



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMIA

**Determinación de ecotipos de *Bromus valdivianus* Phil. en
accesiones colectadas en la Décima Región**

Tesis presentada como parte de
los requisitos para optar al
grado de Licenciado en
Agronomía.

Cristián Eduardo Stegmaier del Prado

VALDIVIA – CHILE
2005

PROFESOR PATROCINANTE

FIRMA

Oscar Balocchi L.
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D

PROFESORES INFORMANTES

Ignacio López C.
Ing. Agr., Ph. D.

Vicente Anwandter A.
Ing. Agr.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a mis padres y a mis hermanas, por haberme dado siempre las facilidades y de alguna u otra forma el apoyo para poder llegar hasta este momento.

A mi profesor patrocinante, don Oscar, por haber siempre estado dispuesto y atento a cualquier consulta que tuviera, y dar los consejos del caso. Así también a Ignacio y Vicente, quienes siendo mis profesores informantes, no tuvieron reparos en atender siempre cualquier consulta sobre el tema. Gracias por su apoyo.

Cabe una mención especial para la Tante Sylvia, quien desde el primer y hasta el último día de universidad tuvo siempre la mejor voluntad para solucionar cualquier problema que se presentara y para ayudar con los trámites de rigor. Gracias por su disposición.

A la señora Marta, por su incuantificable ayuda con las mediciones de esta tesis, una “manito” que fue vital, y a don Adolfo por su excelente disposición en todo momento. Gracias por la ayuda.

Dentro de esta algo extendida etapa universitaria, tuve la fortuna de conocer muchas personas, con algunas de las cuales fui creando grandes lazos de amistad, los que, estoy seguro, perduraran en el tiempo. Es así como quiero agradecer a todos aquellos que estuvieron conmigo, en mis primeros años viviendo en la “Burschen”, momentos de los cuales guardo muy buenos recuerdos, a todos quienes conocí durante estos años compartiendo bajo el alero de la “Feuerwehr”, y a todos aquellos con los que, sin formar parte de alguna de estas instituciones, compartí grandes momentos, fueron una gran compañía, y atendieron mis consultas relacionadas con aspectos del futuro profesional como Ingeniero Agrónomo. Gracias por su compañía y amistad.

“A mi papá, mi mamá
y mis hermanas”

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCIÓN	1
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	El género <i>Bromus</i>	3
2.1.1	Clasificación del género	3
2.2	<i>Bromus valdivianus</i> Phil.	4
2.2.1	Origen de la especie	5
2.2.2	Morfología	5
2.3	Presencia de <i>Bromus valdivianus</i> Phil. en las praderas	5
2.3.1	Producción y valor nutritivo de <i>Bromus valdivianus</i> Phil.	6
2.3.2	Desarrollo y estados fenológicos de <i>Bromus valdivianus</i> Phil.	6
2.4	Descripción de las zonas edafoclimáticas de la Décima Región	7
2.4.1	Zona del Llano Central	8
2.4.2	Zona de Ñadis	8
2.4.3	Zona de la Precordillera Andina	8
2.4.4	Zona de la Precordillera de la Costa	8
2.5	Concepto de ecotipo y plasticidad	9
2.5.1	Ecotipo	9
2.5.2	Plasticidad	9
3	MATERIAL Y METODO	12
3.1	Financiamiento	12
3.2	Ubicación	12

Capítulo		Página
3.3	Clima	12
3.4	Suelo	14
3.5	Material experimental	16
3.6	Diseño experimental	16
3.7	Labores previas	16
3.7.1	Control de malezas	16
3.7.2	Homogenización de las plantas	16
3.7.3	Fertilización	17
3.8	Extracción de macollos	17
3.9	Identificación y almacenamiento	17
3.10	Atributos evaluados	18
3.11	Análisis estadístico	19
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	20
4.1	Evaluación fenotípica de <i>Bromus valdivianus</i> Phil. al estado de emergencia de espiga (primer corte)	20
4.1.1	Análisis de variables canónicas (CVA)	20
4.1.2	Análisis de conglomerados (Cluster analysis)	27
4.2	Evaluación fenotípica de <i>Bromus valdivianus</i> Phil. al estado de maduración de grano (segundo corte)	33
4.2.1	Análisis de variables canónicas (CVA)	33
4.2.2.	Análisis de conglomerados (Cluster analysis)	33
4.2.3	Análisis de correlación	33
4.3	Evaluación fenotípica de <i>Bromus valdivianus</i> Phil. al estado de grano maduro (tercer corte)	35
4.3.1	Análisis de variables canónicas (CVA)	35
4.3.2	Análisis de conglomerados (Cluster analysis)	36
4.3.3	Análisis de correlación	36

Capítulo		Página
4.4	Consideraciones de los tres cortes	38
5	CONCLUSIONES	41
6	RESUMEN	42
	SUMMARY	44
7	BIBLIOGRAFÍA	46
	ANEXOS	52

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características climáticas del período comprendido entre agosto y febrero, promedio de 40 años	13
2	Características climáticas del período comprendido entre agosto 2002 a febrero 2003	13
3	Análisis químico de suelo del sitio del ensayo	15
4	Disposición de las bases de intercambio en el suelo donde se realizó el ensayo	15
5	Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el primer corte	22
6	Accesiones destacadas y sus características según la primera variable canónica (CAN 1)	25
7	Accesiones destacadas y sus características según la segunda variable canónica (CAN 2)	26
8	Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el primer corte entre grupos	31
9	Puntajes canónicos y promedios por variable original para los cuatro grupos obtenidos del análisis de conglomerados	32
10	Coefficiente de correlación entre las variables evaluadas para el segundo corte	34
11	Coefficiente de correlación entre las variables evaluadas para el tercer corte	37

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estructura canónica total para el primer corte	23
2	Puntajes canónicos por accesión para la primera y segunda variable canónica para el primer corte	24
3	Dendrograma del análisis de conglomerados para el primer corte	28
4	Estructura canónica total de los grupos obtenidos del análisis de conglomerados para el primer corte	29
5	Puntajes canónicos de los grupos obtenidos del análisis de conglomerados para el primer corte	30

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Promedios por accesión para las variables medidas del primer corte	53
2	Puntajes canónicos de las dos primeras variables canónicas (CAN 1 y CAN 2) para el primer corte	55
3	Composición de los grupos según el análisis de conglomerados para el primer corte	57

1 INTRODUCCIÓN

La superficie de praderas en la Décima Región de Chile, corresponde a 1,351 millones de hectáreas (CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. INE, 1997). Estas praderas están constituidas en parte, por especies introducidas de altos requerimientos, como *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L., cuyo objetivo es lograr sustentar una producción intensiva, siendo este alimento la base de la dieta de vacunos destinados a la producción de carne y leche. De la misma manera, existen praderas conformadas por especies naturalizadas, como *Agrostis capillaris* L. y *Holcus lanatus* L., y/o nativas, las que, dependiendo de la proporción en que se encuentren presentes, determinarán finalmente su aporte al sistema productivo, en términos de volumen y calidad nutricional.

Dentro de las especies nativas presentes en la Décima Región, se encuentra *Bromus valdivianus* Phil., especie perenne, y originaria del sur de Chile, la que puede alcanzar altos niveles productivos y de calidad nutricional (LÓPEZ *et al*, 1997) características que la posicionan como una fuente potencial importante para la alimentación de ganado de altos requerimientos y producción secundaria.

Esta especie se encuentra creciendo en un amplio rango de condiciones edafoclimáticas en la Décima Región (BALOCCHI y LOPEZ, 1996a), por lo que resulta interesante evaluar sus atributos, para intentar establecer las características que le permiten crecer en distintos sitios.

De acuerdo a estos antecedentes se plantea como hipótesis que *B. valdivianus* posee una alta variabilidad fenotípica, producto del desarrollo de ecotipos en las distintas zonas edafoclimáticas donde crece.

El objetivo de éste experimento es determinar, en base a diferencias fenotípicas la presencia de ecotipos de *B. valdivianus* en accesiones colectadas de diferentes zonas edafoclimáticas en la Décima Región.

Los objetivos específicos son determinar la variabilidad de las principales características morfológicas (largo de lámina, ancho de lámina, largo del macollo, número de hojas totales, número de hojas vivas, estado fenológico del macollo, largo de inflorescencia, peso de lámina, peso de vaina, peso de tallo, peso de la inflorescencia) entre las accesiones colectadas de *B. valdivianus*, y determinar si existe relación entre la zona de origen de las accesiones y sus características morfológicas.

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 El género *Bromus*.

Hegi (1936), citado por MATTHEI (1986), sostiene que la palabra *Bromus* proviene del vocablo griego “Broma” que significa alimento, lo que el mismo MATTHEI (1986) aprueba por la existencia de algunas especies pertenecientes a este género capaces de producir gran cantidad de granos, los cuales habrían sido utilizados como alimento por el hombre europeo. Adicionalmente se señala que los indígenas de Chile, utilizaban como alimento los granos de *Bromus mango* E. y *Bromus berterianus* C. (MATTHEI, 1986).

Este genero comprende más de 400 especies que se pueden encontrar en regiones templadas del hemisferio norte, montañas tropicales en el sur de África y en Sudamérica (STEWART, 1996).

2.1.1 Clasificación del género. Distintos autores han clasificado las especies pertenecientes al género *Bromus* de diferentes formas. MATTHEI (1986), citando autores, resume las distintas propuestas. La subdivisión del género en *Bromus*, *Ceratochloa* y *Trisetobromus* propuesta por Potztl (1954), es una opinión compartida por Muñoz (1966) y Tsevelev (1976). Hitchcock (1951) las agrupa en cinco secciones (*Bromium*, *Eubromus*, *Neobromus*, *Bromopsis* y *Ceratochloa*), criterio similar al empleado por Sodestrom y Beaman (1968) y Hernández (1978), también reconocido por Smith (1970), quien además propone las reglas de nomenclatura para secciones o subgéneros. Stebbins (1981) acepta esta nomenclatura, pero sin embargo, no reconoce secciones sino que subgéneros (*Neobromus*, *Ceratochloa*, *Festucoides*, *Stenobromus*, *Nevskiella*, *Bromus* y *Boissiera*).

En su trabajo, RUMBALL y FORDE (1977) utilizan la clasificación de Smith (1970) aceptando también la propuesta por Hitchcock (1935), utilizada también por RUMBALL (1968), para lo cual entregan la nomenclatura de las secciones para ambos casos (entre paréntesis la de Hitchcock (1935)): *Bromus* (*Bromium*), *Genea* (*Eubromus*), *Neobromus* (*Neobromus*), *Pnigma* (*Bromopsis*), *Ceratochloa* (*Ceratochloa*).

En estudios revisados en este trabajo sobre el género *Bromus*, se aprecia el uso de la clasificación en secciones, por sobre otros criterios.

Debido a que las diferencias entre grupos llevan a algunos autores a considerar que forman nuevos géneros, no existe consenso generalizado con respecto a este tema (STEWART, 1996), sin embargo todos ellos coinciden en señalar que a la sección (o subgénero) *Ceratochloa* pertenece la especie *B. valdivianus*. *Ceratochloa* lo integran especies perennes o bianuales de América del Norte, América Central y América del Sur (MATTHEI, 1986), pero en su mayoría, las especies pertenecientes a este grupo, provienen de la parte sur de los Andes de Chile y Argentina (PLANCHUELO y PETERSON, 2000). Otras especies pertenecientes a la sección *Ceratochloa* son *B. catharticus* Vahl. y *B. stamineus* Desv.

2.2 *Bromus valdivianus* Phil.

El nombre específico de la especie se debe a que crece en Valdivia (MUÑOZ, 1980). Sin embargo, esta denominación de *Bromus valdivianus* no ha estado exenta de discusión. MATTHEI (1986), no lo considera como una especie, sino que como sinónimo de *Bromus stamineus* Desv., al igual que Nicora y Correa (1978), citados por FORDE y EDGAR (1995). Sin embargo, estos últimos afirman que corresponden a especies distintas, argumentando que existen diferencias a nivel de los componentes florales, lo cual reafirma STEWART (1996) quien además comenta que, características como el patrón

de crecimiento por estación, los requerimientos de vernalización y la época de floración, indican que *B. stamineus* provendría de regiones con inviernos más templados que *B. valdivianus*.

2.2.1 Origen de la especie. FORDE y EDGAR (1995), mencionan como región de origen de la especie a América del Sur. STEWART (1996), señala que *B. valdivianus* es una especie chilena perenne que se encuentra a baja altura entre Concepción y Puerto Montt. MUÑOZ (1980), lo describe para las zonas de Valdivia, Osorno, Chiloé y también para Argentina.

