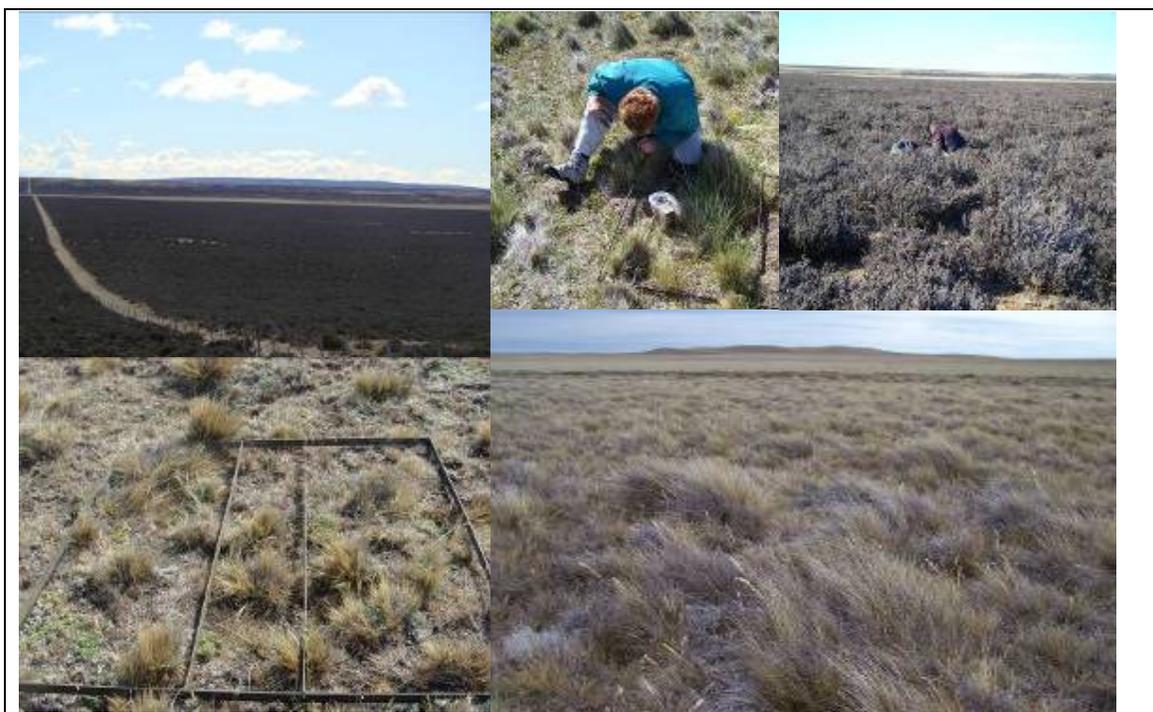


DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD Y ERROR DE MUESTREO PARA LA EVALUACIÓN DE PASTIZALES CONSIDERANDO DIFERENTES ESCALAS ESPACIALES: APORTES PARA EL MÉTODO SANTA CRUZ

Peri Pablo Luis¹; Suárez Diego²; Cipriotti Pablo Ariel³; Rivera Emilio⁴; Ormaechea
Sebastián¹; María Virginia Sturzenbaum⁴

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



MAYO 2013

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 (Helman, 1965). Actualmente Santa Cruz sostiene 2.607.000 cabezas ovinas que representan el 21% del stock nacional y el 34% del stock regional (Encuesta Nacional Agropecuaria 2005, INDEC).

En la década de los '60 comienzan a desarrollarse en Patagonia, estudios que buscan poner en evidencia el impacto de más de cien años de pastoreo (Soriano y Movia, 1986). Con el avance en el estudio de los procesos de sucesión y el desarrollo de nuevas propuestas conceptuales como el modelo de estados y transiciones (Westoby et al., 1989), se pone en evidencia la necesidad de generar herramientas que apunten a la determinación de la receptividad ganadera, de modo de frenar o incluso revertir las consecuencias de la falta del manejo del recurso forrajero a partir de medidas objetivas (Golluscio et al., 1998).

En este contexto, y a fines de la década del 80', la Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz de INTA comienza a desarrollar y adaptar distintas metodologías para estimar la receptividad, y de esa manera poder plantear un manejo sustentable del recurso. En el caso de los ambientes de estepa, el método Santa Cruz presentado en el libro Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral: Tecnología de Manejo Extensivo (Borrelli y Oliva, 2001) fue desarrollado para realizar la caracterización a escala predial y llegar a proponer un plan de manejo del pastoreo. Entre otros aspectos, emplea la metodología de corte directo para la estimación de biomasa, e incorpora la altura de la especie clave con indicador de intensidad de pastoreo, pudiendo cualificar la heterogeneidad de dicha intensidad en cada potrero (Borrelli y Oliva 2001).

De acuerdo con esta metodología, la estimación del forraje disponible para los animales se hace de manera objetiva por medio de muestras tomadas en distintas estaciones de muestreo,

las cuales están distribuidas dentro de una unidad de manejo en proporción con la superficie ocupada por cada sitio a muestrear (de acuerdo a la TME, por definición sitios son áreas que difieren en cuanto al tipo o cantidad de vegetación que pueden sustentar). En cada muestra se corta la biomasa aérea, no comprometiendo las coronas, perteneciente al estrato intercoironal (gramíneas, graminoides y hierbas) presente dentro de un marco rectangular y de superficie conocida. En cuanto al número de muestras, se sugiere realizar un mínimo de 8 en potreros homogéneos, de superficie menor a 5000 hectáreas y 12 en el caso de sitios con mayor variabilidad o mayor tamaño. Cuando exista más de un sitio en cada potrero deberá aumentarse el número total de muestras y de estaciones, dado que cada sitio debe ser evaluado con una intensidad de muestreo que asegure un número mínimo de muestras. Por otra parte, en cada estación de muestreo se sugiere la toma de 1 o más muestras, sobre todo en la primera evaluación. La intensidad de muestreo y tamaño de la muestra se obtuvieron de la aplicación del método gráfico de Greig-Smith ensayado para el área ecológica Estepa Magallánica Seca (EMS) donde las muestras se obtuvieron con un marco de 0,2 m² de superficie. Si bien se propone la calibración para las demás áreas ecológicas que podrían ser evaluadas con esta metodología, se sugiere la utilización de un marco de 0,3 m² en ambientes como Meseta Central, donde la cobertura del estrato intercoironal muestra una menor cobertura. Según esta metodología, los parámetros de muestreo dependerían del área ecológica (tamaño de marco a utilizar) y la homogeneidad de los sitios presentes en cada unidad de manejo a evaluar (número de muestras a tomar).

En el año 2007 la Agencia de Extensión Rural Río Gallegos de INTA organizó una reunión de trabajo con técnicos de distintas organizaciones y personas con distintas experiencias en evaluación de pastizales. El objetivo principal de la actividad fue por un lado que cada evaluador presente los problemas con que se había encontrado al momento de utilizar la herramienta y que por el otro comente la decisión tomada para poder solucionarlo. En esa oportunidad se presentó como inquietud el hecho de que si por cada estación de muestreo se aumentaba el número de muestras consideradas, se modificaba el valor medio y consecuentemente el coeficiente de variación. De esta forma, surge el planteo de poner en consideración un cambio en la conceptualización en relación al número total de muestras para

un sitio y el número de estaciones. En este sentido lo que se pone en consideración es la importancia de conocer la variabilidad de cada estación de muestreo, más allá de la variabilidad del sitio. Esta consideración, no es tenida en cuenta en ningún momento por el método Santa Cruz, dado que los objetivos del mismo, se centran en determinar en primer lugar la cantidad de sitios de muestreo (dado que presentan distintas potencialidad forrajera) y acercar una estimación global de cada unidad de manejo. En este contexto, se presentaron datos reales de biomasa obtenidas en un marco de 0,2 m² obtenidos en un campo de la EMS que mostraban que el valor de disponibilidad media para una estación de muestreo variaba a medida que se agregaba una nueva muestra (corte), hasta 10 muestras donde el error de estimación se reducía en promedio 17% (caso estudio Rivera y Sturzenbaum, en Suárez, 2007a). Esto empíricamente fue detectado por otros evaluadores y en distintas áreas ecológicas, aumentando el número de muestras totales por sitio y por estación de muestreo, tomándose en algunos casos 3 muestras por estación (Suárez y Rivera, 2005; Suárez, 2006; Suárez y Ferrante, 2007; Quargnolo et al., 2007; Suárez, 2007b; Suárez, 2008a,b,c; Suárez y Ferrante, 2008a,b,c,d; Suárez et al., 2009a,b; Suárez, 2010; Ormaechea et al., 2010; Suárez, 2011). Otros datos obtenidos (Rivera y Sturzenbaum, Datos inéditos obtenidos de los chequeos convenio con OVIS realizado entre Agosto y Septiembre de 2010) siguiendo la metodología propuesta para la EMS mostraban variaciones importantes en la estimación del forraje disponible para una misma estación de muestreo, donde con 3 cortes por estaca el coeficiente de variación (CV) de la estimación podría variar entre 9 al 50% pudiendo ser aún mayor. En el caso del área ecológica Matorral de Mata Negra, el CV obtenido con el mismo criterio de evaluación se acercaría al 55%. En general la tendencia observada es que para un mismo número y tamaño de marco el error de estimación aumenta a medida que disminuye la cobertura vegetal absoluta del estrato que compone la muestra dentro de un mismo sitio (ambiente). Las estimaciones de disponibilidad forrajera a nivel de unidad de manejo (cuadro) son también muy variables. Analizando datos de 5 campos (3 cortes con marco de 0,2 m² en 3 a 6 estaciones dependiendo el tamaño de la unidad de manejo y la disponibilidad forrajera) en 5 establecimientos ganaderos pertenecientes a la EMS, el CV promedio con el que se estima la oferta forrajera es del 34%, con valores que oscilan entre el 14 y el 65% (Datos inéditos, Rivera y Sturzenbaum, 2006).

