

DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE POTENCIAL GANADERA A TRAVÉS DEL USO DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MARTÍN LANCETA¹, ILDA ENTRAIGAS², HORACIO DE DOMINICIS¹,
NATALIA VERCELLI²

¹Facultad de Agronomía (UNCPBA).

²Instituto de Hidrología de Llanuras "Dr. Eduardo Usunoff"

Facultad de Agronomía (UNCPBA)

Av. República de Italia 780, B7300 Azul, Buenos Aires, Argentina.

lancetamartin@hotmail.com, ilda@faa.unicen.edu.ar, hdedominicis@gmail.com,
natalia.vercelli@yahoo.com.ar

RESUMEN

Los pastizales naturales son la principal fuente de nutrientes en los rodeos de la Depresión del Salado, la principal región de cría de ganado bovino de Argentina. La carga animal es un factor que influye sobre la disponibilidad forrajera, y esta última tiene ascendencia sobre la condición corporal de las vacas de cría. Ajustar la carga animal es importante tanto para la producción del rodeo como para la estabilidad ecológica y productiva de los pastizales naturales. Con la aplicación de herramientas SIG se definió la superficie ganadera a partir de la discriminación de toda aquella porción del terreno no destinada a la actividad de cría. Así, se ajustó el cálculo de dicha superficie (obteniendo una disminución promedio de 7,14 %), y se logró una estimación más precisa de los indicadores productivos que intervienen en el cálculo de la producción de carne de los establecimientos ganaderos, en los que se obtuvo un incremento promedio de 7,88 %.

Palabras clave: Carga animal, Ganado vacuno, SIG, indicadores productivos.

DETERMINATION OF THE POTENTIAL LIVESTOCK SURFACE BY GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

ABSTRACT

Natural grasslands are the main source of nutrients for bovine cattle of the Depression del Salado, the main region of cattle breeding in Argentina. The stocking rate is a factor which

influences the forage availability, which has influence over the body condition of cows breeding. Having the data of the real stocking rate is important for knowing the production of the bovine cattle and the ecological and productive stability of natural grasslands. With the application of GIS tools, the cattle area was more precisely defined with the discrimination of all that portion not intended for breeding activity. Thus, the calculation of the surface was adjusted (obtaining an average of 7.14 % decrease), and a more accurate production indicators, in which an average increase of 7.88 %, was obtained. From the whole consideration of these parameters emerged that the administrative unit XII is the best positioned in the region in terms of indicators of livestock.

Keywords: Stocking rate, bovine cattle, GIS, productive indicators.

1. Introducción y objetivo

La República Argentina, con una superficie aproximada de 2.800.000 km² y 43.000.000 de habitantes (INDEC, 2010), es un país ganadero por excelencia. La Depresión del Salado se sitúa en el centro de la provincia de Buenos Aires y comprende cerca de 7,5 millones de hectáreas (Soriano, 1975) equivalentes a un 30 % de su superficie. Es una zona cuya vegetación corresponde a pastizales naturales que se aprovechan para la cría del ganado vacuno y, en menor medida, ovino. De todas maneras, su productividad relativa es muy baja (del orden de los 80-90 kg. de carne/ha.), fundamentalmente debido a sus pobres condiciones edáficas y de relieve, que muchas veces exponen a los establecimientos a severas alternancias entre sequías e inundaciones (Sarena *et al.*, 2009).

La superficie destinada a la ganadería vacuna argentina sufrió estas últimas décadas un cambio importante, asociado a la expansión de la agricultura a zonas marginales para dicha producción (Rearte, 2011). Este desplazamiento de la actividad genera un incremento de la carga animal lo que puede llevar al sobrepastoreo y, como consecuencia, a la degradación y pérdida de especies botánicas en el pastizal natural.

La carga animal es la relación entre la cantidad de animales y la superficie ganadera que ocupan, en un tiempo determinado (Holechek *et al.*, 2011). Es el aspecto de manejo más importante, ya que define en gran parte la producción del rodeo y la estabilidad ecológica y productiva de los pastizales (Luisoni, 2010). Este indicador afecta la ganancia de peso por animal y la producción de carne por unidad de superficie. En la medida que aumenta la carga, baja la ganancia individual y aumenta la producción por hectárea hasta cierto nivel, luego del cual comienza a disminuir (Luisoni, 2010). Además, la carga animal afecta a los índices reproductivos (Recavarren, 2006), tales como el porcentaje de preñez, los tiempos de recría y engorde, etc. También influye sobre las características de productividad y estabilidad de los pastizales, tales como la composición botánica, la cantidad de forraje disponible, el crecimiento anual de las especies, la calidad forrajera, la estructura física de la vegetación, entre otras (Luisoni, 2010).

En suma, la intensidad de pastoreo se relaciona directamente con la condición del pastizal que la soporta, y la carga animal es su principal determinante; es así que algunos autores (tal como Pizzio, 2014) afirman que la carga animal incide en la sostenibilidad de una pastura natural. Ajustar, entonces, la carga animal es importante tanto para la producción del rodeo como para la estabilidad ecológica y productiva de los pastizales naturales (Kurtz *et al.*, 2015), pero como primera medida es

imprescindible contar con el dato preciso de la superficie ocupada por el ganado y de la carga existente en cada unidad de análisis considerada.

En otras regiones del mundo dedicadas a la cría de ganado, la estimación de la carga animal se lleva a cabo a partir de la consideración de las distintas regiones de uso de la tierra (en Escocia, Matthews *et al.*, 2012), o delimitando las superficies de pastoreo (en España, Vicente *et al.*, 2004), o considerando conjuntamente variables como la cobertura vegetal y la pendiente del terreno para la delimitación de zonas homogéneas (en Estados Unidos de Norteamérica, Holechek, 1988), o estimando el rendimiento de los pastizales a partir del procesamiento y análisis de imágenes satelitales para establecer una regionalización (en China, Yu *et al.*, 2010). Así, mediante la aplicación conjunta de técnicas de procesamiento de imágenes y Sistemas de Información Geográfica (SIG), se establecen áreas sobre las cuales luego estimar relaciones con la superficie efectivamente ocupada por el ganado.