2.2.2 Morfología. MUÑOZ (1980), indica que es una hierba perenne, que alcanza 60 cm de alto. La inflorescencia corresponde a una panícula laxa de 10 cm de largo. La longitud de las espiguillas es entre 2 y 2,3 cm. El fruto es una cariopsis linear, algo comprimido, surcado, el ápice con pelos blancos, de color café y de 6,5 mm de largo.

2.3 Presencia de *Bromus valdivianus* Phil. en las praderas.

La mayor parte de la superficie agrícola de la zona sur de Chile corresponde a praderas compuestas por especies nativas y naturalizadas (BALOCCHI y LÓPEZ, 2001).

La Décima Región de Chile, posee una superficie de 1.351.352 hectáreas de praderas. De esta superficie 145.523 hectáreas corresponden a praderas sembradas, 525.313 a praderas naturalizadas mejoradas y 680.516 a praderas naturalizadas (INE, 1997)

Los dos últimos tipos de pradera son de gran importancia para la ganadería de la zona, debido a la gran superficie que consideran (LÓPEZ *et al.*, 1997), y, a que el desarrollo de sistemas de producción animal basan su funcionamiento en la utilización de pradera bajo pastoreo (TEUBER, 1992).

Existen antecedentes que evidencian un potencial productivo alto en este tipo de praderas (BALOCCHI y LÓPEZ, 2001).

Entre las especies gramíneas que se desarrollan en las praderas naturalizadas y naturalizadas mejoradas, es muy común encontrar especies gramíneas nativas, entre las que se destaca *Bromus valdivianus* (LÓPEZ *et al.*, 1997), que se presenta como una de las especies pratenses más importantes (BALOCCHI *et al.*, 2001).

2.3.1 Producción y valor nutritivo de *Bromus valdivianus* Phil. Diversos estudios se han realizado para determinar la producción de *B. valdivianus*.

En praderas naturalizadas, se han alcanzado rendimientos de 5,9 t sin fertilización, y de 6,7 t con fertilización (CASTRO, 1996). En un ensayo bajo pastoreo, se obtuvo un rendimiento de materia seca para el primer y segundo año respectivamente de 12,78 t y 10,28 t sin fertilización, y, 13,42 t y 13,19 t con fertilización (BALOCCHI y LÓPEZ, 1996b).

En el mismo estudio, los valores de energía metabolizable fueron 2,2 y 2,6 Mcal por kg de materia seca (primer y segundo año), y en el caso del contenido de proteína, fueron de 17,3 y 19,3 % (primer y segundo año).

2.3.2 Desarrollo y estados fenológicos de *Bromus valdivianus* Phil. Los estados fenológicos de la especie han sido poco estudiados, por lo que no existe un completo acuerdo del período de ocurrencia de estos.

El desarrollo de macollos durante el crecimiento vegetativo de la planta, se produce principalmente entre los meses de junio y septiembre (López 1995, citado por IDE, 1996; HERRERA, 1997), y este se mantiene en una menor proporción hasta mediados de marzo (HERRERA, 1997).

La elongación del tallo ha sido observada entre los meses de octubre a noviembre (López 1995, citado por IDE, 1996) y entre octubre y marzo (HERRERA, 1997).

La fase de emergencia de espiga, ha sido descrita desde noviembre a enero (López 1995, citado por IDE, 1996), en noviembre y diciembre (IDE, 1996), y entre octubre y marzo (HERRERA, 1997).

La floración o antesis se produce en diciembre (López 1995, citado por IDE, 1996), e incluso se extendería hasta marzo (MUÑOZ, 1980). Sin embargo, la antesis resulta algo discutible, al existir casos en que este evento no se ha observado (HERRERA, 1997).

La formación y maduración de la semilla ocurre entre diciembre y enero (IDE, 1996), enero y marzo (López 1995, citado por IDE, 1996) y desde diciembre a marzo (HERRERA, 1997). En una misma inflorescencia, existen granos en distintos grados de maduración, encontrándose granos formados antes de la emergencia completa de la espiga, lo que explica que se puedan encontrar granos maduros a partir de diciembre (HERRERA, 1997).

La ocurrencia de los distintos estados durante largos períodos, es producto del continuo desarrollo de nuevos macollos (HERRERA, 1997).

2.4 Descripción de las zonas edafoclimáticas de la Décima Región.

En las praderas naturalizadas de la Décima Región, así como también en las naturalizadas mejoradas, la composición botánica es variable dependiendo de las condiciones edafoclimáticas del lugar. (LOPEZ *et al.*, 1997), las que determinan cuatro zonas en el sur de Chile (BALOCCHI, 1998).

2.4.1 Zona del Llano Central. Se extiende entre la Cordillera de los Andes por el este, la Cordillera de la Costa por el oeste, la localidad de Los Lagos por el norte y la de Ancud por el sur. Son suelos profundos derivados de cenizas volcánicas, con un 10 a 15% de contenido de materia orgánica, de buena permeabilidad, alta retención de agua y de fertilidad mayor a los de otras zonas. Las precipitaciones varían entre 1.384 y 2.000 mm (BALOCCHI, 1998; TEUBER, 1996a).

2.4.2 Zona de Ñadis. Corresponde a una zona que se encuentra en el Llano Central, limitada por Pitrufrquén en el norte y Quellón (Isla de Chiloé) por el sur. Son suelos derivados de cenizas volcánicas, con una estrata muy poco permeable (fierrillo) por la depositación de materiales cementantes, que se ubica entre 20 cm y 80 cm de profundidad, lo que provoca que el manejo invernal sea muy difícil. En general son suelos de baja fertilidad, poseen un alto contenido de materia orgánica y bajos valores de pH (BALOCCHI, 1998; TEUBER, 1996b).

2.4.3 Zona de la Precordillera Andina. Se presenta en los faldeos de la Precordillera de los Andes, entre 300 m y 500 m de altura. Estos suelos son derivados de cenizas volcánicas y en general son profundos y con alto contenido de materia orgánica (10 - 20%) . Las precipitaciones, concentradas en otoño e invierno, anualmente alcanzan valores entre 2.000 y 2.500 mm (BALOCCHI, 1998; GOIC y TEUBER, 1996).

2.4.4 Zona de la Precordillera de la Costa. Se ubica al costado occidental del Llano Central y comprende una franja de 20 a 30 km de ancho entre Mariquina y Los Muermos. Son suelos de origen volcánico, con bajos niveles de materia orgánica (6 a 8%), denominados rojo-arcillosos por su coloración y textura. Poseen una baja infiltración de agua y un pH ácido (BALOCCHI, 1998; TEUBER, 1996c).

2.5 Concepto de ecotipo y plasticidad.

Usualmente, individuos de la misma especie, provenientes de distintas poblaciones naturales, muestran diferencias morfológicas. Estas diferencias pueden deberse a adaptaciones locales a través de cambios genéticos o a respuestas plásticas a condiciones ambientales locales distintas (WU y JAIN, 1978).

2.5.1 Ecotipo. Se denomina ecotipo a poblaciones dentro de una misma especie, que difieren entre sí en sus características fisiológicas y morfológicas, y que poseen una base genética particular y representan un valor de supervivencia (DAUBENMIRE, 2001).

Si al realizar una colecta de poblaciones en distintos sitios naturales, las diferencias fenotípicas se mantienen significativas bajo las mismas condiciones medioambientales, se aprueba un requisito para demostrar que existen diferencias ecotípicas (WU y JAIN, 1978), las que han sido descritas por varios autores (Clausen *et al.*, 1948, Clausen, 1951, Clausen y Hiesey, 1958, según WU y JAIN, 1978).

En general, mientras más amplios sean los límites ecológicos de la especie, mayor será la cantidad de ecotipos, los cuales pueden diferenciarse por factores bióticos, edáficos y/o microclimáticos (DAUBENMIRE, 2001).

2.5.2 Plasticidad. Plasticidad fenotípica se define como un cambio en el fenotipo expresado en distintos medioambientes (VIA *et al.*, 1995), o la habilidad de un individuo de alterar su fisiología y/o morfología en respuesta a cambios en las condiciones medioambientales (SCHLICHTING, 1986).

Frente a distintas condiciones medioambientales, resulta poco probable que un fenotipo confiera a la planta una buena capacidad para desarrollarse en todas las situaciones. En tales casos un cambio en el fenotipo dependiente del

medioambiente (plasticidad fenotípica), puede proveer a la planta de una mayor tolerancia a estas situaciones (VIA *et al.*, 1995, DAUBENMIRE, 2001), sin que se produzcan variaciones genéticas (Via, 1994, citado por SEXTON, MCKAY y SALA, 2002).

La plasticidad provee inicialmente a especies introducidas la tolerancia al medio ambiente para lograr luego la naturalización en un amplio rango de medioambientes (Baker, 1974 citado por SEXTON, MCKAY y SALA, 2002)

Si bien, la definición no implica que las respuestas sean necesariamente adaptativas, ya que la respuesta de la planta a un estímulo medioambiental debe ser apropiada para ser considerada adaptativa, estudios soportan la idea que sí lo son (SCHLICHTING, 1986), por lo que constituyen una solución al problema de adaptación a diferentes medioambientes (VIA *et al.*, 1995), como el caso de *Bromus rubens* L., especie que sobrevive y se reproduce por medio de la plasticidad fenotípica (WU y JAIN, 1978). El alto grado de plasticidad en algunos tratamientos ecofisiológicos puede ser considerado como una adaptación para enfrentarse a medioambientes heterogéneos (SEXTON, MCKAY y SALA, 2002).

Como mecanismo de tolerancia, la plasticidad puede evolucionar por medio de la selección natural dada una variabilidad genética al nivel de plasticidad (VIA *et al.*, 1995, Falconer, 1990 citado por SEXTON, MCKAY y SALA, 2002).

Si bien cada individuo hereda la capacidad genética de producir cada uno de los distintos fenotipos en los diferentes medioambientes, el fenotipo actual depende del medioambiente al que se ve expuesto en el momento (DE JONG, 1995), debido a la interacción genotipo-medioambiente (SCHLICHTING, 1986), existiendo variaciones entre distintos genotipos (DE JONG, 1995).

Existe evidencia que sugiere que la plasticidad puede someterse a selección en plantas y árboles (SCHLICHTING, 1986), donde una fuerte presión de selección bajo distintos medioambientes, determina las pautas de diferenciación en poblaciones de plantas (Bradshaw, 1972, citado por WU y JAIN, 1978).

El conocimiento y entendimiento de los mecanismos utilizados por *B. valdivianus*, para desarrollarse exitosamente en la Décima Región, puede constituir una herramienta de gran valor para que esta especie se transforme en un factor que colabore en el buen funcionamiento de los sistemas productivos del sur de Chile y que respondan positivamente frente a las condiciones locales, aportando nuevas alternativas al productor.

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Financiamiento.

La presente investigación correspondió a una evaluación de especies a lo largo de tres años enmarcada dentro del proyecto FONDECYT 1000429: Estudio de la variabilidad y plasticidad de las gramíneas pratenses nativas y naturalizadas del sur de Chile: *Bromus valdivianus* Phil., *Holcus lanatus* L. y *Agrostis capillaris* L.

3.2 Ubicación.

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Santa Rosa, propiedad de la Universidad Austral de Chile, ubicada a 8 km de la ciudad de Valdivia, Provincia de Valdivia, Décima Región de Los Lagos, situada en el paralelo 39°45´ Latitud sur y meridiano 73°14´ Longitud oeste y a una altitud de 10 m.s.n.m (NISSEN, 1974).

3.3 Clima.

El clima es templado, húmedo con una temperatura promedio anual de 12,1°C, con una media mensual máxima de 16,9° C (HUBER, 1970).

Las características climáticas promedio de los últimos cuarenta años se muestran en el Cuadro 1, sólo para los meses en los cuales se realizó el ensayo. En el Cuadro 2 se pueden apreciar las características climáticas de los meses que comprendió el ensayo para el año 2002 – 2003, tomadas en la Estación Meteorológica de la Estación Experimental Santa Rosa.

CUADRO 1. Características climáticas del período comprendido entre agosto y febrero, promedio de 40 años.

Mes	t° media (°C)	t° máx. media (°C)	t° min. media (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitaciones (mm)
Agosto	8.8	13.8	5.3	85	239
Septiembre	8.8	14.1	4.9	83	215
Octubre	12.5	18.7	7.7	77	133
Noviembre	13.2	18.8	8.2	72	126
Diciembre	15.3	21.0	9.7	69	70
Enero	16.2	21.9	10.8	72	143
Febrero	17.0	23.5	11.4	72	40

FUENTE: Estación Meteorológica Isla Teja. Instituto de Geociencias. Facultad de Ciencias. Universidad Austral de Chile (2003).

