

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

# DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA EN PRADERAS A PASTOREO EN LA PATAGONIA HÚMEDA (REGIÓN DE AYSÉN)



EDITORES:

CHRISTIAN HEPP K., PhD  
CAMILA REYES S., PHD

COYHAIQUE, CHILE, 2017



Boletín INIA N° 351

## **DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE MATERIA SECA EN PRADERAS A PASTOREO EN LA PATAGONIA HÚMEDA (REGIÓN DE AYSÉN)**

Editores:

Christian Hepp y Camila Reyes

Coyhaique, Chile, 2017

**Autores:**

Christian Hepp	Ing Agr MPhil PhD, INIA (Director Proyecto)
Camila Reyes	Ing Agr PhD, INIA
Robinson Soto	Técnico Agrícola, INIA
Eduardo Cáceres	Ingeniero Agrícola, Indap Aysén
Pier Barattini	Biólogo, INIA
Darío Juárez	Ing. Agr. Indap Aysén

**Equipo asistente:**

Adriana Carvajal	Analista Laboratorio, INIA
Verónica González	Ing. Agr. INIA Tamel Aike
Margot Monsalve	Operaria agrícola
Elda Monsalve	Operaria agrícola
Viola Saldivia	Laboratorio INIA Tamel Aike
Mirna Medina	Laboratorio INIA Tamel Aike

**Editores:** Christian Hepp K.  
Camila Reyes S.

Este boletín fue editado en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro INIA Tamel Aike, Ministerio de Agricultura, como parte de las actividades comprometidas en el proyecto “Desarrollo de un sistema simple y rápido de medición en terreno de la producción de praderas predominantes en distintas zonas agroecológicas de la Región de Aysén”, el que fue financiado por el Gobierno Regional de Aysén, a través de la Fundación para la Innovación Agropecuaria (FIA) (Código: PYT-2015-0328).

Cita: Hepp, C., Reyes, C., Soto, R., Cáceres, E., Barattini, P. y Juárez, D. (2017). Determinación de la disponibilidad de materia seca en praderas a pastoreo en la Patagonia Húmeda (Región de Aysén). Boletín Técnico N° 351. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 44p.

Cantidad de ejemplares: 400  
Impresión: Imprenta América (Temuco)

*Se autoriza la reproducción total o parcial citando la fuente y los autores sólo con la autorización del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)*

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
PRADERAS EN LA REGIÓN DE AYSÉN	7
TIPOS DE PRADERAS	9
CONCEPTO DE MATERIA SECA	17
MÉTODOS DE MEDICIÓN DE DISPONIBILIDAD DE BIOMASA	19
MÉTODOS DIRECTOS	19
MÉTODOS INDIRECTOS	20
Medidor de altura no disturbada	23
Plato de medición de altura comprimida	25
Medidor de capacitancia eléctrica	26
ECUACIONES DE CALIBRACIÓN	30
CONSIDERACIONES IMPORTANTES	32
RECONOCIMIENTOS	32
REFERENCIAS	33
ANEXOS	35

## INTRODUCCIÓN

La ganadería del sur de Chile y particularmente en la Patagonia, está basada en la utilización de praderas, las que se encuentran bajo diferentes sistemas de manejo en sistemas productivos bovinos y ovinos. Por ello, los sistemas se califican habitualmente como “pastoriles” y se les diferencia de otros que involucran mayor proporción de uso de recursos extra-prediales, como granos, concentrados y/o subproductos de diferente tipo.

La zona sur y austral del país abarca una extensa superficie y dentro de ella se encuentran características de suelos y climas muy diferentes, por lo que los tipos de praderas y sus patrones de crecimiento difieren grandemente por condiciones locales al compararlos con otras regiones del país. Por ello, es importante contar con información ajustada a cada condición particular, ya que las praderas están constituidas por diferentes especies o proporciones de especies, lo que las hace particulares en su condición.

En los sistemas pastoriles, un aspecto central en el manejo lo constituye la disponibilidad de forraje para los animales. El conocimiento de la disponibilidad permite ajustar los sistemas y establecer los criterios de manejo en cada caso.

La disponibilidad de materia seca en praderas puede medirse directamente o bien estimarse a través de diferentes metodologías. Algunas de ellas, de desarrollo más reciente, involucran el uso de instrumentos que permiten estimar la disponibilidad de forraje a través de variables como la altura y la densidad de la pradera. Estos instrumentos ya se encuentran en uso en otras zonas del país, pero su aplicación en las condiciones de las praderas de Aysén requeriría de una calibración adecuada. Para ello, se desarrolló el proyecto denominado “*Desarrollo de un sistema simple y rápido de medición en terreno de la producción de praderas predominantes en distintas zonas agroecológicas de la Región de Aysén*”, el que fue financiado por el Gobierno Regional de Aysén, a través de la Fundación para la Innovación Agropecuaria (FIA).

Este proyecto abarcó dos temporadas de crecimiento, 2015-16 y 2016-17 y tuvo como objetivo la generación de una herramienta y metodología de trabajo que permitiera una fácil y rápida estimación del rendimiento de praderas predominantes en dos zonas agroclimáticas de la región de Aysén. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- a) Elaborar una regla para la estimación de la disponibilidad de forraje en diferentes tipos de praderas y estaciones del año.
- b) Generar curvas de calibración para el uso de equipos medidores de disponibilidad de materia seca: Plato Medidor de Forraje (plate meter) y Bastón Electrónico (*GrassMaster*).
- c) Elaborar una guía metodológica con criterios para aplicar los instrumentos de medición.
- d) Capacitar a profesionales, técnicos y productores en el uso de la tecnología generada.

Esta publicación resume los principales resultados obtenidos en este proyecto, junto con detallar la metodología y aplicaciones de los diferentes instrumentos de medición probados.

## PRADERAS EN LA REGIÓN DE AYSÉN

Aysén tiene más de 10,8 millones de hectáreas como superficie total. Dada su gran dispersión geográfica y tamaño, junto a una particular orografía, presenta además varias zonas agroecológicas muy contrastantes. Se aprecia una gradiente de disminución de precipitaciones en sentido oeste-este, principalmente por la existencia de la barrera de la Cordillera Patagónica (Andes Patagónicos), que genera una zona de sombra de lluvias en la vertiente oriental. Existen diferencias pluviométricas y también térmicas, lo que se ha traducido en suelos y vegetación diferente en la zona occidental (bosque siempreverde y suelos volcánicos fuertemente ácidos) y oriental (bosque caducifolio y suelos volcánicos ligeramente ácidos).

El origen de las praderas de las zonas húmedas occidentales (Zona Húmeda) y de la vertiente oriental (Zona Intermedia) de Aysén proviene de la etapa de colonización (siglo XX), cuando se reemplazaron extensas zonas de bosques nativos con praderas introducidas, muchas de cuyas especies posteriormente se naturalizaron. En muchos sectores, los colonos introdujeron especies forrajeras como el pasto ovido, trébol blanco, poa, chéptica, pasto miel, ballica perenne, trébol rosado y otras, además de incorporarse especies de menor valor forrajero que actualmente constituyen malezas comunes en la zona (diente de león, pasto del chanco, cerastio, siete venas, entre otras).

Un estudio reciente ha dividido la región de Aysén en 68 valles de potencial agropecuario, abarcando una superficie de cerca de 1,3 millones de hectáreas (cuadro 1). Sin embargo, de esa superficie, sólo 682.000 ha corresponden a suelos de uso preferentemente ganadero, ya que aún hay grandes extensiones cubiertas por bosque de diferente condición, además de humedales y turberas. Los suelos arables son muy minoritarios, aunque poseen un alto potencial productivo (Hepp y Stuardo, 2014).

Vegetación	III	IV	Subtotal III y IV	V	VI	Subtotal V y VI	VII	TOTAL (III a VII)
Praderas	2.385	45.153	47.538	20.480	66.689	87.168	18.522	153.228
Pradera matorral	92	10.030	10.122	5.490	58.635	64.124	51.126	125.372
Matorral	133	15.048	15.181	21.573	64.634	86.208	87.523	188.911
Estepa	46	5.379	5.425	7.947	136.060	144.007	65.887	215.319
<i>Subtotal</i>	<i>2.656</i>	<i>75.610</i>	<i>78.266</i>	<i>55.489</i>	<i>326.018</i>	<i>381.507</i>	<i>223.057</i>	<i>682.829</i>
Humedales	73	2.635	2.708	15.779	2.726	18.505	681	21.895
Bosque abierto	2	7.510	7.513	7.666	41.295	48.962	20.799	77.273
Bosque	106	33.361	33.467	46.017	227.731	273.748	193.674	500.889
Turberas	0	23	23	1.489	328	1.817	623	2.463
Otros	105	4.387	4.492	6.783	20.597	27.380	21.052	52.925
<i>Subtotal</i>	<i>286</i>	<i>47.916</i>	<i>48.202</i>	<i>77.735</i>	<i>292.678</i>	<i>370.413</i>	<i>236.830</i>	<i>655.445</i>
<b>Total</b>	<b>2.943</b>	<b>123.526</b>	<b>126.468</b>	<b>133.224</b>	<b>618.695</b>	<b>751.919</b>	<b>459.886</b>	<b>1.338.274</b>

Cuadro 1. Combinación de capacidad de uso de suelos y cobertura vegetal en los valles de interés agropecuario de la región de Aysén (Hepp y Stuardo, 2014).