La información disponible sugiere que con la metodología actual hay posibilidades de cometer errores importantes en la estimación de disponibilidad forrajera tanto a nivel de estación de muestreo como de unidad de manejo, lo cual compromete el éxito de las decisiones de manejo basadas en la información generada durante la evaluación. Conocer el error de muestreo resulta importante, entre otros aspectos, para garantizar la sustentabilidad del recurso pastizal. 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 pretende 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 definiendo los parámetros de muestreo a partir de un error previamente aceptado por el evaluador. Para ello se tomarán en consideración distintas fuentes de error: por un lado se definirá (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.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tamaño de marco e intensidad de muestreo a nivel de estación (escala espacial pequeña)

Para obtener los parámetros de muestreo a nivel de estación (tamaño de marco y número de cortes por estación), se obtuvieron muestras en campos de diferentes establecimientos ganaderos de la zona sur de la provincia de Santa Cruz, donde actualmente se concentra la mayor actividad ganadera ovina y bovina. Se localizaron sitios en un amplio rango de coberturas del estrato intercoironal en cuatro áreas ecológicas: Estepa magallánica seca y húmeda, Complejo Andino y Matorral de mata negra (Figura 1).

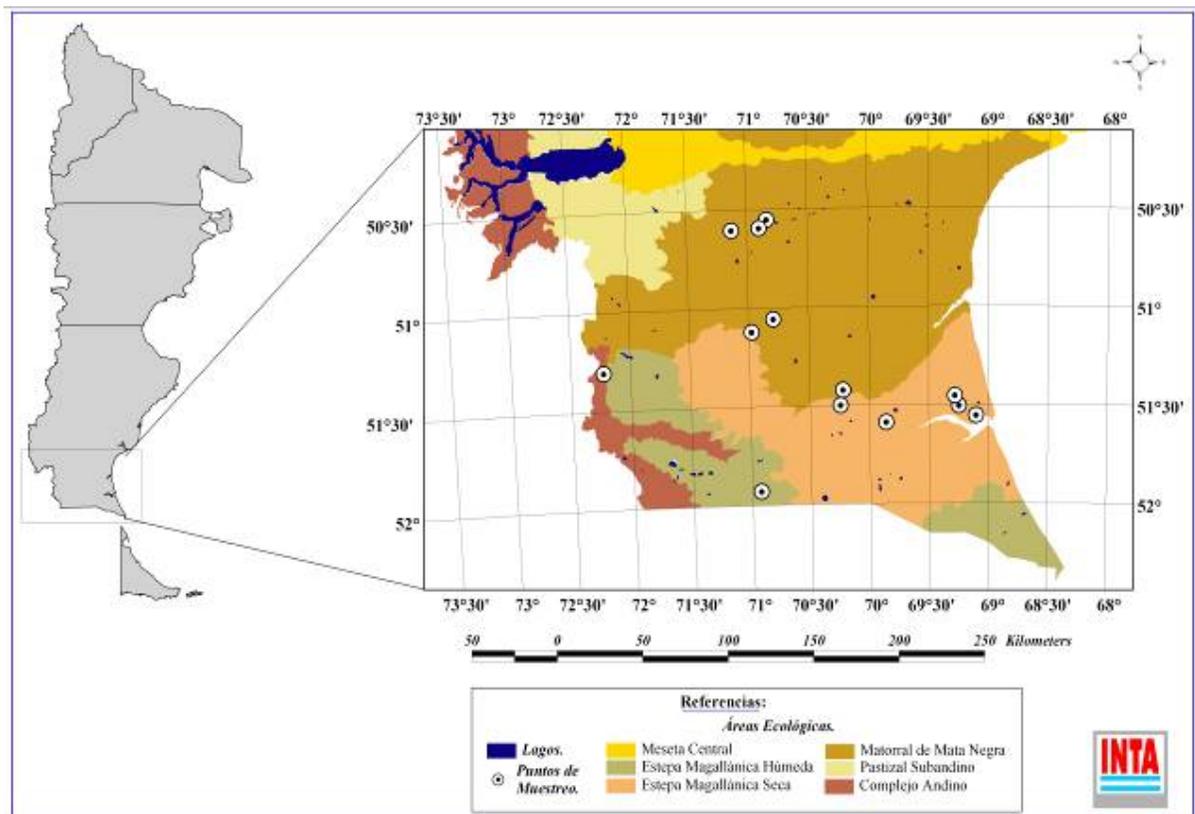


Figura 1. Distribución de los sitios de estudio para determinar el tamaño de marco e intensidad de muestreo a nivel de estación en la estimación de disponibilidad forrajera del método Santa Cruz (Compuesto por: Área de Monitoreo Ambiental y SIG. INTA EEA Santa Cruz).

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. Para estimar la cobertura del estrato intercoironal se realizaron 2 transectas de puntos (Levy y Madden, 1933) de 20 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 de cada estrato fue empleada como variable dependiente para explicar los cambios en la variabilidad de la estimación de la biomasa.

En cada estación se efectuaron 5 mediciones de disponibilidad de forraje a través de cortes directos. La comparación entre 1 y 5 cortes en forma incremental, permitirá analizar la intensidad de muestreo a escala puntual. Conjuntamente con la intensidad se buscó evaluar el efecto del cambio en la superficie contemplada por el marco. De esta manera, los cortes de biomasa se realizaron con un diseño de marco especial que permitió ampliar la superficie de corte, extrayendo muestras de 0,2, 0,4, 0,6 y 1,0 m² (si bien este marco ajustable determina también un cambio en la forma del mismo, el análisis se centró en la superficie). El marco ajustable permitió que la superficie pequeña contenga a la mayor, manteniendo el centro para evitar pequeñas variaciones de cobertura de intercoironal entre cortes (Figura 2). Por lo tanto, en cada estación se obtuvo un total de 20 muestras correspondientes a 5 intensidades de muestreo y 4 tamaños de marco para cada intensidad.

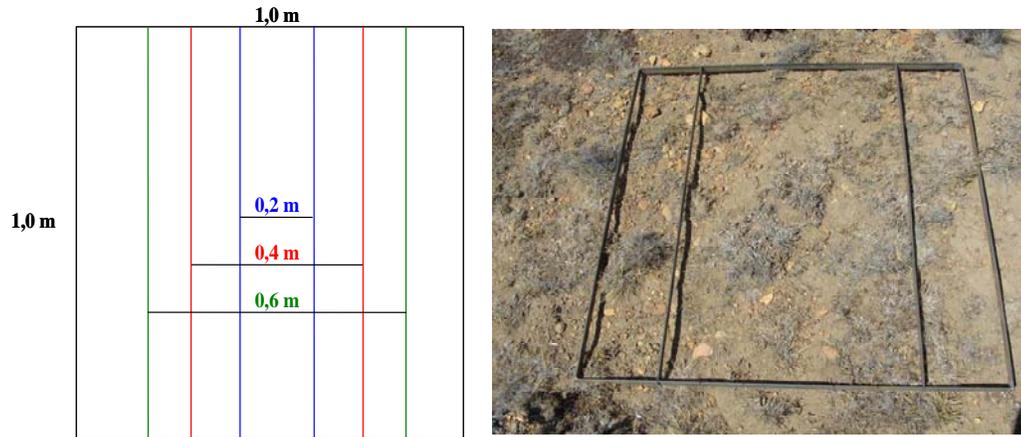


Figura 2. Esquema del diseño de marco ajustable utilizado para realizar cortes de diferentes superficies.

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 muestreo propuesto, se aleja del muestreo planteado en la TME, dado que tuvo como objetivo abarcar una gradiente de cobertura del estrato intercoironal, incluyendo distintos sitios, distintas unidades de manejo, y distintas áreas ecológicas. Por este motivo, se midieron 15 estaciones (total de 300 cortes) en las diferentes áreas ecológica tratando de cubrir diferentes unidades de manejo (distinta historia de uso) y sitios, lo cual determinó un rango de muestreo de cobertura de intercoirón de 5 a 54% y de disponibilidad de 2 a 1325 kgMS/ha (Tabla 1).

Tabla 1. Número de cortes realizados en el presente estudio discriminado por área ecológica, rangos de cobertura del estrato intercoironal y disponibilidad utilizados para determinar el tamaño de marco e intensidad de muestreo a nivel de estación en la estimación de disponibilidad forrajera del método Santa Cruz.

Área Ecológica	Rangos cobertura intercoirón (%)	Rangos disponibilidad (kg MS/ha)	Numero de cortes
Estepa magallánica seca	20-34	68-565	100
Estepa magallánica húmeda	30-48	489-1208	20
Matorral de mata negra	5-17	2-247	160
Complejo Andino	38-54	654-1325	20





Foto 1. Sitios de muestreo en A) Ea. Sofía (Estepa magallánica húmeda), B) Ea. La Realidad (Matorral de mata negra) y C) Ea. Los Pozos (Estepa magallánica seca).

