



Efecto de la disponibilidad de agua en el modelado de la productividad primaria neta aérea en pastizales del centro sur de la provincia de Corrientes

Noticias y Comentarios

Diciembre 2021

ISSN Nº 0327-3059

Nº 587

Introducción

La ganadería en la región es alimentada en mayor proporción con forraje que producen los pastizales. Actualmente existe tecnología que permite construir modelos cada vez más robustos para conocer rápidamente y de manera económica, la cantidad de pasto que producen éstos sistemas. Con éste trabajo se busca mejorar la robustez de estos modelos.

Se sabe que el 80% de la energía requerida por el ganado doméstico, proviene de los pastizales y humedales del mundo. Estos cubren aproximadamente el 25% de la superficie terrestre (Alkemade et al., 2013) y proveen de bienes y servicios a aproximadamente 2 billones de personas (Sala et al., 2017). A su vez, presentan una relación directa con la riqueza y biodiversidad (López Mársico & Altesor, 2011) y son la base de la alimentación de aproximadamente la mitad de los herbívoros del planeta (Havstad et al., 2009). En la productividad primaria neta aérea (PPNA) se integran varios aspectos del funcionamiento del ecosistema. Por ejemplo, en áreas destinadas al pastoreo la capacidad de carga varía conjuntamente con la distribución temporal y espacial que presenta su productividad. Ajustar modelos que permitan estimar esa productividad de manera rápida y económica permitiría mejorar las prácticas de manejo de estos recursos.

Uno de los modelos más utilizados para su estimación es el modelo planteado por Monteith en 1972. El mismo, integra tres parámetros principales (Ecuación 1). La radiación fotosintéticamente activa incidente (PAR, por sus siglas en inglés); 2. La fracción de esta radiación que es absorbida por los tejidos fotosintéticos (fAPAR) y 3. La eficiencia con la que la vegetación convierte esta energía en carbohidratos (EUR) (Ecuación 1).

$$\text{Ecuación}^1 \quad \text{PPNA} = \text{PAR} * \text{fAPAR} * \text{EUR}$$

La ventaja de utilizar éste modelo es que existe mucha información disponible de PAR, ya sea de estaciones meteorológicas, sensores remotos o modelos. La fAPAR puede ser estimada a partir índices de vegetación (NDVI, EVI, SAVI) (Glenn et al., 2008; Running et al., 2000; Running et al., 2004) construidos a partir de sensores remotos. Sin embargo, la EUR es muy difícil de determinar y la mayoría de las estimaciones son realizadas de forma indirecta (Oyarzabal, et al., 2011).

Este último factor es el que presenta mayor variación anual e inter anual (Maidana, 2021; Piñeiro, et al., 2006) a causa de genotipo, recursos disponibles o fenología (Druille et al., 2019). En general las especies C4 presentan valores más elevados que especies C3. Se ve seriamente afectada por disponibilidad de agua, fertilidad y luz. Finalmente, las gramíneas cuando pasan a fase reproductiva suelen presentar mayores eficiencias.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el grado de variabilidad de la EUR por cambios en la disponibilidad de agua para tres comunidades de pastizales del centro sur de Corrientes.

Materiales y métodos

Área de estudio

El presente trabajo fue llevado a cabo en la estación experimental agropecuaria del INTA Mercedes provincia de Corrientes (altitud de 29°12'14" S y longitud de 58°02'45").