Las praderas naturalizadas tienen períodos de crecimiento relativamente acotados, lo que abarca aproximadamente desde septiembre a abril en la Zona Húmeda y de mediados o fines de octubre hasta marzo, en la Zona Intermedia. Esto tiene variaciones según los sitios específicos y los niveles de mejoramiento de las praderas que se puedan encontrar. Asimismo, los rendimientos varían grandemente, desde menos de 1 t MS/ha en praderas degradadas de la Zona Intermedia hasta sobre 6 o 7 t MS/ha en praderas mejoradas. También influirá el status del suelo y las especies dominantes.

Estas praderas se pueden mejorar vía fertilización (S-P en la zona intermedia; P-cal en la zona húmeda) y llegar a rendir normalmente entre 5-8 t MS/ha. En el proceso de mejoramiento, junto al aumento de biomasa total se observa un mayor valor nutritivo del forraje, debido a los cambios botánicos que se producen en las praderas, como también a la mejor fertilidad del suelo.

La Figura 1 muestra el comportamiento del crecimiento de las praderas mejoradas típicas en dos zonas agroclimáticas (Zonas Húmeda e Intermedia). Se aprecia una curva de crecimiento más extendida en el caso de la Zona Húmeda, mientras que en la Zona Intermedia ésta se presenta con mayor concentración. Sobre todo en esta segunda zona, el crecimiento se concentra fuertemente en los meses de noviembre y diciembre, donde puede ocurrir entre el 60-70% del total de la producción de biomasa anual. Entre los meses de abril a septiembre el crecimiento es cercano a cero y los sistemas dependen casi exclusivamente de fuentes de forrajes conservados o rezagados.

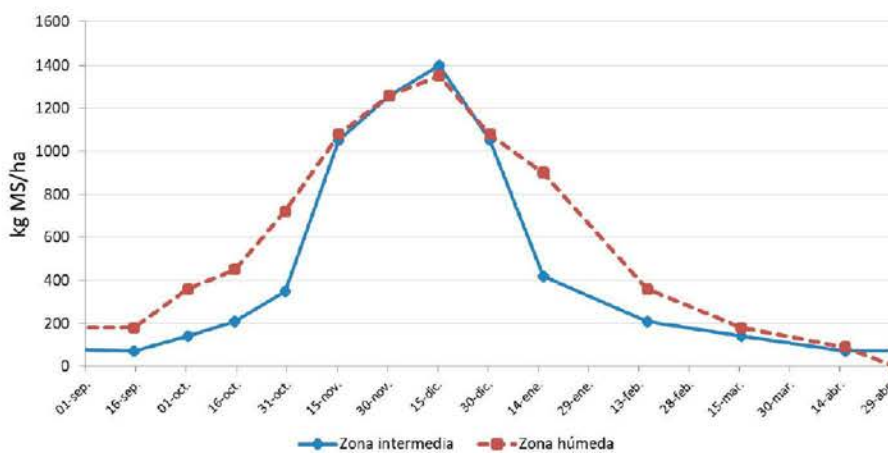


Figura 1. Crecimiento de praderas en dos zonas agroclimáticas de la región de Aysén.

En los suelos arables (Capacidad de uso (CUS) III y IV), es posible establecer praderas con mayores rendimientos e incluso cultivos forrajeros suplementarios. Ello implica la siembra de especies forrajeras de mayor potencial, como pasto ovido, ballica perenne y festuca, entre

las gramíneas, y tréboles (blanco y rosado). En estos casos, los rendimientos de biomasa fluctúan habitualmente entre 7 y 10 t MS/ha, pudiendo en ciertos casos llegar a 12 t MS/ha. Generalmente se realizan siembras mixtas que incluyen una o más gramíneas con una o más leguminosas.

Los sistemas ganaderos de esta región se basan en la utilización de estas praderas con pastoreo directo. Para obtener resultados productivos adecuados, los animales a pastoreo deben comer suficiente forraje diariamente para así lograr altas tasas de crecimiento, adecuados resultados reproductivos y/o producción de leche, según sea el caso. En las praderas mejoradas, utilizadas habitualmente en sistemas ganaderos más intensivos de recría y engorda, resulta importante conocer la disponibilidad de forraje o biomasa (materia seca). Ello permite manejar la oferta de forraje de forma eficiente y la toma de decisiones de manejo, como la velocidad de avance en pastoreo rotativo, momentos de cambio de potrero, asignación de superficie de pastoreo y la determinación de carga animal, entre otros.

## TIPOS DE PRADERAS

En este proyecto, se han caracterizado cuatro tipos de praderas, dos de la Zona Intermedia y dos de la Zona Húmeda. Para ello se consideraron las praderas predominantes en cada zona.

### ZONA INTERMEDIA

En esta zona se utilizó la pradera mixta dominada por el pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco (*Trifolium repens*); y la pradera naturalizada fertilizada, que se compone predominantemente de varias gramíneas: poa (*Poa pratensis*), pasto miel (*Holcus lanatus*), pasto ovillo, además de diente de león (*Taraxacum officinale*) y trébol blanco.

#### Pradera mixta de pasto ovillo

En muchos sectores de la Zona Intermedia se han establecido praderas basadas en pasto ovillo como gramínea principal. Habitualmente se mezcla con trébol blanco y eventualmente también con trébol rosado en menor proporción. En condiciones normales, en esta pradera se encontrarán también otras especies, generalmente naturalizadas. Las praderas utilizadas para la calibración de instrumentos se ubicaban en el sector de Valle Simpson.

Se realizaron mediciones de la composición botánica de las praderas en diferentes estaciones del año, en la temporadas de 2015/16 y 2016/17. El cuadro 2 resume la composición de estas praderas. Se observa que la proporción de diferentes especies encontradas no es constante y varía de acuerdo a la estación del año (P=primavera; V=verano; O=otoño). Se observa que esta pradera está dominada principalmente por gramíneas, con baja proporción de leguminosas y donde el diente de león alcanza proporciones de importancia, particularmente en primavera.



Temporada	Pasto Ovillo	Poa	Pasto Miel	Otras Gramíneas	Leguminosas	Diente de León	Otras malezas
P-15	45,1%	19,1%	16,5%	0,0%	8,3%	9,9%	1,1%
V-16	67,1%	17,4%	10,2%	0,0%	3,4%	2,0%	0,0%
O-16	96,3%	0,0%	0,7%	0,0%	2,3%	0,4%	0,3%
P-16	19,4%	40,0%	6,8%	12,3%	0,0%	21,5%	0,0%
V-17	47,8%	39,8%	3,2%	1,5%	0,0%	7,7%	0,0%
O-17	53,2%	15,7%	0,0%	0,0%	17,3%	13,8%	0,0%

Cuadro 2. Composición botánica de la pradera mixta de pasto ovillo de la Zona Intermedia de Aysén (base materia seca). P=primavera; V=verano; O=otoño.

El cuadro 3 resume valores promedio para diferentes parámetros de valor nutritivo que fueron evaluados en esta pradera, en diferentes estaciones del año. Las muestras corresponden a material cosechado simulando pastoreo. En verano de 2016, producto de la fuerte sequía, se aprecian bajos niveles de proteína cruda, energía metabolizable y mayor fibra (FDN). En la temporada siguiente, se recuperan valores altos de proteína cruda (sobre 20% en primavera y verano) con alta digestibilidad y mayor energía metabolizable).

Pradera	Temporada	% Cenizas	Proteína cruda %	% Dig. <i>in vitro</i>	Energía Metabolizable Mcal/Kg	FDN %	% Valor "D"
Pasto ovillo	VER-16	8,78	9,38	73,65	2,45	53,65	66,90
	PRIM-16	10,60	20,25	87,50	2,82	37,90	78,25
	VER-17	11,90	21,20	79,60	2,56	41,80	70,30
	OT-17	11,50	17,90	76,20	2,48	47,70	67,90

Cuadro 3. Valor nutritivo de la pradera de pasto ovillo mixta de la Zona Intermedia de Aysén (base materia seca).



Foto 1. Pradera mixta de pasto ovillo del sector Valle Simpson, bajo pastoreo con bovinos de carne.

#### Pradera naturalizada fertilizada Intermedia

La pradera naturalizada fertilizada (PNF) de la zona intermedia ocupa una proporción mayor de suelos que la pradera anterior y existe un potencial importante de crecimiento en muchos sectores donde aún es necesario recuperar la fertilidad del suelo. Las praderas seleccionadas se encontraban en sectores de terrazas semiplanas del sector Valle Simpson.

Para los fines de este estudio, se utilizaron PNF de sectores de mayor fertilidad de suelos, de modo de que se haya expresado el potencial productivo. La composición de la pradera se midió en diferentes estaciones del año, durante 2016 y 2017. Los resultados se resumen en el cuadro 4. Se observó bastante variabilidad en la proporción de especies forrajeras en esta pradera. Las gramíneas predominantes son poa, pasto miel y pasto ovillo, mientras que se observa períodos en que el trébol blanco alcanza niveles altos, al igual que el diente de león, que pasa a ser una especie con mayor predominancia en primavera.

Temporada	Pasto miel	Poa	Pasto Ovillo	Trébol blanco	Diente de León	Malezas
V-16	11,0%	20,3%	4,8%	23,4%	21,3%	19,2%
O-16	57,1%	8,4%	8,6%	6,9%	13,2%	5,7%
P-16	9,1%	27,2%	12,1%	9,5%	39,6%	1,9%
V-17	27,7%	38,7%	13,9%	11,9%	7,9%	0,0%
O-17	9,4%	0,0%	23,9%	50,2%	0,0%	16,5%

Cuadro 4. Composición botánica de la pradera naturalizada de la Zona Intermedia de Aysén (base materia seca).