2.2 Intensidad de muestreo a nivel unidad homogénea en potreros o sitio (escala espacial superior)

La segunda fase del trabajo implicó comparar distintas intensidades de muestreo a nivel de unidad homogénea de vegetación o sitio dentro de los potreros. Para esto se utilizó información disponible de evaluaciones de pastizales realizadas por distintos técnicos de INTA Santa Cruz y evaluadores del sector privado. En las evaluaciones se relevaron unidades homogéneas de vegetación en potreros de establecimientos de las áreas ecológicas Estepa magallánica seca, Meseta Central y Matorral de mata negra (Figura 3). En cada unidad homogénea de vegetación o sitio se efectuaron diferentes intensidades de muestreo expresado en cuántas hectáreas son representadas por una estación (ha/estación). En cada sitio primero se identificaron en forma numérica y correlativa las estaciones, las cuales fueron georeferenciadas con GPS y distribuidas en un plan de muestreo sistemático. Luego, los valores de disponibilidad forrajera de cada estación fueron escogidos al azar hasta completar

el total de estaciones para el cálculo del coeficiente de variación de la media. Por ejemplo, en un sitio de 2722 ha en la Ea. La Realidad (cuadro Las ovejas) se realizaron en total 7 estaciones. Al tomar una estación al azar determina una intensidad de 2722 ha/estación, al incorporar también al azar una segunda estación la intensidad de muestreo pasa a 1361 ha/estación, y así sucesivamente hasta llegar para este caso en particular a 389 ha/estación con las 7 estaciones. De la misma manera se analizaron todos los sitios muestreados en las diferentes áreas ecológicas, lo que nos permitió contar con una importante nube de puntos entre intensidad de muestreo (ha/estación) y el coeficiente de variación de la media de disponibilidad forrajera. La intensidad de base es la que actualmente se propone en la TME, la cual varía desde 416 a 625 ha por cada estación de muestreo para un sitio homogéneo (según se consideren 8 o 12 estaciones), la que se contrastará con un mayor rango de intensidades desde 115 a 2950 ha/estación. De esta forma se pudo comparar los errores de estimación de las diferentes intensidades de muestreo a nivel de unidad homogénea de vegetación o sitio.

En total se relevaron 618 estaciones realizando entre dos y tres cortes por estación o estaca (total de aproximadamente 1550 cortes o marcos), lo cual se correspondió con 576.000 ha de campo (Tabla 2).

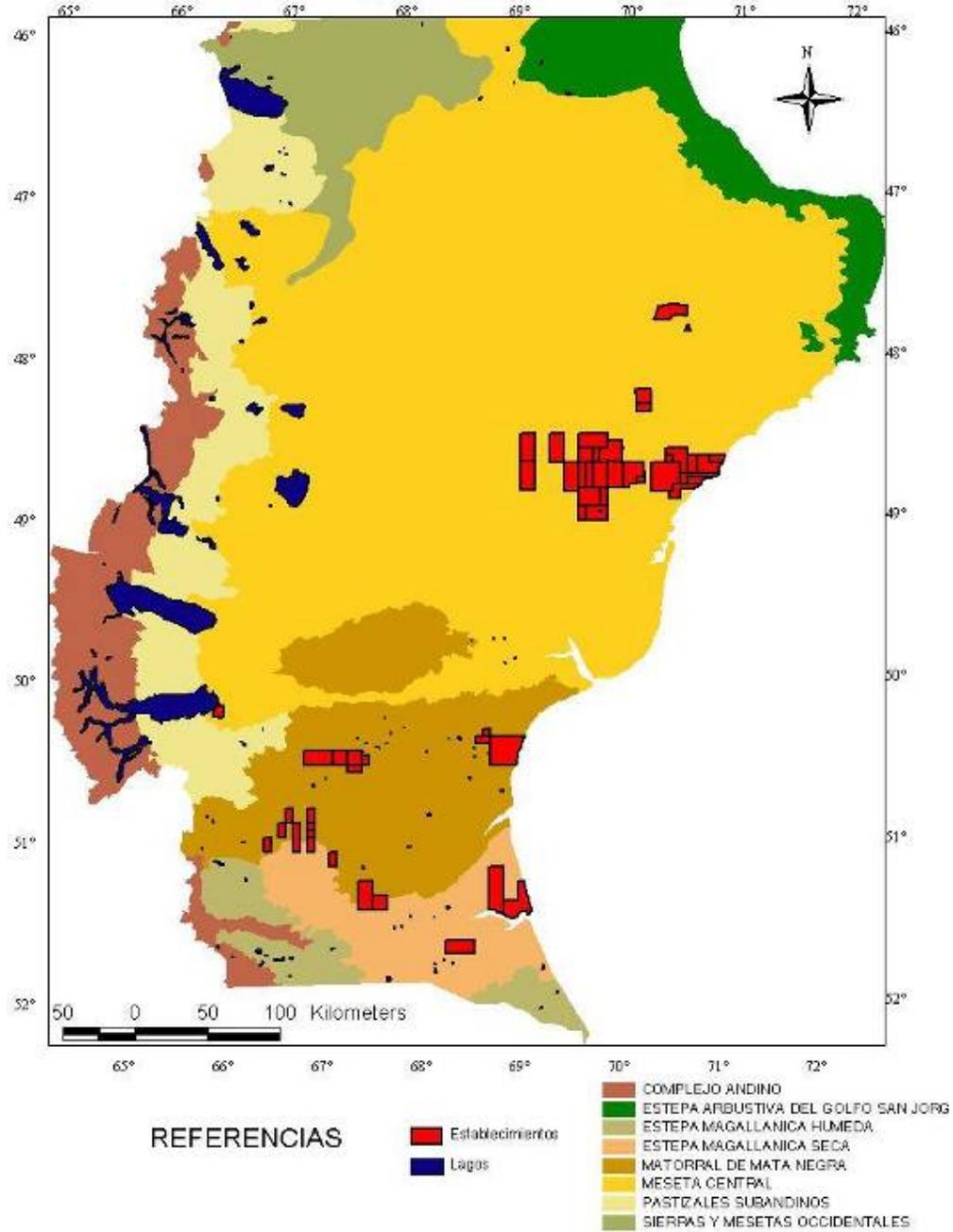


Figura 3. Ubicación de los establecimientos de estudio para estimar las distintas intensidades de muestreo a nivel de unidades homogéneas de vegetación o sitios en potreros para determinar la disponibilidad forrajera del método Santa Cruz.

Tabla 2. Número de estaciones realizadas en el presente estudio discriminado por área ecológica y disponibilidad para determinar la intensidad de muestreo a nivel de unidades homogéneas de vegetación en potreros en la estimación de disponibilidad forrajera del método Santa Cruz.

Área Ecológica	Superficie relevada (ha)	Rangos disponibilidad (kg MS/ha)	Numero de estacas o estaciones
Estepa magallánica seca	19.200	62-466	31
Meseta Central	203.100	7-178	263
Matorral de mata negra	353.100	13-298	324

2.3 Análisis estadístico

Se realizaron distintos análisis estadísticos para atender los dos puntos claves planteados en la metodología: el efecto del tamaño de marco e intensidad de muestreo a nivel de estación (2.1) y el efecto de la intensidad de muestreo a nivel de sitio dentro de un potrero/cuadro (2.2) sobre las estimaciones de disponibilidad de forraje en kilos de materia seca por hectárea. En el primer caso, el análisis estadístico realizado consistió en comparar la precisión de los intervalos de confianza construidos con un nivel de significación $\alpha=10\%$, cuantificado como el radio de los mismos ($\phi = t_{n-1, 1-\frac{\alpha}{2}} \frac{s}{\sqrt{n}}$), para cuatro tamaños de marcos (0,2; 0,4; 0,6 y 1 m²) y cuatro intensidades de muestreo (2, 3, 4 y 5 cortes), ya que con una sola observación resulta imposible estimar la varianza muestral en dicha estación. Luego, se ajustaron modelos estadísticos no lineales (modelos exponenciales negativos) que relacionaron la precisión de los intervalos relativos al promedio ($\frac{\phi}{\bar{X}}$) con el tamaño de marco y la cantidad de cortes. Es importante hacer notar que tal como se realizaron las mediciones de disponibilidad de forraje, el tamaño de marco no es independiente de la unidad muestral, con lo cual un posible diseño jerárquico que contemple esta potencial falta de independencia en las observaciones, podría mejorar las estimaciones. Para profundizar el análisis previo, se evaluó la relación existente entre la precisión de los intervalos con la cobertura de los distintos estratos relevados en las transectas para cada estación de muestreo (por ejemplo, cobertura del estrato intercoironal,

coirón, suelo desnudo, mantillo, subarbustos, arbustos). Para cada tamaño de marco, se efectuó un análisis de varianza de la regresión lineal múltiple tipo stepwise entre el radio para un intervalo de confianza del 90% y el número de cortes y los diferentes estratos.

Para el segundo objetivo, se exploraron las relaciones estadísticas entre el coeficiente de variación de la media muestral ($CV = \frac{s/\sqrt{n}}{\bar{x}}$) y la intensidad de muestreo. Por otro lado se realizaron dos tipos de regresiones lineales entre el coeficiente de variación de la media muestral y la intensidad de muestreo a nivel de cuadro. En el primer caso, se construyeron relaciones clásicas por el método de mínimos cuadrados, y en el segundo se ajustaron un grupo de regresiones por cuantiles para los percentiles 50, 75, 85 y 95 por métodos no paramétricos siguiendo la propuesta de Koenker y Bassett (1982) y Koenker (2005). Estos últimos análisis se hicieron con el paquete quantreg del software estadístico R.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Tamaño de marco e intensidad de muestreo a nivel de estación (escala espacial pequeña)

En la Figura 4 se puede observar un resultado esperable desde la teoría estadística, que es la reducción en el radio del intervalo (aumento de la precisión) dada la disminución en el error estándar de la media por el aumento en el número de observaciones (cortes). En cambio, un resultado menos esperado fue el efecto del tamaño de marco, donde su impacto disminuye con el aumento en la cantidad de cortes. De la figura se desprende la recomendación, que si uno realiza más de cuatro cortes el tamaño de marco no influye mucho en la precisión de la estimación. En cambio, con menos de cuatro muestras existe una mejora en la precisión de la estimación con tamaños de marco más grandes, 0,6 o 1,0 m².