CUADRO 2. Características climáticas del período comprendido entre agosto 2002 a febrero 2003.

Mes	t° media (°C)	t° máx. Media (°C)	t° min. media (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitaciones (mm)
Agosto	9.6	12.8	7.1	89	391
Septiembre	9.6	14.4	6.5	86	236
Octubre	11.6	15.9	7.2	81	505
Noviembre	13.5	18.3	8.7	78	287
Diciembre	15.4	21.2	9.5	72	112
Enero	16.7	22.3	11.1	71	46
Febrero	16.6	22.6	10.5	71	31

FUENTE: Estación Experimental Santa Rosa. Instituto de Producción Vegetal. Facultad de Ciencia Agrarias. Universidad Austral de Chile (2003).

3.4 Suelo.

El suelo corresponde a la serie Valdivia, con una topografía plana (1-5% de pendiente), proveniente de planicies disectadas por la erosión, incluyendo la erosión glacial (NISSEN, 1974).

El subsuelo está constituido por una arenisca cementada por óxidos de hierro y manganeso. El tamaño de las partículas de arena varía entre los 0,1-0,05 mm. La canchagua constituida por granos livianos y amorfos, se encuentra casi totalmente meteorizada, siendo los minerales cristalinos muy escasos. Sobre éstos se encontrarían dos o más depósitos de cenizas volcánicas (NISSEN, 1974).

En el Cuadro 3 se muestra el análisis químico del suelo en donde se realizó el estudio.

En el Cuadro 4 se muestra un breve análisis de las bases de intercambio en cuanto a su participación en la capacidad de intercambio catiónico.

CUADRO 3. Análisis químico de suelo del sitio del ensayo

Profundidad de muestreo (cm)	20
pH al agua	6.2
pH CaCl ₂ (1:2,5)	5.4
Materia orgánica (%)	13.9
Nitrógeno Mineral (ppm)	12.6
Fósforo Olsen (ppm)	16.5
Potasio intercambiable (ppm)	152
Sodio intercambiable (meq/100g.s.s.)	0.08
Calcio intercambiable (meq/100g.s.s.)	4.96
Magnesio intercambiable (meq/100g.s.s.)	0.37
Suma de bases (meq/100g.s.s.)	5.8
Aluminio intercambiable (meq/100g.s.s.)	0.04
CIC (meq/100g.s.s.)	5.84
Saturación de Al (%)	0.78

FUENTE: Laboratorio de Suelos. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile (2002).

CUADRO 4. Disposición de las bases de intercambio en el suelo en donde se realizó el ensayo.

Nutriente	% del CIC
Ca	85.5%
Mg	6.38%
K	6.72%
Na	1.38%
Ca/Mg	13.4
K/Mg	1.05

3.5 Material experimental.

Se evaluaron accesiones de *B. valdivianus* previamente recolectadas de cuatro zonas de la Décima Región, divididas según BALOCCHI y LOPEZ (1996a), por sus características edafoclimáticas en Precordillera Andina, Ñadi, Llano Central Norte y Llano Central Sur. Estas accesiones fueron transplantadas a la Estación Experimental Santa Rosa durante los meses de mayo a agosto del 2000 (WITTWER, 2003).

3.6 Diseño experimental.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro bloques y 100 tratamientos correspondientes a cada accesión. Cada bloque esta conformado por 25 accesiones de cada una de las cuatro zonas de colección. La superficie utilizada por el ensayo fue de 100m² (4m x 25m).

3.7 Labores previas

A continuación se presentan las labores realizadas previo a la recolección de macollos.

3.7.1 Control de malezas. El control de malezas se realizó en forma manual. La labor comenzó a principios del mes de agosto y se mantuvo periódicamente hasta el término de la última extracción de macollos.

3.7.2 Homogenización de las plantas. Esta labor fue dividida en dos etapas.

La primera etapa se realizó el 9 de septiembre y consistió en un corte de las plantas a 10 cm de altura, con el fin de que todas ellas comenzaran desde un mismo nivel de crecimiento.

La segunda etapa se realizó inmediatamente luego del corte de follaje, el 16 de septiembre, y consistió en homogenizar el tamaño de todas las

accesiones a un área común de 78.54cm², con el fin de mantener el orden experimental y lograr iguales condiciones de crecimiento entre accesiones.

3.7.3 Fertilización. La fertilización se realizó el 24 de septiembre una vez terminado el proceso de homogenización, de manera tal que los niveles de fertilidad no constituyeran una limitante para el desarrollo de las plantas. Para ello se aplicó una cantidad equivalente a 400 kg de mezcla de fertilizante por hectárea. Según la composición de la mezcla, la aplicación consistió en 40 unidades de N, 120 unidades de P₂O₅ y 40 unidades de K₂O. Las fuentes minerales utilizadas fueron los fertilizantes Nitromag para el N, Superfosfato Triple para el P₂O₅ y Muriato de Potasio para el K₂O.

3.8 Extracción de macollos.

La extracción de los macollos se realizó en los períodos de primavera-verano de la temporada 2002-2003. No fue posible contar con todas las accesiones transplantadas inicialmente en el año 2000, debido a que no todas ellas sobrevivieron.

Se realizó la extracción de tres macollos al azar para cada accesión, en tres ocasiones. Para determinar el momento de cada uno de los cortes, se estableció que éstos se realizarían cuando la accesión local (14CN) alcanzara sucesivamente los estados fenológicos de emergencia de espiga, maduración de grano y grano maduro (MEIER, 2001).

3.9 Identificación y almacenamiento.

Una vez recolectados los macollos, se procedió a identificarlos debidamente de acuerdo a la accesión correspondiente, así como también a su fecha de corte, y a almacenarlos congelados en forma individual en bolsas plásticas.

3.10 Atributos evaluados.

Los atributos evaluados fueron:

- a) Largo de la lámina: Se midió la hoja más nueva completamente extendida, de cada macollo, desde la base de la lámina hasta el ápice de ésta.
- b) Ancho de la lámina: Se midió en la mitad de la lámina, de acuerdo a los límites establecidos para el punto anterior.
- c) Largo del macollo: Se midió el largo del macollo extendido desde su base hasta el extremo apical de éste.
- d) Número de hojas totales: Se registró el número de hojas totales de cada macollo, entendiéndose por éstas, las vivas y las muertas.
- e) Número de hojas vivas: Se registró el número de hojas vivas de cada macollo. Se consideró como hoja viva a aquella que poseía a lo menos un 50% de su superficie laminar verde.
- f) Peso de los componentes del macollo: Se separó cada macollo en sus componentes: hoja, vaina, tallo e inflorescencia, esta última si estaba presente; y fueron secados en horno a 65° C por 48 horas. Una vez secos, se pesaron individualmente en una balanza analítica.
- g) Estado fenológico del macollo: Se determinó al momento del corte, para establecer estado de desarrollo del macollo.
- h) Largo de la inflorescencia: Se midió desde el primer nudo de ésta hasta su extremo superior.

3.11 Análisis estadístico.

Se aplicaron análisis estadísticos multivariados: análisis de variables canónicas (C.V.A. por su denominación en inglés, “canonical variate análisis”), análisis de conglomerados (cluster analysis) y análisis de correlación simple (correlation analysis).

El CVA es una técnica de análisis multivariado que determina funciones lineales de las variables originales y determina la mejor manera de maximizar la separación entre grupos de individuos manteniendo la variación dentro del grupo tan mínima como sea posible. Así, CVA genera nuevas variables compuestas por las variables originales, llamadas variables canónicas, donde cada individuo se representa por un puntaje canónico (canonical score), que asocia al individuo, positiva o negativamente, con las variables canónicas (JOBSON, 1992; WEIHS, 1995).

El estadístico multivariado utilizado para determinar el nivel de significancia del CVA para cada caso a evaluar, fue el de Wilks' Lambda (WEIHS, 1995).

Se aplicó el análisis de conglomerados para agrupar genotipos similares.

El análisis de correlación simple se aplicó para establecer el grado de asociación entre las variables medidas para cada macollo (HAIR *et al.*, 1999).

Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS (Statistics Analysis System) versión 6.12.

4 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al comparar los Cuadros 1 y 2 se puede apreciar que para el período en que se desarrolló el ensayo, existieron más precipitaciones en primavera y menos en verano, con respecto al promedio dado para los últimos 40 años. Las precipitaciones que se observan en el mes de octubre del período de ensayo, contribuyeron a que el año 2002 fuera hasta la fecha del ensayo, el más lluvioso de los últimos 40 años.

Se realizaron las mediciones para cada macollo recolectado en las tres fechas de corte previamente establecidas y se aplicó un análisis multivariado para cada uno por separado, de manera de identificar posibles diferencias fenotípicas.

4.1 Evaluación fenotípica de *Bromus valdivianus* Phil. al estado de emergencia de espiga (primer corte).

Este corte se realizó entre el 18 y 21 de noviembre del 2002, cuando los macollos de la muestra local (14CN) se encontraban en estado de emergencia de espiga, fechas que concuerdan con las presentadas por IDE (1996) y HERRERA (1997).

Al momento del corte, la mayoría de los macollos seleccionados se encontraban en el estado de emergencia de espiga.

4.1.1 Análisis de variables canónicas (CVA). El estadístico multivariado Wilk's Lambda, indicó que existieron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre accesiones para la fecha de corte establecida.

La estructura canónica total (Cuadro 5), muestra la asociación entre las variables originales y las nuevas variables representadas por las dos primeras variables canónicas. De esta manera, el aumento en el valor del coeficiente entre la variable original (medida en los macollos) y una variable canónica, en este caso CAN 1 y CAN 2, evidencia un mayor grado de asociación entre las variables original y canónica dadas.

El valor propio, o eigenvalue, mide la importancia de cada uno de los componentes en términos de varianza absoluta, el que para el caso de la primera variable canónica (CAN 1) fue de 1.08 y para el de la segunda variable canónica (CAN 2) de 0.76. Del análisis de los eigenvalues se desprende que CAN 1 explica el 30,1% de la variación total de los datos, mientras que CAN 2 por su parte explica el 21,0% de dicha variación, lo que sumado resulta en que ambas variables canónicas en conjunto explicaron el 51,1% de la variación total medida.

Se observa además, que CAN 1 fue influenciada positivamente por las variables originales de peso de lámina y largo de macollo, con valores de 0,54 y 0,30 respectivamente, por lo que macollos más largos poseían mayor peso de láminas.

Por su parte, CAN 2 fue influenciada negativamente por la totalidad de las variables a excepción de peso de inflorescencia. Los valores del peso de inflorescencia indicaron en ambas variables canónicas, que debido a que su valor era muy cercano a cero, esta variable original no discriminó entre las accesiones, de manera que éstas tuvieron pesos de inflorescencia similares. Entre las variables originales con signo negativo, se destacan por su menor valor las de peso de vaina y largo de macollo, de lo que se deduce que CAN 2 se relaciona con plantas con menor peso de vaina y menor longitud de macollo.

CUADRO 5. Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el primer corte.

VARIABLES ORIGINALES	CAN 1	CAN 2
Largo macollo	0,30	-0,40
Ancho lámina	0,11	-0,23
Peso vaina	0,05	-0,62
Peso lámina	0,54	-0,11
Peso tallo	0,26	-0,33
Peso inflorescencia	-0,01	0,01
Eigenvalues	1,08	0,76
Proporción explicada	30,1	21,0
Proporción acumulada	30,1	51,1

La Figura 1 muestra la representación gráfica de la estructura canónica total, para la primera y segunda variable canónica. En la Figura 2 se observan los puntajes canónicos de las variables evaluadas también para ambas variables canónicas.

El Anexo 2 detalla los puntajes canónicos para la primera y segunda variable para cada una de las accesiones evaluadas, mientras que en los Cuadros 6 y 7 se presentan los puntajes canónicos más destacados para la primera y segunda variable canónica respectivamente.

En el Cuadro 6, se aprecia que para CAN 1, la accesión 60Ñ obtuvo el mayor puntaje canónico (2,98) al presentar el mayor largo de macollo, el segundo mayor peso de lámina y el menor peso de inflorescencia. Junto con esta se destacaron además las accesiones (y sus respectivos puntajes canónicos) 105CN (2,05), 55Ñ (1,73), 47CS (1,66) y 65P (1,47), que obtuvieron valores similares para las variables originales señaladas.