Convencionalmente en Argentina, debido a las grandes limitaciones estadísticas ganaderas y a que no se considera el uso y la cobertura de los suelos, esta estimación es solo aproximada y carece de suficiente detalle. Así, se toma en cuenta la superficie total de una unidad administrativa, sin tener en cuenta cuál es exactamente la superficie que podría potencialmente soportar la carga, es decir, sin considerar que en dicha expresión debería contemplarse solamente aquella superficie en la que más del 90 % de la oferta sea de praderas, pastizales naturales, verdes y suplementos comerciales, es decir, la superficie ganadera, en sentido estricto (Seré y Steinfeld, 1996). De todas maneras, trabajos como los de Kurtz *et al.* (2010 y 2015) contemplan la discriminación de distintas coberturas obtenidas mediante la aplicación de sensores remotos para ser aplicados a estos fines. Estos trabajos mencionados son a escala de las unidades administrativas dentro de una provincia (partidos), a diferencia de los que se plantea en éste que es a escala de las unidades administrativas dentro de un departamento (cuarteles).

De todas maneras, cabe señalar que los productores ganaderos de la región al momento de estimar la carga animal de sus establecimientos, lo hacen en base a aquella superficie que saben que ciertamente es destinada a ese fin, desechando aquellos sectores de anegamientos frecuentes, de la casa principal, de las viviendas del personal, de los caminos internos, de los grandes montes, etc. (cabe aclarar que, en general, este cálculo llevado adelante por los productores es estimativo, es decir, basado en su apreciación acerca de la aptitud de los suelos de su explotación).

El objetivo del presente trabajo es, mediante la aplicación de herramientas provistas por los SIG, definir con precisión la superficie ganadera y, a partir de la misma, obtener valores ajustados de carga animal y otros indicadores que consideren a categorías específicas (tales como vacas, terneros, novillos y novillitos por unidad de superficie), en comparación con la metodología convencional que se aplica actualmente en la región. Además, los SIG permiten almacenar la información espacial de forma eficiente, simplificando su actualización y acceso directo al usuario, por lo que el ajuste de los parámetros que involucren a la dimensión de la superficie, debido a la evolución de las áreas agrícolas y ganaderas, por ejemplo, se verá facilitado en futuras aplicaciones.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

El partido de Azul se encuentra en el ámbito de la Depresión del Salado, en el centro de la provincia de Buenos Aires (entre los 59° 88' y 59° 38' de longitud Oeste y 37° 44' y 36° 23' de

latitud Sur), y ocupa una superficie de 652.713 ha, distribuidos en 21 unidades administrativas denominadas cuarteles (véase figura 1).

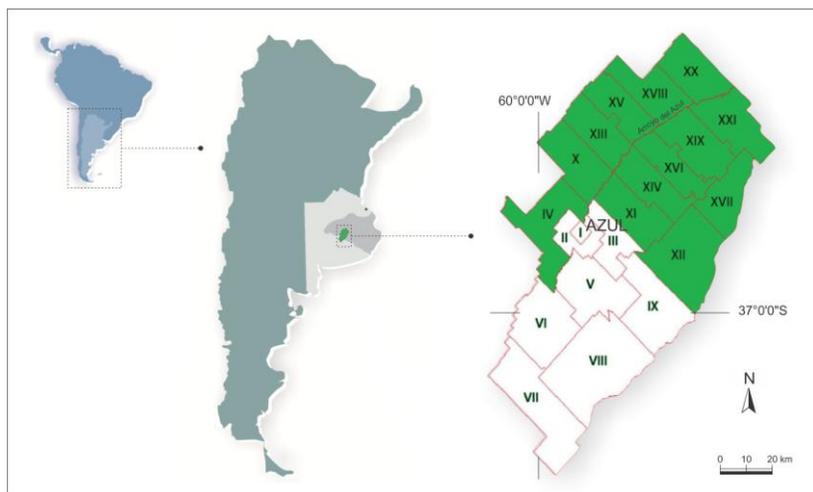


Figura 1. Ubicación del partido de Azul en la República Argentina y la provincia de Buenos Aires (en gris, la Depresión del Salado; en verde, los cuarteles analizados).

La investigación se llevó a cabo en la zona norte del partido de Azul, que comprende 13 cuarteles, que cubren en conjunto 385.406 ha, y representan el 59,04 % del total del partido. Es un ambiente típico de llanura que se extiende por debajo de los 130 msnm, con pendientes muy suaves que varían entre 0.5 y 0.8 %. Los suelos, por su parte, presentan limitaciones para el desarrollo de cultivos comerciales (horizontes nátricos con drenaje interno limitado y presencia de material calcáreo subsuperficial con fuerte cementación). Debido a sus condiciones climáticas, con una precipitación media anual (período 1901-2011) de 911 mm, y una temperatura media anual (período 1966-2011) de 14.4 °C (Varni *et al.*, 2013), esta región está dominada por pastizales naturales que son comunidades vegetales caracterizadas por la abundancia de un estrato herbáceo constituido mayoritariamente por gramíneas que constituyen praderas. La actividad predominante en estos pastizales es la producción de ganado bovino, principalmente la cría.

