

Comparación de tipo de muestreo para la evaluación de pastizales en mata negra

Aportes para el método Santa Cruz

Peri Pablo Luis¹; Suárez Diego²; Cipriotti Pablo Ariel³; Rivera Emilio⁴; Ormaechea Sebastián²; Sturzenbaum María Virginia⁴

¹EEA INTA Santa Cruz-UNPA; ²Asesor privado en Evaluación de Pastizales; ³Departamento de Métodos Cuantitativos y Sistemas de Información, Área de Ecología Cuantitativa, Facultad de Agronomía, UBA; ⁴Agencia de Extensión Rural Río Gallegos INTA.



2023



Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Pesca
Argentina

1. Introducción

La ganadería ovina es la principal actividad agropecuaria de la provincia de Santa Cruz, la cual se lleva adelante desde hace más de 120 años en forma extensiva, y bajo el aprovechamiento casi exclusivo de los pastizales naturales como única fuente de alimento para las majadas. En la provincia de Santa Cruz, aproximadamente 2,83 millones de hectáreas conforman el área ecológica denominada matorral de mata negra, siendo éste el principal ecosistema arbustivo de Patagonia sur. Su distribución actual lo ubica en cerca de 130 establecimientos ganaderos. Este ecosistema está conformado por una estepa arbustiva de porte medio, de unos 40-70 cm de altura, dominada en un 60-70% por *Mulguraea tridens* (mata negra), en algunos casos con distribución continua y en otros en forma de mosaicos con estepa gramínea de *Pappostipa speciosa* (coirón amargo) o *Festuca pallescens* (coirón blanco) (Billoni et al., 2016). Ocupa mesetas y terrazas que llegan desde el nivel del mar hasta los 900 m.s.n.m. al norte del río Santa Cruz, y entre éste y el río Coyle. Los valores máximos de cobertura de este arbusto son cercanos al 70% y coincide con ambientes de menor disponibilidad de forraje para la cría de ovinos en comparación con estepas gramíneas. Si bien *M. tridens* es absolutamente dominante, otros arbustos como *Nardophyllum obtusifolium* y *Berberis microphylla* (calafate) pueden enriquecer este estrato (Oliva et al., 2001). En el inter-coironal, conformado por pastos cortos, dicotiledóneas herbáceas y ciperáceas preferidas por el ganado, se encuentran las especies *Poa spiciformis*, *Bromus setifolius*, *Carex argentina*, entre otros.

Bajo la necesidad de generar herramientas que apunten a la determinación objetiva de la receptividad ganadera a escala predial, la Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz de INTA desarrolló para los ambientes de estepa, el método Santa Cruz presentado en el libro Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral: Tecnología de Manejo Extensivo (TME) (Borrelli y Oliva, 2001). Entre otros aspectos, el método emplea la metodología de corte directo para la estimación de biomasa, e incorpora la altura de la especie clave como indicador de intensidad de pastoreo, pudiendo cualificar la heterogeneidad de dicha intensidad en cada potrero.

En un trabajo previo se evaluaron distintas fuentes de error del muestreo en la estimación de disponibilidad forrajera (y en consecuencia un mejor ajuste de la carga animal) del método Santa Cruz, definiéndose: (i) el tamaño del marco y el número de muestras a realizar en una estación de muestreo en relación con la cobertura absoluta del estrato intercoironal, lo cual representa la variación de la disponibilidad forrajera a una escala espacial pequeña; (ii) distintas intensidades de muestreo (número de hectáreas por cada estación de muestreo) y sus respectivos errores para realizar las estimaciones a una escala espacial superior (unidad homogénea de vegetación o sitio); y (iii) integración de los coeficientes de variación de ambas escalas espaciales para la estimación de la disponibilidad forrajera media a nivel de potreros (Peri et al., 2013). Por ejemplo, a escala de muestreo de nivel de estación, Peri et al. (2013) determinaron que con mayor cobertura de intercoironal (> 20%) la intensidad del muestreo necesaria es menor que en ambientes con coberturas bajas (< 20%) para mantener una determinada precisión de las estimaciones.