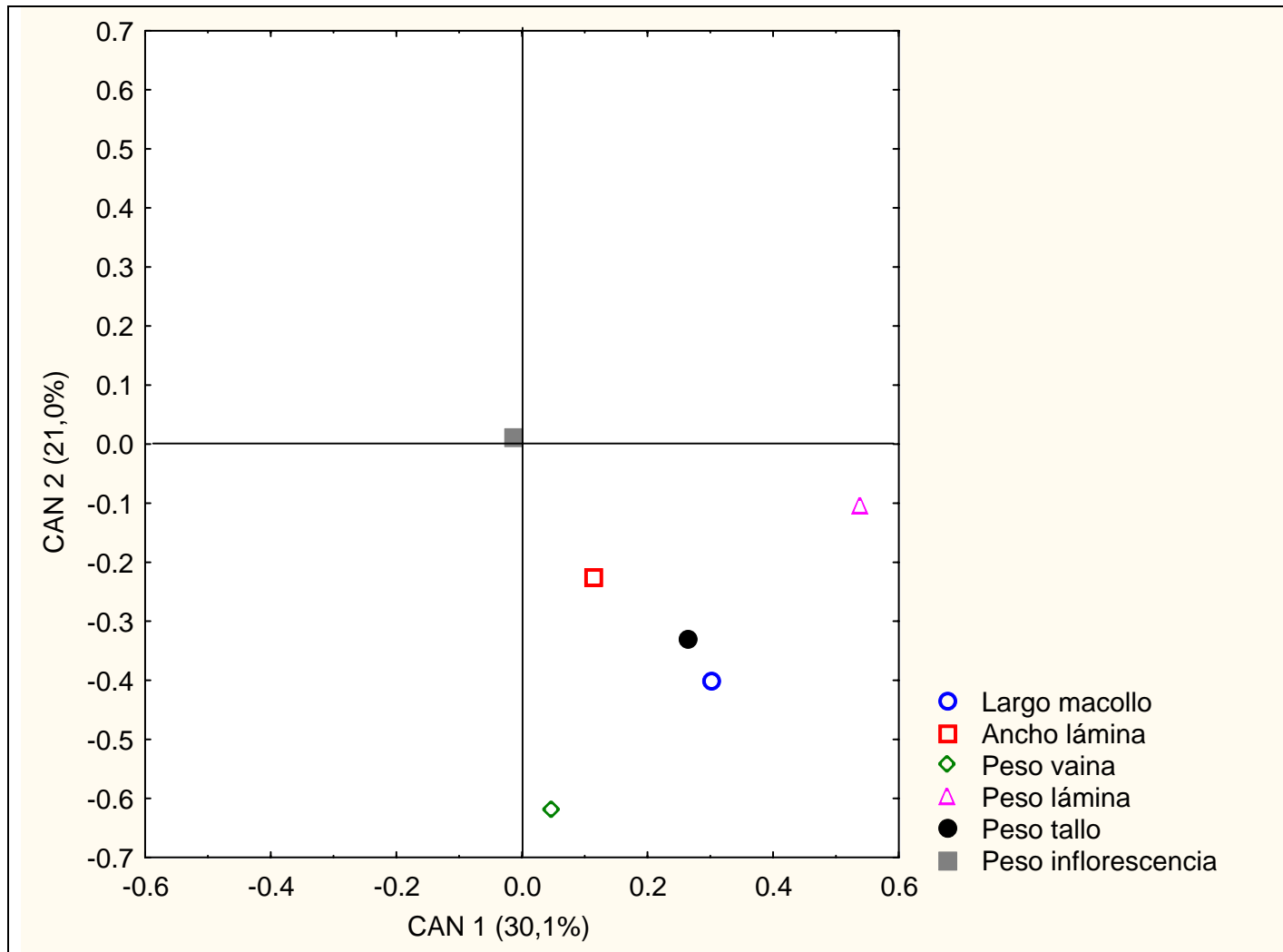


FIGURA 1. Estructura canónica total para el primer corte.

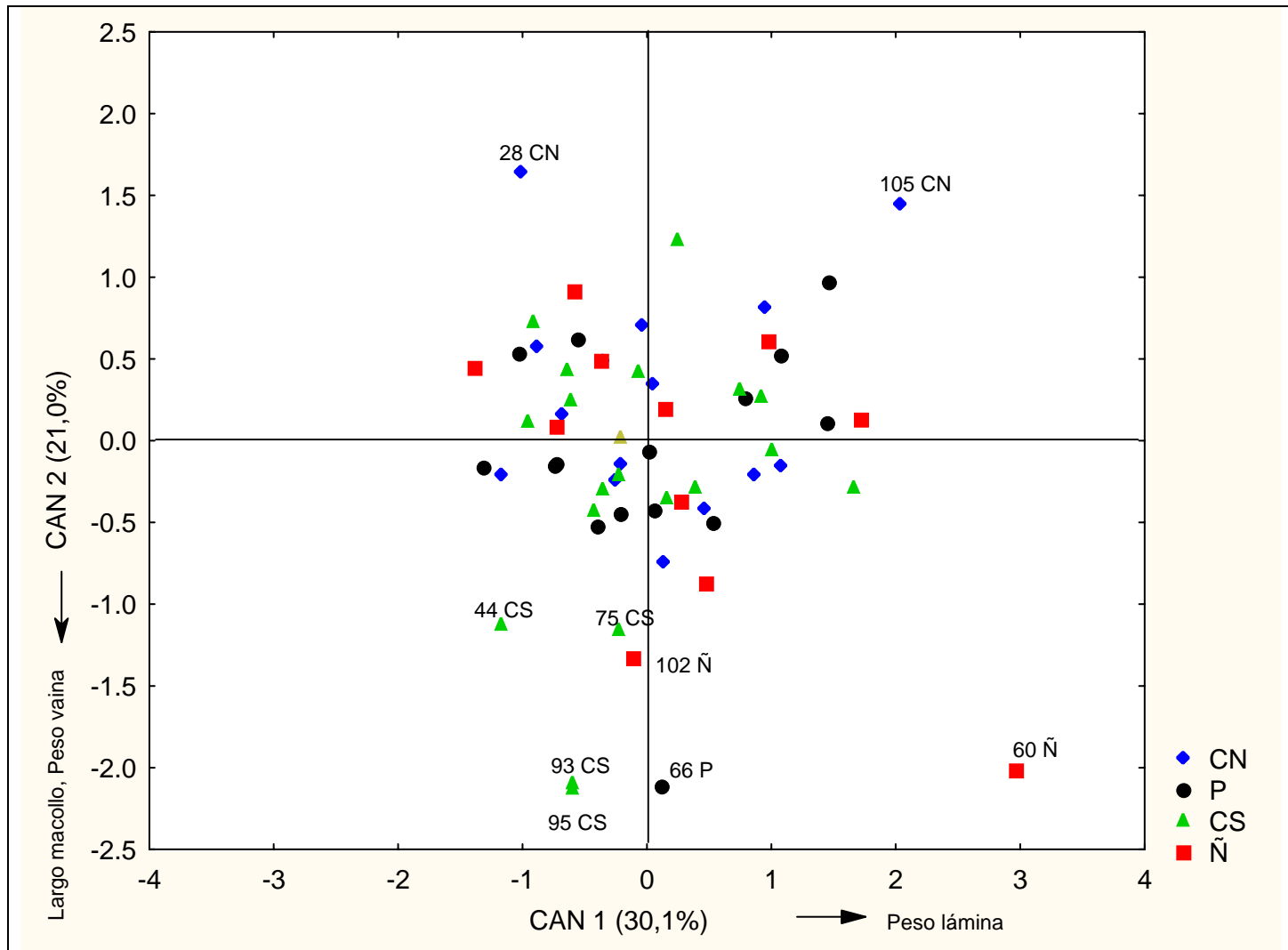


FIGURA 2. Puntajes canónicos por accesión para la primera y segunda variable canónica para el primer corte.

Por el contrario, en la segunda mitad del Cuadro 6, aparecen las accesiones cuyos puntajes canónicos destacaron por ser los más negativos dentro de CAN 1 (asociados negativamente a esta variable canónica), donde 80Ñ obtuvo el más negativo de todos, -1,39. El resto de las accesiones destacadas por seguir la misma tendencia y obtener puntajes canónicos más altos negativos fueron 67P (-1,31), 10CN (-1,17), 44CS (-1,16) y 39P (-1,02).

CUADRO 6. Accesiones destacadas y sus características según la primera variable canónica (CAN 1).

	Accesión	Proce- dencia	Puntaje canónico	LM (mm)	AL (mm)	PV (g)	PL (g)	PT (g)	PP (g)
Mayores ptajes.	60	Ñ	2.98	41.35	0.67	0.0485	0.0685	0.1254	0.1217
	105	CN	2.05	30.78	0.68	0.0299	0.0679	0.0724	0.1880
	55	Ñ	1.73	32.13	0.68	0.0253	0.0627	0.0437	0.0945
	47	CS	1.66	37.00	0.90	0.0513	0.0946	0.0511	0.1855
	65	P	1.47	35.35	0.69	0.0396	0.0671	0.1110	0.2361
Menores ptajes.	39	P	-1.02	29.74	0.59	0.0211	0.0337	0.0380	0.1273
	44	CS	-1.16	27.63	0.75	0.0337	0.0425	0.0229	0.0858
	10	CN	-1.17	28.11	0.79	0.0381	0.0492	0.0368	0.1586
	67	P	-1.31	28.88	0.71	0.0393	0.0448	0.0535	0.1775
	80	Ñ	-1.39	30.87	0.70	0.0376	0.0472	0.0365	0.1879

Claves: LM=Largo macollo; AL=Ancho lámina; PV=Peso vaina; PL=Peso lámina; PT=Peso tallo; PP=Peso inflorescencia.

Por su parte, en el Cuadro 7 se presentan los valores de los puntajes canónicos y las variables originales para CAN 2, donde se destaca positivamente la accesión 28CN, obteniendo un puntaje de 1,64. Además, junto a esta se destacaron las accesiones (y sus respectivos puntajes canónicos)

105CN (1,44), 88CS (1,22), 65P (0,96) y 87Ñ (0,91), en los que se observan tendencias similares para las variables originales señaladas.

Por el contrario, las accesiones que presentaron los puntajes canónicos más negativos para CAN 2, fueron 95CS (-2,13), 66P (-2,12), 93CS (-2,10), 60Ñ (-2,02) y 102Ñ (-1,34) algo más distanciado de los primeros cuatro. Estos presentan una tendencia hacia mayores valores en largo de macollo, ancho de lámina, peso de vaina, peso de lámina y peso de tallo, que aquellos mencionados con los mayores puntajes.

CUADRO 7. Accesiones destacadas y sus características según la segunda variable canónica (CAN 2).

	Accesión	Proce- dencia	Puntaje canónico	LM (mm)	AL (mm)	PV (g)	PL (g)	PT (g)	PP (g)
Mayores ptajes.	28	CN	1.64	30.30	0.63	0.0232	0.0456	0.0484	0.2051
	105	CN	1.44	30.78	0.68	0.0299	0.0679	0.0724	0.1880
	88	CS	1.22	24.00	0.60	0.0164	0.0341	0.0239	0.0743
	65	P	0.96	35.35	0.69	0.0396	0.0671	0.1110	0.2361
	87	Ñ	0.91	29.92	0.72	0.0299	0.0458	0.0537	0.1765
Menores ptajes.	102	Ñ	-1.34	33.42	0.58	0.0368	0.0338	0.1012	0.1448
	60	Ñ	-2.02	41.35	0.67	0.0485	0.0685	0.1254	0.1217
	93	CS	-2.10	35.97	0.80	0.0543	0.0561	0.0834	0.1736
	66	P	-2.12	37.20	0.73	0.0601	0.0562	0.1110	0.1852
	95	CS	-2.13	38.73	0.73	0.0687	0.0632	0.1022	0.2317

Claves: LM=Largo macollo; AL=Ancho lámina; PV=Peso vaina; PL=Peso lámina; PT=Peso tallo; PP=Peso inflorescencia.

De los resultados obtenidos y las observaciones realizadas, no es posible determinar que exista asociación entre accesiones con similares características fenotípicas y las zonas geográficas de procedencia, lo que coincide con

WITTWER (2003) y BALOCCHI *et al.* (2001), quienes tampoco encontraron relación alguna en estudios sobre *B. valdivianus*.

4.1.2. Análisis de conglomerados (Cluster analysis). Al encontrarse diferencias significativas entre las accesiones, para las variables fenotípicas consideradas, se aplicó un análisis de conglomerados.