2.2. Generación de la superficie potencial ganadera

Además de los pastizales típicos de la Depresión del Salado, en estos cuarteles hay elementos del paisaje que excluyen (o al menos limitan) la producción ganadera. Esos elementos son: caminos rurales (de tierra), rutas provinciales (total o parcialmente pavimentadas), rutas nacionales (pavimentadas y con tránsito de alta frecuencia), vías férreas, montes (pequeños bosques desarrollados en zonas positivas del terreno que rodean la casa principal y/o el camino de acceso a los establecimientos rurales), cuerpos de agua (depresiones topográficas de escasa profundidad permanentes o semipermanentes), cursos de agua (corrientes naturales que fluyen con continuidad y cuyo caudal está relacionado directamente con el régimen de lluvias), localidades (asentamientos que concentran población estable) y lotes agrícolas (parcelas utilizadas para algún tipo de laboreo, al menos durante un cierto tiempo).

Utilizando el módulo de digitalización del software ILWIS 3.2 Academic (ITC, 2005) se elaboraron mapas vectoriales de cada uno de los elementos del paisaje mencionados en el apartado

anterior para los 13 cuarteles que conforman el área de estudio. Los elementos fueron digitalizados desde pantalla utilizando como fondo una imagen Landsat 7 ETM+ pancromática del 15/10/2000. Para obtener la superficie ocupada por los caminos rurales, las rutas provinciales y nacionales, las vías férreas y los cursos de agua, se calculó la longitud total de estos segmentos en cada cuartel, teniendo en cuenta el ancho específico de área de influencia destinada para cada uno de ellos: 20 m para caminos rurales, vías férreas y cursos de agua; 80 m para rutas provinciales; y 100 m para rutas nacionales. Por otro lado, para calcular la superficie ocupada por los montes, los cuerpos de agua, las localidades y los lotes agrícolas en los diferentes cuarteles, al momento de digitalizar dichos polígonos se utilizaron también como soportes para una mejor identificación, herramientas tales como *Google Earth*TM, cartas de suelo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 1971, 1973, 1974 y 1982) y espaciocartas del Instituto Geográfico Nacional (IGN, 1995 y 1996).

Cabe señalar que los cuerpos de agua son elementos del paisaje que presentan cierto dinamismo de acuerdo a las características pluviométricas de cada año, por lo que se consideraron solamente aquellos reconocibles a una escala de trabajo de 1:10.000 (para prescindir de aquellas depresiones topográficas pequeñas y ocasionalmente inundadas). Por otro lado, también se excluyeron aquellas áreas que aparecían como anegadas solamente en imágenes pertenecientes a momentos con excesos hídricos atípicos. En este aspecto se tuvieron en cuenta los estudios previos llevados a cabo en la región por Varni *et al.* (2006 y 2013). Por su parte, para el mapeo de los lotes agrícolas se consideraron imágenes de diferentes fechas, intentando cubrir tanto los cultivos de verano como los de invierno, y de esta manera considerar su estacionalidad. Para contemplar, entonces, el dinamismo particular de estos dos elementos se recurrió a las imágenes provistas por *Google Earth*, de manera de considerar su contexto histórico (28/02/2002, 08/09/2010, 04/02/2013 y 24/07/2013).

Una vez conformados los mapas temáticos para cada uno de los elementos del paisaje, los mismos fueron luego superpuestos con la finalidad de discriminar toda aquella área no destinada a la ganadería. A partir de estos se determinó, en primer lugar, la superficie efectivamente afectada por cada elemento y, posteriormente, se calculó la superficie potencial ganadera de cada unidad de análisis por diferencia con la superficie total de cada cuartel. Así, la ecuación que representa dicho concepto es la siguiente:

$$S_{pg} = S_t - (S_i + S_a)$$

Donde,

S_{pg} : Superficie potencial ganadera

S_t : Superficie total de la unidad de análisis

S_i : Superficie improductiva (suma de las superficies ocupadas por cuerpos de agua, cursos de agua, caminos rurales, rutas nacionales, rutas provinciales, vías ferroviarias, montes y localidades)

S_a : Superficie agrícola

2.3. Determinación de la carga ganadera

Una vez obtenida la superficie potencial ganadera, se estimaron los valores convencionales y ajustados de carga animal (expresado en cabezas por ha y en EV/ha), Vacas/ha, Terneros/ha y Novillos y Novillitos/ha, para lo cual se recurrió a datos de existencia ganadera por cuartel y por categoría del periodo Febrero de 2011 a Agosto de 2012, aportados por la Fundación de Lucha contra la Aftosa del Partido de Azul (FUNDAZUL, 2013).

La unidad vaca o equivalente vaca (EV) es el promedio anual de los requerimientos de una vaca de 400 kg de peso, en condiciones de pastoreo, que gesta y cría un ternero hasta el destete a los 6 meses de edad con 160 kg de peso, incluido el forraje consumido por el ternero (Cocimano *et al.*, 1975). Esta unidad propuesta ha sido muy aceptada por productores e investigadores y se utiliza corrientemente en trabajos de investigación que pretenden expresar sus resultados en valores factibles de ser comparados con otros (Bernardis *et al.*, 2005, von Bernard *et al.*, 2007, Guevara *et al.*, 2011, Toledo Alvarado *et al.*, 2014, entre otros). En el presente trabajo esta unidad se utiliza para referir a ella todas las otras categorías, dándole valores comparativos y equivalentes, los cuales se muestran en la tabla 1. A los terneros y terneras no se los tiene en cuenta de manera diferencial, ya que son incluidos en la categoría Vacas por su condición de ternero al pie.

Tabla 1. Equivalencias ganaderas para vacunos –EV– (Cocimano *et al.*, 1977)

	Toros	Vacas	Novillos	Novillitos	Vaquillonas
EV	1,2	1	0,92	0,78	0,78

Finalmente, se compararon los valores de los indicadores seleccionados calculados con la metodología convencional y la ajustada que aquí se propone, utilizando un test de t para muestras dependientes (Student, 1908).

