



Impacto de la erupción del volcán Puyehue y el déficit de precipitaciones sobre la producción de materia seca del Suroeste de Río Negro

J. Gonzalo N. Irisarri, Martín Oesterheld, José Paruelo, Pablo Baldassini, Dolores Arocena y Mariano Oyarzabal

LART - Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección
<http://www.agro.uba.ar/laboratorios/lart>
IFEVA-FAUBA-CONICET
Av. San Martín 4453, C1417DSE Buenos Aires, Argentina

Febrero de 2012

Resumen

En 2011 un amplio sector de la Patagonia fue afectado por dos eventos extraordinarios: la erupción del Volcán Puyehue, con su consecuente deposición de cenizas, y una sequía determinada por precipitaciones 30-50% por debajo de la media. El objetivo general de este informe es brindar un panorama cuantitativo del estado de la producción de materia seca en áreas directamente afectadas por la deposición de cenizas y el déficit en las precipitaciones. A partir de datos satelitales, evaluamos en qué medida la deposición de cenizas volcánicas y el déficit en las precipitaciones afectó la producción de materia seca del Suroeste de la provincia de Río Negro. En particular nos focalizamos en los departamentos El Cuy, Pilcaniyeu, 25 de Mayo y Ñorquinco. La deposición de ceniza conduce a una disminución directa de la luz solar absorbida por la vegetación presente. La sequía limita numerosos procesos ecosistémicos entre los que se destaca el desarrollo de área foliar que capta la luz solar. En el segundo semestre de 2011 las cenizas depositadas sobre la vegetación interceptaron luz solar y la sequía impidió que se desarrollaran adecuadamente los órganos que captan la luz solar. Como consecuencia de ello, el crecimiento de la vegetación se vio afectado en forma significativa. El impacto fue tan grande que se registraron los valores de producción más bajos de los últimos diez años. La situación es crítica, y variable entre departamentos. El departamento Pilcaniyeu fue el más afectado, un 52% de su área presentó niveles de crecimiento un 50% por debajo del promedio, seguido por Ñorquinco con un 46% de su área en una situación similar al anterior y 25 de Mayo con un 36% de su área en condiciones similares a la mencionada anteriormente. El departamento el Cuy presentó un 72% de su área afectada con niveles de crecimiento entre un 30% y 50% por debajo del promedio. Entre los tipos de vegetación analizados no se observó un patrón consistente, es decir no parece haber un efecto más marcado en



las estepas o en los mallines. El déficit acumulado desde junio hasta noviembre de 2011 alcanza las 470 mil t de materia seca, un 42% por debajo del promedio, en toda el área analizada. En conclusión, la deposición de cenizas y la sequía determinaron una situación crítica para la producción de materia seca.



Introducción

Las cenizas expulsadas por el Complejo Volcánico Puyehue Cordón-Caulle se están depositando sobre gran parte del país. Desde un punto de vista ganadero, estas cenizas afectan el crecimiento de la vegetación, por ende la producción de materia seca, principal fuente de alimento del ganado. Las cenizas depositadas sobre las hojas actúan como un “sombreo”, reducen la cantidad de luz solar que las plantas pueden absorber. Esto reduce la fotosíntesis y, en consecuencia, el crecimiento de las plantas.

La magnitud de este efecto negativo depende principalmente de dos aspectos. En primer lugar, es esperable que a mayor cantidad de ceniza depositada el impacto sobre el crecimiento sea mayor. En este sentido, la Estación Experimental Agropecuaria Chubut y Bariloche (INTA) y el SENASA – Regional Patagonia Sur han elaborado informes periódicos en los que se presentan mapas de la cantidad de cenizas depositadas. En segundo lugar, puede depender del tipo de vegetación presente, ya que es posible que determinadas áreas, por ejemplo los mallines, tengan una susceptibilidad diferente ante igual cantidad de ceniza depositada que otras áreas, por ejemplo las estepas. En este sentido ya se ha realizado un análisis sobre la producción de materia seca en tres departamentos de la provincia de Chubut (Oyarzabal et al. 2011).