Por medio del análisis de conglomerados se identificaron 4 grupos, cuya composición se presenta en el Anexo 3 y su representación gráfica se aprecia en la Figura 3. Sobre los grupos obtenidos, se realizó un análisis de variables canónicas, el que indicó que existieron diferencias significativas entre grupos, según el estadístico multivariado Wilks' Lambda ($P < 0,001$).

El Cuadro 8 muestra los valores del eigenvalue, los cuales fueron según cada una de las dos primeras variables canónicas de 0,38 para CAN 1 y 0,11 para CAN 2. Además se observa que CAN 1 explica un 76,0% de la variación total, mientras que CAN 2 explica un 21,2% de esta, las que en conjunto explican el 97,2%.

Con relación al mismo cuadro, se desprende que CAN 1 se encuentra asociada fuertemente en forma positiva con las variables originales de largo de macollo y peso de vaina, con valores de 0,90 y 0,79 respectivamente, por lo cual esta variable canónica representa a plantas con mayores longitudes y peso de vaina, aunque es necesario señalar que todas las variables obtuvieron valores positivos, lo que indicaría que, en general CAN 1 se relaciona positivamente con el aumento de los valores de todas las variables señaladas en el cuadro.

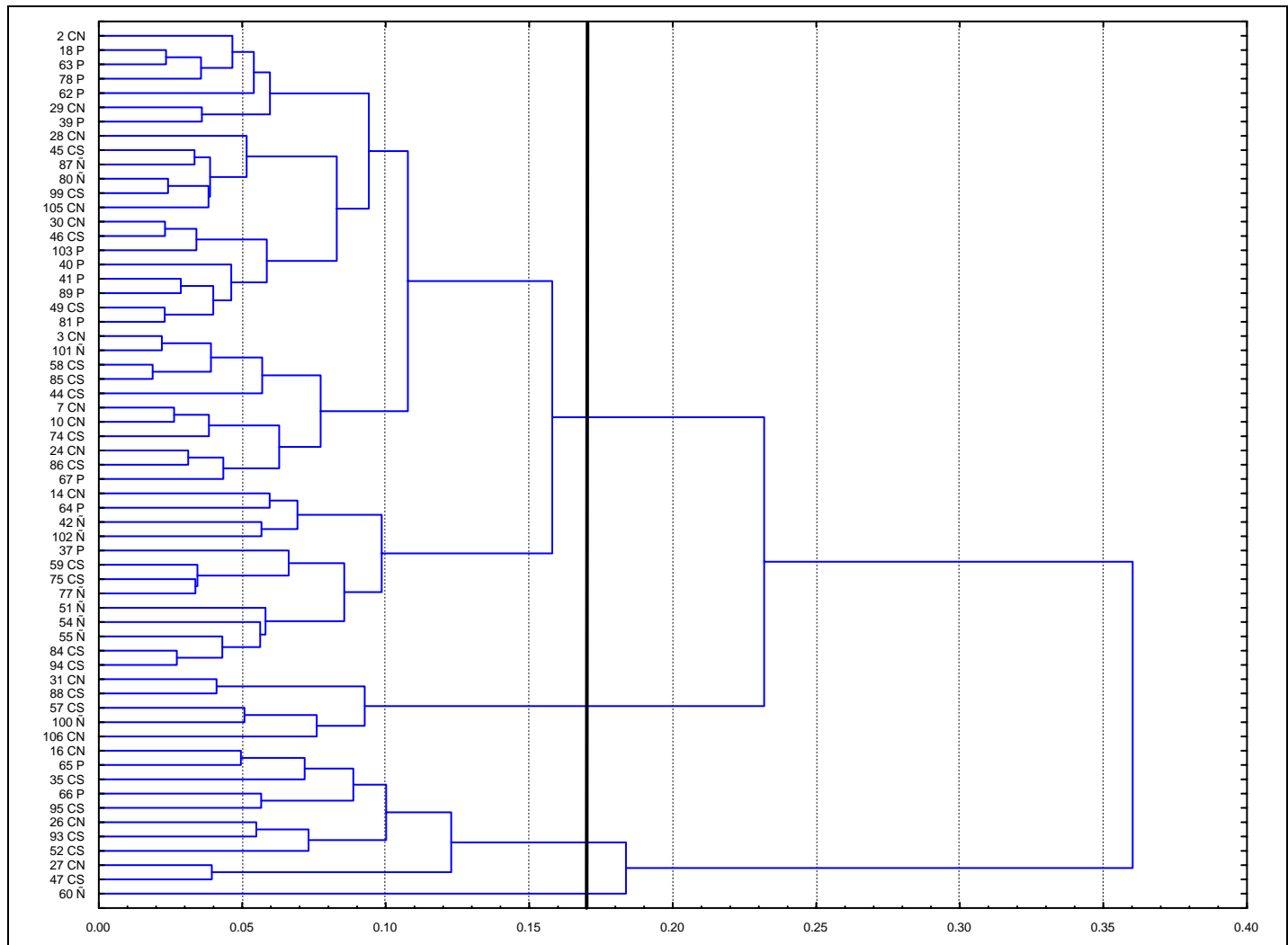


FIGURA 3. Dendrograma del análisis de conglomerados para el primer corte.

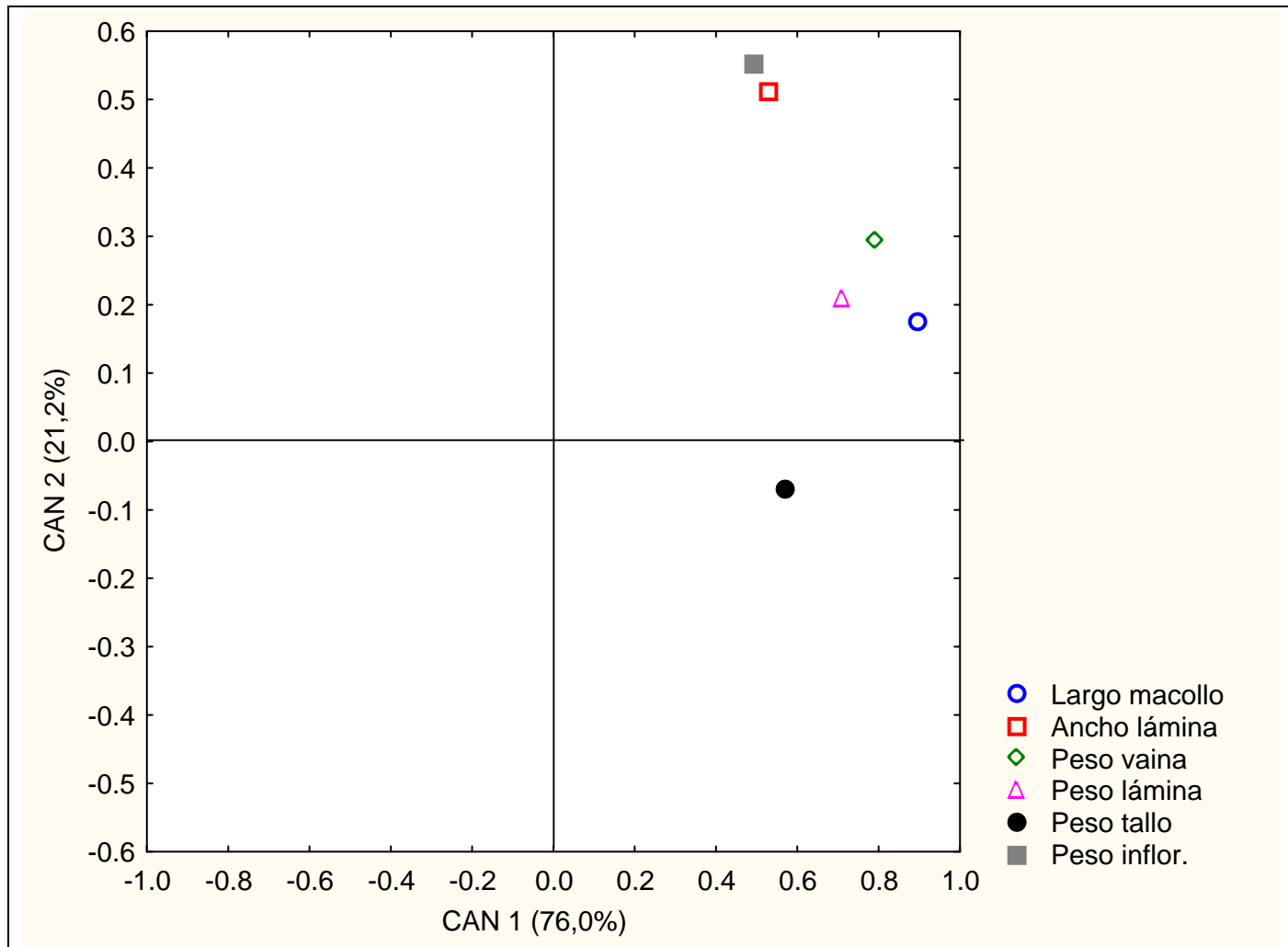


FIGURA 4. Estructura canónica total de los grupos obtenidos del análisis de conglomerados para el primer corte.

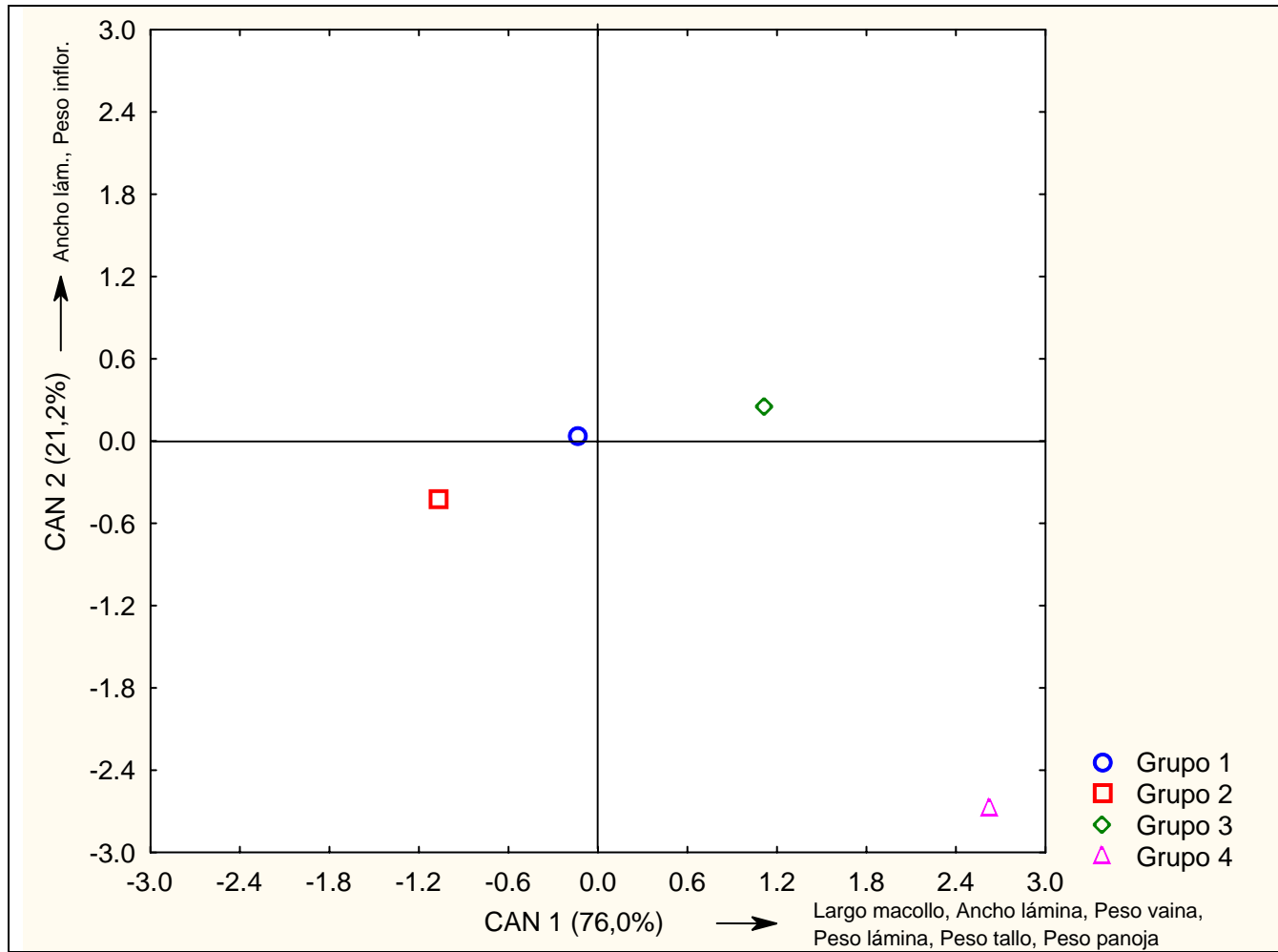


FIGURA 5. Puntajes canónicos de los grupos obtenidos del análisis de conglomerados para el primer corte.