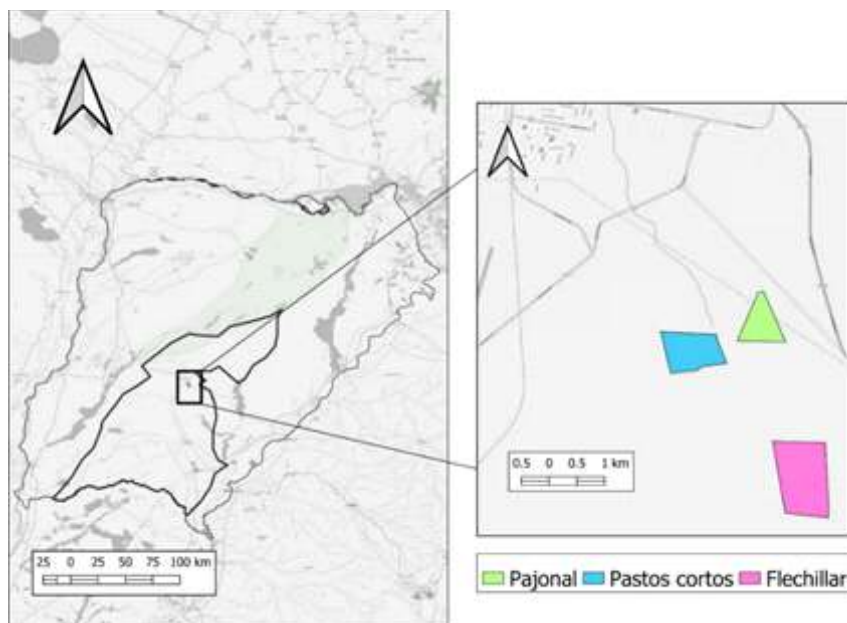


Figura 1. Mapa del área de estudio. A) Provincia de Corrientes, resaltado en negro la región ganadera Centro-sur. B) Zoom-in ciudad de Mercedes, se proyectan 3 potreros donde las especies dominantes eran las comunidades de interés: Pastos Cortos (azul), Flechillar (rosa) Pajonal (verde).

Vegetación

Los pastizales de la región se caracterizan por presentarse en forma de mosaico, donde pastos de porte decumbente son interrumpidos por pastos de porte erecto. Asimismo, se pueden identificar 3 comunidades: Los **flechillares**, (*Aristida venustula*, *Aristida jubata*, acompañados por *Rhynchospora praecincta* y *Sporobolus indicus*, entre otras), los **pastos cortos** (*Paspalum notatum*, *Paspalum alium*, *Paspalum dilatatum* y *Sporobolus indicus*) y los **pajonales** (*Andropogon lateralis*, *Sorghastrum setosum*, *Schizachyrum mychrostachium* y *Paspalum plicatulum*) (Sampedro, 2018) (Figura 1). Para este trabajo, fueron identificados potreros donde estas comunidades eran dominantes (Figura 1).

Estimación de PPNA

Se siguió la metodología de jaulas móviles y cortes sucesivos (Sala & Austin, 2000). Para ello, se instalaron 5 jaulas de clausura en cada uno de los potreros. Luego se realizaron cortes cada 30-45 días (2007-2016) (Figura 2). Una vez obtenida la muestra, se llevaron a estufa hasta peso constante y se determinó el peso seco. Finalmente, se calcularon las tasas de crecimiento diario y mensuales.



Figura 2. Fotos de las jaulas de exclusión al pastoreo para las tres comunidades de interés: Pastos Cortos (azul), Flechillar (rosa) y Pajonal(verde).

Estimación fAPAR

La fracción de la radiación fotosintéticamente activa absorbida (fAPAR) fue estimada a partir del índice de vegetación normalizado (NDVI). Para tal fin, se utilizaron imágenes de la colección MOD13Q1 (Didan et al., 2015), de la misión MODIS y se procesaron utilizando Google Earth Engine. Los valores de NDVI promedios mensuales se transformaron en datos de fAPAR, utilizando el modelo de Pellegrini y colaboradores (2020). Finalmente, contando con valores mensuales de APAR y fAPAR estimados a partir de sensores remotos y valores de PPNA medidos mediante corte de jaulas, se procedió a despejar la EUR de la Ecuación 1 (ver arriba) y analizar su variabilidad.