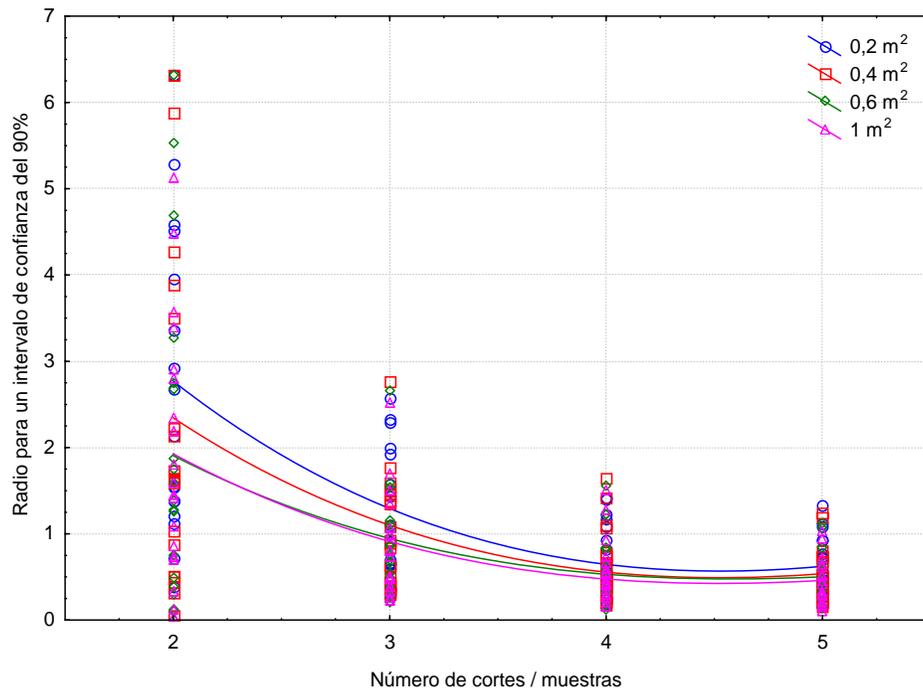


Figura 4. Relación entre el radio para un intervalo de confianza del 90% (porcentaje respecto al promedio) y el número de cortes discriminado por el tamaño de los marcos. El radio es una medida de la precisión de la estimación por intervalo, cuanto más pequeño es más precisa es la estimación en torno al parámetro. La disminución observada en el radio con el incremento en el número de cortes (muestras) es esperable por la teoría estadística, pero no así el efecto del tamaño de marco.

A partir de estudiar las relaciones entre la precisión de las estimaciones con las variables de la vegetación, se encontró que claramente las precisiones mejoraban independientemente del número de cortes y el tamaño de los marcos para aquellas estaciones de muestreo con mayor cobertura de intercoironal (Tablas 3 y 4, Figura 5). Al comparar los valores obtenidos con el marco de 0,2 y 1 m², se puede observar que los valores máximos de radio, resultan similares, cuando la cobertura de intercoironal es inferior al 20% y se emplean solo dos marcos. Por el contrario, cuando la cobertura es superior al 40% y se emplean 3 muestras, con ambos tamaños de marco, el valor del radio se encuentra cercano a 1. En las Tablas 3 y 4, se observa que la primera variable que ingresa al modelo de regresión múltiple es la cobertura de intercoironal. Con lo cual, esto lleva a la recomendación de aumentar el esfuerzo de muestreo en ambientes con coberturas bajas (< 20-25% de cobertura de intercoironal) de este tipo de vegetación y en especial con bajo número de muestras (2-3).

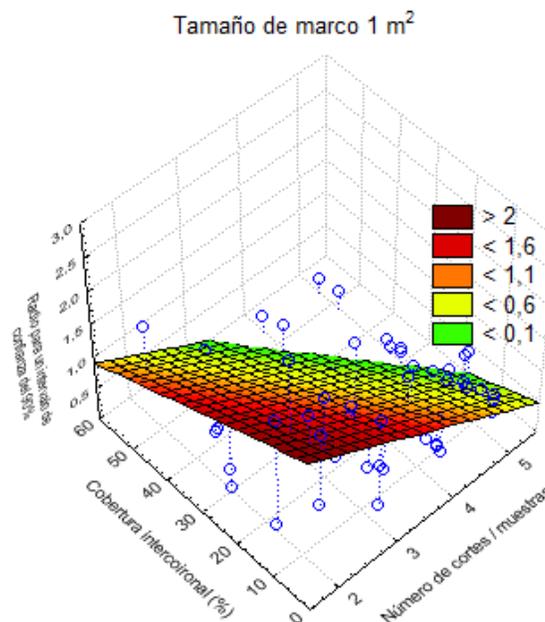
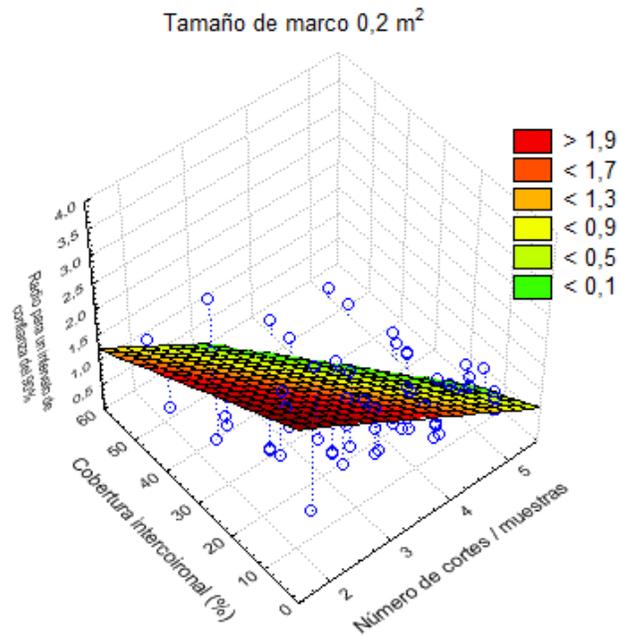


Figura 5. Relación entre el radio para un intervalo de confianza del 90% (porcentaje respecto del promedio) y el número de cortes discriminado por la cobertura del intercoironal para dos tamaños de marcos: a) 0,2 m² y b) 1,0 m².

Tabla 3. Análisis de varianza de la regresión lineal múltiple tipo stepwise entre el radio para un intervalo de confianza del 90% y el número de cortes y la cobertura del intercoironal para un tamaño de marco de 0,2 m². R²=0,48; F(4,43)=16,52

Fuente de variación	Coef.	SE	SC	gl	CM	F	R ²	P
Interceptación	4,51	0,39	121,5	1	121,5	130,7		<0,0001
Cob. intercoironal	0,04	0,007	21,3	1	21,3	22,9	0,12	<0,0001
Nº cortes	0,7	0,098	46,3	1	46,3	49,8	0,31	<0,0001
ERROR			67,8	73	0,933			

Tabla 4. Análisis de varianza de la regresión lineal múltiple tipo stepwise entre el radio para un intervalo de confianza del 90% y el número de cortes y la cobertura del intercoironal para un tamaño de marco de 1 m². R²=0,43; F(4,43)=10,15

Fuente de variación	Coef.	SE	SC	gl	CM	F	R ²	P
Interceptación	3,29	0,32	60,4	1	60,4	106,5		<0,0001
Cob. intercoironal	0,023	0,006	8,3	1	8,3	14,6	0,11	<0,0001
Nº cortes	0,47	0,007	21,5	1	21,5	37,9	0,29	<0,0001
ERROR			40,8	72	0,57			

En la Tabla 5 se presenta los coeficientes de variación de la media para diferentes tamaños de marco y número de cortes discriminado para dos coberturas de intercoironal para la estimación de disponibilidad forrajera a nivel de estación usando el método Santa Cruz. Como puede observarse, el coeficiente de variación de la estimación de la biomasa en ambientes de baja cobertura de intercoironal es cercano al 30%, aún cuando se emplee el marco de mayor tamaño y el mayor número de muestras por estación. Por su parte, en los ambientes con cobertura de intercoironal superior al 20%, el valor del coeficiente de variación ronda entre el 10 y el 24% como valores mínimos y máximos, siendo obtenidos con 5 muestras y el marco

de 1 m² o con 2 muestras y el marco de 0,2 m². Tal como se expresó anteriormente el número de muestras reduce el coeficiente de variación en mayor medida que el aumento del tamaño del marco.

Tabla 5. Síntesis del coeficiente de variación de la media ($CV \bar{X}$ (%)) para diferentes tamaños de marco y número de cortes discriminado para dos coberturas de intercoironal para la estimación de disponibilidad forrajera a nivel de estación usando el método Santa Cruz.

Rangos cobertura del intercoironal (%)	Tamaño marco (m ²)	Número de cortes	$CV \bar{X}$ (%)
< 20%	0,2	2	57,6
		3	53,4
		4	41,4
		5	36,7
	0,4	2	50,1
		3	44,8
		4	35,3
		5	31,4
	0,6	2	35,5
		3	39,0
		4	34,4
		5	29,9
	1,0	2	40,5
		3	37,9
		4	30,8
		5	27,5
> 20%	0,2	2	23,9
		3	18,7
		4	16,1
		5	14,1
	0,4	2	17,1
		3	16,7
		4	14,4
		5	12,6
	0,6	2	11,8
		3	13,4
		4	11,9
		5	10,7
	1,0	2	12,5
		3	12,1
		4	11,5
		5	9,7

3.2 Intensidad de muestreo a nivel unidad homogénea en potreros o sitio (escala espacial superior)

De estos análisis se observa que el coeficiente de variación de la media muestral mostró una relación leve con la intensidad de muestreo para el rango estudiado (Figura 6). En todo caso, todas fueron igual de buenas o malas con coeficientes promedios que rondaron entre el 8 y 15% (Figura 6).

