

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE AGRONOMIA

Determinación de ecotipos de *Holcus
lanatus* L. en accesiones colectadas en la
Décima Región

Seminario de tesis presentado
como parte de los requisitos
para optar al grado de
Licenciado en Agronomía.

GUILLERMO ARTURO GÄDICKE SBAJ

VALDIVIA – CHILE

2006

PROFESOR PATROCINANTE

FIRMA

Ignacio López C.
Ing. Agr., Ph. D.

PROFESORES INFORMANTES

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

Luis Latrille L.
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

AGRADECIMIENTOS

Con el más sincero de mis sentimientos, debo agradecerles a la Universidad Austral y especialmente a los profesores que influyeron directamente en mi vida académica por la formación dada. Debo destacar al profesor patrocinante de la tesis Ing. Agr., Ph.D., señor Ignacio López C. y agradecerle por su valioso tiempo y ayuda prestada. No debo olvidar a los profesores informantes Ing. Agr., M. Sc., Ph.D., señor Oscar Balochi L. y Ing., Agr., M. Sc., Ph.D., señor Luis Latrille L. los cuales ayudaron a la orientación y corrección de la tesis.

Les agradezco a todas las personas y amistades que estuvieron relacionadas con este estudio, las cuales ayudaron a hacer más llevaderas las jornadas de trabajo. Como no destacar a la Señora Marta del laboratorio del Instituto de Producción Animal que incondicionalmente prestó ayuda y apoyo.

Le agradezco a la Burschenschaft Vulkania, en la cual tuve el privilegio de vivir y hacerme miembro durante mi vida universitaria, por tener un rol importante en mi formación como persona y por el apoyo otorgado.

Les agradezco y dedico cariñosamente esta tesis a mis padres, que fueron los responsables directos de mi estadía en Valdivia.

INDICE DE MATERIAS

Capítulo		Página
1	INTRODUCCION	1
2	REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1	Praderas en la X Región	3
2.1.1	Las praderas naturalizadas	3
2.1.1.1	Composición botánica	4
2.2	Ecotipo y ecofeno	4
2.3	Adaptación al medio	6
2.3.1	Origen de la adaptación	7
2.3.2	Factores de evolución	8
2.4	<i>Holcus lanatus</i> L.	9
2.4.1	Origen	9
2.4.2	Adaptación	10
2.4.3	Morfología	11
3	MATERIAL Y METODO	13
3.1	Financiamiento	13
3.2	Material experimental	13
3.2.1	Ubicación	13
3.2.2	Clima	13
3.2.3	Suelo	15
3.2.4	Diseño experimental	17

Capítulo		Página
3.3	Labores previas al ensayo	17
3.3.1	Control de malezas	17
3.3.2	Homogenización	17
3.3.3	Fertilización	18
3.3.4	Extracción de macollos	18
3.3.5	Almacenamiento	19
3.4	Atributos evaluados	19
3.5	Análisis estadístico	21
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	23
4.1	Primer corte: Estado vegetativo	23
4.1.1	CVA sobre la primera fecha de corte	23
4.1.2	Análisis de conglomerados para el primer corte	28
4.1.3	Análisis de varianza canónica sobre los grupos formados en la primera fecha de Corte	30
4.2	Segundo corte: Estado de espigamiento	34
4.3	Tercer corte: Grano maduro	35
4.3.1	CVA sobre la tercera fecha de corte	35
4.3.2	Análisis de conglomerados para el tercer corte	40
4.3.3	Análisis de varianza canónica sobre los grupos formados en la tercera fecha de Corte	43
4.4	Comparación entre fechas de corte	47
5	CONCLUSIONES	52
6	Resumen	53
6	Summary	55

Capítulo		Página
7	BIBLIOGRAFIA	57
	ANEXO	62

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Características climáticas del período comprendido entre agosto a febrero, promedio de 40 años	14
2	Características climáticas del período comprendido entre agosto 2002 a febrero 2003, de la fecha del ensayo	15
3	Análisis de suelo del lugar del ensayo	16
4	Disposición de las bases de intercambio en el suelo en donde se realizó el ensayo	17
5	Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el primer corte	24
6	Accesiones destacadas para CAN1 y CAN2 y sus variables originales	27
7	Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el CVA del cluster de la primera fecha de corte	31
8	Resumen de las variables originales correspondientes a cada cluster	34
9	Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el tercer corte	36
10	Ecotipos y sus variables originales	39
11	Orden de cinco genotipos destacados en sus respectivos clusters	41