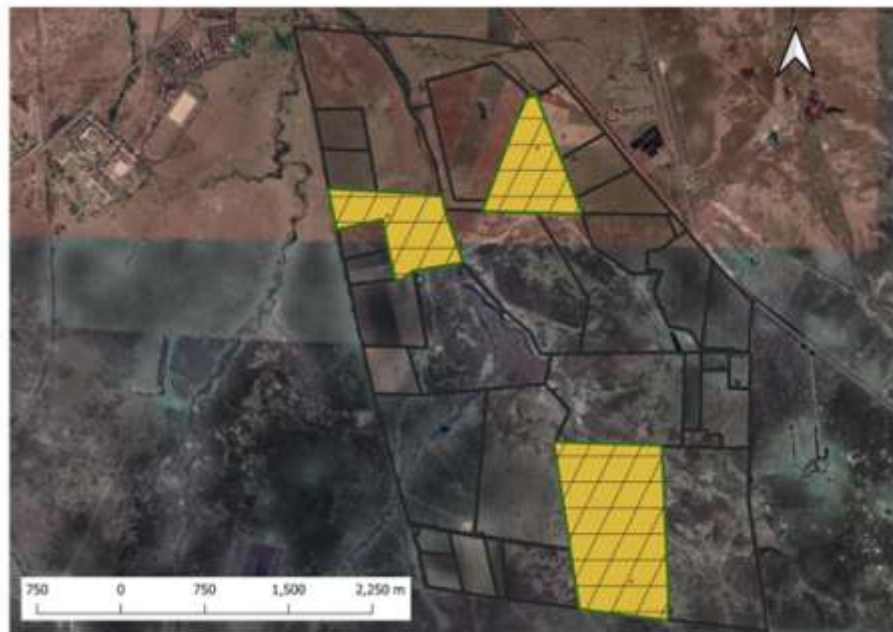


Figura 3. Plano de la EEA INTA Mercedes. Donde se remarca en verde los potreros estudiados. A su vez, sobre ellos se proyecta una grilla que corresponde a los pixeles de una imagen MODIS. Los puntos rojos, corresponden a la posición de las jaulas.

Datos de Precipitación

Para la identificación de eventos extremos de precipitación, se obtuvieron datos de la estación meteorológica convencional que se encuentra en la EEA del INTA Mercedes. A partir de estos datos, fueron calculadas las precipitaciones anuales y en función de ellas se clasificaron los años. Se consideraron años secos a aquellos que presentaban precipitaciones un 25% menores a la media histórica(1337mm/año), años húmedos a aquellos que presentaban precipitaciones mayores a la media más un 25%; y normales a aquellos que se encontraban entre estos valores (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los años según la media histórica. Se consideró años húmedos a aquellos que presentaban precipitaciones mayores a la media histórica más 25%. Se consideró años secos aquellos que presentaban la media histórica menos un 25% y años normales aquellos que se encontraban entre estos valores. Media histórica 1337mm/año.

Año	Año Según Precipitación	Precipitación Anual
2007	Normal	1444.6
2008	Seco	907.1
2009	Normal	1408.8
2010	Normal	1533.7
2011	Normal	1225.5
2012	Normal	1577.5
2013	Normal	1612.9
2014	Húmedo	1967.8
2015	Húmedo	2149.2
2016	Húmedo	1866.3

Resultados y discusión

Cuando se comparó la eficiencia de uso de la radiación (EUR) entre comunidades, hubo diferencias según la precipitación anual. Cuando las precipitaciones fueron normales, la EUR de las tres comunidades fueron diferentes significativamente, siendo mayor en pastos cortos, luego pajonal y la menor fue la del flechillar (Figura 4). En años secos, no se encontraron diferencias entre las comunidades y en años húmedos el pajonal y los pastos cortos no se diferenciaron estadísticamente, pero si lo hicieron del flechillar, siendo ambas superiores (Figura 4).