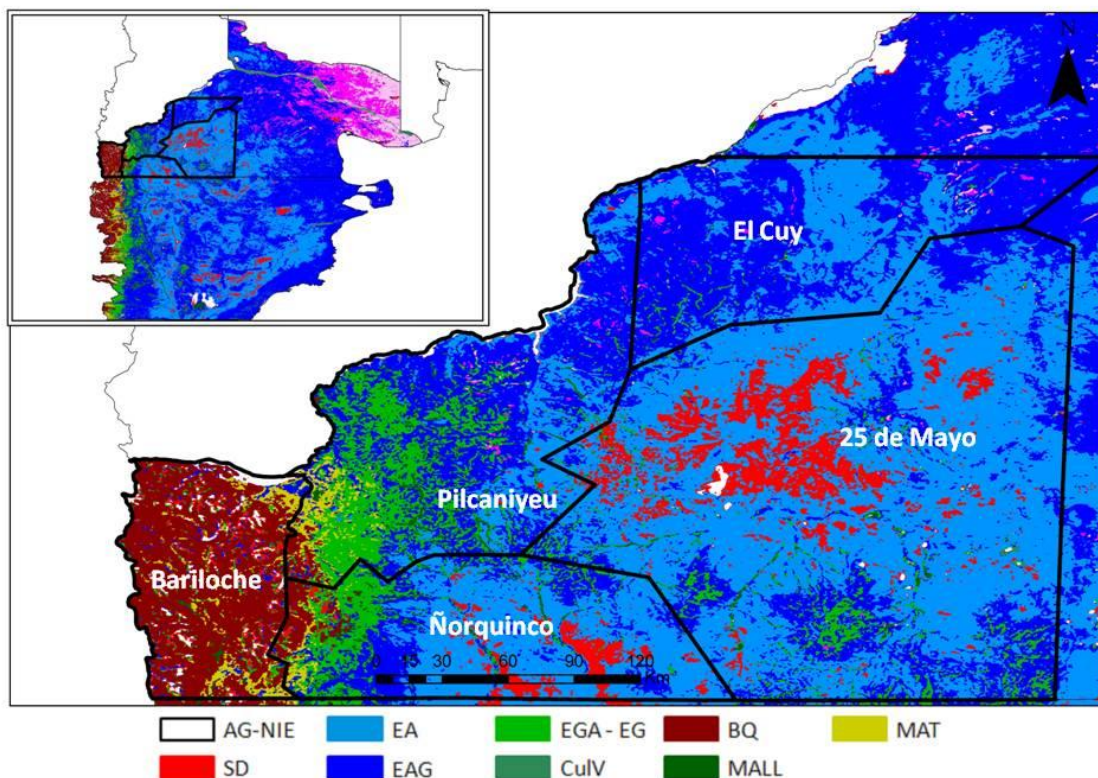
En el presente informe cuantificamos las consecuencias de la deposición de cenizas y el déficit de precipitaciones sobre la producción de materia seca en los diferentes tipos de vegetación dominantes. Este análisis permitió abordar dos aspectos. En primer lugar, cuantificó las variaciones entre y dentro de cada departamento. Esto resulta de gran importancia para, por ejemplo, establecer áreas de prioridad para una eventual asistencia a productores. En segundo lugar, contar con información para los últimos diez años permitió establecer qué tan diferente es la situación actual respecto de la situación promedio o de otras situaciones extremas, por ejemplo, la sequía del año 2007.

Metodología

Área analizada

El área analizada abarca cuatro departamentos del Sudoeste de Río Negro (El Cuy, Pilcaniyeu, 25 de Mayo, Ñorquinco), el departamento de Bariloche no fue analizado por falta de información satelital histórica y por el tipo de vegetación dominante, bosques (Mapa 1). En total estos cuatro departamentos abarcan 5596431 ha, el 28% de la provincia. Cada departamento está cubierto por diferentes proporciones de tipos de vegetación (Mapa 1). En el sentido Oeste-Este disminuyen la precipitación media anual y la vegetación dominante se hace más xerófila, es decir tolerante a la falta de agua (Mapa 1). En el Oeste dominan los bosques, con dominancia de especies del género

Nothofagus, mientras que hacia el Este el porte y la cobertura de la vegetación disminuyen y dominan diferentes formas de estepas (vegetación achaparrada de baja cobertura, en donde se observan pastos, más abundantes hacia el Oeste, y arbustos, más abundantes hacia el Este). En lugares con mayor déficit de agua la cobertura es muy baja y se observan semidesiertos (Mapa 1). Las áreas correspondientes a matorrales se relacionan con bosques ralos de especies del género *Nothofagus sp.*, un caso particular son los matorrales del género *Salix sp.*, asociados a la costa de ríos y arroyos. Por último, los mallines son las praderas de más alta producción de materia seca de la región (Paruelo et al. 2004, Buono et al. 2010, Irisarri et al. 2012). Estas áreas se forman en las posiciones más bajas del paisaje, en los sitios donde se acumulan los excesos de agua de las precipitaciones invernales.