3. Resultados y discusión

Mediante la aplicación de las herramientas provistas por el SIG se elaboraron los diferentes mapas temáticos correspondientes a los distintos elementos del paisaje y luego, a partir de la superposición de las distintas capas temáticas fue posible discriminar las superficies improductiva y agrícola para rescatar aquella que potencialmente puede dedicarse a la actividad ganadera (véase figura 2 y tabla 2).

Lanceta M., Entraigas I., de Dominicis H., Vercelli N. (2016): "Determinación de la superficie potencial ganadera mediante Sistemas de Información Geográfica", *GeoFocus (Artículos)*, n°18, p. 47-63. ISSN: 1578-5157

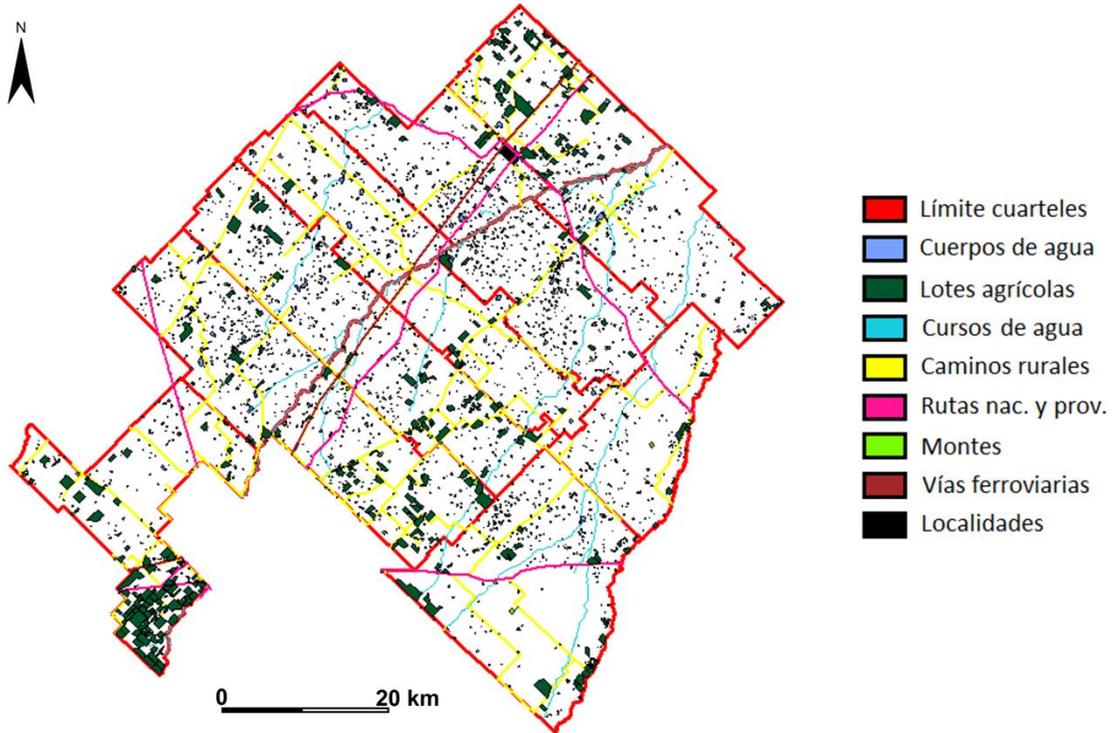


Figura 2. Mapa final con la ocupación de los elementos del paisaje que restringen el uso ganadero

Tabla 2. Superficies improductivas, agrícolas y de potencial uso ganadero, a nivel de cuartel y para la totalidad del área de estudio

Cuarteles	Superficie total (ha)	Superficie improductiva		Superficie de lotes agrícolas		Superficie potencial ganadera	
		ha	%	ha	%	ha	%
Cuartel IV	38.108	875,50	2,30	5.060,42	13,28	32.172,09	84,42
Cuartel X	29.271	1.000,31	3,42	914,26	3,12	27.356,43	93,46
Cuartel XI	27.694	931,35	3,36	1.928,13	6,96	24.834,52	89,67
Cuartel XII	36.308	1.063,98	2,93	1.807,23	4,98	33.436,78	92,09
Cuartel XIII	31.441	743,88	2,37	820,33	2,61	29.876,79	95,02
Cuartel XIV	25.139	680,54	2,71	1.376,49	5,48	23.081,97	91,82
Cuartel XV	30.381	758,14	2,50	190,50	0,63	29.432,36	96,88
Cuartel XVI	21.886	575,32	2,63	386,57	1,77	20.924,11	95,61
Cuartel XVII	27.317	463,94	1,70	260,08	0,95	26.592,98	97,35
Cuartel XVIII	27.624	1.497,33	5,42	692,82	2,51	25.433,85	92,07
Cuartel XIX	30.384	1.115,05	3,67	505,48	1,66	28.763,47	94,67
Cuartel XX	27.596	810,08	2,94	2.717,92	9,85	24.068,00	87,22
Cuartel XXI	32.257	678,47	2,10	338,78	1,05	31.239,75	96,85
Total	385.406	11.193,88	2,90	16.999,02	4,41	357.213,10	92,68

Esta superficie potencial ganadera así extraída, está cubierta por pastizales naturales (Argañaraz y Entraigas, 2011 y 2014) que, definidos por Morello y Matteucci (1997) están compuestos por una compleja mezcla de diferentes tipos adaptativos de especies que se desarrollan en un ambiente sujeto a numerosas presiones de selección (pastoreo, pisoteo, inundaciones, etc.). Además, una característica muy importante de estas comunidades es que, pese a su variación durante el año, presentan un valor nutritivo que, en general, es suficiente para satisfacer los requerimientos de un rodeo de cría (Cahuépe e Hidalgo, 2005).

