadas durante dicho mes. Suero et al. (1996) analizaron la precipitación en Balcarce a través de las medianas registradas entre 1930 y 1995. Los auto-

res indicaron que, en sólo el 12% de los 65 años considerados, la precipitación anual registró valores menores a 700 mm y que en sólo 3 años, la precipitación fue menor a la de 1995, donde los 636 mm registrados (un 28% menor a la mediana del período considerado) se podrían esperar en 1 de cada 20 años. Este año 1995 no sólo se apartó notoriamente de la mediana de la serie analizada sino que también mostró marcadas variaciones mensuales por exceso o déficit, con escasa precipitación en otoño-invierno lo que afectó el desarrollo de los verdes de invierno y la siembra de trigo.

San Martino et al. (2002) caracterizaron el régimen de temperaturas mínimas, máximas y amplitudes térmicas diarias de la localidad de Balcarce, para el período 1970-1999, sobre una base anual, mensual y decádica y analizaron sus comportamientos en relación con el fenómeno ENOS (El Niño Oscilación del Sur) y con la ocurrencia de precipitación. Los autores describieron que las temperaturas mínimas y máximas diarias, así como las amplitudes térmicas, presentaban cambios estacionales, con menores valores entre junio y agosto y mayores valores entre diciembre y marzo. El efecto más marcado del ENOS se presentaba en los meses de noviembre y diciembre para las temperaturas máximas y la amplitud térmica, con un aumento en los valores medios y medianos para años Niña. En un reciente trabajo, Irigoyen et al. (2004) analizaron la variación intra e interanual del tiempo térmico en Balcarce y su efecto en la tasa de crecimiento de los cultivos y la duración de los mismos. Este conocimiento permite evaluar la variabilidad en la duración de la estación de crecimiento de los cultivos y los cambios en el ambiente biofísico a que los cultivos quedan expuestos. Por su parte, Monterrubianesi y Cendoya (2001) caracterizaron el régimen de heladas meteorológicas y agrometeorológicas para Balcarce en el período 1970-1999. Los datos analizados indicaron que durante la última década se observó un atraso de la fecha de

primera helada y un adelanto en la fecha de última helada, lo que se expresa como una tendencia creciente significativa de la longitud del período libre de heladas a través de los años. Así, mientras el período libre de heladas agrometeorológicas (ocurrencia de una temperatura mínima diaria no superior a 3°C a 1,5 m de altura en abrigo meteorológico) fue de 72 días en el verano 70-71, el mismo alcanzó los 212 días en el verano 91-92. Un aumento en el período libre de heladas fue también indicado para La Pampa por Stritzler et al. (2007) en la presentación realizada en este Congreso. El atraso en la fecha de primera helada puede asociarse a la percepción citada de que se está en presencia de otoños más cálidos. En aquellos años, en los que se da esta situación otoñal, es muy común observar en el sudeste bonaerense, generalmente en mayo, el pasaje anticipado a estado reproductivo de los verdeos de invierno tradicionales (avenas, cebadas y centenos) pero no del raigrás anual (Brizuela et al. 2001; Murias, 2003). Esto último, junto a factores tales como cultivares con mejor genética, expresada en mejor sanidad foliar, mayor tolerancia a bajas temperaturas, balance nutricional más equilibrado (baja relación proteína bruta:hidratos de carbono no estructurales), y mayor extensión de la estación de crecimiento, está llevando a que muchos sistemas estén reemplazando parcialmente a avena por raigrás anual o realizando mezclas de ambos verdeos como una forma de darle más estabilidad a la oferta forrajera otoño-inverno-primaveral.