Una característica distintiva de los ecosistemas arbustivos en zonas áridas y semiáridas es la heterogeneidad espacial de la producción herbácea-gramíneas y funcionalidad del ecosistema dado por la cobertura de los arbustos y una mayor fertilidad del suelo ("islas fértiles" con concentración de recursos) bajo las canopias de las plantas en

comparación con los espacios entre-parches menos fértiles (Schlesinger et al., 1996; Billoni et al., 2016; Sola et al., 2016; Toledo et al., 2022). Además, el Matorral de Mata Negra es un área de baja producción de forraje con valores frecuentemente inferiores a los 100 kg MS/ha donde la fracción verde fluctúa entre 40-50% en el pico de biomasa en mayo y con una digestibilidad de la materia seca de 57,6-60,8 % (Andrade et al., 2015). En este contexto, resulta importante evaluar errores de muestreo en la estimación de disponibilidad forrajera tanto a nivel de estación como en lo referido a distintas intensidades de muestreo (número de hectáreas por cada estación de muestreo) en el ecosistema de mata negra de alta heterogeneidad espacial, lo cual incide en las decisiones de manejo y en la sustentabilidad del recurso pastizal. Es importante resaltar que el error en la estimación puede deberse tanto a precisión (dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud) como en la exactitud (se refiere a cuán cerca del valor real se encuentra el valor medido) de la estimación. La sobreestimación forrajera tendría como consecuencia más probable el sobrepastoreo debido a la asignación de forraje inexistente. Por otra parte, una decisión de manejo basado en una subestimación de la disponibilidad forrajera redundaría en un aprovechamiento ineficiente del recurso forrajero, lo cual tendría impacto sobre la capacidad de carga y la rentabilidad de la empresa.

El presente trabajo tiene por objetivo aportar información objetiva y metódica que permita mejorar la estimación de disponibilidad forrajera (y en consecuencia un mejor ajuste de la carga animal) del método Santa Cruz, a través de la comparación del tipo de muestreo a nivel de estación en pastizales del ecosistema heterogéneo de mata negra.

2. Materiales y Métodos

Para obtener los parámetros de muestreo a nivel de estación de los dos métodos, se obtuvieron muestras en campos de diferentes establecimientos ganaderos de la zona sur de la provincia de Santa Cruz correspondiente al área ecológica de Matorral de Mata Negra, donde actualmente se desarrolla principalmente la actividad ganadera ovina extensiva. En cada sitio se ubicó una estación de muestreo, la cual fue georeferenciada y marcada con una estaca. Los lugares de muestreo se seleccionaron al azar en sitios dominantes y representativos dentro de cada cuadro. Se localizaron sitios en 11 campos representativos en un amplio rango de coberturas del estrato del arbusto mata negra y del intercoironal (Tabla 1).

Los tipos de muestreo a nivel de estación en pastizales del ecosistema heterogéneo de mata negra evaluados fueron: A) Muestreo al azar sobre el área efectiva de pastoreo excluyendo la ocupación de arbustos de mata negra (método mejorado), y B) Muestreo al azar sobre el área total incluyendo arbustos de mata negra de acuerdo a la TME (método tradicional) (Fig. 1).