En cuanto al valor nutritivo (Cuadro 5) medido en estas praderas, los niveles promedio de proteína cruda son algo inferiores a los reportados en la pradera anterior, fluctuando entre 13-17% aproximadamente. La digestibilidad varía de 71-84%, alcanzando los mayores valores en la primavera, donde también la energía metabolizable es mayor y los niveles de fibra detergente neutro (FDN) muy bajos. Estas características hacen de esta pradera un muy buen recurso para engorda de animales ovinos y bovinos, donde alcanzan elevadas tasas de crecimiento estacional.

Pradera	Temporada	% Cenizas	Proteína cruda %	% Dig. <i>in vitro</i>	Energía Metabolizable Mcal/Kg	FDN %	% Valor "D"
PNF-ZI	OTÑ-16	9,80	12,65	71,10	2,37	50,50	64,10
	PRIM-16	11,45	17,55	83,80	2,66	34,25	73,20
	VER-17	10,80	15,55	76,60	2,50	44,75	68,25
	OT-17	10,90	17,70	72,70	2,37	43,00	64,20

Cuadro 5. Valor nutritivo de la pradera naturalizada de la Zona Intermedia de Aysén base materia seca).



Foto 2. Pradera naturalizada fertilizada en sector de laderas de Valle Simpson. Foto de período de verano con abundante trébol blanco.

## ZONA HÚMEDA

En este caso se utilizó la pradera de ballica perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco; y la pradera naturalizada mejorada de esta zona, compuesta por chéptica (*Agrostis spp*), pasto miel, trébol blanco y botón de oro (*Ranunculus sp.*), además de otras especies herbáceas.

Pradera mixta de ballica perenne

Los sectores seleccionados para este tipo de pradera se encontraban en las localidades de El Balseo, Viviana y Valle Verde, cercanos a Puerto Aysén. Si bien esta pradera tenía contenidos dominantes de ballica perenne en la mayoría de las estaciones, también estaban presentes otras gramíneas, como chéptica, pasto miel y otras (Cuadro 6). Los niveles de leguminosas (especialmente trébol blanco, pero también proporciones menores de alfalfa chilota: *Lotus uliginosus*) fluctuaban entre 9-19%. Sobre todo en la segunda temporada, con mayor humedad, se evaluó presencia importante de botón de oro en la pradera (15-31%).

Temporada	Ballica	Pasto Miel	Chéptica	Otras gramíneas	Leguminosas	Botón de oro	Otras Malezas
P-15	16,8%	3,1%	31,2%	22,2%	19,6%	2,4%	4,8%
V-16	42,2%	21,2%	8,6%	11,2%	9,5%	5,4%	1,9%
O-16	47,1%	6,5%	0,0%	25,5%	11,4%	8,1%	1,4%
P-16	42,6%	12,1%	0,0%	0,0%	13,1%	31,0%	1,3%
V-17	22,5%	35,4%	15,5%	0,0%	8,3%	18,3%	0,0%
O-17	41,3%	16,7%	0,0%	0,0%	19,9%	15,1%	7,0%

Cuadro 6. Composición botánica de la pradera de ballica perenne mixta de la Zona Húmeda de Aysén. (Base materia seca). P=primavera; V=verano; O=otoño.

En cuanto a valor nutritivo de la pradera, el Cuadro 7 resume los principales parámetros evaluados. Como en otras praderas, en el verano de 2016 se encontraron niveles más bajos de nutrientes, producto principalmente de las restricciones impuestas por el déficit hídrico registrado. En la temporada 2016-2017 se observaron niveles de proteína cruda de entre 17 a casi 19% y alta digestibilidad, además de adecuados niveles de energía metabolizable y bajos niveles de FDN. Todos estos niveles indican praderas adecuadas para manejos de mayor requerimiento animal, como sistemas de recría y engorda.

Pradera	Temporada	% Cenizas	Proteína cruda %	% Dig. <i>in vitro</i>	Energía Metabolizable Mcal/Kg	FDN %	% Valor "D"
Ballica	VER-16	9,55	12,28	73,34	2,43	53,9	66,0
	OTÑ-16	12,1	17,2	84,15	2,69	47,3	74,2
	PRIM-16	10,78	18,40	86,68	2,78	42,2	76,9
	VER-17	10,55	16,30	77,55	2,51	46,9	68,6
	OT-17	11,90	18,60	81,70	2,60	47,8	71,4

Cuadro 7. Valor nutritivo de la pradera de ballica perenne mixta de la Zona Húmeda de Aysén (base materia seca).



Foto 3. Pradera mixta de ballica perenne en la Zona Húmeda de Aysén

### Pradera naturalizada fertilizada húmeda

La pradera naturalizada de la Zona Húmeda tiene habitualmente mayor nivel productivo que la de la Zona Intermedia. Está dominada por chéptica y pasto miel, aunque las proporciones varían según la estación del año. En ciertas épocas del año hay una presencia importante de botón de oro, como componente de la pradera. Las leguminosas en esta pradera también tuvieron, en general, una proporción relevante (Cuadro 8).

Temporada	Pasto miel	Chéptica	Otras gramíneas	Trébol blanco	Alfalfa chilota	Botón de oro	Otras malezas
P-15	21,1%	17,1%	10,1%	18,5%	0,1%	26,5%	6,5%
V-16	18,3%	28,9%	0,6%	28,3%	0,0%	16,9%	6,9%
O-16	47,5%	10,4%	3,0%	13,3%	0,0%	25,7%	0,1%
P-16	32,3%	25,2%	5,9%	16,3%	2,8%	12,4%	5,1%
V-17	73,8%	17,7%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%	6,2%
O-17	56,7%	13,6%	0,0%	12,5%	0,0%	8,8%	8,4%

Cuadro 8. Composición botánica de la pradera naturalizada de la Zona Húmeda de Aysén. (Base materia seca). P=primavera; V=verano; O=otoño.

La pradera naturalizada de la Zona Húmeda fue también analizada en cuanto a su valor nutritivo en diferentes estaciones del año y los promedios encontrados se resumen en el Cuadro 9. En primavera se logran los mayores niveles de proteína, digestibilidad, energía metabolizable y los menores niveles de fibra. La proteína cruda tiende a declinar en verano hacia 14-15%, pero la digestibilidad sigue siendo bastante alta y los niveles de fibra a un nivel intermedio. Esta pradera, manejada en forma controlada en pastoreo también puede sustentar sistemas de cría y engorda animal.

Pradera	Temporada	% Cenizas	Proteína cruda %	% Dig. <i>in vitro</i>	Energía Metabolizable Mcal/Kg	FDN %	% Valor "D"
PNF-ZH	VER-16	11,25	14,45	73,70	2,37	47,05	64,35
	OTÑ-16	12,27	21,52	80,00	2,54	44,98	69,60
	PRIM-16	11,08	23,52	87,60	2,81	40,83	77,72
	VER-17	10,80	15,55	76,60	2,50	44,75	68,25
	OT-17	9,50	15,30	70,10	2,33	49,40	63,00

Cuadro 9. Valor nutritivo de la pradera naturalizada de la Zona Húmeda de Aysén (base materia seca).

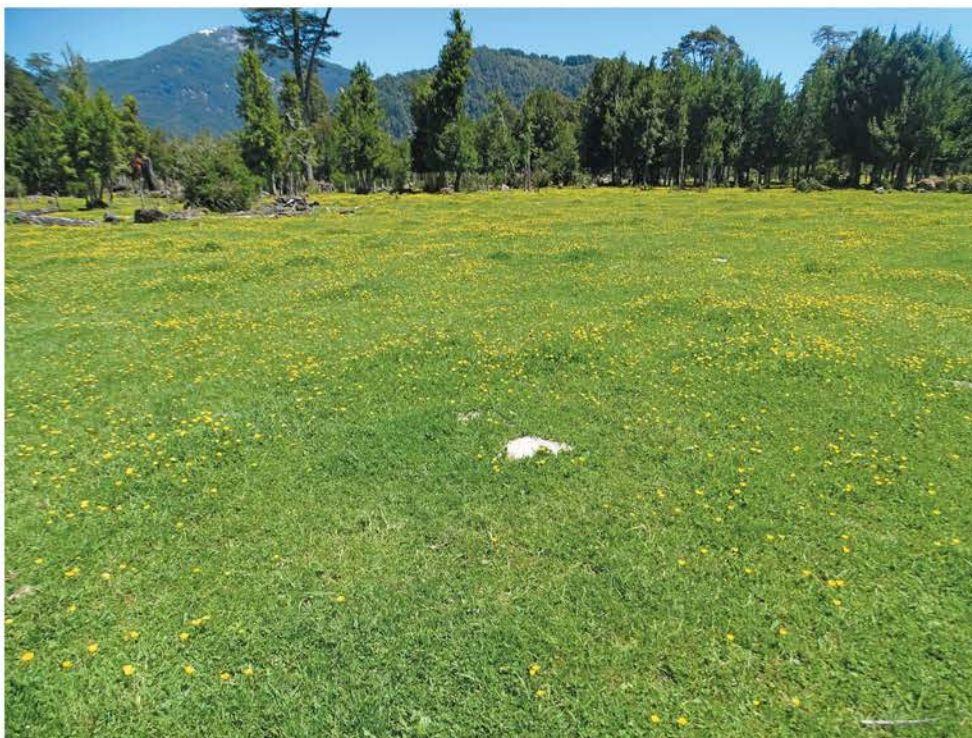


Foto 4. Pradera naturalizada mejorada vía fertilización en la Zona Húmeda de Aysén.