Mapa 1: Principales tipos de vegetación en el área de estudio de la Provincia de Río Negro, con detalle en cinco departamentos: El Cuy, Pilcaniyeu, 25 de Mayo, Ñorquinco y Bariloche. AG-NIE: agua, nieve o hielo; SD: semidesiertos; EA: estepas arbustivas, EAG: estepas arbustivo-graminosas; EGA-EG: estepas graminoso-arbustivas y estepas graminosas; CuIV: cultivos de valle; BQ: bosques; MALL: mallines; MAT: matorrales (Texeira et al. 2010, a partir de Paruelo et al. 2004).

En los departamentos ubicados al oeste, Pilcaniyeu y Ñorquinco, se destacan los altos porcentajes de los tipos de vegetación más productivos, Estepa graminosa y mallines. En cambio en los departamentos ubicados hacia el Este del área analizada dominan los tipos de vegetación menos productivos. En el caso del departamento El Cuy se analizó el 42% de su superficie (ver mapas 2, 3 y 4), esto se debió al límite que



alcanzan las imágenes satelitales utilizadas.

Departamento	área Total (ha)	Área Analizada (%)	Porcentaje de cada tipo de cobertura							
			Ag-Nie	Sd	Ea	Eag	Ega- Eg	Bq	Ma	Mat
El Cuy	901394	42	0	0	36	62	2	0	0	0
Pilcaniyeu	1092156	100	2	1	19	45	25	2	3	3
25 de Mayo	2777552	100	0	11	66	18	4	0	0	0
Ñorquinco	825328	100	0	9	50	21	13	4	2	2

Tabla 1: Importancia relativa de cada tipo de vegetación en el área de estudio. AG-NIE: agua, nieve o hielo; SD: semidesiertos; EA: estepas arbustivas, EAG: estepas arbustivo-graminosas; EGA-EG: estepas gramíneo-arbustivas y estepas gramíneas; BQ: bosques; MALL: mallines; MAT: matorrales.

Estimaciones de la producción de materia seca

La producción se estimó a escala mensual por tipo de vegetación de dos maneras. Una manera es la producción propiamente dicha, es decir, la tasa de producción de materia seca por unidad de superficie y tiempo, en este caso por mes (kg/ha.mes). La otra es la producción acumulada durante períodos mayores al mes (kg/ha.período). Ambas estimaciones son relevantes, ya que una brinda una medida puntual y la otra más extendida en el tiempo.

Para estimar la producción de materia seca utilizamos datos provistos por sensores a bordo de satélites y el mapa de tipos fisonómicos de vegetación (Mapa 1). Los datos satelitales permitieron estimar la intercepción de luz solar por parte de las plantas. Específicamente utilizamos datos provistos por el sensor MODIS, a bordo del satélite TERRA de la NASA, que provee una estimación de la intercepción de luz por parte de la vegetación, cada 16 días y para cada 5,4 ha de superficie desde 2000 a la actualidad. Esta medida de intercepción, junto a la luz solar que llega al suelo (diferente según estación del año y latitud), permitió estimar la radiación solar que absorben las plantas. Una vez que la luz solar es absorbida, es transformada en nuevos tejidos en las plantas a través del proceso de fotosíntesis. Pero solo una parte de la luz solar absorbida por la vegetación es convertida en biomasa, es decir existe un valor de eficiencia de transformación de la luz absorbida a nuevos tejidos vegetales, expresado en kilogramos de materia seca. Esta eficiencia de conversión depende principalmente del tipo de vegetación. En particular, se utilizaron dos valores de eficiencia, uno para mallines (Irisarri et al. 2012) y otro para estepas (Irisarri y Paruelo inédito).

El uso de información satelital presenta dos grandes ventajas para este tipo de análisis. En primer lugar, todo el territorio analizado fue “medido” con una misma



metodología prácticamente dos veces por mes y con un detalle de cinco hectáreas. A su vez, se dispone de estos datos para los últimos 12 años. En segundo lugar, cada dato del satélite está acompañado por un valor de calidad. Este dato permite asegurar que las lecturas no estuvieran afectadas por los efectos directos de las cenizas sobre la atmósfera o por la presencia de nubes. Es importante resaltar que la mayor fuente de baja calidad son los problemas atmosféricos, como la presencia de cenizas. Por lo tanto el análisis no incluye la pérdida de luz solar incidente ocasionada por las cenizas sino que se focaliza en la anomalía entre una situación diáfana con ceniza depositada sobre la superficie (2011) y situaciones igualmente diáfanos sin cenizas depositadas (2000-2010).