Por su parte, CAN 2 se relaciona positivamente con peso de inflorescencia y ancho de lámina. De esta manera, CAN 1 y CAN 2, explican las diferencias entre los individuos pertenecientes a los distintos grupos formados.

CUADRO 8. Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el primer corte entre grupos.

Variables originales	CAN 1	CAN 2
Largo macollo	0,90	0,18
Ancho lámina	0,53	0,51
Peso vaina	0,79	0,29
Peso lámina	0,71	0,21
Peso tallo	0,57	-0,07
Peso inflorescencia	0,49	0,55
Eigenvalues	0,38	0,11
Proporción explicada	76,0	21,2
Proporción acumulada	76,0	97,2

Al realizar un análisis en conjunto del Cuadro 8 (asociación de las variables originales con las nuevas variables canónicas), el Cuadro 9 (puntajes canónicos y características de los grupos) y la Figura 3 (dendrograma con agrupación de las accesiones), se pueden determinar las características de las accesiones que componen cada grupo.

Con relación a los grupos determinados por el análisis de conglomerados, el grupo 4 lo compone únicamente una accesión. Este grupo fue el que obtuvo el mayor puntaje canónico (2,63) para CAN 1 y el menor (-2,68) para CAN 2, lo que indica que la accesión que conforma este grupo presenta una gran longitud de macollo, alto peso de vaina, laminas angostas y bajo peso de inflorescencia. El grupo 1 se asocia con macollos más cortos, bajo

peso de vaina, láminas anchas y alto peso de inflorescencia, sin ser estos valores los más extremos para cada variable, producto de los puntajes canónicos de -0,13 para CAN 1 y 0,04 para CAN 2, que si bien muestran tendencia positiva y negativa respectivamente, no están demasiado alejados del punto cero. Por su parte, el grupo 2, presenta los macollos de menor longitud, el menor peso de vaina, relacionado con que este grupo obtuvo el menor puntaje para CAN 1, y láminas angostas, además de bajo peso de inflorescencia, debido a su relación negativa con CAN 2. Por último, el grupo 3, obtuvo puntajes canónicos positivos para ambas variables canónicas, CAN 1 y CAN 2, por lo cual se relaciona con macollos largos, con alto peso de vaina, láminas anchas y alto peso de inflorescencia.

CUADRO 9. Puntajes canónicos y promedios por variable original para los cuatro grupos obtenidos del análisis de conglomerados.

Grupo	CAN 1	CAN 2	LM	AL	PV	PL	PT	PP
1	-0.13	0.04	30.12	0.68	0.0334	0.0487	0.0516	0.1430
2	-1.07	-0.42	25.05	0.63	0.0221	0.0377	0.0284	0.0940
3	1.12	0.25	36.30	0.78	0.0478	0.0662	0.0784	0.1902
4	2.63	-2.68	41.35	0.67	0.0485	0.0685	0.1254	0.1217

Claves: LM=Largo macollo; AL=Ancho lámina; PV=Peso vaina; PL=Peso lámina; PT=Peso tallo; PP=Peso inflorescencia.

Nuevamente se evidencia que no existe relación entre el origen geográfico de las accesiones y las características fenotípicas evaluadas, lo que concuerda con lo obtenido por WITTWER (2003) y BALOCCHI *et al.* (2001), en que no se encontró asociación alguna entre lugar de origen y características fenotípicas de *B. valdivianus*.

4.2 Evaluación fenotípica de *Bromus valdivianus* Phil. al estado de maduración de grano (segundo corte).

Este corte se realizó entre el 16 y 20 de diciembre del 2002, cuando los macollos de la muestra local (14CN) se encontraban en estado de maduración de grano, lo que concuerda con lo presentado por IDE (1996) y HERRERA (1997).

Al momento del corte, la mayoría de los macollos seleccionados se encontraban en el estado de maduración de grano.

4.2.1 Análisis de variables canónicas (CVA). El estadístico multivariado Wilk's Lambda indicó que para la fecha de corte establecida no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

4.2.2. Análisis de conglomerados (Cluster analysis). Debido a que no se encontraron diferencias significativas en el CVA, no se justificó aplicar un análisis de conglomerados porque no determinaría grupos que se diferencien entre ellos.

4.2.3 Análisis de correlación. Con el objetivo de determinar el grado de asociación entre las variables evaluadas, se aplicó un análisis de correlación, cuyo resultado se presenta en el Cuadro 10.

Los coeficientes de correlación miden el grado de asociación que existe entre variables. Del cuadro 10 se desprende que existe una asociación positiva significativa entre todas las variables evaluadas, ya que todos los valores del coeficiente de correlación son positivos, además, estos son significativos ($P < 0,05$), lo que coincide con lo presentado por NORTHUP y NICHOLS (1998), quienes encontraron una asociación positiva entre largo de macollo y su peso.

CUADRO 10. Coeficiente de correlación entre las variables evaluadas para el segundo corte.

	LM									
LL	0.611 0.001	LL								
AL	0.501 0.001	0.638 0.001	AL							
LP	0.798 0.001	0.780 0.001	0.543 0.001	LP						
PV	0.572 0.001	0.360 0.001	0.482 0.001	0.478 0.001	PV					
PL	0.478 0.001	0.600 0.001	0.617 0.001	0.536 0.001	0.747 0.001	PL				
PT	0.692 0.001	0.255 0.001	0.398 0.001	0.426 0.001	0.810 0.001	0.599 0.001	PT			
PP	0.571 0.001	0.280 0.001	0.339 0.001	0.375 0.001	0.660 0.001	0.501 0.001	0.774 0.001	PP		
PH	0.581 0.001	0.490 0.001	0.567 0.001	0.538 0.001	0.952 0.001	0.881 0.001	0.783 0.001	0.646 0.001	PH	
PVEG	0.703 0.001	0.298 0.001	0.434 0.001	0.459 0.001	0.849 0.001	0.650 0.001	0.996 0.001	0.777 0.001	0.829 0.001	PVEG
PTOT	0.699 0.001	0.321 0.001	0.417 0.001	0.463 0.001	0.798 0.001	0.611 0.001	0.940 0.001	0.938 0.001	0.782 0.001	0.944 0.001

Claves: LM=Largo macollo; LL=Largo lámina; AL=Ancho lámina; LP=Largo inflorescencia; PV=Peso vaina; PL=Peso lámina; PT=Peso tallo; PP=Peso inflorescencia; PH=PV + PL; PVEG=PH + PT; PTOT=PVEG + PP.

Una correlación positiva significativa, demuestra que las variables involucradas se relacionan en forma directamente proporcional (NÚÑEZ, s.f.), por lo cual, al aumentar una, la otra también aumenta y al disminuir una, la otra también disminuye. De esta forma, se establece que, para el caso de las variables evaluadas, al aumentar una de ellas, debería existir un aumento en el resto.

Si bien, se observa una mayor asociación entre largo de lámina y largo de macollo, que entre esta última y ancho de lámina, todas las variables de peso (peso de vaina, peso de lámina, peso de tallo, peso de inflorescencia y la sumatoria de estas) se encuentran más asociadas al ancho de lámina.

La variable peso de vaina se encuentra fuertemente asociada a las demás variables de peso, sobretodo con la de peso de hoja en que el valor para el coeficiente es cercano a 1 (0,9).

Además, PVEG (suma de pesos de vaina, lámina y tallo), está fuertemente influenciado por peso de tallo y luego por peso de vaina, así como peso de hoja por peso de vaina y luego por peso de lámina, y a su vez, peso total se encuentra muy ligado a peso de inflorescencia y peso de tallo, por lo que en definitiva, son estas dos últimas las variables que determinan, en mayor medida que el resto, el peso total.

4.3 Evaluación fenotípica de *Bromus valdivianus* Phil. al estado de grano maduro (tercer corte).

Este corte se realizó entre el 12 y 18 de enero del 2002, cuando los macollos de la muestra local (14CN) se encontraban en estado de grano maduro, lo que concuerda con lo presentado por IDE (1996) y HERRERA (1997).

Al momento del corte, la mayoría de los macollos seleccionados se encontraban en el estado de grano maduro.

4.3.1 Análisis de variables canónicas (CVA). El estadístico multivariado Wilk's Lambda indicó, al igual que en el segundo corte, que para la fecha de corte establecida no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

4.3.2. Análisis de conglomerados (Cluster analysis). Debido a que no se encontraron diferencias significativas en el CVA, no se justificó aplicar un análisis de conglomerados porque no determinaría grupos que se diferencien entre ellos.

4.3.3 Análisis de correlación. Con el objetivo de determinar el grado de asociación entre las variables evaluadas, se aplicó un análisis de correlación, cuyo resultado se presenta en el Cuadro 11.

Del Cuadro 11 se desprende que existe una asociación positiva significativa entre todas las variables evaluadas, a excepción de la relación entre largo de macollo y peso de la inflorescencia, la cual no fue significativa ($P>0,05$). Salvo esta excepción, y observando los valores de significancia y correlación, se aprecia que la tendencia obtenida para el segundo corte se mantiene en el tercer corte.

CUADRO 11. Coeficiente de correlación entre las variables evaluadas para el tercer corte.

	LM									
LL	0.250 0.001	LL								
AL	0.201 0.010	0.354 0.001	AL							
LP	0.551 0.001	0.444 0.001	0.344 0.001	LP						
PV	0.572 0.001	0.407 0.001	0.437 0.001	0.507 0.001	PV					
PL	0.280 0.001	0.660 0.001	0.496 0.001	0.449 0.001	0.638 0.001	PL				
PT	0.787 0.001	0.289 0.001	0.425 0.001	0.602 0.001	0.812 0.001	0.455 0.001	PT			
PP	0.149 0.058	0.210 0.007	0.368 0.001	0.395 0.001	0.445 0.001	0.436 0.001	0.416 0.001	PP		
PH	0.512 0.001	0.582 0.001	0.531 0.001	0.562 0.001	0.908 0.001	0.837 0.001	0.748 0.001	0.504 0.001	PH	
PVEG	0.773 0.001	0.337 0.001	0.453 0.001	0.620 0.001	0.847 0.001	0.523 0.001	0.995 0.001	0.440 0.001	0.804 0.001	PVEG
PTOT	0.474 0.001	0.309 0.001	0.472 0.001	0.573 0.001	0.709 0.001	0.553 0.001	0.756 0.001	0.905 0.001	0.731 0.001	0.776 0.001

Claves: LM=Largo macollo; LL=Largo lámina; AL=Ancho lámina; LP=Largo inflorescencia; PV=Peso vaina; PL=Peso lámina; PT=Peso tallo; PP=Peso inflorescencia; PH=PV + PL; PVEG=PH + PT; PTOT=PVEG + PP.

Además, PVEG (suma de pesos de vaina, lámina y tallo), está fuertemente influenciado por peso de tallo y luego por peso de vaina, así como peso de hoja por peso de vaina y luego por peso lámina. A su vez, el peso total se encuentra muy ligado al peso de inflorescencia, variable que explicaría en mejor forma el peso total, destacándose por sobre el resto de las variables evaluadas.

Debido a la positiva asociación, se espera también en este caso que al producirse un aumento en el valor de una variable, se produzca un aumento en el resto de las variables.

Sin embargo, no ocurrió como en el segundo corte, la tendencia observada entre ancho y largo de lámina con el resto de las variables, encontrándose coeficientes de asociación muy bajos entre estas variables y largo de macollo. Por otra parte, en general las asociaciones con mayores valores entre variables se repiten, destacándose nuevamente peso de vaina en su asociación con peso de hoja.

4.4 Consideraciones de los tres cortes.

Los resultados obtenidos del análisis estadístico aplicado, muestran diferencias significativas y formación de grupos solamente para el primer corte.