## **CONCEPTO DE MATERIA SECA (MS)**

En cualquier sistema de producción animal se debe conocer y cuantificar aspectos relacionados con la dieta y los requisitos de alimentación del ganado. La mayoría de las dietas se calculan en base al peso y a la concentración de nutrientes de cada ingrediente que la compone. Por tanto, es importante conocer el contenido de humedad ya que éste afecta el peso del alimento, pero no proporciona valor nutritivo al animal. Por lo tanto, el agua diluye el valor nutritivo por unidad de peso, aumentando el costo neto de los nutrientes.

Aun cuando la alimentación del ganado se realice en base a pastoreo, es fundamental poder estimar la cantidad y calidad del forraje producido que estará disponible para los animales en un periodo de tiempo determinado. El valor de materia seca (MS) ha sido utilizado desde hace décadas como el parámetro con el que se expresan resultados de producción y calidad del recurso forrajero (Crespo, et. al., 2007). La producción está referida al proceso de generar un producto, que en este caso es forraje para alimentación animal. Su unidad de medición se expresa en un producto deshidratado que corresponde a los Kilos de MS. Este concepto no involucra la unidad de superficie.

Por otra parte, el contenido de materia seca medido en términos porcentuales, es un indicador de la calidad del forraje cosechado. Este parámetro cambia dependiendo de las especies que componen las praderas, al estado fenológico de cada una de ellas, condiciones ambientales y estrés a que están sometidas (déficit hídrico, bajas y altas temperaturas, déficit de nutrientes), estación del año, partes de las plantas consideradas en la medición, entre otros.

En estado vegetativo, las plantas poseen un alto contenido de agua y bajo nivel de fibra, situación que determina que el porcentaje de materia seca fluctúe entre 8% y 16%. En las primeras etapas de maduración o formación de espiga, la planta presenta mayores niveles de lignificación en las paredes celulares que generan un aumento de la proporción de materia seca. En este periodo las plantas poseen entre 17% y 22% de materia seca. Finalmente, las plantas espigadas o en plena formación de semillas, presentan niveles de materia seca superiores a 22%.

## **DEFINICIÓN DE MATERIA SECA**

La materia seca es un término que se utiliza para identificar el restante después de la remoción de agua del alimento o forraje con que se está trabajando, es decir, corresponde al material que queda después de la evaporación del agua. Los nutrientes requeridos por el animal para el mantenimiento, el crecimiento, la preñez y la lactancia, son parte de la porción de MS del alimento.

## **FORMAS DE MEDIR LA MATERIA SECA**

La determinación de la MS es un proceso relativamente simple, pero requiere de tiempo. El método más común es la eliminación del agua libre por medio de calor. En estas condiciones el agua se evapora desde la muestra de pradera, dejando sólo el contenido seco detrás. Esto



se puede realizar en condiciones de laboratorio utilizando un horno de ventilación forzada. Sin embargo, también hay métodos caseros y prácticos que se han utilizado para determinar el contenido de humedad de una pradera de manera precisa.

### Método de secado en estufas de aire forzado en laboratorio

El proceso de extracción de agua se realiza en laboratorio sometiendo una muestra fresca de forraje por 48 horas a un proceso de deshidratación en horno de ventilación forzada a 65°C. El tiempo de deshidratación puede disminuir cuando las muestras son sometidas a otras temperaturas (hasta 105°C). Por lo general se pesan 250 gramos de forraje y se colocan en una bolsa de papel dentro del horno. La obtención de un peso constante de la muestra sometida a deshidratación indica que el proceso ha finalizado.

### Método de secado con horno de microondas

Este método de secado es muy similar al anterior, sólo que se utiliza un microondas convencional (Figura 2) para deshidratar la muestra de pradera. Según un estudio realizado por Crespo, et. al. (2007) el uso del microondas permite determinar confiablemente el contenido de MS en distintos materiales forrajeros utilizados, reduciendo significativamente el tiempo de secado (6 a 8 min) respecto a la estufa de circulación forzada de aire (48 h). Además, ésta es una alternativa que está al alcance de la gran mayoría de los productores.

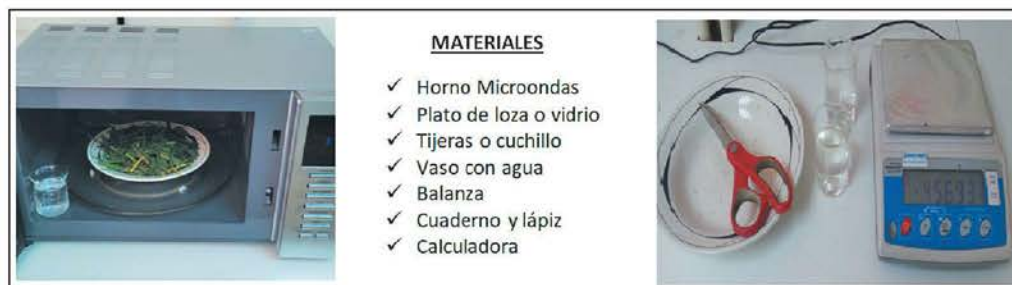


Figura 2. Materiales necesarios para determinar el contenido de materia seca mediante el método de secado con horno de microondas.

Los pasos prácticos que se deben seguir para obtener una adecuada estimación del contenido de MS son los siguientes:

- 1) En una balanza colocar el plato y ajuste a cero.
- 2) Mezclar bien la muestra de forraje fresca, colectada recientemente en la pradera, y separar una submuestra de 40 gramos.

- 3) Con la ayuda de un cuchillo o tijeras cortar el forraje en trozos menores a 3 cm
- 4) Introduzca el plato con la muestra picada al microondas por 5 minutos. Esta debe ir acompañada con un vaso con agua para evitar que la muestra se queme.
- 5) Sacar el plato con la muestra y registrar su peso, después colocar nuevamente el plato con la muestra durante 3 minutos más. Se recomienda cambiar el vaso con agua cada vez que ingrese la muestra al microondas, para evitar que el agua hierva.

Repetir el procedimiento de los 3 minutos hasta que la muestra se estabilice y no registre más pérdida de peso.

#### APLICACIONES DE LA MEDICIÓN DE MATERIA SECA

El porcentaje de MS se obtiene al relacionar el peso del forraje verde y el forraje deshidratado (seco) a través de la siguiente fórmula:

$$MS (\%) = (\text{Peso seco final} / \text{peso verde inicial}) * 100$$

Por lo tanto, si se decide estimar la materia seca de una pradera mediante el método del microondas, y registra un peso inicial de su muestra de 40 g, pero luego del secado pesa 7 g, esto quiere decir que su pradera presenta un contenido de MS de 17,5 % ( $7/40 \times 100$ ).

Al conocer los porcentajes de MS de diferentes alimentos y forrajes, se puede determinar cuánto de este corresponde al contenido orgánico e inorgánico que aporta nutrientes, y cuánto corresponde a agua. Por ejemplo, en un bolo de silo pack de 350 kg y un porcentaje de MS de 35%, la porción de forraje corresponde a 122,5 kg de Materia seca y 227,5 litros de agua.

#### MÉTODOS DE MEDICIÓN DE DISPONIBILIDAD DE BIOMASA (MATERIA SECA) EN PRADERAS BAJO PASTOREO

Para evaluar la disponibilidad de forraje en una pradera en condiciones de pastoreo, existen diferentes alternativas, con distintos niveles de complejidad o dificultad para su aplicación. Estos métodos pueden ser directos, es decir, aquellos en que se mide la cantidad de forraje presente, o bien indirectos, en que se estima la disponibilidad de forraje presente a través de diferentes instrumentos.

#### MÉTODOS DIRECTOS DE MEDICIÓN DE LA BIOMASA A PASTOREO

El cálculo de la disponibilidad de forraje mediante el método de corte es el procedimiento más exacto y objetivo. Sin embargo, tiene la desventaja de requerir infraestructura adecuada y mucho tiempo tanto en el campo como en el laboratorio. Estos métodos son destructivos ya que se debe remover las plantas, lo que podría afectar la pradera.

### Método de evaluación por corte usando marcos

Este método consiste en utilizar un marco de área conocida, desde donde se corta el forraje, lo que permite correlacionar la biomasa extraída con la superficie del marco, obteniendo el rendimiento de la pradera, que se expresa en kg de MS/ha.

Para la obtención de las muestras se debe elegir un sector de la pradera que sea homogéneo y representativo, evitando manchones o sectores con bostas. Luego, se coloca el marco en el suelo y se corta a ras de suelo todo el forraje del área del marco. Se recomienda realizar este corte con una esquiladora eléctrica, lo que acelera el proceso (Foto 5). De lo contrario se puede utilizar una tijera o tijerón de esquila. Una vez recolectada la muestra en una bolsa debidamente identificada y se debe registrar el peso fresco tan pronto como sea posible. Dependiendo de la variabilidad de la pradera, será necesario recolectar más o menos muestras. En condiciones uniformes bastará con cuatro repeticiones.



Foto 5. Equipo para el muestreo de con marco

### MÉTODOS INDIRECTOS DE MEDICIÓN DE LA BIOMASA EN PASTOREO

Como se vio anteriormente, la determinación de la disponibilidad de biomasa con métodos directos es relativamente lenta y engorrosa, además de requerir bastante trabajo. Por este motivo, se han desarrollado métodos indirectos, que no son destructivos, es decir, no requieren de cortar o cosechar forraje. Estos métodos relacionan algunos atributos de la pradera, particularmente su altura y su densidad, con la disponibilidad de materia seca.

Con este fin, se utilizan diferentes instrumentos de medición de praderas en situación de pastoreo, entre los cuales destacan: el medidor de altura sin disturbar, el plato de altura comprimida y el medidor de capacitancia. Cada uno de estos instrumentos viene con una calibración de fábrica, que se relaciona con las características y condiciones propias de las praderas de países como Nueva Zelanda o Australia. Por ello, se requiere adaptarlos a las condiciones locales y calibrarlos para su uso más confiable en las praderas locales. Ello se logró a través de este estudio y las ecuaciones de calibración se describen más adelante.