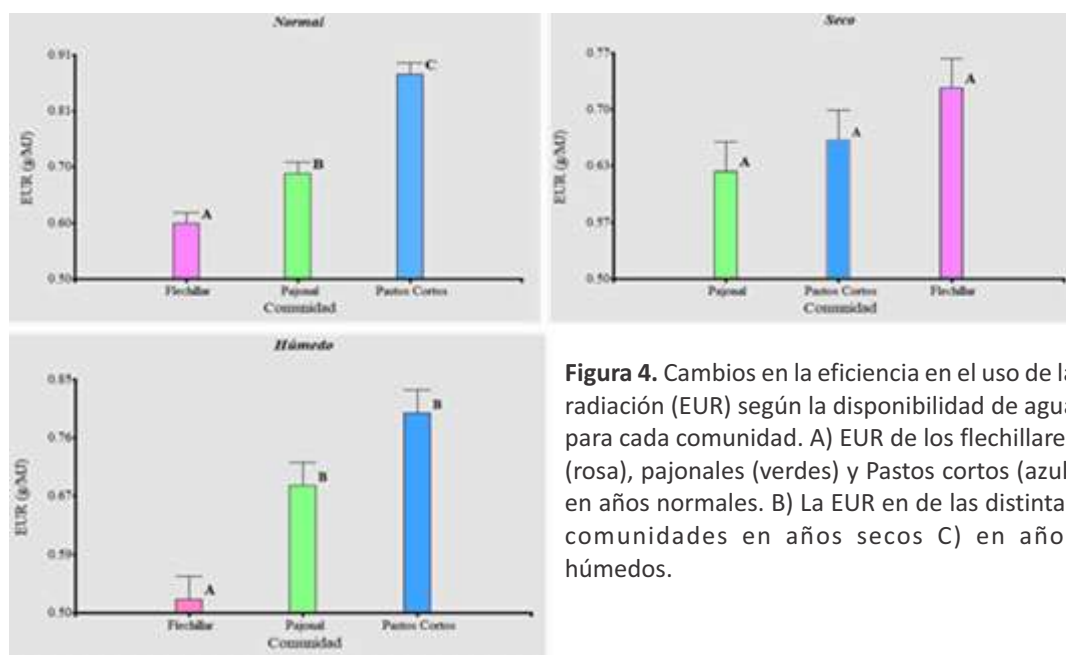


Figura 4. Cambios en la eficiencia en el uso de la radiación (EUR) según la disponibilidad de agua para cada comunidad. A) EUR de los flechillares (rosa), pajonales (verdes) y Pastos cortos (azul) en años normales. B) La EUR en de las distintas comunidades en años secos C) en años húmedos.

Estos datos muestran a los pastos cortos con mayor potencial de producción (mayor EUR), aunque muy afectados por los años secos. Una explicación de esto puede estar en la necesidad de esta comunidad de producir más raíces para explorar más suelo en años secos lo que afecta la producción aérea. En cambio, el pajonal, posee un sistema radical profundo que explora muy bien todo el suelo. Esta característica, le conferiría una propiedad tipo buffer, pudiendo en años más secos, acceder a aguas más profundas. Por el contrario, en años con mayor precipitaciones parte de los fotoasimilados, podrían ser destinado a la formación de rizodeposiciones y exudados con el fin de aumentar el bio-ciclaje de nutriente producto de un aumento en la mineralización de la M.O. (Pausch & Kuzyakov, 2018).

Cuando se comparó las EUR dentro de la comunidad vegetal entre años húmedos, normales y secos, hubo diferencias en la respuesta según la comunidad. El flechillar se volvió más eficiente en los años secos, presentando una EUR un 27% mayor que en los años normales y húmedos (Figura 5). Esto podría ser debido a que, por la fragilidad de los flechillares, en años secos dominan las malezas. Los pastos cortos, tuvieron 24% menor eficiencia en los años secos respecto a los años normales (Figura 5) que fue donde se observó la mayor eficiencia. Finalmente la EUR del pajonal, no se diferenció entre los años húmedos, secos o normales.