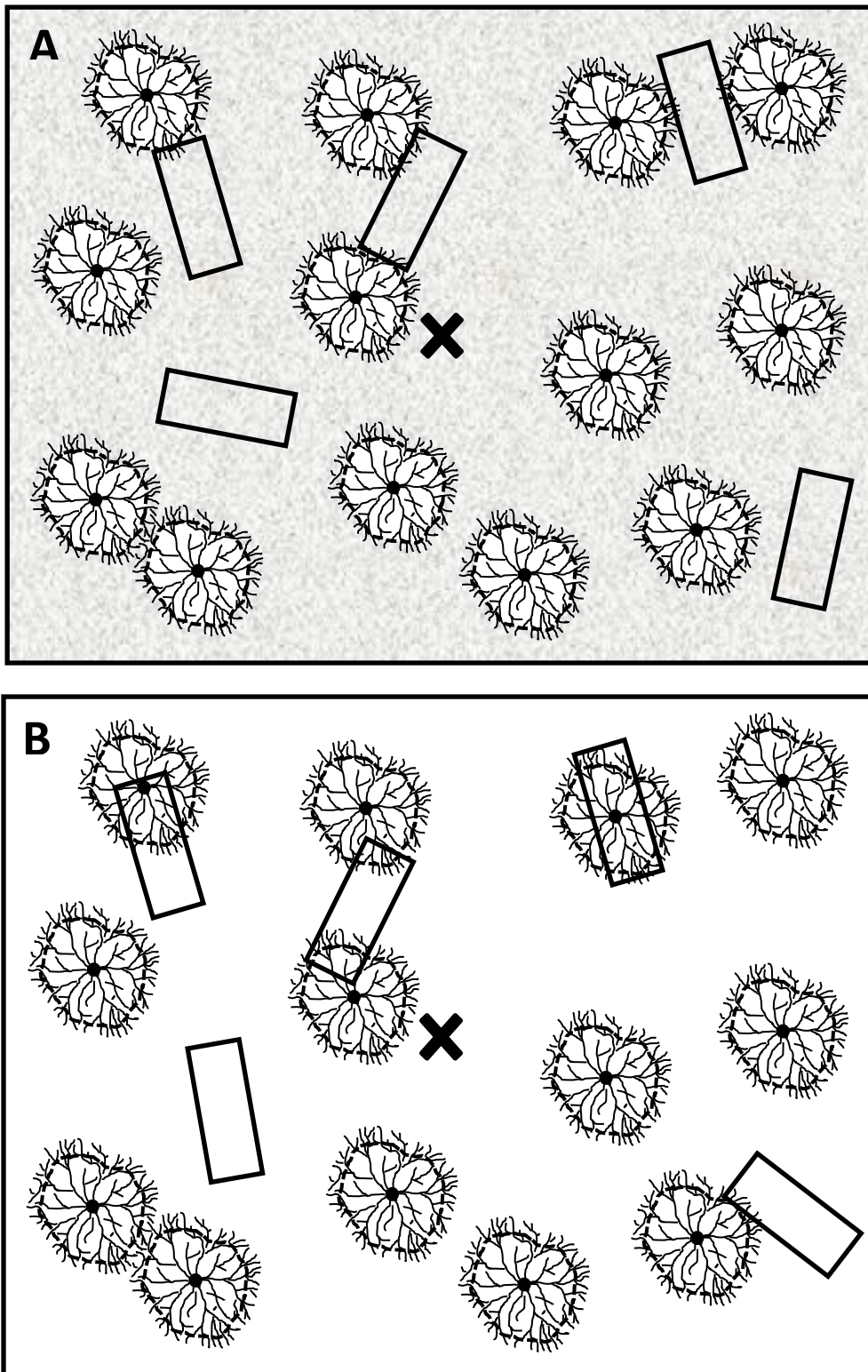


Figura 1. Esquema del tipo de muestreo a nivel de estación en pastizales del ecosistema heterogéneo de mata negra: A) Muestreo al azar sobre el área efectiva de pastoreo excluyendo la ocupación de arbustos de mata negra (método mejorado), y B) Muestreo al azar sobre el área total incluyendo arbustos de mata negra (método tradicional). Los rectángulos representan los marcos de 0,2 m² para corte de biomasa. La "X" representa centro de la estación de muestreo.

Para evaluar la exactitud y precisión en la estimación de la disponibilidad forrajera entre el método de muestreo sobre el área efectiva de pastoreo (método mejorado) y el muestreo sobre el área total (método tradicional) a nivel de estación, se realizaron cortes sucesivos en el tiempo en dos momentos durante el mismo día para cada método. Es decir, para cada método se realizaron los 5 cortes correspondientes, y luego se repitió nuevamente otros 5 cortes para evaluar la variación de la disponibilidad forrajera entre mediciones sucesivas. Se considera que el método con menor variación (menor coeficiente de variación) entre mediciones sucesivas en el tiempo son más estables y precisos a nivel de estación, especialmente en los ambientes de mata negra con baja producción forrajera y alta heterogeneidad espacial definida por la presencia de arbustos. Los cortes sucesivos en dos momentos para cada método representarían la remediación de la evaluación de pastizales en una estación de un campo en particular. Al realizarlos el mismo día sobre una estación en particular, se garantiza que las diferencias de deban al método de muestreo, ya que la disponibilidad de intercoironal es la misma.

Para estimar las coberturas del estrato intercoironal, coironal, subarbusto, arbustos de mata negra, suelo desnudo y mantillo, en cada estación se realizaron 2 transectas de puntos (Levy y Madden, 1933) de 50 m de largo con toques cada 20 cm. A partir de los datos de las transectas de puntos, se calculó la cobertura total media (promedio de las 2 transectas) y por estrato. La cobertura absoluta del estrato de mata negra fue empleada para definir el área efectiva de pastoreo, la cual incluye la superficie sin ocupación física de arbustos y 20 cm desde la proyección vertical del canopeo del arbusto de mata negra hacia el centro, ya que en esta área se desarrolla especies del intercoironal accesibles al ganado.