Simultáneamente a la consideración de la variabilidad climática, se ha generado la necesidad de enfrentar a la misma mediante la adaptación de tecnología para darle estabilidad a los sistemas de producción. La relevancia del tema se ha reflejado en un incremento en los estudios del mismo a través de las últimas décadas, particularmente en el exterior. En uno de esos estudios, Salinger et al. (2000) analizaron extensamente las estrategias de adaptación frente

a un aumento de la variabilidad climática y del cambio climático global. En ese trabajo se consideró que el fenómeno ENOS es la mayor causa de variabilidad climática a escala temporal estacional e inter-anual, y que desde 1976 dicho fenómeno ha incrementado en frecuencia y ha comenzado a mostrar efectos más extremos. Estos cambios extremos están causando impactos significativos en la agricultura de muchas regiones a escala global, por lo que se están implementando estrategias al menos para paliar las variaciones menos extremas. Frente a este panorama de cambio permanente, los autores remarcan que para mejorar y promover el desarrollo sustentable, pensando en un aumento de la productividad con crecimiento económico sustentable que mantenga los recursos naturales, se requiere del desarrollo de estudios de planeamiento estratégico para la evaluación de los recursos naturales y de innovación y cambios tecnológicos. Se conceptualiza a estos esfuerzos como la suma de los aportes que pueden hacer los agrometeorólogos a la comunidad científica para desarrollar estrategias, que deberían ser validadas y mejoradas a escala de establecimientos con la colaboración de asesores y productores.

Considerando ese marco referencial se consideró de interés analizar como se presenta esa variabilidad climática inter e intra-anual en algunas regiones y/o sistemas de producción de Argentina y, frente a ella, de que tecnologías disponemos para enfrentar o convivir con la misma. Para ello se propuso, mediante el desarrollo de una Mesa Redonda, establecer inicialmente algunas consideraciones sobre la variabilidad climática desde el punto de vista de un investigador en el campo de la agrometeorología. Así, Seiler (2007) enfocó su presentación en las fluctuaciones del clima y como éstas afectan a todo el sistema de producción agropecuario, en distintas formas y con distintos grados de intensidad. En su elaboración hizo inferencias de como el posible incremento en la variabilidad del clima asociado al

cambio climático ocasionará un aumento en la variabilidad inter-anual de los rendimientos de los cultivos, afectando tanto a los agricultores en forma individual como a las economías regionales. Para tener una visión amplia del tema desde el punto de vista de los investigadores de la región subhúmeda-semiárida, Stritzler et al. (2007) presentaron un panorama de los cambios climáticos registrados en la región y su incidencia en los sistemas de producción. Resulta de este análisis que es claro como las condiciones climáticas y avances tecnológicos en la agricultura en las dos últimas décadas han permitido un corrimiento de la frontera agrícola hacia el oeste del país, con un alto impacto en los sistemas ganaderos de la región. Este panorama deja un interrogante, hasta donde ese cambio permitirá sostener los actuales niveles de producción y cómo estos impactan en la distribución e intensificación de la producción animal de la región.

Al igual que lo planteado por Stritzler y colaboradores, Zubizarreta (2007) analizó el efecto de la variabilidad climática y su efecto en sistemas ganaderos intensivos, como son los desarrollos tamberos de la región con epicentro en Trenque Lauquen, en el Oeste bonaerense. Desde su perspectiva de Asesor Privado, Zubizarreta planteó con que herramientas tecnológicas cuentan los asesores y productores de la zona para enfrentar ciertas contingencias climáticas y sus efectos en la cadena alimentaria de la región. Finalmente, Oesterheld, en base a trabajos desarrollados en el IFEVA-UBA (Grigera et al. 2007), presentó el estado actual del conocimiento para realizar un seguimiento de la productividad forrajera a escala de unidad de manejo o lote, de forma tal de cuantificar las variaciones inter e intra-anales de producción de los recursos forrajeros. Basados en la eficiencia en el uso de la radiación, la cantidad de radiación fotosintéticamente activa absorbida por las plantas, y la eficiencia con que esa energía es transformada en materia seca aérea, un grupo de investigadores ha desarrollado un

software (denominado Segf) que permite manejar y almacenar la información en una base de datos. En la actualidad, asesores y productores que desarrollan sus actividades en unas 850.000 ha de distintas regiones de Argentina reciben este tipo de informes generados por personal del Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección (IFEVA, FAUBA/CONICET) en tiempo casi real y para una historia de siete años. Así, la información producida por este sistema puede ser trasladada a decisiones de manejo, como herramienta tanto de diagnóstico como de planificación. Este tipo de herramienta abre sin dudas muchas expectativas para la toma de decisiones en cuanto a adaptar tecnologías disponibles o generar otras alternativas frente a la variabilidad climática que afecta a los sistemas de producción.