La metodología para la calibración de los instrumentos de medición incluyó una gran cantidad de muestras tomadas en los cuatro tipos de praderas, en tres estaciones diferentes (primavera, verano y otoño) en dos temporadas de crecimiento (2015/16 y 2016/17). En cada pradera se tomaron cerca de 600 muestras en total por cada estación.



Foto 6. Corte de muestra de forraje en marco circular de 0,1 m<sup>2</sup> mediante tijeras eléctricas.



Foto 7. El forraje cosechado desde el marco se pesa y seca para determinar disponibilidad.

Para cada punto de muestreo, el procedimiento incluía cortar un marco circular de 0,1 m<sup>2</sup> de forraje (Foto 6 y 7), previa medición de la altura promedio sin disturbar (seis lecturas por marco), cinco mediciones con capacitómetro y la altura comprimida con plato.

En la foto 8 se muestran diferentes herramientas e instrumentos utilizados en esta faena. Una vez realizadas las mediciones, se procedía a cortar a ras de piso (Foto 7) todo el forraje circunscrito dentro del marco metálico a ras de piso, utilizando una tijera eléctrica. El forraje obtenido en cada punto posteriormente se pesaba en verde, se secaba en estufa de aire forzado y se determinaba finalmente la disponibilidad de materia seca en ese punto. Las lecturas de cada instrumento se correlacionaban entonces con la disponibilidad real de forraje. En cada pradera se procuraba tener muestras de puntos con baja, media y alta disponibilidad, de modo de poder obtener ecuaciones de regresión. En total, este procedimiento se repitió más de 7.000 veces en diferentes praderas, estaciones y temporadas.



Foto 8. Equipo de muestreo: tijeras eléctricas, grupo electrógeno, marco de muestreo, instrumentos de medición (plato y capacitómetro).

#### Medidor de altura no disturbada (sward-stick)

Este instrumento, desarrollado inicialmente en Escocia, fue perfeccionado en Nueva Zelanda y adaptado a las condiciones de praderas de ese país. El instrumento es muy simple y consiste en un bastón graduado con una lengüeta móvil transparente en la parte inferior. Esta lengüeta (Foto 9) se baja hasta que entra en contacto con la primera hoja de la pradera. Esa es la altura no disturbada. Estas alturas se miden en centímetros. El total de centímetros, dividido por la cantidad de puntos de muestreo entrega la altura no disturbada de la pradera.



Foto 9. Medición de la altura sin disturbar en una pradera. La lengüeta se baja hasta que toque la primera hoja.

Este instrumento es muy simple y permite monitorear rápidamente la disponibilidad de forraje en praderas a pastoreo. Es menos preciso que otros métodos, ya que sólo considera la altura de la pradera y no su densidad.

A través de estas mediciones fue posible la construcción de una **regla de medición de disponibilidad** de forraje en las praderas (Foto 10), que era uno de los objetivos del proyecto. De esta forma, se construyó una regla de muy fácil uso, que permite estimaciones gruesas de disponibilidad de forraje en praderas.

Se construyeron dos escalas para la Zona Intermedia (primavera y verano) y dos para la Zona Húmeda (primavera y verano).



Foto 10. Regla de medición de disponibilidad de forraje desarrollada en Aysén para praderas en pastoreo.

La regla de medición entrega valores de disponibilidad de forraje directamente en kg de materia seca por hectárea. Para usar la regla se debe recorrer el potrero y en cada punto poner verticalmente la regla y leer el valor de disponibilidad a la altura predominante de ese punto. Se anota la disponibilidad en cada punto (repetir 50 veces) y así se logra una disponibilidad promedio. Es un método muy simple y barato, aunque menos preciso que otros. Permite trabajar rangos de disponibilidad.

### Plato de medición de altura comprimida (rising plate meter)

Este es otro método para el cual se desarrolló un instrumento en Nueva Zelandia, que consiste en un bastón o vástago central que soporta un plato de aluminio de 0,1 m<sup>2</sup>, el cual se desliza hacia arriba y abajo (Foto 11). Al apoyar el bastón verticalmente sobre el suelo, el plato desciende y se apoya sobre la vegetación (pradera) y la comprime con su peso. De esta forma se obtiene la lectura de altura comprimida, la cual es computada en un registro que va acumulando lecturas de cada punto. Estas lecturas corresponden a unidad de medida de “medios centímetros”, ya que la escala está dividida en unidades de 0,5 cm.

Este instrumento considera tanto la altura como la densidad de la pradera, ya que praderas más densas ofrecen más resistencia al plato que aquellas de baja densidad. Asimismo, praderas más lignificadas ofrecen más resistencia. Este instrumento está diseñado para ser usado preferentemente en praderas en estado vegetativo y en condiciones de pastoreo.

El procedimiento es el siguiente:

- a. Antes de iniciar el recorrido anotar la lectura inicial del registro.
- b. En cada punto, apoyar el instrumento en el suelo, cuidando que no haya objetos que obstaculicen ese contacto con el suelo (piedras, bostas, restos de madera). El plato se apoyará en la vegetación y la comprimirá, y se realizará simultáneamente la lectura, la que se va acumulando en el registro.
- c. Al caminar, tener cuidado de no hacer “falsas lecturas” (no mover el plato)
- d. Repetir en al menos 50 puntos la lectura correspondiente. Se va apretando el contador en cada punto para tener la cuenta del total de puntos.
- e. Al terminar el recorrido, anotar la lectura final del registro.
- f. Lectura final menos lectura inicial = sumatoria de lecturas de altura comprimida.
- g. Sumatoria de lecturas comprimidas dividida por el n° de lecturas realizadas entrega la altura comprimida promedio del potrero o sitio muestreado.
- h. Ese valor promedio corresponde al valor “X” de la ecuación correspondiente, que permite calcular la disponibilidad de materia seca en kg MS/ha. (ver ecuaciones más adelante).





Foto 11. Plato para medir altura comprimida

Ejemplo: Antes de iniciar el recorrido por el potrero, se toma la lectura inicial (se anota) y corresponde a 23617. Se recorre el potrero tomando 50 puntos y al final el marcador indica 24732. La diferencia entre lecturas es de  $24732 - 23617 = 1115$ . Al dividir esta diferencia por el n° de lecturas (50), se tiene:  $1115/50 = 22,3$  unidades de medida. Este es el valor de "X" que hay que reemplazar en la ecuación seleccionada. Si esta es una pradera de la Zona Intermedia en primavera, la ecuación a utilizar es:  $y = 140x + 566$  (ver cuadro 11). Así, al reemplazar "X" se tiene: 140 multiplicado por 22,3 = 3.122 y al sumar 566 da un total de 3.688 kg MS/ha, que es la disponibilidad promedio del potrero.

#### Medidor de capacitancia eléctrica

Este instrumento es de un nivel de complejidad mayor y también tiene un costo superior, pero resulta muy práctico para realizar las mediciones de disponibilidad de forraje, directamente en kg de materia seca por hectárea.

Se basa en la medición de cambios que ocurren en la capacitancia externa utilizando un circuito eléctrico dentro de un tubo o bastón. En la medida que haya más pasto cerca del tubo, la capacitancia es alterada en mayor proporción. Estos datos son procesados internamente y transformados a disponibilidad de forraje.

Este instrumento consta del tubo o bastón que se apoya verticalmente en cada punto, y de un microprocesador en la parte superior, donde se procesa la información y tiene un visor para lectura de la información (foto 12). Este instrumento también corrige internamente los efectos que pueden ocurrir por diferentes contenidos de materia seca de la pradera, humedad externa del forraje, morfología de la pradera (hojas o tallos), temperatura, humedad relativa del aire y humedad del suelo.

Cada lectura genera un valor de CMR (corrected meter Reading o COUNT) el que mediante una ecuación de regresión se transforma a disponibilidad en kg de materia seca por hectárea.



Foto 12: Equipo de medición de praderas mediante capacitancia eléctrica.



Foto 13. Microprocesador del equipo medidor de disponibilidad de forraje por capacitancia. Permite lectura directa de la disponibilidad de forraje.

El procedimiento es el siguiente:

- a. El instrumento debe estar con suficiente carga.
- b. Encender apretando el botón "Power/Exit"

El instrumento tiene **ecuaciones predeterminadas**, por lo que es necesario reemplazarla por la ecuación que se desea utilizar en base al tipo de pradera y estación del año. Esta ecuación es de la forma  $Y = m + bX$ .

Para ello:

- Con el equipo encendido presionar "Menu/Pause" hasta que se visualice "TASKS"
- Presionar "Measure/Enter"
- Utilizar las flechas hasta que se visualice "MODIFY EQUATION"
- Presionar "Measure/Enter"
- Nuevamente presionar "Measure/Enter" y el cursor va a parpadear bajo la letra de la ecuación en uso.
- Usar las flechas para seleccionar la ecuación "I". La ecuación que se ingresará

se selecciona del cuadro 12.