Basado en los resultados de Peri et al. (2013), se realizaron 5 cortes a nivel de estación con marco de 0,2 m² recomendado para situaciones de coberturas de intercoiron inferiores a 20% (frecuentes en campos de Meseta Central, Matorral de mata negra o potreros degradados). En cada muestra se cortó la biomasa aérea del estrato intercoironal (gramíneas, graminoides y hierbas), dejando un remanente de 20 mm para no comprometer las coronas de las plantas. En total se realizaron 220 cortes (11 campos x 2 métodos de muestreo x 5 cortes x 2 momentos). Las muestras obtenidas se secaron en estufa a 60 °C hasta peso constante para determinar la disponibilidad de materia seca (MS) por unidad de superficie (kg MS/ha).

El análisis estadístico para atender el grado de precisión de la disponibilidad de forraje del intercoironal (kg MS/ha) entre métodos de muestreo en mata negra a nivel de sitio dentro de un potrero/cuadro, primero se efectuó un Análisis de Variancia (ANOVA) con el test de Tukey ($p < 0,05$), y luego se determinó el coeficiente de variación (CV) de la media muestral entre las dos mediciones sucesivas en el tiempo para la totalidad de los establecimientos muestreados. Se utilizó sigma (una medida que representa el desvío estándar en estadística) para analizar el desvío estándar interno que surge de evaluar las diferencias entre cortes para una misma estación de muestreo y método de muestreo. El desvío se calculó como la raíz cuadrada de la varianza, siendo una medida de dispersión absoluta en las mismas unidades que la variable de respuesta (disponibilidad del intercoironal), respecto el estimador de la media poblacional. De esta manera, se relaciona para los mismos sitios (estaciones) como se comporta esta medida de dispersión interna (el desvío entre cortes de una misma estación) entre los dos métodos de muestreo (tradicional vs mejorado) en mata negra. Finalmente, se efectuó una regresión lineal entre la diferencia

de disponibilidad forrajera entre métodos de evaluación y la cobertura absoluta del arbusto mata negra.

3. Resultados y Discusión

De los 11 campos evaluados, la cobertura absoluta de mata negra fluctuó de 9 a 57%, y el estrato intercoironal de 4 a 40% (Tabla 1). El rango para la cobertura del estrato coironal fue de 2 a 21%, el de subarbustos de 1 a 11%, y el de suelo desnudo de 19 a 45% (Tabla 1). Los rangos de disponibilidad forrajera obtenida en los cortes individuales en las estaciones variaron de 0 a 204 kg MS/ha en el método tradicional, y de 2 a 214 kg MS/ha para el método del área efectiva. Los valores de cero en el método tradicional corresponden cuando el cuadro de corte caía en su totalidad sobre el canopeo del arbusto de mata negra, y los valores más bajos comparado con el método del área efectiva correspondían cuando el cuadro de corte parcialmente caía sobre una porción del canopeo del arbusto (ver esquema Fig. 1). El área efectiva de los campos evaluados fluctuó desde 57 a 94%, dependiendo de la cobertura de mata negra.

En los campos muestreados no se detectaron diferencias significativas en la disponibilidad forrajera del intercoironal obtenida a nivel de estación entre el método tradicional y el método de área efectiva de pastoreo, con valores que fluctuaron entre 6,4 a 140,6 kg MS/ha (Tabla 2). Esto indicaría que se compensa los cortes realizados al azar que caían en su totalidad (disponibilidad de forraje cero) o parcialmente sobre el canopeo del arbusto de mata negra en el método tradicional con los valores del método que asignó la disponibilidad forrajera solo en el área efectiva de pastoreo del cuadro.

Tabla 1. Ubicación, coberturas absolutas por estrato, rango de disponibilidad forrajera obtenida por los cortes en la estación y área efectiva de pastoreo de los sitios muestreados.