La consideración de los aspectos relacionados a la variabilidad climática inter e intra-anual, la profundización de estudios a mayor escala de posibles escenarios atribuidos a cambios climáticos globales, la generación de nuevas alternativas tecnológicas a disponer para desarrollar estrategias de manejo en los distintos sistemas de producción ganadera será de relevancia en el devenir de los próximos años. Es por ello que tal vez la Asociación Argentina de Producción Animal a través de sus Congresos anuales sea un ámbito propicio para periódicamente incluir en sus programas nuevos foros que mantengan la permanente atención en estos temas. El desarrollo de esta Mesa Redonda, entre otros objetivos, pone el tema a consideración.

### Bibliografía

- Brizuela, M.A., Di Rocco, L. y Cid, M.S. 2001. Rendimiento de forraje de verdeos de invierno en siembras escalonadas en el sudeste bonaerense. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 21:67-79.
- Damarío, E.A. y A.J. Pascale. 1988. Características agroclimáticas de la Región Pampeana Argentina. *Rev. Fac. Agronomía* 9:41-64.

- Grigera, G., Oesterheld, M., Durante, M. y Pacín, F. 2007. Evaluación y seguimiento de la productividad forrajera. *Rev.Arg.Prod. Anim.* 27(2): 137-148.
- Irigoyen, A.I., Della Maggiora, A.I. y Malena, L.C. 2004. Variación intra e interanual del tiempo térmico en la localidad de Balcarce (Arg.). X Reunión Argentina y IV Latinoamericana de Agrometeorología. Mar del Plata.
- Monterrubbianesi, M.G. y Cendoya, M.G. 2001. Caracterización del régimen de heladas meteorológicas y agrometeorológicas en Balcarce (Argentina) en el período 1970-1999. *Rev. Fac. Agronomía* 21:69-78.
- Murias, M.R. 2003. Acumulación inicial y total de materia seca de verdeos de invierno en siembras puras y en mezcla. Tesis de Grado. Fac.Cs.Agr., Univ. Nac. Mar del Plata. 31 p.
- RIAP. 2006. Boletín Informativo EEA Balcarce. Año 1 N° 4. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <http://www.inta.gov.ar/balcarce/riap/News/4.htm>
- Salinger, M.J., Stigter, C.J. and Das, H.P. 2000. Agrometeorological adaptation strategies to increasing climate variability and climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 103:167-184
- San Martino, S., Della Maggiora, A. y Monterrubbianesi, G. 2002. El régimen de temperaturas máximas, mínimas y amplitudes térmicas en Balcarce (Argentina) y su relación con el ENOS y la ocurrencia de precipitaciones. *Revista Argentina de Agrometeorología* 2:89-96.
- Seiler, R.A. 2007. Cambio climático y variabilidad climática: necesidad de nuevas estrategias de adaptación en los sistemas de producción ganadera. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 27(2): 99-111.
- Sierra, E.M., Hurtado, R.H. y Spescha, L. 1993-94. Corrimiento de las isohietas anuales medias decenales en la región pampeana 1941-1990. *Rev. Fac. Agronomía* 14:145-148.
- Stritzler, N.P., Petruzzi, H.J., Frasinelli, C.A., Veneciano, J.H., Ferri, C.M. y Viglizzo, E.F. 2007. Variabilidad climática en la Región Semiárida Central Argentina. Adaptación tecnológica en sistemas extensivos de producción animal. *Rev.Arg.Prod.Anim.* 27(2): 113-125.
- Vidal, N.A. y Cousillas, C.F. 1983. Análisis de precipitaciones en Balcarce. II. Probabilidades de ocurrencia. EERA Balcarce. 16 p
- Zubizarreta, J. 2007. Variación climática y adaptación tecnológica en sistemas de producción de leche del Oeste bonaerense. Perspectiva de un Asesor Privado. *Rev.Arg. Prod.Anim.* 27(2): 127-135..