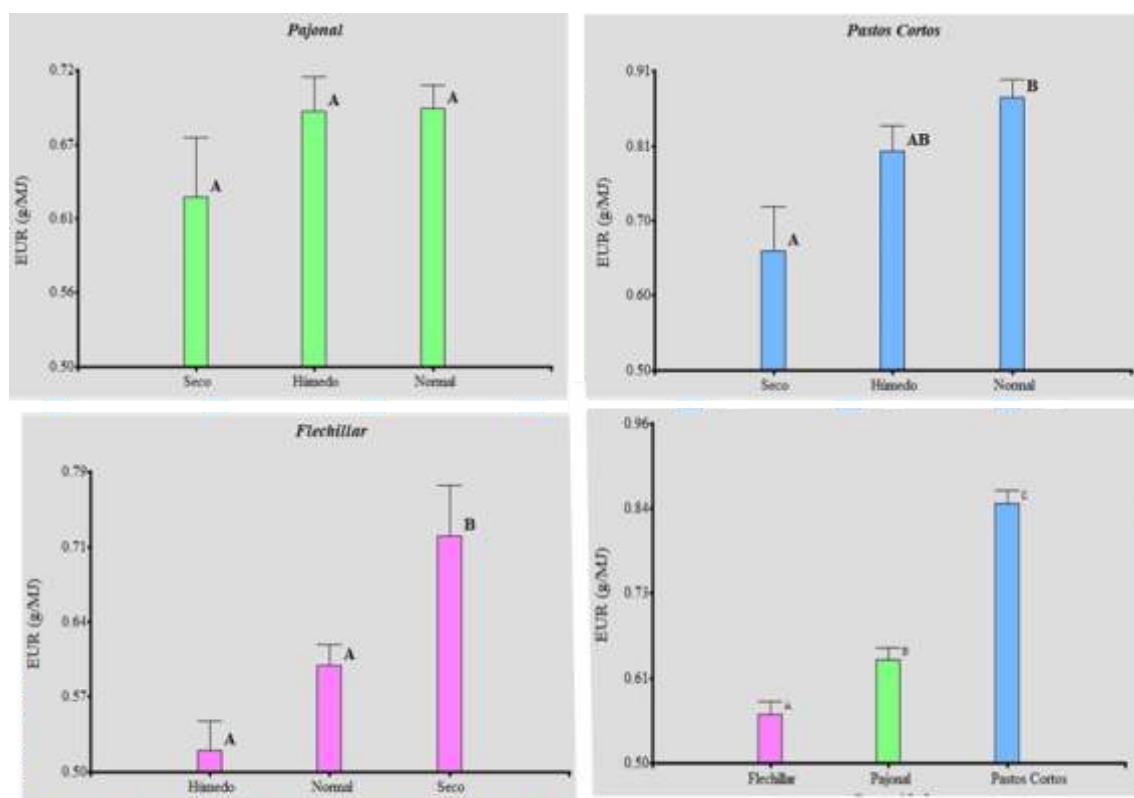


Figura 5. Dinámica de la EUR según la disponibilidad de agua para cada una de las comunidades. Los pajonales (A), los pastos cortos (B), Los flechillares (C) y promedio de todos los años (D).

Consideraciones finales

Aunque Grigera y colaboradores (2020) demostraron que los cambios en el APAR son más significativos que los cambios ocasionados por la variación en la EUR, en términos prácticos, si no se tiene en cuenta estos cambios ocasionados por la disponibilidad de agua los errores en la estimación de la productividad forrajera pueden ser muy elevados. En años normales las sobre o sub estimaciones no serían significativas, pero en años secos o húmedos las subestimaciones pueden llegar hasta un 16% y las sobreestimaciones hasta un 24%. Si consideramos que en un futuro no muy lejano los modelos de estimación de la productividad forrajera basados en información satelital, serán una herramienta de manejo del recurso forrajero, estos errores en la estimación podrían ocasionar situaciones de sobre subpastoreo con los consecuentes problemas de deterioro del recurso.

Por otro lado, la información presentada aquí es de gran relevancia y permite modelar y evaluar la carga correcta a escala regional en un futuro. Más aún en un contexto de cambio climático, en donde se esperan un aumento en la temperatura media y de eventos extremos, al igual que una disminución de las precipitaciones.