Las diferencias obtenidas en el primer corte, serían el resultado de una floración en distinta época entre las distintas accesiones, provenientes de diferentes lugares de la Décima Región, lo que permitiría establecer que se trata de ecotipos distintos. PIGLIUCCI y MARLOW (2001), señalan que para la especie *Arabidopsis thaliana* L., existen ecotipos que varían entre sí en la floración, lo cual, es resultado de la adaptación de éstos, a zonas con características invernales distintas, argumentando que las respuestas de las plantas a las distintas condiciones, deben tomar la forma de especialización según sus patrones históricos de vida, para así lograr sortear las condiciones imperantes en un área geográfica determinada. Además, los resultados indican que diferencias fenotípicas serán más probables de encontrar en estados de desarrollo más tempranos. Estas diferencias se vieron reflejadas en el primer corte, pero no así en los cortes siguientes por encontrarse en estados de madurez avanzados, en que la planta ha cesado la formación de hojas y existe una mayor homogeneidad entre los componentes evaluados.

Al comparar los resultados con lo obtenido por WITTWER (2003), en un estudio sobre el mismo material de *B. valdivianus*, en este último existieron diferencias significativas para los tres cortes en estados equivalentes. Para ese caso, se evaluó la totalidad de las accesiones transplantadas, lo que no ocurrió en este estudio, para el cual se contó con 61, lo que representa una disminución en el universo muestreado, que podría traducirse en una disminución en la variabilidad de fenotipos evaluados. Esta suposición se basa en que, al realizar un análisis de los resultados obtenidos del análisis estadístico aplicado en esa primera evaluación, y comparándolos con el presente estudio, se obtiene que, varias de las accesiones destacadas positiva y negativamente, según la primera y segunda variable canónica para cada uno de los cortes en aquella oportunidad, no se encontraban presentes dentro de las 61 accesiones evaluadas al momento de realizar el presente trabajo. Adicionalmente, el análisis de conglomerados, arrojó menor número de grupos que en cualquiera de los análisis realizados con el total de las accesiones.

De esta forma, se podría señalar que las accesiones evaluadas representan precisamente a las más “plásticas”, las que lograron sobreponerse al cambio de condiciones medioambientales, proveyendo a la especie de una importante capacidad de adaptación (WU y JAIN, 1978), o que provenían de ambientes con similares características al medio local.

Si bien, existe evidencia que *B. valdivianus* ha desarrollado ecotipos, la disminución en el número de accesiones, lleva a pensar que, debido a que sólo subsisten aquellos individuos mejor adaptados al medio (GASTÓ, 1978), en este caso correspondiente a las condiciones de la Estación Experimental Santa Rosa, genotipos distintos a los evaluados no han logrado perpetuarse en el tiempo. Estos genotipos corresponderían a los que no sobrevivieron del ensayo con el material inicial (WITTWER, 2003).

La zona de origen de las accesiones, no tuvo relación alguna con la formación de grupos mediante el análisis de conglomerados, existiendo individuos de distinta procedencia dentro de un mismo grupo. Estos resultados concuerdan con lo descrito por BALOCCHI *et al.* (2001) y WITTWER (2003), quienes para esta misma especie, no encontraron asociación alguna entre zona de origen y agrupaciones. Sin embargo, esto contrasta con lo señalado por JAIN y WU (1978), quienes afirman que las diferencias en los factores medioambientales moldean las poblaciones según pautas geográficas de variación, las que se encuentran altamente correlacionadas. Lo anterior induce a pensar que existirían factores, que han incidido sobre las poblaciones originales, que son más específicos que aquellos que han sido utilizados como variables para la determinación de las distintas zonas edafoclimáticas, es decir, variables a nivel del sitio específico en que se desarrollaban originalmente las accesiones colectadas. Un ejemplo de estos factores es presentado por GASTÓ (1978), quien menciona que la intensidad y frecuencia de pastoreo determinaron la estructura genética de una población de *Lolium perenne* x *Lolium multiflorum*, al adaptarse la morfología según el manejo empleado. Lo mismo ocurrió con algunos ecotipos de *Dactylis glomerata* L. que presentaron mayor persistencia y sobrevivencia que otros.

5 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos plantean que *B. valdivianus* ha desarrollado ecotipos que le han permitido perpetuarse en los distintos lugares de origen.

Las diferencias fenotípicas entre accesiones se hacen evidentes en estados tempranos de desarrollo. Con el avance de los estadios fenológicos, estas diferencias tienden a desaparecer.

No existió relación entre el origen geográfico de las accesiones y la formación de ecotipos. Se sugiere que factores más específicos que los de origen geográfico, han actuado sobre la diferenciación genotípica de los individuos.

6 RESUMEN

El género *Bromus* comprende más de 400 especies, dentro de las cuales podemos encontrar a *Bromus valdivianus* Phil., especie nativa de Chile, perenne, distribuida en la zona el sur del país.

La especie se presenta en las praderas naturalizadas y naturalizadas mejoradas de la zona sur, las cuales comprenden una gran superficie del total de praderas de la Décima Región, en donde constituye una de las especies gramíneas nativas más importantes entre las que componen este tipo de praderas. Estudios sobre *B. valdivianus* muestran que puede alcanzar niveles de productividad y calidad nutricional que la hacen posicionarse como una potencial alternativa para los sistemas productivos ganaderos de la zona, generalmente sustentados en una alimentación basada en el pastoreo.

Según sus características edafoclimáticas, la Décima Región ha sido dividida en cuatro zonas: llano central, ñadis, precordillera andina, precordillera de la costa. Debido a la amplia distribución de *B. valdivianus* en la región, se plantea que esta especie posee una alta variabilidad fenotípica, producto del desarrollo de ecotipos presentes en las distintas zonas edafoclimáticas.

Se estudiaron accesiones provenientes de distintas zonas de la Décima Región, trasplantadas a la Estación Experimental Santa Rosa de la Universidad Austral de Chile. Se realizó una extracción de macollos en tres ocasiones, según los estados de emergencia de espiga, maduración de grano y grano maduro. Se realizó la medición de las variables seleccionadas (largo de lámina, ancho de lámina, largo del macollo, número de hojas totales, número de hojas vivas, estado fenológico del macollo, largo de inflorescencia, peso de lámina, peso de vaina, peso de tallo, peso de la inflorescencia) y a los datos obtenidos

se les aplicó un análisis multivariado, el cual consistió en un análisis de variables canónicas y un análisis de conglomerados. En los casos en que no se encontraron diferencias significativas, se aplicó un análisis de correlación simple para determinar el grado de asociación entre las distintas variables consideradas.

El análisis de variables canónicas arrojó diferencias significativas únicamente para el primer corte de los tres efectuados. Los datos del primer corte fueron sometidos a un análisis de conglomerados, producto del cual se obtuvieron cuatro grupos a partir de las accesiones evaluadas. Estos resultados fueron sometidos a un nuevo análisis de variables canónicas, el que determinó la existencia de diferencias significativas entre los grupos. No se encontró relación entre los grupos formados y las zonas geográficas de origen de las accesiones que conformaban cada grupo.

Los resultados obtenidos permiten concluir que *B. valdivianus* ha desarrollado ecotipos, los que sin embargo, estarían determinados por factores más específicos que los considerados en la clasificación de las distintas zonas edafoclimáticas. Las diferencias fenotípicas serían más evidentes en estados tempranos de desarrollo.

SUMMARY

The genus *Bromus* includes more than 400 species, among which we find *Bromus valdivianus* Phli., a native perennial species from the south of Chile.

This species grows in the naturalized and enhanced naturalized pastures, which are found in a high percentage of the total pastures of the X Region, where it is one of the most important species among the native gramineous species that make up this type of pastures. Studies show that *B. valdivianus* can reach levels of productivity and nutritional quality that make it suitable as a potential alternative for the cattle productive systems of the region, generally based on grazed pastures.

According to its soil and climatic conditions, the X Region has been divided into four areas: “Llano central”, “Ñadis”, “Precordillera andina” and “Precordillera de la costa”. Because of the extensive distribution of *B. valdivianus* in the X Region, high phenotypic variation in this species is presented as a result of ecotype development in the different areas.

The accessions studied were brought from the different areas and transplanted to the Santa Rosa experimental station at Universidad Austral de Chile. Tillers were collected in three occasions, according to the stages ear emergence, grain ripeness and ripe grain. The variables measured (lamina length, lamina width, tiller length, total leaves number, live leaves, phenological tiller stage, seedhead length, lamina weight, sheet weight, pseudostema weight and seedhead weight) were studied with a multivariate analysis which included a canonical variate analysis (CVA) and a cluster analysis. A simple correlation analysis was applied to determine the association degree among the measured variables when no significant differences were found.

The CVA showed significant differences only for the first of the three cuts. The first cut data were subjected to a cluster analysis, and as a result four groups were formed. A new CVA showed significant differences among the formed groups. No relationship between groups and geographical origin was found.

Considering the results, we can conclude that *B. valdivianus* has developed ecotypes, which, nevertheless, would be determined by factors that are more specific than those used to divide the region into areas. Phenotypic differences would be more evident in early stages.

7 BIBLIOGRAFÍA

- BALOCCHI, O. y LOPEZ, I. 1996a. Especies pratenses nativas y naturalizadas del sur de Chile. In: L. Latrille (ed). Producción Animal. Valdivia, Universidad Austral de Chile – Instituto de Producción Animal. Serie B-19. Unprint. pp: 65 – 89.
- BALOCCHI, O. y LÓPEZ, I. 1996b. Evaluación del valor agronómico de *Bromus Valdivianus* Phil. Sociedad Chilena de Producción Animal. XX Reunión Anual. 19 y 20 de octubre 1995. Universidad de Chile. Coquimbo. pp: 9-10.
- BALOCCHI, O. 1998. Praderas y recursos forrajeros en la zona sur de Chile. In: C. Amtmann, F. Mujica y B. Vera (eds). Pequeña agricultura en la Región de Los Lagos, Chile. Valdivia, Universidad Austral de Chile. pp: 59-73.
- BALOCCHI, O. y LOPEZ, I. 2001. Rol de las especies pratenses nativas y naturalizadas en las praderas permanentes del Sur de Chile. In: Sociedad Chilena de Producción Animal. Simposio internacional en producción animal y medio ambiente. 26: 285 – 289.
- BALOCCHI, O., CABALLERO, M. y SMITH, R. 2001. Caracterización y variabilidad agronómica de 125 ecotipos de *Bromus valdivianus* Phil. Recolectados en la Provincia de Valdivia. Agro Sur (Chile). 21(1): 64-77.
- CASTRO, F. 1996. Evaluación del rendimiento y calidad nutritiva de una pradera naturalizada establecida bajo dos niveles de fertilización en el sur de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 113 p.

- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. INE. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. <<http://www.ine.cl/censo/index.htm>> (01 may. 2003).
- DAUBENMIRE, R. 2001. Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de Plantas. Universidad Estatal de Washington. Limusa S.A. 496p.
- DE JONG, G. 1995. Phenotypic plasticity as a product of selection in a variable environment. *The American Naturalist*. 145(4): 493-512.
- FORDE, M. y EDGAR, E. 1995. Checklist of pooid grasses naturalised in New Zealand. 3. Tribes Bromaeae and Brachypodieae. *New Zealand Journal of Botany*. 33: 35-42.
- GASTÓ, J. 1979. Ecología. El hombre y la transformación de la naturaleza. Santiago, Chile. Universitaria. 573 p.
- GOIC, L. y TEUBER, N. 1996. La pradera en la precordillera andina de la Décima Región (Valdivia-Llanquihue). In: I. Ruiz. (ed). Praderas para Chile. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura. pp. 605-614.
- HAIR, J., ANDERSON, R., TATHAM, R. y BLACK, W. 1999. Análisis multivariante. Madrid, España. Prentice Hall Iberia. 799 p.
- HERRERA, H. 1997. Caracterización fenológica y productiva de *Arrhenatherum elathius* ssp. *bulbosus* y *Bromus Valdivianus* en el Dominio Húmedo de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 78 p.

- HUBER, A. 1970. Diez años de observaciones climáticas en la Estación Meteorológica Isla Teja - Valdivia (Chile). 1960-1969. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 46p.
- IDE, G. 1996. Caracterización fenológica y productiva de *Arrhenatherum elathius* ssp. *bulbosus*, *Agrostis capillaris*, *Bromus Valdivianus* y *Holcus lanatus* en el Dominio Húmedo de Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 78p.
- JOBSON, J. 1992. Applied multivariate data analysis. II: Categorical and multivariate methods. New York, Estados Unidos. Springer – Verlag. 384 p.
- LOPEZ, I., BALOCCHI, O., LAILHACAR, P., y OYARZUN, C. 1997. Caracterización de sitios de crecimiento de seis especies pratenses nativas y naturalizadas del Dominio Húmedo de Chile. *Agro Sur* (Chile). 25: 62 – 80.
- MATTHEI, O. 1986. El género *Bromus* L. (Poaceae) en Chile. *Gayana Botánica*. 43: 47–110.
- MEIER, U. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. <www.bba.de/veroeff/bbch/bbchspa.pdf> (01 may 2003).
- MUÑOZ, M. 1980. Flora del Parque Nacional Puyehue. Santiago, Chile. Universitaria. 557 p.
- NORTHUP, B. y NICHOLS, J. 1998 Relationships between physical and chemical characteristics of 3 Sandhills grasses. *Journal of range managment*. 51(3): 353-360.