Al momento de verificar la influencia de los valores de superficie potencial ganadera estimados mediante la metodología propuesta, en la estimación de parámetros que contemplan justamente la dimensión espacial, se propone la comparación entre la estimación de la carga animal teniendo en cuenta los resultados aquí obtenidos y aquellos calculados de manera convencional. Para llevar a cabo esto, fue necesario recurrir a los datos de existencia ganadera por cuartel y por categoría (véase tabla 3).

Tabla 3. Existencia ganadera por cuartel, expresada en número de cabezas, durante la Campaña de vacunación de período 02/2011 – 08/2012 (FUNDAZUL, 2013)

<i>Cuarteles</i>	<i>toros</i>	<i>vacas</i>	<i>novillos</i>	<i>terneros</i>	<i>terneras</i>	<i>novillitos</i>	<i>vaquillonas</i>	<i>Total</i>
<i>Cuartel IV</i>	840	12.813	783	5.186	5.200	2.336	5.409	32.567
<i>Cuartel X</i>	932	16.786	431	6.739	6.777	2.241	5.386	39.292
<i>Cuartel XI</i>	523	11.082	345	4.750	4.661	2.564	4.345	28.270
<i>Cuartel XII</i>	930	18.722	1.802	7.571	7.605	3.371	7.177	47.178
<i>Cuartel XIII</i>	546	12.907	194	5.976	5.922	780	3.069	29.394
<i>Cuartel XIV</i>	708	10.416	530	4.019	4.039	3.452	4.083	27.247
<i>Cuartel XV</i>	331	6.940	23	3.252	3.037	1.435	2.054	17.072
<i>Cuartel XVI</i>	469	10.057	318	4.452	4.509	1.166	3.953	24.924
<i>Cuartel XVII</i>	227	4.706	447	2.106	2.163	45	1.286	10.980
<i>Cuartel XVIII</i>	715	12.395	254	5.171	5.116	2.265	5.377	31.293
<i>Cuartel XIX</i>	724	14.815	596	5.815	5.994	2.727	7.707	38.378
<i>Cuartel XX</i>	572	11.849	72	5.034	5.328	1.255	3.615	27.725
<i>Cuartel XXI</i>	473	10.840	968	4.378	4.332	1.171	3.068	25.230
<i>Total</i>	7.990	154.328	6.763	64.449	64.683	24.808	56.529	379.550

Teniendo en cuenta la cantidad de animales correspondientes a cada categoría en cada cuartel (véase tabla 3) y sus correspondientes valores de EV (véase tabla 1) se llevaron adelante los cálculos correspondientes para la obtención de los valores de carga animal expresados en cab./ha y EV/ha, según el método convencional y el aquí propuesto (véase tabla 4).

Tabla 4. Tabla comparativa entre los valores de carga animal estimados convencionalmente y mediante la metodología aquí propuesta

<i>Cuarteles</i>	Total cabezas	Método convencional			Método propuesto		
		Superficie total (ha)	Carga animal (cab./ha)	Carga animal (EV/ha)	Sup. potencial ganadera (ha)	Carga animal (cab./ha)	Carga animal (EV/ha)
<i>Cuartel IV</i>	32.567	38.108	0,85	0,54	32.172,1	1,01	0,64
<i>Cuartel X</i>	39.292	29.271	1,34	0,83	27.356,4	1,44	0,89
<i>Cuartel XI</i>	28.270	27.694	1,02	0,63	24.834,5	1,14	0,70
<i>Cuartel XII</i>	47.178	36.308	1,30	0,82	33.436,8	1,41	0,89
<i>Cuartel XIII</i>	29.394	31.441	0,93	0,53	29.876,8	0,98	0,56
<i>Cuartel XIV</i>	27.247	25.139	1,08	0,70	23.082,0	1,18	0,76
<i>Cuartel XV</i>	17.072	30.381	0,56	0,33	29.432,4	0,58	0,34
<i>Cuartel XVI</i>	24.924	21.886	1,14	0,68	20.924,1	1,19	0,71
<i>Cuartel XVII</i>	10.980	27.317	0,40	0,24	26.593,0	0,41	0,24
<i>Cuartel XVIII</i>	31.293	27.624	1,13	0,70	25.433,9	1,23	0,76
<i>Cuartel XIX</i>	38.378	30.384	1,26	0,80	28.763,5	1,33	0,85
<i>Cuartel XX</i>	27.725	27.596	1,00	0,59	24068	1,15	0,68
<i>Cuartel XXI</i>	25.230	32.257	0,78	0,48	31.239,7	0,81	0,50
Total	379.550	385.406			357.213,10		

Para tener una real dimensión de la carga animal, no es suficiente con conocer únicamente el número de cabezas por hectárea, sino que también es necesario tener en cuenta que los requerimientos energéticos variarán según sexo, categoría, raza, y estados fisiológicos en que se encuentren esos animales (Ferrando y Namur, 2011). Por esto, al momento de evaluar el grado de impacto en la cría, las categorías de animal más significativas son las de vaca, terneros (ambos sexos), y recría de machos, por lo que también se comparan los indicadores que contemplen a estas categorías, considerando la superficie total por cuartel según el método convencional y el aquí propuesto (véase tabla 5).