Sitios evaluados		Coberturas absolutas (%)		Tradicional (kg MS/ha)	Mejorado (kg MS/ha)	Área efectiva pastoreo (%)
Estancia	REGALONA	Arbusto	41	0 - 91	23 - 146	73%
		Intercoironal	12			
Latitud	51 25 29,8	Coironal	6			
Longitud	70 13 22,2	Subarbustos	4			
		Mantillo	14			
		Suelo desnudo	23			
Estancia	LA REALIDAD Campo La casa	Arbusto	37	0 - 169	59 - 214	77%
		Intercoironal	17			
Latitud	50 33 20,5	Coironal	2			
Longitud	70 50 06,6	Subarbustos	4			
		Mantillo	9			
		Suelo desnudo	31			
Estancia	LA PAZ Campo 4	Arbusto	31	0 - 54	4 - 55	75%
		Intercoironal	13			
Latitud	50 36 21,1	Coironal	21			
Longitud	71 07 34,5	Subarbustos	3			
		Mantillo	6			
		Suelo desnudo	26			
Estancia	LA REALIDAD Campo La Paz	Arbusto	57	0 - 15	2 - 17	57%
		Intercoironal	5			
Latitud	50 35 50,6	Coironal	6			
Longitud	70 53 56	Subarbustos	3			
		Mantillo	5			
		Suelo desnudo	24			
Estancia	LA FE Campo 2 Leguas	Arbusto	28	5 - 26	7 - 28	81%
		Intercoironal	17			
Latitud	50 01 35,6	Coironal	6			
Longitud	69 56 26,8	Subarbustos	4			
		Mantillo	8			
		Suelo desnudo	37			
Estancia	CAROLINA Campo La Línea	Arbusto	42	0 - 45	7 - 48	69%
		Intercoironal	12			
Latitud	50 04 01,8	Coironal	12			
Longitud	70 11 37,5	Subarbustos	3			
		Mantillo	6			
		Suelo desnudo	25			
Estancia	CAROLINA	Arbusto	55	0 - 41	2 - 42	61%
		Intercoironal	4			
Latitud	51 05 10,9	Coironal	15			
Longitud	70 13 07,1	Subarbustos	1			
		Mantillo	5			
		Suelo desnudo	19			
Estancia	LAGUNA DE ORO	Arbusto	9	30 - 204	123 - 204	94%
		Intercoironal	40			
Latitud	50 43 40,47	Coironal	4			
Longitud	70 52 40,42	Subarbustos	4			
		Mantillo	13			
		Suelo desnudo	30			
Estancia	RIVADAVIA	Arbusto	13	10 - 54	20 - 103	90%
		Intercoironal	11			
Latitud	50 41 15,6	Coironal	7			
Longitud	71 05 37,5	Subarbustos	11			
		Mantillo	13			
		Suelo desnudo	45			
Estancia	LAGUNA DE ORO II	Arbusto	17	0 - 156	85 - 189	87%
		Intercoironal	20			
Latitud	50 46 17,4	Coironal	10			
Longitud	70 52 41,5	Subarbustos	3			
		Mantillo	15			
		Suelo desnudo	35			
Estancia	BOLEADORAS	Arbusto	23	15 - 59	30 - 130	84%
		Intercoironal	18			
Latitud	50 50 51,6	Coironal	10			
Longitud	70 46 14,2	Subarbustos	8			
		Mantillo	10			
		Suelo desnudo	31			

Tabla 2. Promedio y desvío estándar de la disponibilidad forrajera del intercoironal obtenida a nivel de estación para el método tradicional y de área efectiva de pastoreo en los campos muestreados. Letras distintas significa diferencias significativas ($p < 0,05$) entre métodos de muestreo.

Campos evaluados		Promedio estación		Desvío estándar	
		Tradicional (Kg MS/ha)	Area efectiva (Kg MS/ha)	Tradicional (Kg MS/ha)	Area efectiva (Kg MS/ha)
Estancia	REGALONA	24,2 a	35,2 a	23,73	15,65
Estancia	LA REALIDAD (campo La casa)	94,1 a	101,5 a	15,32	10,43
Estancia	LA PAZ (campo 4)	26,2 a	26,6 a	7,65	0,57
Estancia	LA REALIDAD (campo La Paz)	6,4 a	7,1 a	0,76	1,03
Estancia	LA FE (campo 2 Leguas)	13,2 a	12,6 a	2,12	0,83
Estancia	CAROLINA (campo La línea)	16,2 a	19,2 a	4,67	4,23
Estancia	CAROLINA	13,1 a	13,5 a	1,71	0,51
Estancia	LAGUNA DE ORO	137,6 a	140,6 a	2,70	4,30
Estancia	RIVADAVIA	41,5 a	44,9 a	12,32	4,72
Estancia	LAGUNA DE ORO II	87,8 a	97,1 a	28,94	13,14
Estancia	BOLEADORAS	38,8 a	41,2 a	11,18	3,53

Si bien no detectamos diferencias entre ambos métodos de muestreo en cuanto a exactitud (sesgo), se observó que cuando el método tradicional presenta una variación mayor a un valor de sigma de 40, el método de muestreo de área efectiva es más preciso, ya que su desvío entre cortes es menor (Fig. 2).