Resultados

La deposición de cenizas ha tenido un gran impacto sobre la producción de materia seca en todos los departamentos analizados (Figura 1). En noviembre de 2011, en el departamento Pilcaniyeu un 52% de su superficie registró valores de producción un 50% por debajo del valor promedio, y un 17% de su superficie registró valores entre un 30% y 50% menor al promedio. En el departamento Ñorquinco un 46% de su superficie presentó valores de producción un 50% menor al promedio, y un 22% de su superficie registró valores de producción entre un 30% y 50% menor al promedio. En el departamento 25 de Mayo el 38% de la superficie del departamento presentó valores de producción un 50% menor al promedio, y un 39% de su superficie presentó valores de producción entre un 30% y 50% menor al promedio. En la porción analizada del departamento El Cuy el 7% de la superficie presentó un valor de producción de materia seca un 50% menor al promedio, y un 72% de la superficie presentó un valor de producción entre un 30% y 50% menor al promedio (Figura 1).

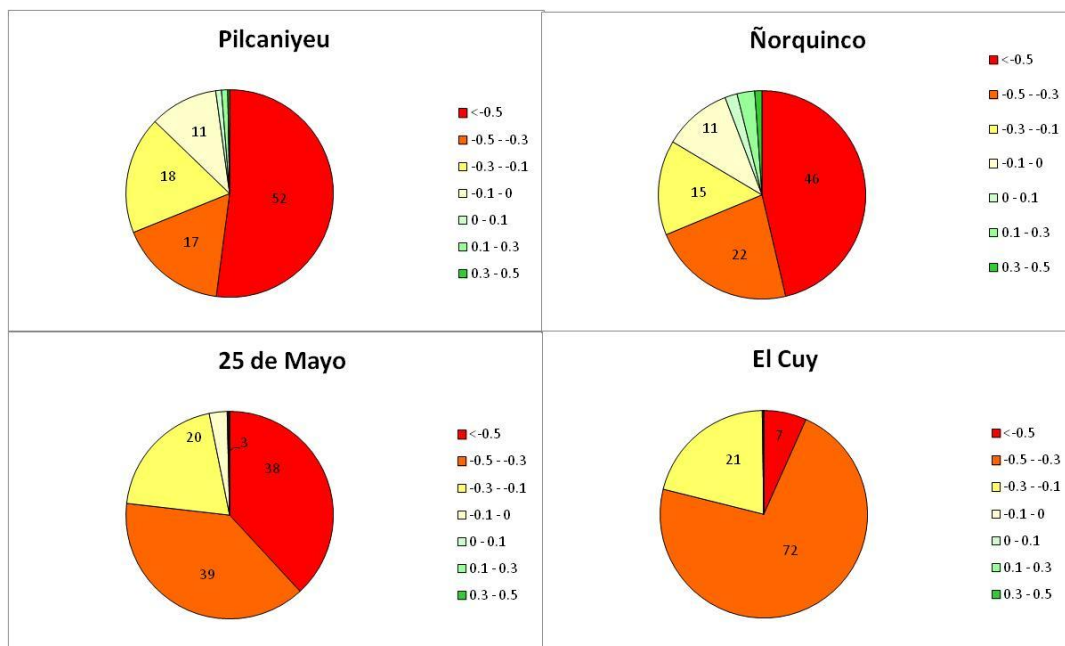


Figura 1: Cada círculo representa el porcentaje de superficie afectada por nivel de anomalía en la producción de materia seca, para cada uno de los cuatro departamentos analizados. Los datos corresponden al mes de noviembre de 2011. Un nivel de anomalía de -0.5 significa que la producción de materia seca en el mes de noviembre de 2011 fue un 50% menor al promedio de 2002-2010.

El efecto de la deposición de ceniza tuvo un impacto diferente entre los tipos de vegetación, y dentro de cada tipo también fue diferente entre departamentos (Figura 2). Entre departamentos, en el tipo de vegetación Estepa arbustiva el nivel de producción de materia seca durante el mes de noviembre fue entre un 47% y un 56% menor al promedio. En el tipo de vegetación Estepa arbustiva gramínea, de mayor nivel de producción que el anterior, el nivel de producción fue entre un 25% y un 46% menor al promedio (Figura 2). En el caso del tipo de vegetación Estepa gramínea, el tipo de estepa de mayor nivel medio de producción de materia seca, presentó niveles de producción entre un 17% y un 45% menor al promedio. Finalmente, los mallines presentaron una gran variación. En el departamento Pilcaniyeu los niveles de producción se recuperaron en noviembre y se encontraron un 14% por encima del promedio (Figura 2). En cambio, en el resto de los departamentos el nivel de producción ha sido entre un 25% y un 43% menor al valor promedio (Figura 2).