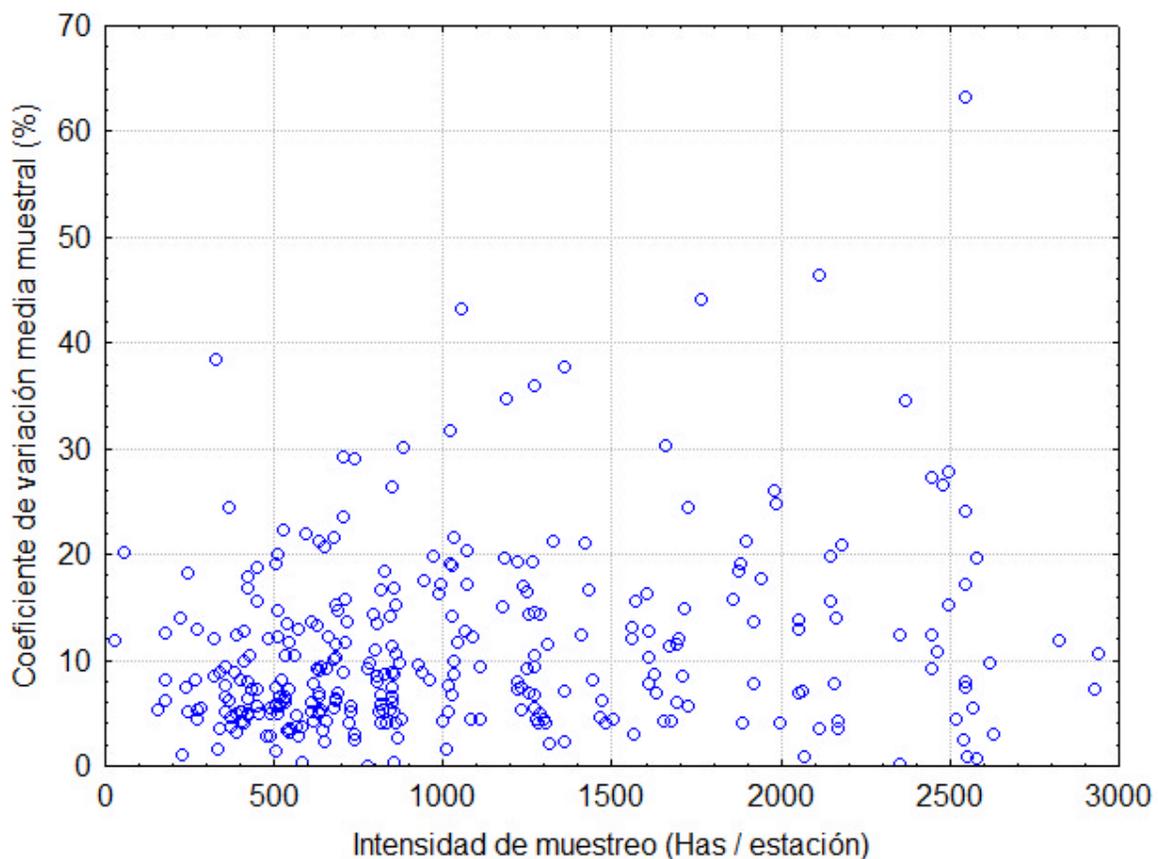


Figura 6. Relación entre el coeficiente de variación de la media muestral y la intensidad de muestreo a nivel de unidades homogéneas de vegetación o sitios en potreros de estancias muestreados en la provincia de Santa Cruz.

Los resultados de las regresiones por cuantiles (Figura 7) muestran relaciones significativas (pendiente y ordenada al origen) para todos los percentiles, pero claramente con

mayores ordenadas al origen y pendientes para los percentiles más grandes (85 y 95) entre el coeficiente de variación de la media muestral y la intensidad de muestreo. En el último caso se observó una pendiente mayor y significativamente distinta respecto de la relación obtenida por mínimos cuadrados ordinarios o para el percentil 50, aumentando cerca de un 1% el percentil 95 del coeficiente de variación de la media muestral por cada hectárea demás incluida en una estación de muestreo.

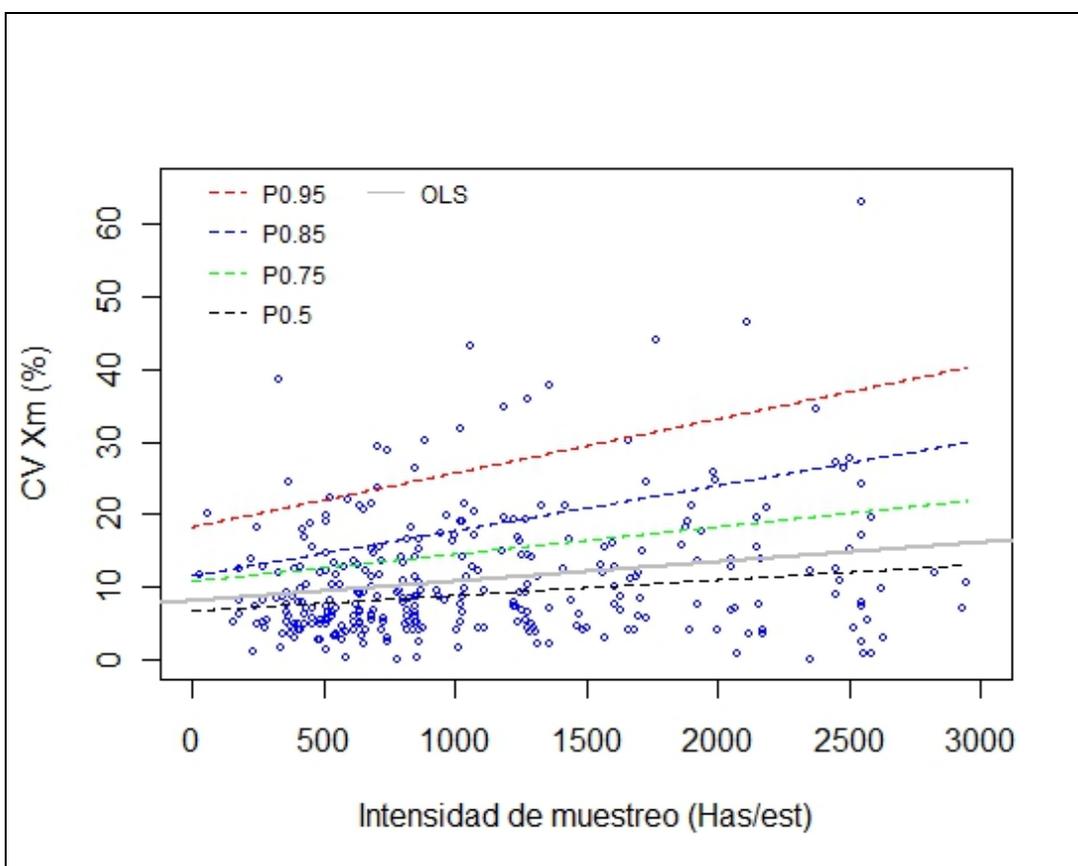


Figura 7. Relación entre el coeficiente de variación de la media muestral (CV X_m) y la intensidad de muestreo a nivel de unidades homogéneas de vegetación o sitios en potreros de estancias muestreados en la provincia de Santa Cruz. La línea gris representa la recta de una regresión lineal simple ($y = 8,1494 + 0,0026x$). Las líneas punteadas representan el análisis realizado por percentiles (percentil 0,5 $y = 6,7630 + 0,0021x$; percentil 0,75 $y = 10,8146 + 0,0037x$, percentil 0,85 $y = 11,5867 + 0,0062x$; percentil 0,95 $y = 18,3067 + 0,0074x$).

Cuando se exploró la relación entre el error estándar absoluto y la media de disponibilidad forrajera del intercoirón se documenta un efecto proporcional que indica que la variabilidad aumenta levemente con el aumento en la media de disponibilidad de forraje. Con lo cual, sería deseable aumentar la cantidad de estaciones de muestreo en ambientes con mayor disponibilidad de forraje (> 200-250 Kg MS/ha) para contrarrestar el leve aumento en la variabilidad. En la Tabla 6 se presentan los coeficientes de variación de la media discriminado según el promedio de la disponibilidad de forraje a nivel de unidades homogéneas de vegetación o sitios en potreros de estancias muestreados en la provincia de Santa Cruz.

Tabla 6. Síntesis de los coeficientes de variación de la media ($CV \bar{X}$ (%)) según el promedio de la disponibilidad de forraje a nivel de unidades homogéneas de vegetación o sitios en potreros de estancias muestreados en la provincia de Santa Cruz.

Disponibilidad de forraje (Kg MS/ha)	Error Estándar de la media (Kg MS/ha)	$CV \bar{X}$ (%)	Rango $CV \bar{X}$ (%)
< 100	7,3	12,9	0,3 – 63
100 - 200	14,2	10,1	0,24 – 37,7
200 – 300	12,9	5,9	0,1 – 20,2
> 300	28,7	7,9	5,3 – 13,5

3.3 Integración de escalas espaciales y significado de la intensidad de muestreo en el ajuste de carga animal en los campos

La evaluación de pastizales es una herramienta importante para el plan de manejo del establecimiento, ya que permite determinar cual es la carga animal adecuada para optimizar la producción en el marco de una ganadería sustentable. Esto es, maximizar los rendimientos productivos sin sobrepasar la capacidad de respuesta del pastizal. Por el contrario, excesos de carga producen sobre pastoreo, lo que acompañado de las condiciones climáticas imperantes, determinan el grado de desertificación y pérdida de productividad de los campos (Andrade 2002). Además, la carga animal de los campos es un factor de alta sensibilidad ya que su manejo ha sido descrito como elemento determinante de la rentabilidad de los campos patagónicos (Borrelli 2001a).

Basado en los coeficientes de variación de la disponibilidad forrajera media a escala espacial pequeña (nivel de estación), para diferentes número de cortes discriminado considerando dos coberturas de intercoironal presentados en la Tabla 5 y los coeficientes de variación de la disponibilidad forrajera media a escala espacial superior (nivel unidad homogénea en potreros) presentados en la Figura 7, se presentan una serie de ejemplos de estimación de receptividad ovina con el fin de evidenciar los contrastantes que pueden ser los resultados en los cálculos si se afecta el coeficiente de variación antes presentado a la oferta forrajera media de un campo.