Tabla 5. Indicadores de las categorías más significativas, considerando la superficie ganadera estimada convencionalmente y mediante la metodología aquí propuesta

<i>Cuarteles</i>	Método convencional			Método propuesto		
	Vaca/ha	Terneros/ha	Novillitos y novillos/ha	Vaca/ha	Terneros/ha	Novillitos y novillos/ha
<i>Cuartel IV</i>	0,34	0,27	0,08	0,40	0,32	0,10
<i>Cuartel X</i>	0,57	0,46	0,09	0,61	0,49	0,10
<i>Cuartel XI</i>	0,40	0,34	0,11	0,45	0,38	0,12
<i>Cuartel XII</i>	0,52	0,42	0,14	0,56	0,45	0,15
<i>Cuartel XIII</i>	0,41	0,38	0,03	0,43	0,40	0,03
<i>Cuartel XIV</i>	0,41	0,32	0,16	0,45	0,35	0,17
<i>Cuartel XV</i>	0,23	0,21	0,05	0,24	0,21	0,05
<i>Cuartel XVI</i>	0,46	0,41	0,07	0,48	0,43	0,07
<i>Cuartel XVII</i>	0,17	0,16	0,02	0,18	0,16	0,02
<i>Cuartel XVIII</i>	0,45	0,37	0,09	0,49	0,40	0,10
<i>Cuartel XIX</i>	0,49	0,39	0,11	0,52	0,41	0,12
<i>Cuartel XX</i>	0,43	0,38	0,05	0,49	0,43	0,06
<i>Cuartel XXI</i>	0,34	0,27	0,07	0,35	0,28	0,07
Promedio	0,40	0,34	0,08	0,43	0,36	0,09

La consideración del indicador Vaca/ha cobra importancia al momento de la comparación entre producciones de cría, ya que refleja la cantidad de animales de esta categoría que se encuentran en una superficie determinada. El indicador Terneros/ha, por su parte, refleja la eficiencia de esa cría, expresando la cantidad de terneros de ambos sexos producidos en una hectárea. Finalmente, el indicador Novillitos y Novillos/ha, demuestra la tendencia de los productores a la intensificación, en busca de completar el ciclo (cría e invernada). La comparación entre estos indicadores también es útil al momento de analizar el funcionamiento global del sistema productivo de cría (Veneciano y Frasinelli, 2014), ya que la consideración simultánea de todos ellos es necesaria para obtener un modelo integral de la estructura, la función y la evolución del mismo.

Del análisis de los resultados presentados en las tablas 4 y 5 surge que los cuarteles X, XII y XIX son los que ostentan los máximos valores de carga animal, sin discriminar por categorías. Sin embargo, al considerar estas últimas, surge que los cuarteles X y XII son los que tienen los valores más altos de Vacas/ha y Terneros/ha. Por otro lado, los cuarteles con tendencia más marcada hacia el ciclo completo son el XIV y el XII. De aquí surge que el cuartel XII es el mejor posicionado de la zona Norte del partido de Azul en cuanto a sus indicadores de la actividad ganadera.

El análisis comparativo de estos datos, permite destacar el aumento en los distintos indicadores obtenidos a partir de la consideración de la superficie potencialmente ganadera generada a través de la aplicación de herramientas pertenecientes a los SIG. En la figura 3,

justamente, se detalla el incremento porcentual de los mismos en cada cuartel, a partir de la metodología aquí propuesta en la que la superficie considerada es aquella que efectivamente podría utilizarse para la cría de ganado. La comparación de los indicadores obtenidos (Cabezas/ha, EV/ha, Vaca/ha, Terneros/ha, y Novillos y Novillitos/ha) con ambas metodologías mediante una prueba de t para muestras pareadas ($p < 0,005$), arrojó diferencias significativas para todos ellos ($p = 0,000052$; $0,000057$; $0,000049$; $0,000047$; y $0,000366$, respectivamente).

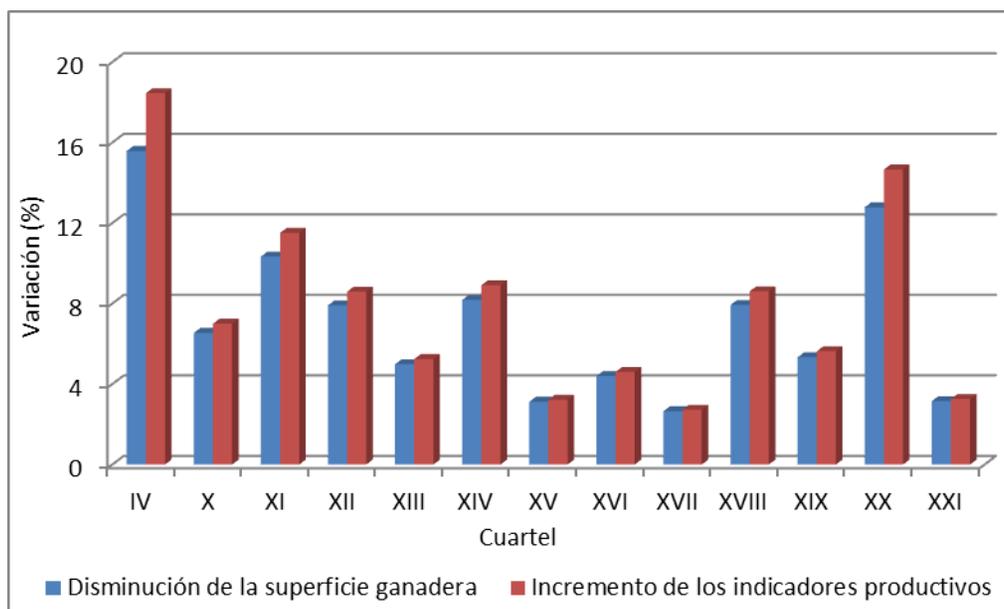


Figura 3. Disminución de la superficie ganadera e incremento de los indicadores seleccionados a nivel de cuartel con la metodología ajustada

Los cuarteles que presentan un incremento porcentual mayor (superior al 10 %) en los distintos indicadores estimados fueron el IV (18,45 %), el XI (11,51 %) y el XX (14,66 %) (véase figura 4). En el caso de los cuarteles IV y XX, dicho incremento se debe a la significativa disminución de la superficie que se logra mediante la aplicación del método propuesto (15,58 % y 12,78 %, respectivamente), a causa principalmente del uso agrícola que presentan dichos cuarteles y que interviene en dicha disminución (13,28 % y 9,85 %, respectivamente). Por otro lado, el incremento en los indicadores para el cuartel XI (11,51 %), se debe a la disminución de su superficie mediante la aplicación de las tecnología SIG (10,33 %), sufrida tanto a causa de la superficie improductiva (3,36 %) como de la destinada al uso agrícola (6,96 %).