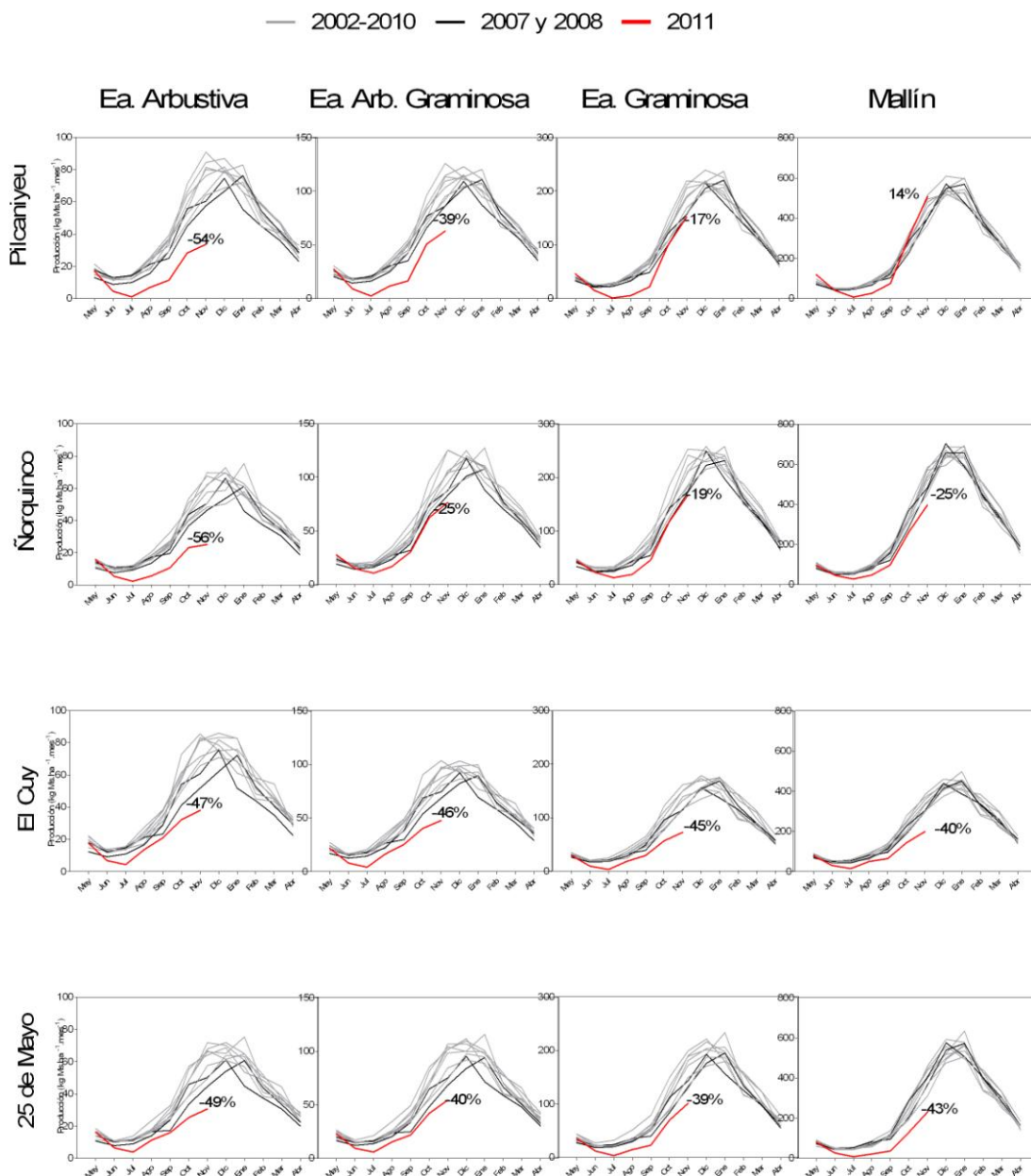


Figura 2: Producción de materia seca de los principales tipos de vegetación de los departamentos analizados de junio a noviembre de 2011 (línea roja), de los años 2007 y 2008 (líneas negras) y el resto de los años para el período 2002-2010 (líneas grises). Nótese la diferente escala del eje "y". Dentro de cada panel se muestra en porcentaje la disminución de la productividad de noviembre de 2011 respecto al promedio de 2002-2010.