- Presionar “Measure/Enter” y el cursor permitirá cambiar el multiplicador (m) (mediante las flechas)
- Presionar “Measure/Enter” y el cursor permitirá cambiar el símbolo +/- (normalmente en estos casos es negativo)
- Presionar “Measure/Enter” y el cursor permitirá ajustar el valor del intercepto (a) (mediante las flechas).
- Presionar “Menu/Pause” para regresar al menú principal

**NOTA: la modificación de la ecuación sólo se hace cuando se cambia de tipo de pradera o de estación. Al apagar el equipo quedará registrada la ecuación seleccionada hasta que se decida cambiarla.**

- c. Seleccionar el potrero que se desea medir usando las flechas (up/down) y apretar “Measure/Enter” para seleccionar.
- d. El instrumento va a requerir una lectura aérea. Para ello colocarlo horizontalmente en el aire, lejos de la pradera y de otros objetos que puedan obstaculizar esta lectura.
- e. El instrumento estará listo para iniciar la caminata
- f. En cada punto posicionar el bastón tocando el suelo aplicando una pequeña fuerza para indicar al equipo que tome la lectura. Luego levantar el instrumento hasta el próximo punto. Si la lectura se tomó adecuadamente se escuchará un sonido “bip”. En el visor se verá el número de la muestra y la disponibilidad en ese punto.
- g. Tomar al menos 50 lecturas caminando por el potrero o sector.
- h. Si se requiere, es posible pausar (apretar “Menu/Pause” una vez; repetir para continuar).
- i. Si se requiere, es posible borrar la lectura anterior mediante presionando “Undo/Next”.
- j. Al terminar la caminata, presionar “Measure/Enter” y en el visor se indicará el promedio de disponibilidad de materia seca en kg/ha. Este valor se mantendrá en la memoria para el potrero indicado.
- k. El equipo estará listo para un nuevo recorrido.

#### Notas:

- Antes de iniciar las mediciones, limpiar el bastón (sobre todo la parte inferior y el punto de contacto con el suelo) utilizando un paño de algodón (no usar telas sintéticas que generan estática) y el aceite proporcionado por el fabricante.
- El instrumento tendrá mejor desempeño en condiciones de praderas secas, sin rocío y no inmediatamente después de eventos de lluvias.
- Evitar contacto con cercos eléctricos, ya que puede afectar al equipo.
- El equipo tiene posibilidades de descargar información a un computador y el fabricante provee un software para manejar la información si así se desea.

#### ECUACIONES DE CALIBRACIÓN

Durante el desarrollo de este estudio, se midieron más de 7.000 puntos en diferentes praderas, estaciones del año y zonas. En cada caso, se relacionó la disponibilidad medida (disponibilidad real), con la altura no disturbada, altura comprimida y la lectura capacitancia obtenida. De esta forma fue posible construir ecuaciones de regresión para cada caso. Cada regresión fue analizada y se observó que en algunos casos no existían diferencias significativas entre praderas. Por ello, para efectos prácticos de aplicación, se definió juntar datos de praderas similares en cada zona agroclimática, ya que las regresiones eran significativas y se obtenían coeficientes de determinación adecuados.

Es así como para cada instrumento se construyó una ecuación para praderas de pastoreo en la Zona Intermedia y otra para praderas de pastoreo de la Zona Húmeda. En cada caso se consideró una ecuación para primavera y otra diferente para el verano. No se incluyen acá las ecuaciones de otoño, ya que en las condiciones de la Región de Aysén en otoño el crecimiento es generalmente marginal y no se realizará habitualmente manejo intensivo de pastoreo controlado en los sistemas productivos.

De esta forma, se obtienen para cada instrumento cuatro ecuaciones:

- Pradera Zona Intermedia – Primavera
- Pradera Zona Intermedia – Verano
- Pradera Zona Húmeda – Primavera
- Pradera Zona Húmeda - Verano

Las ecuaciones de calibración son de la forma  $y = a + b X$ , en que:

- “y” es la disponibilidad de materia seca en kg/ha
- “a” es la intersección
- “b” es la pendiente de la recta
- “X” es (según el instrumento):
  - La altura sin disturbar en cm (medidor de altura)
  - La altura comprimida en unidades de 0,5 cm (plato)
  - La capacitancia medida (capacitómetro)

Las ecuaciones de calibración para los instrumentos de medición de disponibilidad de forraje son las que se muestran en los Cuadros 10 a 12, para la altura sin disturbar, altura comprimida (plato) y capacitómetro, respectivamente.

Instrumento	Pradera/zona	Estación	Ecuación	r <sup>2</sup>
Altura SIN disturbar	Intermedia	Primavera	$y = 154 x + 852$	$r^2 = 0,577$
	Intermedia	Verano	$y = 205 x + 739$	$r^2 = 0,639$
	Húmeda	Primavera	$y = 147 x + 656$	$r^2 = 0,62$
	Húmeda	Verano	$y = 168 x + 828$	$r^2 = 0,646$

Cuadro 10. Ecuaciones de calibración para el medidor de altura SIN DISTURBAR (sward stick) para praderas en dos zonas agroclimáticas de Aysén y dos estaciones del año. “X” es el valor promedio de altura no disturbada, en cm, obtenido luego del recorrido del potrero.

Instrumento	Pradera/zona	Estación	Ecuación	r <sup>2</sup>
Altura comprimida (PLATO)	Intermedia	Primavera	$y = 140 x + 566$	$r^2 = 0,778$
	Intermedia	Verano	$y = 153 x + 547$	$r^2 = 0,720$
	Húmeda	Primavera	$y = 97 x + 799$	$r^2 = 0,626$
	Húmeda	Verano	$y = 96 x + 1022$	$r^2 = 0,602$

Cuadro 11. Ecuaciones de calibración para el medidor de altura COMPRIMIDA (plato forrajero) para praderas en dos zonas agroclimáticas de Aysén y dos estaciones del año. “X” es el valor promedio de altura comprimida obtenido luego del recorrido del potrero.

Instrumento	Pradera/zona	Estación	Ecuación	r <sup>2</sup>
CAPACITÓMETRO	Intermedia	Primavera	$y = 0,594x - 320$	$r^2 = 0,721$
	Intermedia	Verano	$y = 0,601x - 336$	$r^2 = 0,629$
	Húmeda	Primavera	$y = 0,619x - 879$	$r^2 = 0,786$
	Húmeda	Verano	$y = 0,465x - 191$	$r^2 = 0,680$

Cuadro 12. Ecuaciones de calibración para el CAPACITÓMETRO (Grass Master) para praderas en dos zonas agroclimáticas de Aysén y dos estaciones del año. La ecuación correspondiente debe ser ingresada en el equipo antes de comenzar. El equipo entregará la disponibilidad promedio del potrero en forma directa.

### CONSIDERACIÓN IMPORTANTE

Es importante recalcar que todos los valores de disponibilidad de forraje (kg MS/ha) corresponden a la **biomasa total en pie**, es decir, a todo el forraje sobre la superficie del suelo. Ello porque todas las muestras se cortaron a **ras de suelo**. Sólo una fracción de la disponibilidad podrá ser consumida por el ganado, antes de que tengan que ser movidos a otro potrero.

De esta forma, será interesante conocer la disponibilidad de entrada en un potrero, franja o sector de pastoreo y luego la disponibilidad de salida, o residuo. La diferencia corresponderá al consumo aparente durante el pastoreo, en el caso de mediciones en sistemas de movimiento rápido.

### RECONOCIMIENTO

Se reconoce el importante trabajo en muestreo de terreno, evaluaciones botánicas y laboratorio de campo de Elda Monsalve y Margot Monsalve; de trabajos en preparación de muestras de Viola Saldivia y Mirna Medina y en laboratorio de bromatología a Adriana Carvajal. Este trabajo contó con el apoyo financiero del Gobierno Regional de Aysén a través de la Fundación para la Innovación Agropecuaria (FIA).

## REFERENCIAS

**Canseco, C., Demanet, R., Balocchi, O., Parga, J., Anwandter, V., Abarzúa A., Teuber, N. y Lopetegui, J. 2007.** Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. In: Manejo del Pastoreo. (ed. Teuber, N., et al). Publicación Proyecto FIA. INIA-UACH-UFRO-Anasac-Cooprinsem. pp. 23-49.

**Crespo, R; Castaño, J. y Capurro, J. 2007.** Secado de Forraje con el Horno Microondas: Efecto Sobre el Análisis de Calidad. *Agric. Téc.* [online]. Vol. 67, n. 2, pp. 210-218. ISSN 0365-2807. <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072007000200013>.

**Grassmaster Pro. 2015.** Dry Matter Instrument. User Guide. June Ver:3.03. Novel Ways Electronic Product Development. P. 1-30.

**Hepp, C. 2014.** Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia occidental (Aysén). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 137 pp.

**Hepp, C. y Stuardo, R. 2014.** Distribución y caracterización productiva de los suelos de interés agropecuario de la región de Aysén. In: Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia occidental (Aysén). Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. P. 117-137.