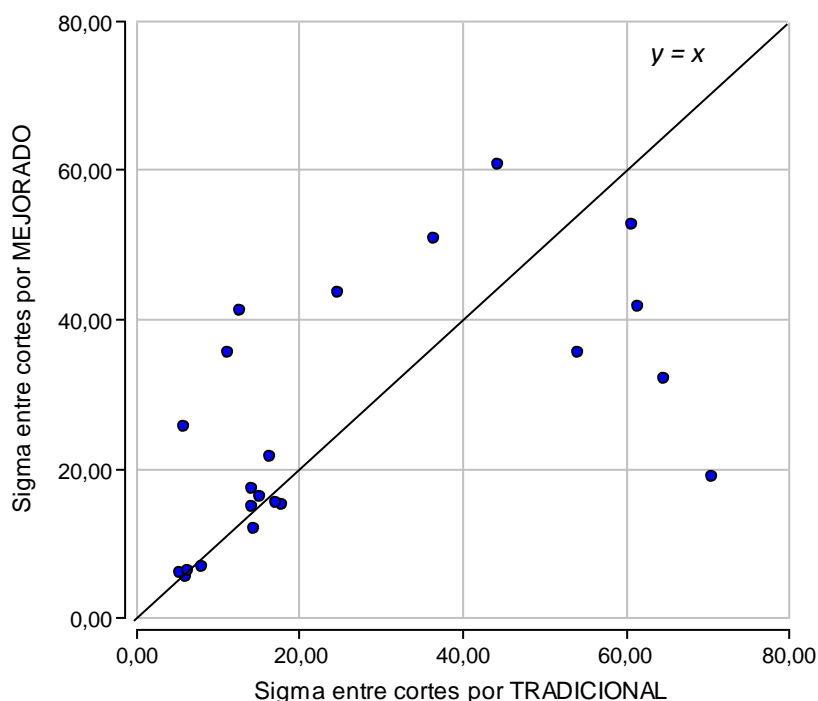


Figura 2. Relación entre los valores de sigma de las diferencias entre cortes para las estimaciones de disponibilidad forrajera del intercoironal obtenida a nivel de estación por el método tradicional y el método alternativo de área efectiva en 11 campos ganaderos evaluados.

Al analizar el grado de precisión de la disponibilidad de forraje del intercoironal entre métodos de muestreo en mata negra a nivel de sitio dentro de un potrero/cuadro, a través del coeficiente de variación (CV) de la media muestral entre las dos mediciones sucesivas en el tiempo para la totalidad de los establecimientos muestreados, se determinó que el método de muestreo alternativo de área efectiva presentó un valor medio de CV inferior (CV= 8,2%) comparado con el método tradicional con un CV de 23,4% (Fig. 3). Es decir, el método de área efectiva con una menor variación (menor coeficiente de variación) entre mediciones sucesivas en el tiempo (equivalente a la remediación del potrero) fue más estable y preciso que el método tradicional, en los ambientes de mata negra de baja producción forrajera y alta heterogeneidad espacial definida por la presencia de arbustos.