Otra manera de ver el impacto de la deposición de cenizas y la sequía, es a través del efecto acumulado desde junio hasta noviembre (Figura 3). Esta medida permite cuantificar el déficit de producción de materia seca al comparar el crecimiento durante

2011 respecto al promedio de los últimos 10 años. En el departamento 25 de Mayo, el déficit de producción de materia seca ha sido entre un 40% y 50% entre los diferentes tipos de vegetación. En el departamento El Cuy este mismo déficit ha sido similar entre los tipos de vegetación dominantes, entre 40% y 45% menor al promedio. En el departamento Ñorquinco el déficit ha sido más marcado sobre el tipo de vegetación estepa arbustiva, respecto a los demás (Figura 3). Finalmente en el departamento Pilcaniyeu también el efecto ha sido más marcado sobre los tipos de vegetación de estepa, especialmente el tipo Estepa arbustiva, respecto a los mallines (Figura 3).

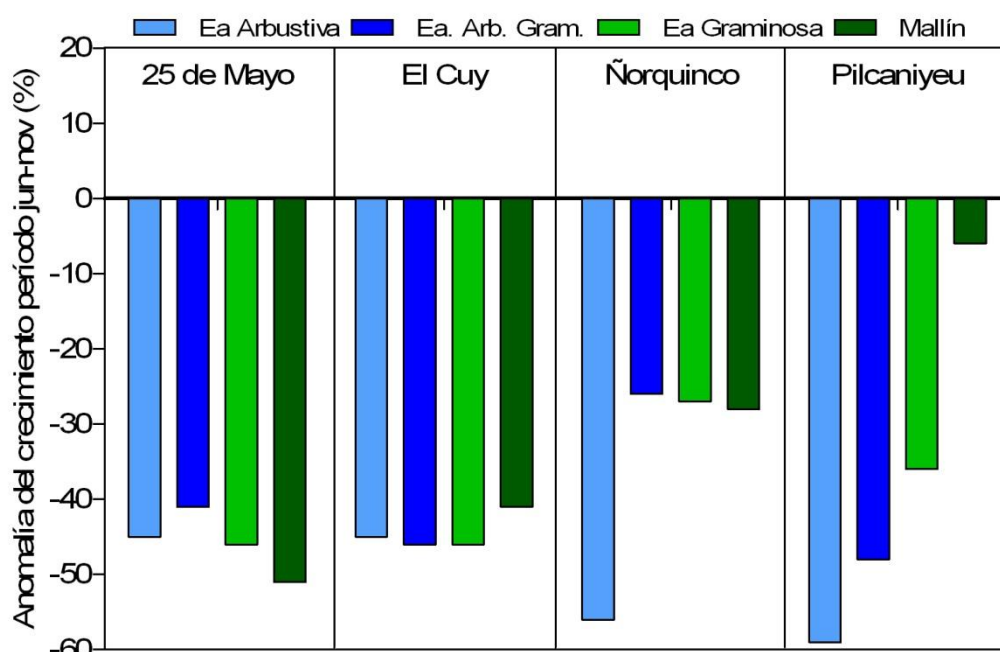


Figura 3: Anomalía (en porcentaje) de la producción de materia seca para el período junio-noviembre de 2011 respecto al valor promedio del mismo período.

El uso de información satelital permitió estimar la cantidad de materia seca que se ha dejado de producir por efecto de la deposición de ceniza y la sequía (Tabla 2). Por ejemplo, en el departamento 25 de Mayo, la producción de materia seca en el período junio-noviembre de 2011 fue de 278338 t de materia seca. Sin embargo, el valor promedio es de 498861 t de materia seca. Esto representa una disminución de 220523 t de materia seca, es decir un 42% (Tabla 2).



Departamento	Producción de materia seca jun- nov 2011	Producción de materia seca jun- nov 2011 promedio (2002- 2010)	Déficit	Déficit
	(t/Depto.)	(t/Depto.)	(t/Depto.)	(%)
25 de Mayo	278338	498861	220523	44
Pilcaniyeu	205831	349143	143313	41
Ñorquinco	121850	193436	71586	37
El Cuy	50431	92032	41601	45
<u>Total</u>	<u>656450</u>	<u>1133472</u>	<u>477023</u>	<u>42</u>

Tabla 2: Producción de materia seca por departamento, en toneladas (t) para el período junio-noviembre de 2011 y promedio del mismo período. El déficit de producción se calculó como la diferencia entre la producción promedio y el valor de producción para el año 2011.