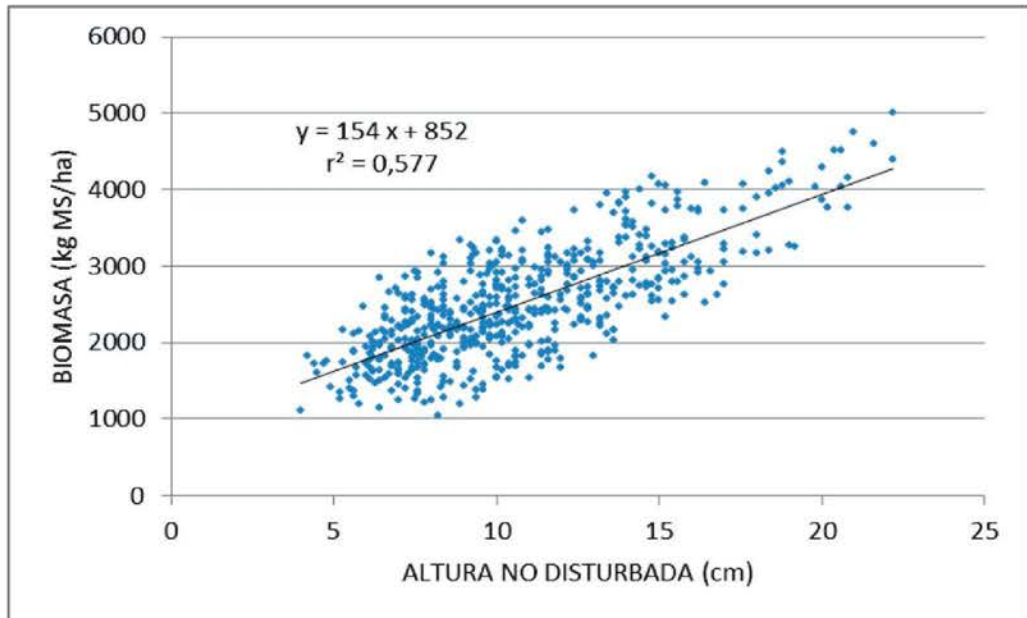


## ANEXO

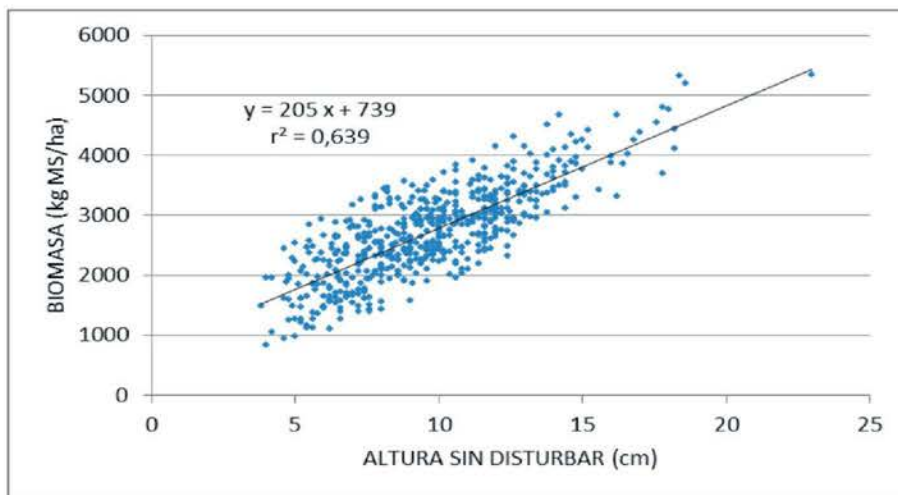
Se incluyen a continuación los gráficos correspondientes a cada ecuación de regresión generada, para las diferentes zonas/praderas y estaciones.

### ZONA INTERMEDIA

#### Altura No Disturbada

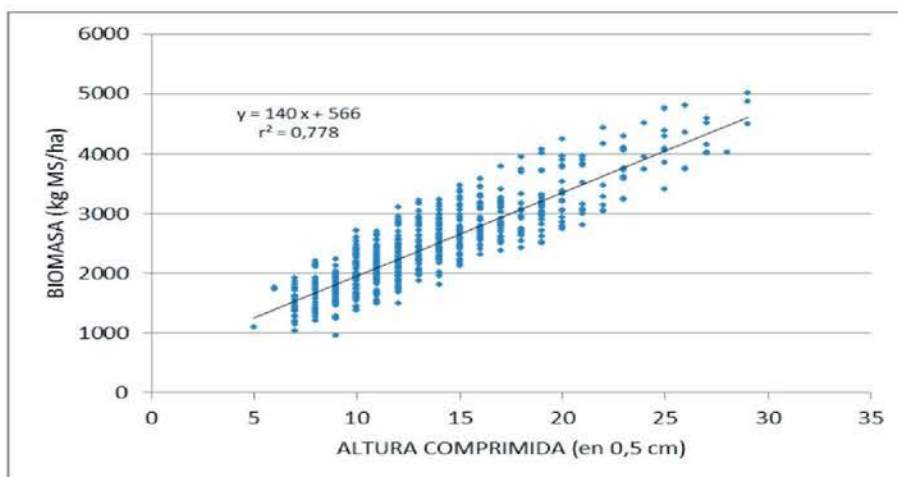


Curva de calibración para medidor de altura NO disturbada (sward stick): Pradera Zona Intermedia, Primavera. (N=585).

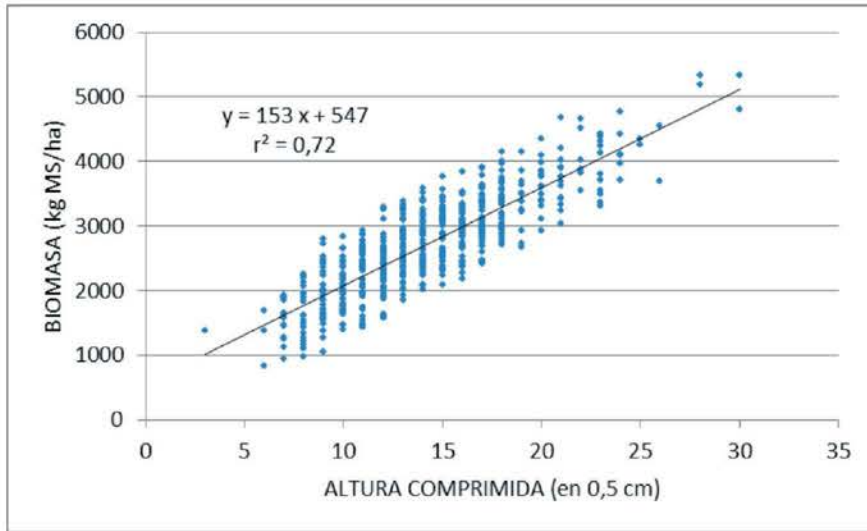


Curva de calibración para medidor de altura NO disturbada (sward stick). Pradera Zona Intermedia, Verano. (N= 578).

#### Altura Comprimida

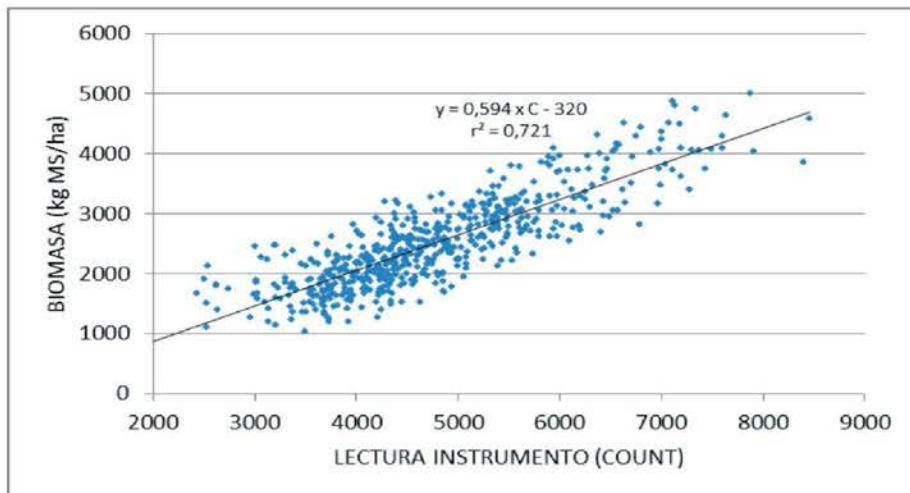


Curva de calibración para medidor de altura comprimida (plato): Pradera Zona Intermedia, Primavera. (N=576).

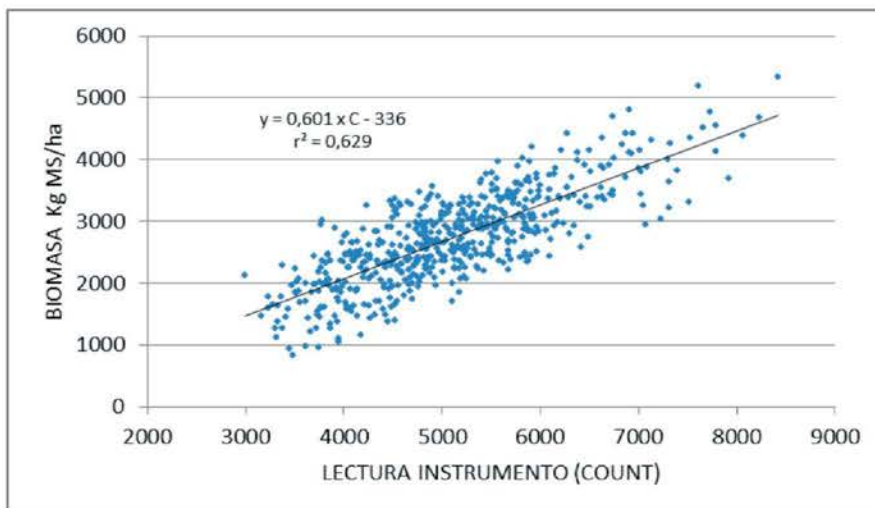


Curva de calibración para medidor de altura comprimida (plato): **Pradera Zona Intermedia, Verano.** (N=565)

### Capacitómetro



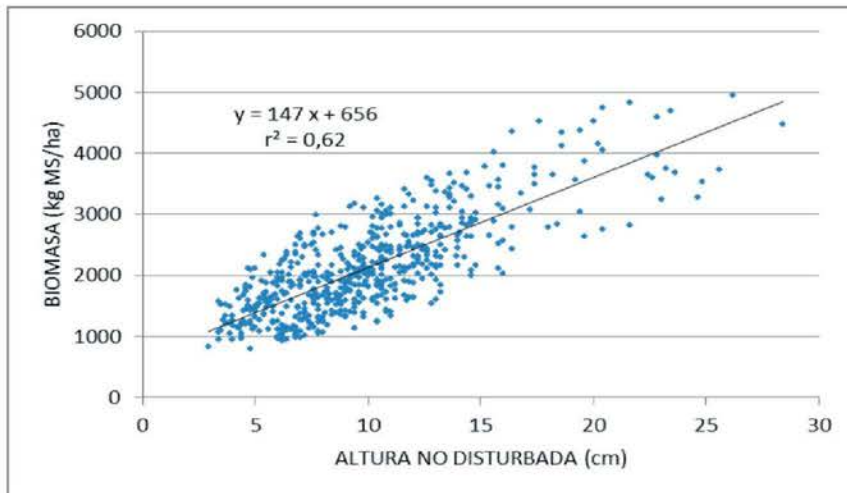
Curva de calibración para capacitómetro (Grass Master): **Pradera Zona Intermedia, Primavera.** (N=576).