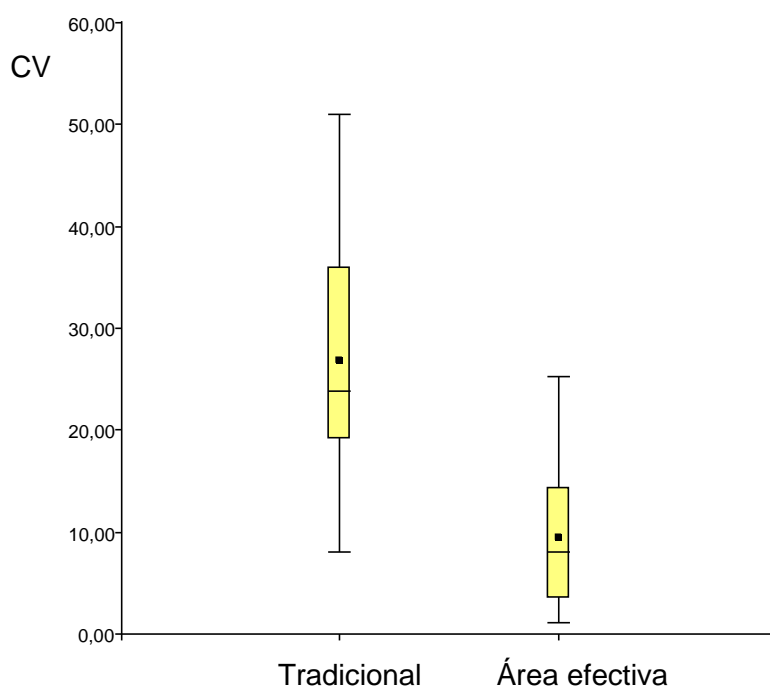


Figura 3. Diagrama de caja y bigotes del coeficiente de variación (CV) (n=2) para las estimaciones de disponibilidad forrajera del intercoironal obtenida a nivel de estación por el método tradicional y el método alternativo de área efectiva en 11 campos ganaderos evaluados.

El análisis de la regresión lineal determinó que la diferencia de disponibilidad del intercoironal (kg MS/ha) entre el método de muestreo tradicional y el método de área efectiva, aumenta al incrementarse la cobertura absoluta del arbusto mata negra (Fig. 4). Es decir, la mayor precisión del método de área efectiva entre mediciones sucesivas en el tiempo comparado con el método tradicional, toma mayor relevancia para altas coberturas de mata negra.

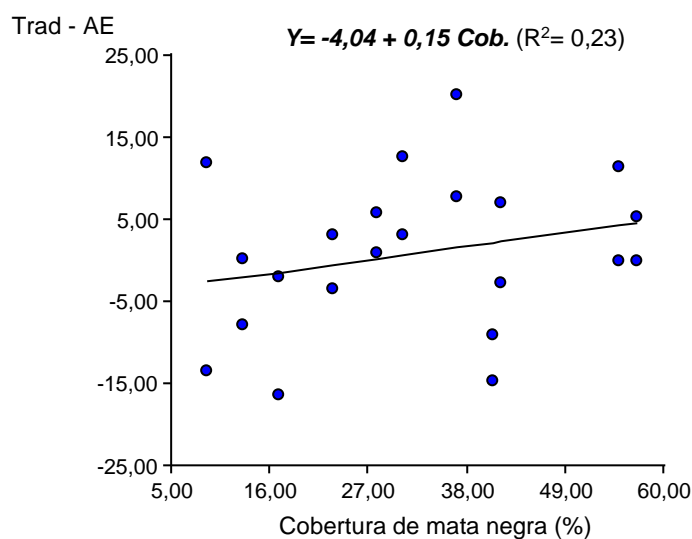


Figura 4. Regresión lineal entre la diferencia de disponibilidad del intercoironal (kg MS/ha) entre el método de muestreo tradicional y el método de área efectiva (Trad – AE), y la cobertura absoluta (%) del arbusto mata negra.

El abordaje del presente trabajo está enmarcado conceptualmente con O' Donovan et al. (2002) quienes cuantificaron los sesgos del operador, la precisión y las dificultades del muestreo en la evaluación de pastizales en relación a la variación espacial. Es decir, la efectividad de un protocolo de muestreo se puede definir por su exactitud, precisión y nivel de sesgo potencial. Estimar con precisión la media "verdadera" de cualquier parámetro de forraje puede ser difícil debido a la naturaleza heterogénea de las gramíneas y herbáceas bajo pastoreo (Mawby, 2006). Hutchinson et al. (2016) crearon un prototipo de un protocolo de muestreo para la evaluación de biomasa de pasturas y recomendaron el muestreo estratificado aleatorio (RSS) como un método preciso de muestreo de pastos. El método RSS implica dividir el dominio de medición objetivo en estratos y luego asignar un número de muestras al azar dentro de cada estrato, lo cual permite una distribución más eficiente de las muestras dentro del dominio en comparación con el muestreo aleatorio simple disminuyendo los sesgos de muestreo respecto a la variación (Cayley y Bird, 1996; Delmelle 2009). En forma similar, el presente trabajo sugiere realizar la evaluación de pastizales en el ambiente de mata negra sobre el estrato del área efectiva de pastoreo, ya que logra disminuir la variación en la disponibilidad forrajera del intercoironal entre momentos (remediación) de medición.