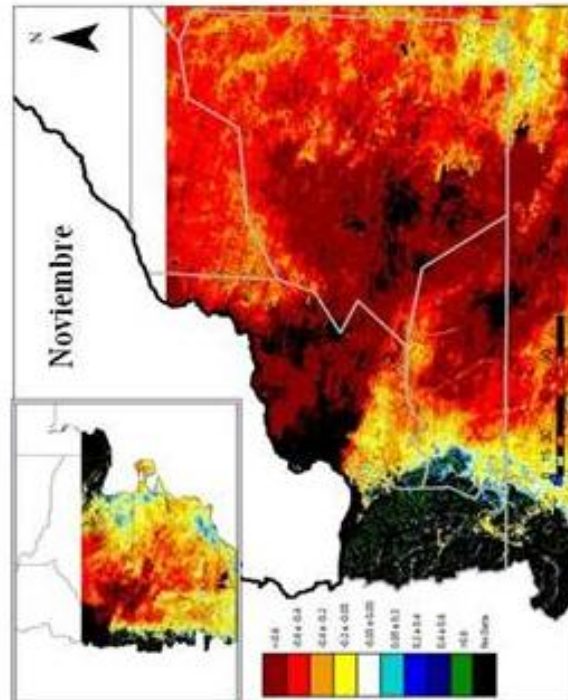
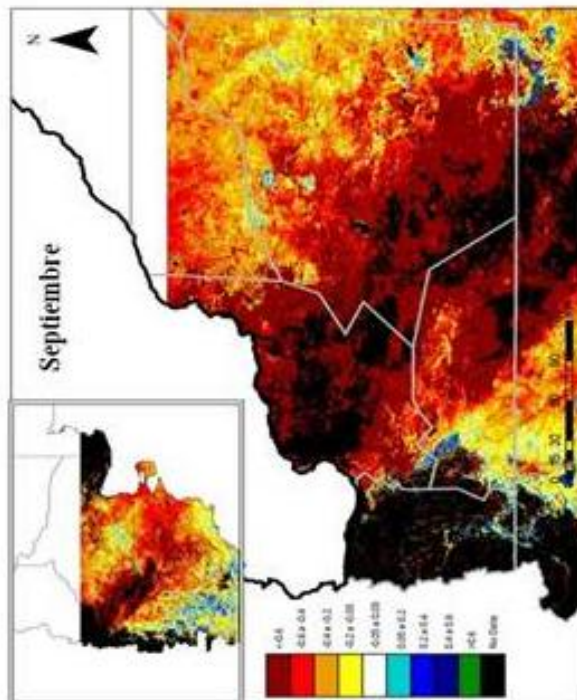
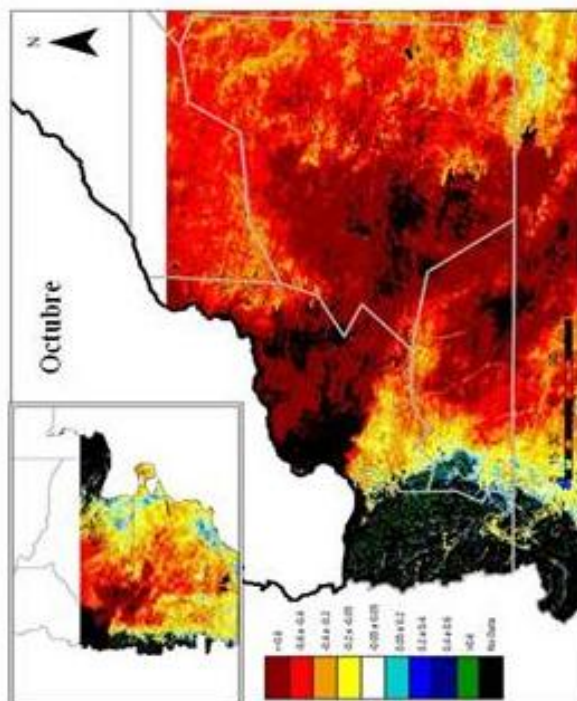
Resulta necesario resaltar que los patrones observados son sumamente dinámicos en el espacio y el tiempo. Lo cual indica que será necesario un seguimiento continuo por un período largo. Por ejemplo, la situación productiva del área de estudio ha variado a través del período comprendido entre septiembre y noviembre de 2011 (Mapas 2, 3 y 4). En septiembre, en el este del departamento Pilcaniyeu se observaban valores muy bajos de producción respecto al promedio. Mientras que en el Noreste y Este del área analizada los valores de producción de materia seca eran moderadamente bajos respecto al promedio (Mapas 2, 3 y 4). Al avanzar en la estación de crecimiento, y entrar en meses con mayores niveles de producción, octubre y noviembre, este patrón se modificó. La porción Este del departamento Pilcaniyeu pasó a tener niveles moderadamente bajos de producción de materia seca respecto al promedio, mientras que en el Noreste y Este del área analizada la situación se agravó, y pasaron a una situación de mucho menor crecimiento respecto al promedio (Mapas 2, 3 y 4).