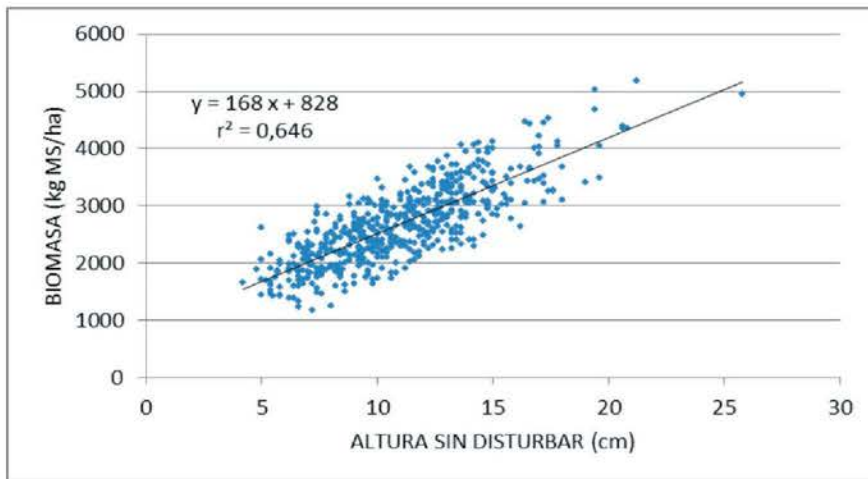
Curva de calibración para capacitómetro (Grass Master): Pradera Zona Intermedia, Verano. (N=573).

## ZONA HÚMEDA

### Altura No Disturbada

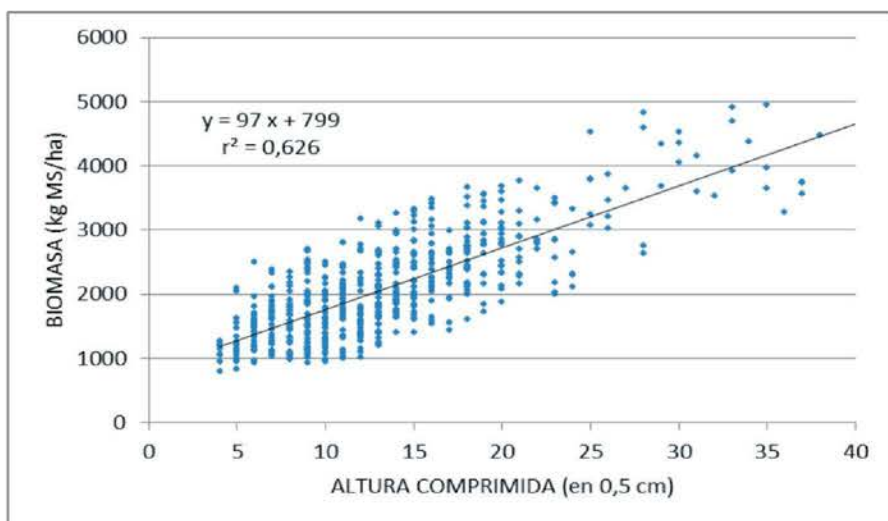


Curva de calibración para medidor de altura NO disturbada (sward stick).: Pradera Zona Húmeda, Primavera. (N=582).

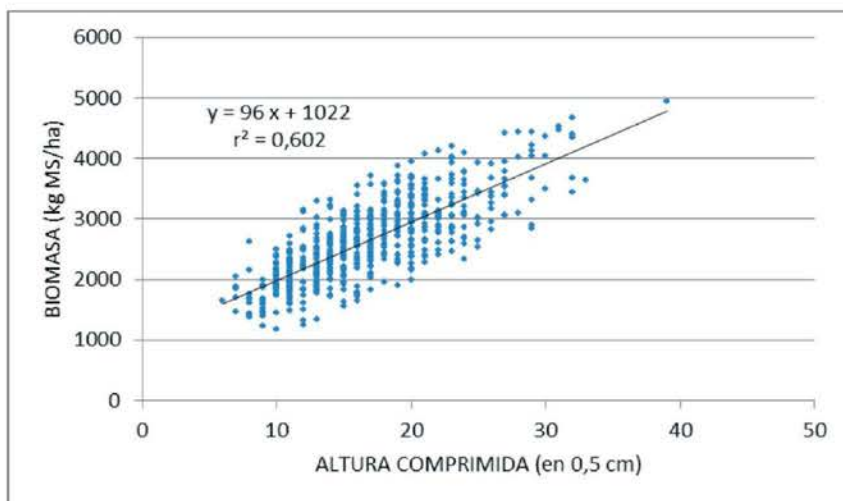


Curva de calibración para medidor de altura NO disturbada (sward stick).: Pradera Zona Húmeda, Verano. (N=570).

### Altura Comprimida

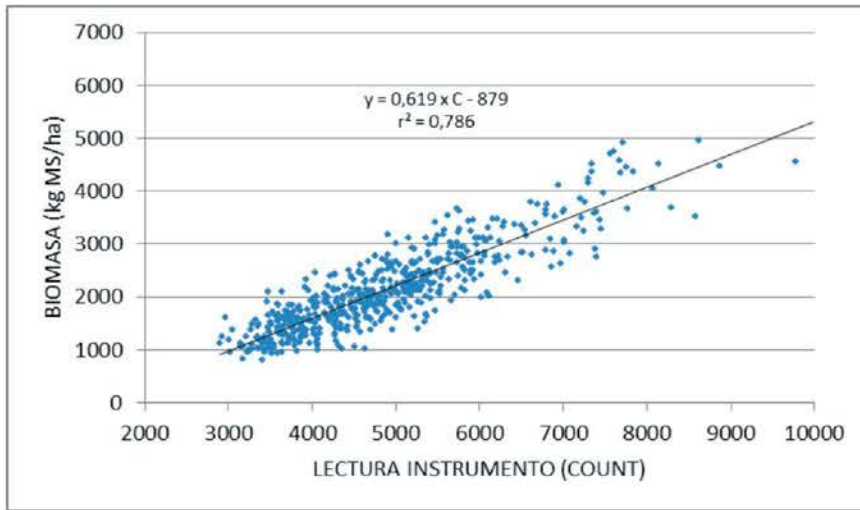


Curva de calibración para medidor de altura comprimida (plato): Pradera Zona Húmeda, Primavera. (N=575).

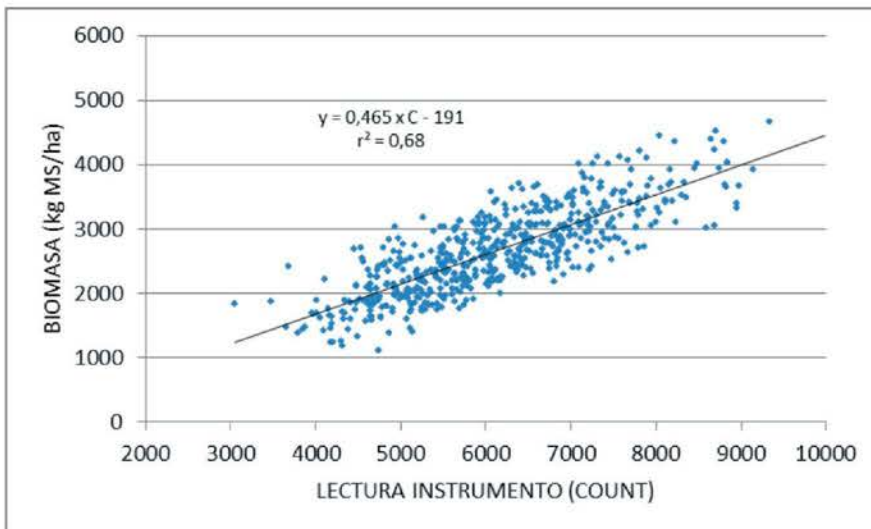


Curva de calibración para medidor de altura comprimida (plato): Pradera Zona Húmeda, Verano. (N=581).

Capacitómetro



Curva de calibración para capacitómetro (Grass Master): Pradera Zona Húmeda, Primavera. (N=568).



Curva de calibración para capacitómetro (Grass Master): Pradera Zona Húmeda, Verano. (N=576).



Un proyecto financiado por la Fundación para la  
Innovación Agraria (FIA):  
Desarrollo de un sistema simple y rápido de medición  
en terreno de la producción de praderas predominantes  
en distintas zonas agroecológicas de la Región de Aysén  
(PYT-2015-0328)

Asociado:  
Instituto de Desarrollo Agropecuario Indap

Ejecutado por:  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Centro de Investigación Tamel Aike (INIA)  
Casilla 296, Coyhaique. Chile