La integración de las dos escalas espaciales de análisis (estación y cuadro) basada en asumir independencia estadística en las variables observadas entre estaciones, determinaría que la variabilidad sería aditiva. Es decir, que la varianza a la mayor escala de observación (menor detalle) surgiría de la suma de ambas, es decir de la de pequeña (estaca) y gran escala (cuadro). Si además asumimos que no hay cambios en las medias en el muestreo de gran escala por estar en la misma unidad de vegetación, el cambio en los CVs solo estaría dado por los cambios en la varianza. Esto se basa en la teoría de variables aleatorias o probabilidad, siendo ampliamente reconocido y aceptado (Ross, 2000; Casella y Berger, 2001).

En cada ejemplo, el cálculo se realizó para cada tamaño de marco e intensidad de muestreo. Para los cálculos se consideró una asignación anual de forraje por Equivalente Ovino Patagónico (EOP) de 500 Kg de materia seca. El EOP es la unidad de referencia ovina utilizada en Santa Cruz, el cual corresponde al promedio de los requerimientos anuales de una oveja de 49 kilogramos de peso vivo al servicio, esquilada en septiembre, que gesta y desteta un cordero de 20 kilos vivo a los 100 días de lactancia. Esto corresponde a 2,79 Mega calorías de energía metabolizable por día (Borrelli 2001a).

En la Tabla 7 se presenta (i) un ejemplo que corresponde al calculo de receptividad ovina anual para un cuadro homogéneo del área Matorral de Mata Negra, cuya disponibilidad promedio es de 80 Kg MS/ha, cobertura de intercoironal menor a 20% y cuya superficie es de 5000 ha; y (ii) un ejemplo basado en el mismo tipo de cálculo pero para el caso de un campo

de la Estepa Magallánica Seca (3000 ha) con cobertura de intercoironal mayor a 20% y una disponibilidad media de 185 Kg MS/ha.

Para el caso del área Matorral de Mata Negra la receptividad del campo estimada como la diferencia entre la receptividad media (800 EOP/año) y los rangos superiores e inferiores de receptividad considerando los coeficientes de variación varió desde 321 EOP/año con un muestreo utilizando una intensidad de muestreo de 200 ha/estación y 5 cortes a 486 EOP/año con un muestreo de 1000 ha/estación y 2 cortes (Tabla 7). Para el caso del área Estepa Magallánica Seca la receptividad del campo estimada como la diferencia entre la receptividad media (1110 EOP/año) y los rangos superiores e inferiores de receptividad considerando los coeficientes de variación varió desde 253 EOP/año con un muestreo utilizando una intensidad de muestreo de 200 ha/estación y 5 cortes a 384 EOP/año con un muestreo de 1000 ha/estación y 2 cortes (Tabla 7).

Tabla 7. Estimación de los límites superior e inferior de la receptividad anual (expresada en equivalente ovino patagónico, EOP) basado en los coeficiente de variación de la media para diferentes número de cortes (correspondiente a un marco de 0,4 m² para <20% de cobertura de intercoironal y un marco de 0,2 m² para >20% de cobertura de intercoironal) (ver Tabla 5) e intensidad de muestreo a nivel de unidades homogéneas de vegetación o sitios en potreros (Figura 7). El caso de <20% de cobertura de intercoironal corresponde a un campo homogéneo de 5000 ha del área Matorral de Mata Negra con una disponibilidad promedio de 80 Kg MS/ha, lo que da una receptividad promedio de 800 EOP/año. El caso de >20% de cobertura de intercoironal corresponde a un campo homogéneo de 3000 ha de la Estepa Magallánica Seca con una disponibilidad media de 185 Kg MS/ha lo que da una receptividad promedio de 1110 EOP/año.

Rangos cobertura del intercoironal (%)	Has/estación	Número de cortes	CV \bar{X} (%)	Receptividad (EOP/año) limite inferior	Receptividad (EOP/año) limite superior	Diferencia respecto a la receptividad media (EOP/año)	
< 20%	200	2	58,8	330	1270	470	
		3	53,5	372	1228	428	
		4	44,0	448	1152	352	
		5	40,1	479	1121	321	
	400	2	59,3	326	1274	474	
		3	54,0	368	1232	432	
		4	44,5	444	1156	356	
		5	40,6	475	1125	325	
	600	2	59,8	322	1278	478	
		3	54,5	364	1236	436	
		4	45,0	440	1160	360	
		5	41,1	471	1129	329	
	1000	2	60,8	314	1286	486	
		3	55,5	356	1244	444	
		4	46,0	432	1168	368	
		5	42,1	463	1137	337	
	> 20%	200	2	32,6	748	1472	362
			3	27,4	806	1414	304
			4	24,8	835	1385	275
			5	22,8	857	1363	253
400		2	33,1	743	1477	367	
		3	27,9	800	1420	310	
		4	25,3	829	1391	281	
		5	23,3	851	1369	259	
600		2	33,6	737	1483	373	
		3	28,4	795	1425	315	
		4	25,8	824	1396	286	
		5	23,8	846	1374	264	
1000		2	34,6	726	1494	384	
		3	29,4	784	1436	326	
		4	26,8	813	1407	297	
		5	24,8	835	1385	275	

En la Tabla 8, se presenta un ejemplo donde se calculó la receptividad del mismo campo del área Matorral de Mata Negra pero asumiendo un uso estacional en invierno. Se consideró como fecha de ingreso de los animales el 1 de Mayo y fecha de salida el 31 de Agosto, lo que resulta en un periodo de pastoreo de 4 meses. Además, se calculó la receptividad para el mismo período de uso pero expresada en número de ovejas, considerando un coeficiente promedio de EOP de 0,6 correspondiente a esa categoría (Borrelli 2001b).

Tabla 8. Estimación de los límites superior e inferior de la receptividad estacional invernal (4 meses, del 1 de Mayo al 31 de Agosto) expresada en equivalente ovino patagónico (EOP) y en número de ovejas basado en los coeficientes de variación de la media para diferentes número de cortes (ver Tabla 5) e intensidad de muestreo a nivel de unidades homogéneas de vegetación o sitios en potreros (Figura 7). Este ejemplo corresponde a un campo homogéneo de 5000 ha del área Matorral de Mata Negra con <20% de cobertura de intercoironal, una disponibilidad promedio de 80 Kg MS/ha, y una receptividad estacional de 2400 EOP (0,48 EOP/ha) y su equivalente de 4000 ovejas. Entre paréntesis se presenta la receptividad en EOP/ha.

Has/estación	Número de cortes	Receptividad estacional (EOP) límite inferior	Receptividad estacional (EOP) límite superior	Receptividad estacional (número de ovejas) límite inferior	Receptividad estacional (número de ovejas) límite superior	Diferencia respecto a la receptividad estacional media (número de ovejas)
200	2	989 (0,20)	3811 (0,76)	1648	6352	2352
	3	1116 (0,22)	3684 (0,74)	1860	6140	2140
	4	1344 (0,27)	3456 (0,69)	2240	5760	1760
	5	1438 (0,29)	3362 (0,67)	2396	5604	1604
400	2	977 (0,19)	3823 (0,76)	1628	6372	2372
	3	1104 (0,20)	3696 (0,74)	1840	6160	2160
	4	1332 (0,27)	3468 (0,69)	2220	5780	1780
	5	1426 (0,28)	3374 (0,67)	2376	5624	1624
600	2	965 (0,19)	3835 (0,78)	1608	6392	2392
	3	1092 (0,22)	3708 (0,74)	1820	6180	2180
	4	1320 (0,26)	3480 (0,70)	2200	5800	1800
	5	1414 (0,28)	3386 (0,68)	2356	5644	1644
1000	2	941 (0,19)	3859 (0,77)	1568	6432	2432
	3	1068 (0,21)	3732 (0,75)	1780	6220	2220
	4	1296 (0,26)	3504 (0,70)	2160	5840	1840
	5	1390 (0,28)	3410 (0,68)	2316	5684	1684

Para el caso del campo del área Matorral de Mata Negra pero asumiendo un uso estacional en invierno, la receptividad estimada como la diferencia entre la receptividad media (4000 ovejas) y los rangos superiores e inferiores de receptividad considerando los coeficientes de variación varió desde 2432 ovejas con un muestreo utilizando 2 cortes con un muestreo de 1000 ha/estación a 1604 ovejas con un muestreo utilizando 5 cortes y una intensidad de muestreo de 200 ha/estación (Tabla 8).

Como puede observarse en los ejemplos planteados, toman relevancia los valores de la disponibilidad forrajera de un campo y el consecuente número de EOP o número de ovejas posible de asignar a los campos derivados de los coeficientes de variación según las distintas situaciones de muestreo. Aquí queda en evidencia la importancia de minimizar el rango de variación de la oferta forrajera del campo a partir de un adecuado muestreo, esto es, una correcta selección del tamaño de marco y número de cortes a realizar por unidad homogénea de pastizal o campo para evitar situaciones de sub o sobrepastoreo. Sin embargo, se considera importante mencionar que el sobrepastoreo sucede a escala de plantas individuales, y tiene relación con el grado de recuperación que logra cada planta entre dos pastoreos sucesivos. En este sentido, la reducción de carga no elimina el sobrepastoreo de un potrero, sino que reduce la proporción de plantas sobrepastoreadas.