Finalmente, es conveniente tomar en cuenta dos aspectos. El primero, se relaciona con que la deposición de cenizas y la sequía condujeron a un mismo resultado, la disminución de la producción de materia seca, pero por caminos diferentes. La deposición de cenizas y como se mencionó al inicio de este informe afecta a la producción de materia seca porque su deposición sobre la vegetación reduce la capacidad de esta de interceptar la luz solar, y por ende, disminuye la fotosíntesis. Por su parte, la sequía, es un fenómeno más internalizado dentro de la producción agropecuaria. La disminución de agua en el suelo, disminuye la capacidad de la vegetación de mantener todos los procesos fisiológicos, entre ellos, la fotosíntesis y por ende la producción de materia seca. La aproximación con imágenes satelitales no



permite identificar cuál es la fuente de la disminución de la producción de materia seca, deposición de cenizas o sequía. Sin embargo, si permitió cuantificar el impacto conjunto de ambos fenómenos de una manera precisa, inalcanzable con muestreos a campo.

El segundo, se relaciona con un concepto que es necesario tener muy presente al interpretar este informe, la diferencia entre la producción de materia seca total y aquella parte de esta que es consumida por el ganado, el forraje. La producción de materia seca abarca a todos los componentes de la vegetación, y es lo que se evaluó en este informe. Por ejemplo, las zonas de estepa analizadas pueden estar dominadas por diferentes proporciones de arbustos como el neneo (*Mulinum spinosum*), el charcao (*Senecio filaginoides*) o el Mamuel choique (*Adesmia campestris*), y pastos como el coirón blanco (*Festuca pallescens*) o el coirón poa (*Poa ligularis*). En términos generales, la mayor parte del componente forrajero está dado por los pastos, y en menor medida por los arbustos. A través de la información satelital no es posible diferenciar el impacto de la deposición de cenizas y la sequía sobre los arbustos respecto del impacto sobre los pastos. Sin embargo, es razonable pensar que la sequía afecta en mayor medida a los pastos porque poseen raíces más superficiales que los arbustos, por ende, el agua disponible es menor. En el caso de la deposición de cenizas es más difícil predecir el proceso. La deposición tiende a acumularse sobre ramas de los arbustos y en el suelo. En las ramas disminuye la capacidad de interceptar luz de los arbustos y en el suelo la de los pastos. Por ende, asumiendo que la deposición afecta en forma similar a pastos y arbustos y la sequía afecta en mayor medida a los pastos, el efecto conjunto puede ser más severo aun sobre el forraje respecto al evaluado sobre la producción de materia seca.



Mapas 2, 3 y 4: Anomalía de la producción de materia seca durante septiembre, octubre y noviembre de 2011 con respecto al promedio (2002-2010) en el área de estudio. Por ejemplo, una anomalía de “-0,4 a -0,2” en el mes de septiembre (áreas naranjas) indica que la producción de septiembre de 2011 fue entre un 20-40% inferior a la registrada en el promedio de los últimos septiembrs (2002-2010); mientras que una “anomalía” de “0,2 a 0,4” (áreas azules) da cuenta que la producción durante septiembre 2011 fue un 20-40% superior a la productividad promedio.



Bibliografía

Buono, G., Oesterheld M., Nakamatsu V., & Paruelo J. M.. Spatial and temporal variation of primary production of Patagonian wet meadows. *Journal of Arid Environments* 74: 1257-1261.

Irisarri J.G.N., Oesterheld M., Paruelo J.M. & Texeira M.A. 2012. Patterns and controls of aboveground net primary production in meadows of Patagonia. A remote sensing approach. *Journal of Vegetation Science* 23: 114-126

Oyarzabal M., Paruelo J.M., Baldassini P. y Aguiar S. Octubre de 2011. Impacto de la erupción del volcán Puyehue sobre la productividad forrajera de Chubut. LART - Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección, IFEVA-FAUBA-CONICET. 20 páginas.

Paruelo, J. M., Golluscio R. A., Guerschman J. P., Cesa A., Jouve V. V., & Garbulsky, M.F. 2004. Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning. The case of the Patagonian steppes. *Global Ecology and Biogeography* 13:385-395.

Texeira, M., Paruelo J.M., Oyarzabal M., Arocena M.D. 2010. Patrones espaciales y temporales en el funcionamiento de la vegetación del sudoeste de Buenos Aires y el norte de la Patagonia: generacion de una base de datos de aplicación en la implementación de seguros agropecuarios. Informe de Proyecto MAGyP-PROSAP, 28 páginas.