Figura 4. Detalle de la ocupación de los elementos del paisaje que restringen el uso ganadero en los cuarteles IV (a), XI (b) y XX (c).

4. Conclusiones

En comparación con la metodología tradicional, la aplicación de herramientas pertenecientes a los SIG, permitió definir con mayor precisión la superficie ganadera, a partir de la discriminación de toda aquella porción del terreno no destinada a la actividad de cría, ya sea por su improductividad o por su uso agrícola. La ventaja de la utilización de esta herramienta informática

radica en su potencialidad para la actualización permanente de los parámetros involucrados en el análisis y, así mismo, el ajuste relativamente sencillo que puede llevarse a cabo a partir de dicha puesta al día.

Esta investigación permitió el ajuste del cálculo de la superficie ganadera (en la que se obtuvo una disminución promedio de 7,14 %) y, a partir de eso, una estimación más precisa de los indicadores productivos que contemplan dicho parámetro, en los que se obtuvo un incremento promedio de 7,88 %.

Esta manera de considerar la superficie ganadera (en la que 28.193 ha fueron desestimadas de la superficie total por ser improductivas o destinadas a la agricultura), además, es muy similar a la utilizada por los productores (aunque de modo muy artesanal), por lo que los datos generados en esta publicación serán factibles de ser utilizados por los productores de una manera que facilitará la comparación entre lo que sucede a nivel de cuartel y su establecimiento; porque la información con la que cuenta corrientemente el productor es aquella generada por organismos oficiales que a nivel de cuartel contemplan la totalidad de la superficie y, consecuentemente, los datos del productor quedan en una posición relativamente subestimada.

En sistemas pastoriles como los que aquí se analizan, indicadores como la carga animal son sumamente importantes porque reflejan características productivas muy significativas, como la producción de carne por hectárea. Esa producción es debida, en gran medida, a las bondades del pastizal natural tales como la alimentación de bajo costo que suministra, la buena estabilidad (referida a su persistencia productiva) y la capacidad de recuperación aún después de severas contingencias climáticas (como inundaciones y sequías). De allí que sea importante conocer la superficie que cubren estos pastizales para planificar estrategias de conservación y manejo de los recursos forrajeros y se lleven adelante producciones sustentables.

Referencias bibliográficas

Argañaraz, J.P. y Entraigas, I. (2011): "Análisis comparativo entre las máquinas de vectores soporte y el clasificador de máxima probabilidad para la discriminación de cubiertas de suelo", *Revista de Teledetección*, 36, pp. 26-39.

Argañaraz, J.P. y Entraigas, I. (2014): "Scaling functions evaluation for estimation of landscape metrics at higher resolutions", *Ecological Informatics*, 22, pp. 1-12.

Bernardis, A.C., Roig, C.A. Bennasar Vilches, M. (2005): "Productividad y calidad de los pajonales de *Sorghastrum setosum* (Griseb.) Hitchc. en Formosa, Argentina", *Agricultura Técnica*, 65, 2, pp. 177-185.

Cahuépe, M.A. e Hidalgo, L.G. (2005): "La Pampa Inundable: el uso ganadero como base de la sustentabilidad social, económica y ambiental", en: Oesterheld, M., Aguiar, M.R., Ghera, C.M. y Paruelo, J.M. (Eds.): *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J. C. León*. Buenos Aires, Editorial Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires, pp. 401-412.

Cocimano, M., Lange, A. y Menvielle, E. (1975): "Estudio sobre equivalencias ganaderas. Buenos Aires, Argentina", *Producción Animal*, 4, pp. 161-190.

Lanceta M., Entraigas I., de Dominicis H., Vercelli N. (2016): "Determinación de la superficie potencial ganadera mediante Sistemas de Información Geográfica", *GeoFocus (Artículos)*, n°18, p. 47-63. ISSN: 1578-5157

Cocimano, M., Lange, A. y Menville, E. (1977): *Equivalencias ganaderas para vacunos de carne y ovinos. Escalas simplificadas*. Buenos Aires, Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola.

Entraigas, I. y Vercelli, N. (2013): "El mosaico de paisajes", en Entraigas, I. y Vercelli, N. (Ed.): *Los paisajes de la cuenca del arroyo del Azul*. Mar del Plata, Editorial Martín, pp. 73-82.

Ferrando, C.A. y Namur, P. (2011): *Manejo del rodeo de cría bovina: elección de la época y duración del servicio*. Sitio del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en <http://inta.gov.ar/documentos/manejo-del-rodeo-de-cria-bovina-eleccion-de-la-epoca-y-duracion-del-servicio>

FUNDAZUL - Fundación de Lucha contra la Fiebre Aftosa de Azul (2013): Informe Técnico. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Argentina.

Google Earth. Disponible en: <http://earth.google.com.ar/>

Guevara, J.C., Allegratti, L.I. y Estévez, O.R. (2011): "Receptividad ganadera de los pastizales naturales de cuatro áreas de la Payunia, Mendoza, Argentina", *Multequina*, 20, 2, pp. 97-110.

Holechek, J.L. (1988): "An approach for setting the stocking rate", *Rangelands*, 10, 1, pp. 10-14.

Holechek, J.L., Pieper, R.D. y Herbel, C.H. (2011): *Range Management, Principles and Practices*. New Jersey, Prentice Hall.