Si bien la integración de las dos escalas espaciales de análisis (estación y cuadro) se basó en que la variabilidad es aditiva (teoría de variables aleatorias o probabilidad ampliamente aceptado), puede ocurrir que no se cumpla en la totalidad de situaciones de la estepa. En campos ubicados en la Estepa Magallánica la empresa OVIS XXI no encontró diferencias significativas en los promedios resultantes en evaluaciones diferentes y contemporáneas. Esto sugiere que los CV detectados en el presente trabajo, no reflejarían adecuadamente el "riesgo" de la toma de decisiones en la asignación de animales. En este sentido, sería conveniente realizar futuros estudios que evalúen la repetibilidad de los promedios obtenidos en un mismo sitio dentro de un cuadro, con idéntico plan de muestreo. También, es importante resaltar que el uso de asignaciones fijas para el cálculo de receptividad puede ser una fuente de error tan importante como el muestreo de campo, particularmente si se aplica a períodos de uso estacional.

3.4 Verificación de la variación detectada en la estimación de disponibilidad forrajera a partir de la integración de escalas espaciales

El objetivo de esta sección es verificar los resultados de variación de integración de escalas obtenido en la Tabla 7 para estimar la disponibilidad forrajera a nivel cuadro. Además, se podrá verificar, por ejemplo, si es lo mismo dentro de una unidad de vegetación dada realizar por ejemplo 10 estaciones de muestreo totales con 2 cortes o 5 estaciones con 10 cortes. Para esto, se realizaron 5 cortes sobre 16 estaciones de muestreo en una misma unidad de paisaje homogéneo o sitio de mata negra de 2400 ha (cobertura de intercoirón <20%, Ea. Carolina, 50° 04' 01"LS, 70° 11' 37"LO) y sobre 9 estaciones de muestreo en una misma unidad de paisaje homogéneo o sitio de 1300 ha en la Estepa Magallánica Seca (cobertura de intercoirón >20%, Ea. Los Pozos, 51° 27' 25"LS, 69° 16' 51"LO). En todos los casos se utilizó un único tamaño de marco de 0,4 m² común a ambos sitios. Aunque el ejercicio no se pueda extrapolar a otras situaciones porque dependerá mucho de la heterogeneidad de esos únicos dos cuadros distintos y del azar de donde salgan sorteadas las estaciones de muestreo, este análisis otorga una primera idea de como se particiona la variabilidad a las dos escalas.

A partir de los muestreos a campo efectuados en las Ea. La Carolina y Ea. Los Pozos, mediante técnicas de remuestreo sobre las 16 y 9 estaciones de muestreo en cada sitio respectivamente, y entre los 2 y 5 cortes por estación, se generaron unas 1000 observaciones para un rango de intensidades de muestreo que abarca desde las 1200 hasta las 150 ha por estación en ambas situaciones (cobertura de intercoironal menor y mayor al 20%), con estimaciones de productividad a partir de 2, 3, 4 o 5 cortes por estación.

Con este conjunto de datos simulados a partir de re-muestreos respetando la estructura anidada de los muestreos (corte dentro de estación), se realizaron dos tipos de análisis. En primer lugar, se estudió mediante regresiones lineales múltiples convencionales el efecto del número de estaciones por cuadro (intensidad) y el número de cortes por estación sobre el desvío estándar de la productividad (sd), el desvío estándar de la media muestral de la productividad (sdx), y el coeficiente de variación de la media muestral de la productividad (cvx). En segundo lugar, se analizaron las mismas variables de respuesta y predictoras, pero mediante un análisis de regresión por cuantiles para el percentil 99, es decir, el valor esperado

de las variables respuesta en estudio que superaban al 99% de las observaciones de la distribución esperada para un dado nivel de las variables predictoras.

Teniendo en cuenta los resultados de las regresiones por cuantiles tomando en todos los casos un percentil del 99% (Figuras 8 y 9), se observó que en ambientes con mayor cobertura del intercoironal (Ea. Los Pozos) el efecto del aumento en la cantidad de estaciones de muestreo es independiente de los cortes por estación, no así en ambientes con menor cobertura en el intercoironal (Ea. La Carolina). En este sentido, el aumento en la estimación del desvío estándar por una caída en la intensidad de muestreo (aumento de 1 ha/estación) es igual a 0,028 Kg MS/ha en estimaciones efectuadas con 2 cortes por estación, pero se reduce a 0,021 Kg MS/ha en estimaciones efectuadas con 5 cortes por estación (Figura 8). De todos modos, el efecto de la interacción es pequeño a pesar de ser significativo. En general, con cobertura de intercoiron >20% (Ea. Los Pozos), el aumento de la variabilidad al reducir la intensidad de muestreo (aumento de 1 ha/estación) fue mayor (0,079-0,083 Kg MS/ha) (Figura 9).

Como resultado relevante de este análisis se concluye que siempre es mejor hacer más cortes y más estaciones para disminuir la variación en la estimación de la disponibilidad forrajera. Sin embargo, la mejora relativa indicada por los estimadores de las pendientes estandarizadas indica que es mejor agregar más estacas (estaciones) que cortes. Lo que cambia es el aporte de una estaca más o un corte más en cada situación de cobertura del estrato intercoironal. En Los Pozos, en el sitio evaluado con una cobertura de intercoiron > 20%, el agregado de un corte disminuye lo mismo independientemente de la cantidad de estaciones (estacas) que se hayan realizado, es decir, siempre reduce la estimación del desvío estándar de igual modo dentro del rango estudiado (2-5 cortes por estación). En el caso del sitio evaluado en Ea. La Carolina con una cobertura de intercoiron < 20%, la disminución en la estimación del desvío estándar por agregar un corte en una estaca es más importante si se realizan pocas estaciones. Esto es el resultado de como se organiza la variabilidad espacial a distintas escalas, determinando que en el sitio con baja cobertura de intercoiron, la variabilidad de pequeña escala solo se puede capturar agregando más cortes.

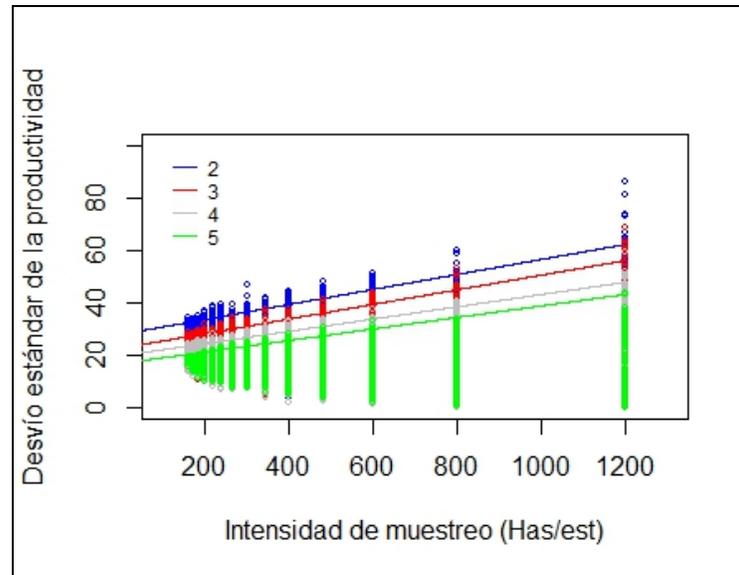


Figura 8. Relación entre el desvío estándar de la producción de materia seca y la intensidad de muestreo a nivel de unidad homogénea de vegetación o sitios en un potrero con cobertura de intercoirón < 20% (Ea. Carolina, Santa Cruz) tomando en todos los casos un percentil del 99%. La línea azul representa la recta de una regresión lineal simple para dos cortes ($y = 27,96383 + 0,02862x$), la roja para tres cortes ($y = 22,70716 + 0,0279x$), la gris para cuatro cortes ($y = 19,83371 + 0,0234x$) y la verde para cinco cortes ($y = 16,91131 + 0,02197x$).

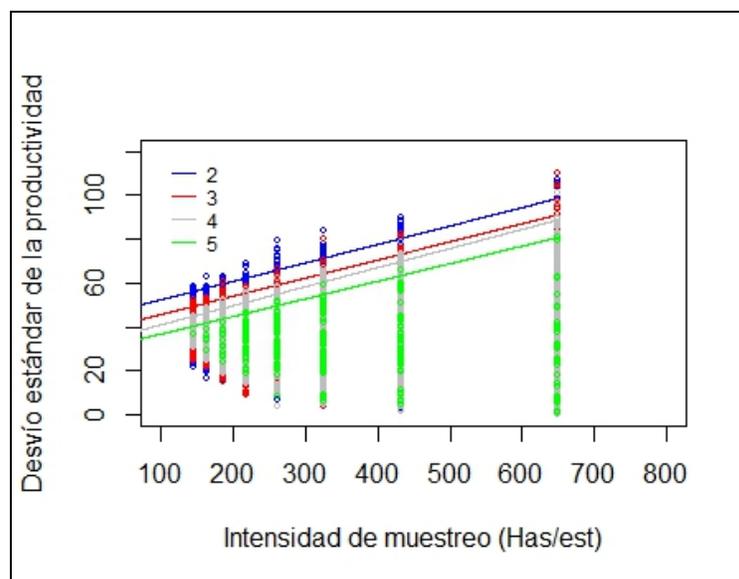


Figura 9. Relación entre el desvío estándar de la producción de materia seca y la intensidad de muestreo a nivel de unidad homogénea de vegetación o sitios en un potrero con cobertura de intercoirón > 20% (Ea. Los Pozos, Santa Cruz) tomando en todos los casos un percentil del 99%. La línea azul representa la recta de una regresión lineal simple para dos cortes ($y = 44,133 + 0,08386x$), la roja para tres cortes ($y = 37,622 + 0,08245x$), la gris para cuatro cortes ($y = 32,45045 + 0,08673x$) y la verde para cinco cortes ($y = 28,93653 + 0,07993x$).

3.5 Conclusiones y Recomendaciones

El presente trabajo aporta información objetiva que permite conocer la variabilidad de la estimación de disponibilidad forrajera para el ajuste de la carga animal en la aplicación del método Santa Cruz, lo cual no estaba contemplado en detalle en la TME (Tecnología de Manejo Extensivo).