- NISSEN, J. 1974. Estudio agroecológico del Predio Experimental "Santa Rosa", Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. 46p.
- NÚÑEZ, A. s.f. Análisis de regresión y correlación. Reproducción parcial del apunte de clase. Serie S/II. Estadística básica para la planificación de Arturo Núñez publicada en los cuadernos del Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social. 43 p.
- PIGLIUCCI, M. y MARLOW, E. 2001. Differentiation for flowering time and phenotypic integration in *Arabidopsis thaliana* in response to season length and vernalization. *Oecologia*. 127(4):501-508.
- PLANCHUELO, A. y PETERSON P. 2000. The species of *Bromus* (Poaceae: Bromaceae) in South America. In: W. Surrey, L. Jacobs y J. Everett (eds). *Grasses: Systematics and Evolution*. Collingwood, Australia. Csiro. 89-101.
- RUMBALL W. 1968. Patterns of variation in *Bromus* L. Introductions. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 11: 277-285.
- RUMBALL W. y FORDE, M. 1977. Plant introductions trials. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. 5: 93-95.
- SEXTON, J., MCKAY, J. y SALA, A. 2002. Plasticity and genetic diversity may allow saltcedar to invade cold climates in North America. *Ecological Applications*. 12(6): 1652-1660.
- SCHLICHTING, C. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 17: 667-693.

- STEWART, A. 1996. Potential value of some *Bromus* species of the section *Ceratochloa*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 39: 611-618.
- TEUBER, N. 1992. Énfasis en el establecimiento de praderas permanentes. In: Seminario praderas permanentes. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Estación experimental Remehue. Ministerio de Agricultura. Osorno, Chile. Serie Actas N° 09. pp. 15 – 20.
- TEUBER, N. 1996a. La pradera en el llano longitudinal de la Décima Región (Valdivia - Chiloé). In: I. Ruiz. (ed). Praderas para Chile. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura. pp: 535-544.
- TEUBER, N. 1996b. La pradera de los suelos Ñadi de la Décima Región. In: I. Ruiz. (ed). Praderas para Chile. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura. pp: 545-554.
- TEUBER, N. 1996c. La pradera en la costa de la Décima Región (Valdivia-Llanquihue). In: I. Ruiz. (ed). Praderas para Chile. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile. Ministerio de Agricultura. pp: 579-590.
- VIA, S., GOMULKIEWICZ, R., DE JONG, G., SCHEINER, S., SCHLICHTING, C. y VAN TIENDEREN, P. 1995. Adaptive phenotypic plasticity: consensus and controversy. *Trends in Ecology and Evolution*. 5: 212-217.

- WITTWER, R. 2003. Variabilidad y caracterización agronómica de 100 accesiones de *Bromus valdivianus* Phil. de la Décima Región. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 130p.
- WEIHS, C. 1995. Canonical discriminant analysis: comparison of resampling methods and convex-hull approximation. In: W. Kranowsky. (ed). Recent advances in descriptive multivariate analysis. New York, Estados Unidos. Oxford University Press. pp: 34 – 50.
- WU, K. y JAIN, S. 1978. Genetic and plastic responses in geographic differentiation of *Bromus Rubens* populations. Canadian Journal of Botany. 56: 873-879.

ANEXOS

ANEXO 1. Promedios por accesión para las variables medidas del primer corte.

Accesión	LM (mm)	AL (mm)	PV (g)	PL (g)	PT (g)	PP (g)
2	27.73	0.66	0.0261	0.0383	0.0673	0.1427
3	27.03	0.68	0.0264	0.0451	0.0349	0.1250
7	28.26	0.78	0.0382	0.0624	0.0559	0.1738
10	28.11	0.79	0.0381	0.0492	0.0368	0.1586
14	34.03	0.67	0.0394	0.0499	0.0741	0.1821
16	34.60	0.71	0.0360	0.0452	0.1193	0.1908
18	28.18	0.61	0.0319	0.0418	0.0653	0.1229
24	28.98	0.70	0.0259	0.0416	0.0330	0.1296
26	35.31	0.77	0.0327	0.0554	0.0575	0.1316
27	36.13	0.96	0.0487	0.0840	0.0420	0.1878
28	30.30	0.63	0.0232	0.0456	0.0484	0.2051
29	29.03	0.58	0.0332	0.0497	0.0499	0.1107
30	29.93	0.72	0.0328	0.0514	0.0371	0.1164
31	23.68	0.66	0.0168	0.0310	0.0152	0.0607
35	35.63	0.78	0.0490	0.0686	0.0734	0.2448
37	33.75	0.77	0.0367	0.0603	0.0810	0.1921
39	29.74	0.59	0.0211	0.0337	0.0380	0.1273
40	30.68	0.67	0.0281	0.0426	0.0282	0.0923
41	30.81	0.63	0.0359	0.0400	0.0614	0.1325
42	32.34	0.60	0.0323	0.0456	0.0543	0.1357
44	27.63	0.75	0.0337	0.0425	0.0229	0.0858
45	30.08	0.68	0.0382	0.0440	0.0670	0.1957
46	30.26	0.73	0.0333	0.0510	0.0536	0.1263
47	37.00	0.90	0.0513	0.0946	0.0511	0.1855
49	30.19	0.64	0.0354	0.0452	0.0408	0.1257
51	33.64	0.70	0.0368	0.0610	0.0303	0.1192
52	37.10	0.72	0.0371	0.0711	0.0333	0.1350
54	32.37	0.77	0.0282	0.0657	0.0256	0.1180
55	32.13	0.68	0.0253	0.0627	0.0437	0.0945
57	25.90	0.62	0.0214	0.0357	0.0350	0.0953
58	26.92	0.72	0.0279	0.0459	0.0166	0.1140
59	31.83	0.75	0.0307	0.0575	0.0803	0.1642
60	41.35	0.67	0.0485	0.0685	0.1254	0.1217

(Continúa)

Continuación Anexo 1.

Accesión	LM (mm)	AL (mm)	PV (g)	PL (g)	PT (g)	PP (g)
62	28.75	0.60	0.0328	0.0459	0.0920	0.1332
63	28.36	0.62	0.0256	0.0352	0.0496	0.1390
64	32.73	0.60	0.0421	0.0463	0.0775	0.2068
65	35.35	0.69	0.0396	0.0671	0.1110	0.2361
66	37.20	0.73	0.0601	0.0562	0.1110	0.1852
67	28.88	0.71	0.0393	0.0448	0.0535	0.1775
74	27.70	0.77	0.0397	0.0549	0.0486	0.1309
75	32.47	0.72	0.0370	0.0410	0.0946	0.1501
77	31.73	0.70	0.0467	0.0526	0.0786	0.1579
78	28.15	0.62	0.0265	0.0344	0.0380	0.1003
80	30.87	0.70	0.0376	0.0472	0.0365	0.1879
81	29.72	0.67	0.0340	0.0509	0.0353	0.1223
84	31.55	0.72	0.0379	0.0606	0.0451	0.1424
85	26.71	0.70	0.0369	0.0524	0.0179	0.1039
86	28.48	0.68	0.0319	0.0405	0.0492	0.1456
87	29.92	0.72	0.0299	0.0458	0.0537	0.1765
88	24.00	0.60	0.0164	0.0341	0.0239	0.0743
89	31.06	0.65	0.0318	0.0599	0.0444	0.1377
93	35.97	0.80	0.0543	0.0561	0.0834	0.1736
94	31.68	0.70	0.0336	0.0493	0.0381	0.1183
95	38.73	0.73	0.0687	0.0632	0.1022	0.2317
99	30.65	0.71	0.0398	0.0544	0.0493	0.2095
100	26.71	0.57	0.0297	0.0390	0.0377	0.1222
101	26.75	0.68	0.0364	0.0426	0.0449	0.1407
102	33.42	0.58	0.0368	0.0338	0.1012	0.1448
103	30.94	0.74	0.0388	0.0577	0.0573	0.1322
105	30.78	0.68	0.0299	0.0679	0.0724	0.1880
106	24.98	0.68	0.0262	0.0486	0.0303	0.1173

ANEXO 2. Puntajes canónicos de las dos primeras variables canónicas (CAN 1 y CAN 2) para el primer corte.

Accesión	Zona	CAN 1	Accesión	Zona	CAN 2
60	Ñ	2.98	28	CN	1.64
105	CN	2.05	105	CN	1.44
55	Ñ	1.73	88	CS	1.22
47	CS	1.66	65	P	0.96
65	P	1.47	87	Ñ	0.91
62	P	1.46	7	CN	0.81
29	CN	1.09	99	CS	0.73
89	P	1.07	106	CN	0.71
52	CS	1.01	63	P	0.62
54	Ñ	0.99	54	Ñ	0.61
7	CN	0.96	24	CN	0.58
59	CS	0.93	39	P	0.53
26	CN	0.86	89	P	0.52
37	P	0.80	100	Ñ	0.49
84	CS	0.75	3	CN	0.48
103	P	0.54	80	Ñ	0.45
77	Ñ	0.48	58	CS	0.43
27	CN	0.47	57	CS	0.41
46	CS	0.40	2	CN	0.34
51	Ñ	0.28	84	CS	0.31
88	CS	0.26	59	CS	0.26
74	CS	0.17	37	P	0.26
42	Ñ	0.15	86	CS	0.24
16	CN	0.13	42	Ñ	0.19
66	P	0.13	31	CN	0.16
40	P	0.06	55	Ñ	0.13
2	CN	0.05	45	CS	0.12
81	P	0.02	62	P	0.10
106	CN	-0.03	101	Ñ	0.08
57	CS	-0.06	35	CS	0.02
102	Ñ	-0.11	52	CS	-0.06
14	CN	-0.21	81	P	-0.07
18	P	-0.21	64	P	-0.15
35	CS	-0.21	14	CN	-0.15

(Continúa)

Continuación Anexo 2.

Accesión	Zona	CAN 1	Accesión	Zona	CAN 2
49	CS	-0.22	78	P	-0.16
75	CS	-0.23	29	CN	-0.16
30	CN	-0.25	67	P	-0.17
3	CN	-0.34	49	CS	-0.21
85	CS	-0.35	26	CN	-0.21
100	Ñ	-0.36	10	CN	-0.21
41	P	-0.39	30	CN	-0.25
94	CS	-0.43	46	CS	-0.29
63	P	-0.55	47	CS	-0.29
87	Ñ	-0.58	85	CS	-0.30
93	CS	-0.60	74	CS	-0.36
95	CS	-0.60	51	Ñ	-0.38
86	CS	-0.61	27	CN	-0.42
58	CS	-0.64	94	CS	-0.43
31	CN	-0.68	40	P	-0.43
64	P	-0.72	18	P	-0.45
101	Ñ	-0.72	103	P	-0.50
78	P	-0.74	41	P	-0.53
24	CN	-0.89	16	CN	-0.75
99	CS	-0.91	77	Ñ	-0.87
45	CS	-0.95	44	CS	-1.13
28	CN	-1.01	75	CS	-1.16
39	P	-1.02	102	Ñ	-1.34
44	CS	-1.16	60	Ñ	-2.02
10	CN	-1.17	93	CS	-2.10
67	P	-1.31	66	P	-2.12
80	Ñ	-1.39	95	CS	-2.13

ANEXO 3. Composición de los grupos según el análisis de conglomerados para el primer corte.

Nº	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
1	2	31	16	60
2	3	57	26	
3	7	88	27	
4	10	100	35	
5	14	106	47	
6	18		52	
7	24		65	
8	28		66	
9	29		93	
10	30		95	
11	37			
12	39			
13	40			
14	41			
15	42			
16	44			
17	45			
18	46			
19	49			
20	51			
21	54			
22	55			
23	58			
24	59			

(Continúa)

Continuación Anexo 3.

N°	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
25	62			
26	63			
27	64			
28	67			
29	74			
30	75			
31	77			
32	78			
33	80			
34	81			
35	84			
36	85			
37	86			
38	87			
39	89			
40	94			
41	99			
42	101			
43	102			
44	103			
45	105			