IGN – Instituto Geográfico Nacional (1995): Cartas de Imagen Satelitaria de la República Argentina, Hojas 3760-5 Las Flores, 3760-10 Cacharí y 3760-11 Martín Colman.

IGN – Instituto Geográfico Nacional (1996): Cartas de Imagen Satelitaria de la República Argentina, Hojas 3760-16 Azul y 3760-17 Rauch.

INDEC - Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (2010): Censo de población, viviendas y hogares por radios censales para la ciudad de Azul, Buenos Aires. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina.

INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1971): Carta de Suelos de la República Argentina, Hoja 3760-17 Rauch.

INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1973): Carta de Suelos de la República Argentina, Hoja 3760-16 Azul.

INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1974): Carta de Suelos de la República Argentina, Hojas 3760-5 Las Flores y 3760-10 Cacharí.

INTA – Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1982): Carta de Suelos de la República Argentina, Hoja 3760-11 Martín Colman.

ITC - Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation (2005): ILWIS - Integrated Land and Water Information System. The Netherlands, University of Twente.

Kurtz, D.B., Schellberg, J. y Braun, M. (2010): "Ground and satellite based assessment of rangeland management in sub-tropical Argentina", *Applied Geography*, 30, pp. 210-220.

Lanceta M., Entraigas I., de Dominicis H., Vercelli N. (2016): "Determinación de la superficie potencial ganadera mediante Sistemas de Información Geográfica", *GeoFocus (Artículos)*, n°18, p. 47-63. ISSN: 1578-5157

Kurtz, D.B., Ligier, H.D., Navarro Rau, M.F., Sampetro, D., Calvi, M. y Bendersky, D. (2015): "Superficie ganadera y carga animal en Corrientes", *Noticias y Comentarios del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, N° 528, pp. 1-5.

Luisoni, L.H. (2010): *Ajuste de la carga animal: Aspectos teóricos y recomendaciones prácticas*. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20naturales/156-Luisoni.pdf

Matthews, K., Miller, D. y Buchan, K. (2012): Stocking rates of land capability for agriculture classes. Estimating the stocking rate characteristics of groupings of Macaulay Land Capability for Agriculture classes in the regions of Scotland. Reporte final, pp.1-38. The James Hutton Institute

Morello, J. y Matteucci, S.D. (1997): "Estado actual del subsistema ecológico del Núcleo Maicero de la Pampa Húmeda", en: Morello, J. y Solbrig, O. (Eds): *¿Argentina granero del mundo: hasta cuándo?* Buenos Aires, Orientación Gráfica Editora, pp. 57-112.

Pizzio, R. (2014): "Carga animal, escala predial y su implicancia en la sustentabilidad de los sistemas", *Noticias y Comentarios*, N° 509. INTA.

Rearte, D. (2011): "Situación actual y prospectiva de la ganadería argentina. Un enfoque regional", *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*, 19, 3-4, pp. 46-49.

Recavarren, P. (2006): "Sorgos diferidos como reserva forrajera invernal", *Visión Rural*, N° 64. INTA.

Sarena, D., Bailleres, M. y Melani, G. (2009): *Invernada en la Cuenca del Salado. Cinco años de producción del Módulo de Invernada de la Chacra Experimental Chascomús*. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_%20pastoril_o_a_campo/67-cuenca_salado.pdf

Seré C. y Steinfeld, H. (1996): *World livestock production systems: current status, issues and trends*. Roma, FAO.

Soriano, A. (1975): *Productividad primaria neta de sistemas herbáceos*. Monografía 5. La Plata, Editorial de la Comisión de Investigaciones Científicas.

Student, (1908): "The probable error of a mean", *Biometrika*, 6, 1, pp. 1-25.

Toledo Alvarado, H.O., Ruiz López, F., Vásquez Peláez, C.G., Berruecos Villalobos, J.M. y Elzo, M.A. (2014): "Parámetros genéticos para producción de leche de ganado *Holstein* en dos modalidades de control de producción", *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 5, 4, pp. 443-457.

Varni, M., Entraigas, I. y Gandini, M. (2006): "Propuesta de dos métodos para el mapeo de áreas anegadas utilizando condiciones hidrológicas cuantificables", *GeoFocus*, 6, pp. 33-46.

Varni, M., Entraigas, I., Migueltorena, V. y Comas, R. (2013): "Evaluation of flooded areas with satellite imagery using an objective hydrologic criterion", *Water and Environment Journal*, 27, pp. 396-401.

Lanceta M., Entraigas I., de Dominicis H., Vercelli N. (2016): “Determinación de la superficie potencial ganadera mediante Sistemas de Información Geográfica”, *GeoFocus (Artículos)*, n°18, p. 47-63. ISSN: 1578-5157

Veneciano, J.H. y Frasinelli, C.A. (2014): *Cría y recría de bovinos*. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/cria/177-TextoCriaRecria.pdf

Vicente, M., Erena Arrabal, M., Correal Castellanos, E., García, P. y Robledo, A. (2004): “Gestión de recursos pascícolas en la Región de Murcia: delimitación de distritos ganaderos en el término de Totana”. *Actas del XI Congreso de Métodos Cuantitativos, SIG y Teledetección*, 2, pp. 105-116.

von Bernard, H., Vilarino, V. y Piñeiro, G. (2007): “Emisión teórica de metano en tres sistemas de invernada para engorde de ganado en Argentina”, *Ciencia e Investigación Agraria*, 34, 2, pp. 121-129.

Yu, L., Shou, L., Liu, W. y Zhou, H. (2010): “Using remote sensing and GIS technologies to estimate grass yield and livestock carrying capacity of alpine grasslands in Golog Prefecture, China”, *Pedosphere*, 20, 3, pp. 342-351.