Se determinó que la variación en la estimación de la disponibilidad de forraje del estrato intercoironal presenta resultados diferenciales según la escala espacial de análisis. El muestreo a nivel de pequeña escala espacial (nivel de estación) determinó la influencia del tamaño de marco y número de cortes en la variación de la estimación de la disponibilidad forrajera. Habiendo evaluado un rango de cobertura del estrato intercoironal (5 a 54%), se destaca la importancia de discriminar el muestreo según esta variable. Este aspecto innovador determinó que con mayor cobertura de intercoironal ($> 20\%$) la intensidad del muestreo necesaria sea menor que en ambientes con coberturas bajas ($< 20\%$) para mantener una determinada precisión de las estimaciones. Por otro lado, se determinó que el coeficiente de variación de la media de disponibilidad forrajera a un nivel de escala espacial superior (unidades homogéneas o sitios en potreros), mostró una leve relación con la intensidad de muestreo para el rango estudiado (115 a 2950 ha/estaca). Sin embargo, los valores de coeficiente de variación de la disponibilidad de intercoirón fueron de alrededor del 9% con una intensidad de muestreo de hasta 600 ha/estaca, aumentando levemente hasta un 16% a medida que la intensidad disminuye. De la integración de las dos escalas espaciales de análisis (estación y sitio) sabemos que la varianza a la mayor escala de observación (menor detalle) surgirá de la interacción entre la variabilidad a pequeña (estaca) y gran escala (sitio). A partir de la verificación de la integración de escalas espaciales, se concluye que siempre es mejor hacer más cortes y más estaciones para disminuir la variación en la estimación de la disponibilidad forrajera. Sin embargo, la mayor mejora relativa se logra agregando más estacas (estaciones) que cortes.

Basado en los resultados, se recomienda que para situaciones de coberturas de intercoirón inferiores a 20% (frecuentes en campos de Meseta Central, Matorral de mata negra o potreros degradados) se efectúe un muestreo a nivel de estación realizando 5 cortes con marco de 0,2 m² o 4 cortes de 0,4 m². Para el caso de coberturas de intercoirón superiores a 20% (frecuentes en campos de Estepa magallánica seca, Estepa magallánica húmeda y Complejo Andino) se recomienda realizar con 3 cortes con marco de 0,2 m² o 2 cortes con marcos más grandes. Además, se recomienda una intensidad de muestreo a nivel de unidad homogénea en potreros (campos o cuadros) superior a 700 ha/estaca (es decir reducir el número de hectáreas por estaca), especialmente en ambientes con mayor disponibilidad de forraje (>200 Kg MS/ha).

Estas recomendaciones tratan de buscar un equilibrio entre la precisión del muestreo y aspectos operativos para los niveles de cobertura de intercoirón evaluados. Los altos valores del coeficiente de variación de la disponibilidad forrajera en campos con bajas coberturas de intercoirón (y altos valores de suelo desnudo o pavimento de erosión) se deberían a características intrínsecas de la heterogeneidad del pastizal en su distribución espacial. Por lo tanto, para estas situaciones sería conveniente que los evaluadores de pastizales tomen el valor inferior del coeficiente de variación por tratarse de ecosistemas más frágiles con baja resiliencia y bajo el marco de precautoriedad. Además, sería importante para estos ecosistemas de baja cobertura de intercoirón profundizar el estudio cuantificando valores de coeficiente de variación de la disponibilidad forrajera con un mayor número de cortes (> 5 cortes por estación) que los efectuados en el presente trabajo.

Este tipo de información no sólo es relevante para precisar el ajuste de carga animal según la disponibilidad forrajera de los campos, parámetro relacionado a la sustentabilidad del recurso, sino también para la toma de decisión en entidades que financian el manejo de animales en las provincias como es el marco de la Ley Ovina. Por último, cabe destacar que anteriormente los evaluadores al usar lo planteado por ejemplo en la TME de 1 corte a nivel de estación no podían estimar la precisión de la estimación de la disponibilidad forrajera, y por ende del ajuste de carga. Por lo tanto, con la información generada en el presente trabajo,

los evaluadores podrán diseñar el tipo de muestreo a partir del conocimiento de los coeficientes de variación de la disponibilidad forrajera para diferentes tamaños de marco, número de cortes por estación y número de estacas (o estaciones) para coberturas contrastantes del estrato intercoironal.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Andrade L. (2002) Territorio y ganadería en la Patagonia Argentina: desertificación y rentabilidad en la Meseta Central de Santa Cruz. *Economía, Sociedad y Territorio* 3:675-706.
- Borrelli P., Oliva G. (2001) *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral*. Ediciones INTA EEA Santa Cruz, Argentina, 270 pp.
- Borrelli P. (2001a) Planificación del pastoreo. En: Borrelli P y Oliva G (eds) *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral*. Ediciones INTA EEA Santa Cruz, Argentina, pp 185-198.
- Borrelli P. (2001b) Producción animal sobre pastizales naturales. En: Borrelli P y Oliva G (eds) *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral*. Ediciones INTA EEA Santa Cruz, Argentina, pp 131-162.
- Casella G., Berger R.L. (2001) *Statistical Inference*. Thomson Learning. New York, USA.
- Golluscio R.A., Deregibus V.A., Paruelo J.M. (1998) Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8, 265-284.
- Helman, M. (1965) *Ovinotecnia*. Tomo Primero, 805 pp. Ed. El Ateneo.
- INDEC (2005) Encuesta Nacional Agropecuaria. <http://www.indec.mecon.ar/>
- Koenker R.W., Bassett G.W. (1982). Robust Tests for Heteroscedasticity based on Regression Quantiles. *Econometrica* 50, 43–61.
- Koenker R. (2005) *Quantile Regression*, Cambridge University Press.
- Levy E.B., Madden E.A. (1933) The point quadrat method of pasture analysis. *New Zealand Journal Agricultural Research* 46, 267–279.
- Ormaechea S., Peri P.L., Cipriotti P., Anchorena J. (2010) Producción y calidad de lana bajo diferentes manejos ganaderos en un establecimiento con bosque de ñire en Santa Cruz.

- Actas I Congreso Internacional Agroforestal Patagónico*, pp. 323. Coyhaique, Chile, 27 al 29 de Octubre de 2010.
- Quargnolo E., Suarez D., Gonzalez L., De Lamo D., Alvarez R., Von Thungen J., Paredes P., Rial P. (2007) Manejo integrado en Ea. Mata Grande, Santa Cruz. “Producción ovina y aprovechamiento sustentable de la fauna: Manejo del guanaco”. Evaluación de pastizales mediante método Santa Cruz. Informe final, 81 pp. Junio de 2007.
- Ross S. (2000) *Introduction to Probability Models*. Harcourt, Academic Press, Burlington, MA.
- Soriano A., Movia C. (1986) Erosión y desertización en la Patagonia. *Interciencia* 11, 77-83.
- Suárez D., Rivera, E. (2005) Chequeo de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. María y San Miguel, Santa Cruz. 12 pp. Marzo 2005.
- Suárez D. (2006) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. María Inés, Santa Cruz. 13 pp. Diciembre de 2006.
- Suárez D. (2007a) Reunión “Clínica de método Santa Cruz”. Agencia de Extensión Rural Río Gallegos, EEA Santa Cruz, INTA, 11 pp. Marzo de 2007.
- Suárez D. (2007b) Generación de información básica para el ajuste del método de evaluación de pastizales en la región “Matorral de mata negra, Santa Cruz”. El rol de *Junellia tridens* en la dieta de los ovinos. Informe final, 48 pp. Septiembre de 2007.
- Suárez D., Ferrante D. (2007) Evaluación de pastizales Ea. La Vanguardia, Santa Cruz. 34 pp. Marzo de 2007.
- Suárez D. (2008a) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. Cerro Bombero, Santa Cruz. 11 pp. Febrero de 2008.
- Suárez D. (2008b) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. Floridablanca, Santa Cruz. 12 pp. Febrero de 2008.
- Suárez D. (2008c) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. Cerro Perdido, Santa Cruz. 12 pp. Febrero de 2008.
- Suárez D., Ferrante D. (2008a) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. El Carpincho, Santa Cruz. 10 pp. Marzo de 2008.
- Suárez D., Ferrante D. (2008b) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. La Josefina, Santa Cruz. 13 pp. Marzo de 2008.

- Suárez D., Ferrante D. (2008c) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. Margary, Santa Cruz. 14 pp. Marzo de 2008.
- Suárez D., Ferrante D. (2008d) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. Mulak Aike, Santa Cruz. 14 pp. Marzo de 2008.
- Suárez D. (2009a) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. San Andrés, Santa Cruz. 11 pp. Febrero de 2009.
- Suárez D. (2009b) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. Año Nuevo, Santa Cruz. 11 pp. Febrero de 2009.
- Suárez D. (2009c) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. Bajo Picazo, Santa Cruz. 15 pp. Febrero de 2009.
- Suárez D. (2009d) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. La Celestina, Santa Cruz. 11 pp. Febrero de 2009.
- Suárez D. (2009e) Chequeo de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. La Paz, Santa Cruz. 4 pp. Mayo de 2009.
- Suárez D., Martínez L., Ferrante D. (2009a) Evaluación de pastizales naturales Parque Nacional Monte León, Santa Cruz. 30 pp. Marzo de 2009.
- Suárez D., Rivera E., Sturzenbaum V., Mora J. (2009b) Evaluación de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. La Paz, Santa Cruz. 10 pp. Diciembre de 2009.
- Suárez D. (2010) Evaluación de pastizales Eas. La Solita - Los Faros, Santa Cruz. 10 pp. Diciembre de 2010.
- Suárez D. (2011) Chequeo de pastizales naturales mediante método “Santa Cruz” en Ea. Chank Aike, Santa Cruz. 5 pp. Abril de 2011.
- Westoby M., Walter B., Noy Meir I. (1989) Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal Rangeland Management* 42, 266-274.