Conclusiones

El presente trabajo aporta información objetiva y metódica que permita mejorar la estimación de disponibilidad forrajera (y en consecuencia un mejor ajuste de la carga animal) del método Santa Cruz, a través de la comparación del tipo de muestreo a nivel de estación en pastizales del ecosistema heterogéneo de mata negra. Los tipos de muestreo a nivel de estación en pastizales del ecosistema heterogéneo de mata negra evaluados fueron: A) Muestreo al azar sobre el área efectiva de pastoreo excluyendo la ocupación de arbustos de mata negra (método mejorado), y B) Muestreo al azar sobre el área total incluyendo arbustos de mata negra de acuerdo a la TME (método tradicional)

Se determinó que en los 11 campos muestreados no se detectaron diferencias significativas en la disponibilidad forrajera del intercoironal obtenida a nivel de estación entre el método tradicional y el método de área efectiva de pastoreo. Sin embargo, el método de área efectiva presentó una menor variación (menor coeficiente de variación) entre mediciones sucesivas (equivalente a remediciones de estaciones en la evaluación de pastizales). Esto determina que sea un método de muestreo más preciso y estable en el tiempo que el método tradicional en los ambientes de mata negra de baja producción forrajera y alta heterogeneidad espacial definida por la presencia de arbustos. Esta mayor precisión del método de área efectiva entre mediciones sucesivas en el tiempo toma mayor relevancia para altas coberturas de mata negra.

Bibliografía

- Andrade M., Suarez D., Peri P.L., Borrelli P., Ormaechea S., Ferrante D., Rivera E., Sturzenbaum M.V. (2015) Desarrollo de un modelo de asignación variable de carga animal en Patagonia Sur, 60 pp. Ediciones INTA, Buenos Aires. ISBN 978-987-521-592-4.
- Billoni S.; Peri P.L.; Bahamonde H. (2016) Respuesta de la vegetación al manejo por corte en fajas en un arbustal de *Mulguraea tridens* en Patagonia sur. *Ecología Austral* 26: 293-304.
- Borrelli P.; Oliva G. (2001) Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral. Ediciones INTA EEA Santa Cruz, Argentina, 270 pp.
- Cayley J.W.D.; Bird P.R. (1996) Techniques for Measuring Pastures; Victoria Dept. of Agriculture, Energy and Minerals: Hamilton, Australia, Volume 2.
- Delmelle E. (2009) Spatial Sampling. In Handbook of Applied Spatial Analysis (Fotheringham A.S., Rogerson P.A., Eds.). SAGE: Los Angeles, CA, USA, pp. 165–186.
- Hutchinson K.; Scobie D.; Beautrais J.; Mackay A.; Rennie G.; Moss R.; Dynes R.A. (2016) protocol for sampling pastures in hill country. *J. N. Z. Grassl.* 78: 203–210.
- Levy E.B., Madden E.A. (1933) The point quadrat method of pasture analysis. *New Zealand Journal Agricultural Research* 46: 267–279.
- Mawby W.D. (2006) Make Your Destructive, Dynamic, and Attribute Measurement System Work for You; ASQ Quality Press: Milwaukee, WI, USA, 2006.
- O' Donovan M.; Dillon P.; Rath M.; Stakelum G.A. (2002) Comparison of four methods of herbage mass estimation. *Ir. J. Agric. Food Res.* 41: 17-27.
- Oliva G.; González L.; Rial P.; Livraghi E. (2001) El ambiente en la Patagonia Austral. Pp 19-82 en P. Borrelli and G. Oliva (eds.). Ganadería sustentable en la Patagonia Austral. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Santa Cruz, Argentina.
- Peri P.L.; Suarez D.; Cipriotti P.A.; Rivera E.; Ormaechea S.; Sturzenbaum M.V. (2013) Determinación de la intensidad y error de muestreo para la evaluación de pastizales

considerando diferentes escalas espaciales: Aportes para el método Santa Cruz. Publicación Técnica EEA INTA Santa Cruz. Julio 2013. 34 pp., Río Gallegos, Santa Cruz.

Sola F.J.; Peri P.L.; Huertas L.; Martínez Pastur G.; Lencinas M.V. (2016) Above-ground arthropod community structure and influence of structural-retention management in southern Patagonian scrublands, Argentina. *Journal of Insect Conservation* 20: 929-944.

Schlesinger W.H.; Raikes J.A.; Hartley A.E.; Cross A.F. (1996) On the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. *Ecology* 77: 364-374.

Toledo S.; Peri P.L.; Correa O.S.; Montecchia M.S.; Gargaglione V.; Ladd B. (2022) Structure and function of soil microbial communities in fertile islands in austral drylands. *Austral Ecology* 47: 663–673.