Ing. Agr. Emilio Maidana

maidana.emilio@inta.gob.ar

Ing. Agr. Diego Bendersky

Tec. Agrop. Maximiliano Noguera

Bibliografía

- Arias Usandivaras, L. M., 2006. Controles climáticos de la productividad primaria de pastizales de la provincia de Corrientes. 0 intensificación para acceder al grado de Ingeniero Agrónomo.
- Didan, K., Munoz, A. B., Solano, R., & Huete, A. (2015). MODIS vegetation index user's guide (MOD13 series). University of Arizona: Vegetation Index and Phenology Lab.
- Druille, M., Oyarzabal, M. & Oesterheld, M., 2019. Radiation Use Efficiency of Forage Resources: A Meta-Analysis. *Agronomy Journal*, pp. 1770-1778.
- Garbulsky, M. F. y otros, 2011. The photochemical reflectance index (PRI) and the remote sensing of leaf, canopy and ecosystem radiation use efficiencies: A review and meta-analysis.. *Remote sensing of environment*.
- Glenn, E. P., Huete, A. R., Nagler, P. L. & Nelson, S. G., 2008. Relationship between remotely-sensed vegetation indices, canopy attributes and plant physiological processes: What vegetation indices can and cannot tell us about the landscape. *Sensors*, 8(4), pp. 2136-2160.
- Grigera, G., Oesterheld, M., Durante, M. & Pacín, F., 2007. Evaluación y seguimiento de la productividad forrajera. *Revista Argentina de Producción Animal*, 27(2), pp. 137-148.
- Grigera, G., Oesterheld, M. & Pacín, F., 2007b. Monitoring forage production for farmers' decision making. *Agricultural Systems*, 94 (3), pp. 637-648.
- Havstad, K. y otros, 2009. The western United States rangelands: A major resource.. En: W. Wedin & S. Fales, edits. *Grassland, Quietness and Strength for a New American Agriculture*. Madison, WI, USA: American Society of Agronomy, CropScience Society of America, and Soil Science Society of America; , p. 75–93.
- López Mársico, L. & Altesor, A., 2011. Relación entre la riqueza de especies vegetales y la productividad en pastizales naturales. *Ecología austral*, 21(1), pp. 101-109.
- McNaughton, S., 1983b. Compensatory plant growth as a response to herbivory. *Oikos*, p. 329–33.
- Monteith, J., 1972. Solar radiation and productivity in tropical. *Journal of Applied Ecology*, Volumen 9, pp. 747-766.
- Oyarzabal, M., Oesterheld, M. & Grigera, G., 2010. Como estimar la eficiencia en el uso de la radiación mediante sensores remotos y cosechas de biomasa. *Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de pastizales*, Issue 26, p. 121.
- Pausch, J. & Kuzyakov, Y., 2018. Carbon input by roots into the soil: quantification of rhizodeposition from root to ecosystem scale. *Global Change Biology*, 24,(1), pp. 1-12.
- Pellegrini, P. y otros, 2020. Simple regression models to estimate light interception in wheat crops with Sentinel-2 and a handheld sensor.. *Crop Science*.
- Piñeiro, G., Oesterheld, M. & Paruelo, J. M., 2006. Seasonal variation in aboveground production and radiation-use efficiency of temperate rangelands estimated through remote sensing.. *Ecosystems*, 9 (3), pp. 357-373.
- Running, S. W. y otros, 2004. A continuous satellite-derived measure of global terrestrial primary production. *Bioscience*, 54 (6), pp. 547-560.
- Running, S. W., Thornton, P. E., Nemani, R. & Glassy, J. M., 2000. Global terrestrial gross and net primary productivity from the earth observing system. In *Methods in ecosystem science* (pp. 44-57)... New York: Springer.
- Sampedro, D., 2018. *Cría vacuna en el NEA*. Primera ed. Mercedes: INTA.
- Wheeler, R., Kramer, G., Young, K. & Ospina, E., 1981. *The world Livestock product feedstuff, and food grain system*. Morrilton: Winrock International., p. 85.