Cuadro		Página
12	Variables canónicas, eigenvalues, proporción explicada y valores de las variables originales	43
13	Clusters y sus respectivos puntajes canónicos para CAN1, CAN2 y CAN3	45
14	Promedio de las variables originales para los cuatro clusters	47
15	Número de clusters y variables originaes de CAN1 para cada fecha de corte	48

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Estructura canónica total del primer corte	25
2	Puntajes canónicos de los genotipos para CAN1 y CAN2 en el primer corte	26
3	Dendrograma del Cluster para la primera fecha de corte	29
4	Estructura canónica total para la primera fecha de corte del CVA sobre el cluster	31
5	Puntaje canónico de los clusters para CAN1 y CAN2 en el primer corte	32
6	Estructura canónica total del tercer corte	37
7	Puntajes canónicos de los genotipos para CAN1 y CAN2 en tercer corte	38
8	Dendrograma del Cluster para la tercera fecha de corte	42
9	Estructura canónica total para la tercera fecha de corte del CVA sobre el cluster	44
10	Clusters y puntajes canónicos para el CVA sobre clusters del tercer corte	45

INDICE DE ANEXOS

Anexos		Página
1	Genotipos colectados con sus respectivas coordenadas geográficas	63
2	Distribución geográfica de las accesiones. Región de los Lagos	65
3	Puntajes canónicos de los genotipos para CAN1, CAN2 y CAN3 de la primera fecha de corte	66
4	Genotipos agrupados según clusters para la primera fecha de corte	69
5	Genotipos con sus respectivos valores originales correspondientes a los clusters destacados en el CVA de la primera fecha de corte	70
6	Puntajes canónicos de los genotipos para CAN1, CAN2 y CAN3 de la tercera fecha de corte	72
7	Genotipos agrupados según clusters para la tercera fecha de corte	75
8	Genotipos con sus respectivos valores originales correspondientes a los clusters destacados en el CVA de la tercera fecha de corte	76
9	Genotipos y sus respectivos clusters para la primera y tercera fecha de corte	79

1 INTRODUCCION

La Décima Región de Chile se caracteriza por presentar condiciones favorables para la explotación ganadera, esto es debido a sus características edafoclimáticas. Las praderas de cada zona se utilizan en la alimentación animal, las que constituyen un recurso alimenticio de bajo costo.

Las praderas se pueden clasificar en sembradas, naturalizadas y naturalizadas mejoradas, teniendo la Décima Región 145.523.0, 680.516.0 y 525.313.0 hectáreas de cada una respectivamente (INE, 1997).

En las praderas sembradas, son las especies alóctonas las que cobran mayor importancia, siendo estas exigentes en nutrientes, por lo que normalmente se desarrollan en suelos de buena fertilidad.

En las praderas naturalizadas y en las naturalizadas mejoradas, la composición botánica es variable dependiendo de las condiciones edafoclimáticas del lugar. En ellas es común encontrar especies gramíneas nativas o naturalizadas como *Agrostis capillaris* L., *Bromus valdivianus* Phil. y *Holcus lanatus* L. Estas especies son importantes por su capacidad para crecer en una variedad de tipos de sitios y condiciones ambientales (LOPEZ *et al.*, 1997).

En la Décima Región se pueden identificar cuatro zonas edafoclimáticas: Precordillera Andina, Ñadis, Llano Central Norte y Llano Central Sur (BALOCCHI y LOPEZ, 1996). Las especies nativas o naturalizadas de esas zonas se encuentran en una continua adaptación y competencia (LOPEZ *et al.*,

1997), ya sea debido a cambios climáticos, antropogénicos u otros que puedan estar afectando a su medio ambiente (DUTHIL, 1976).

La plasticidad es la capacidad que tienen las plantas para adaptarse a los cambios ambientales, asegurándose así su sobrevivencia en el medio. La plasticidad se explica por la información genética que posee cada especie (DUTHIL, 1976).

Dentro de una especie se pueden encontrar diferentes ecotipos, que son aquellos individuos que poseen diferente material genético, lo que explicaría una efectiva adaptación a un medio ambiente determinado (DAUBENMIRE, 2001).

La hipótesis de éste experimento plantea que *Holcus lanatus* se ha adaptado a sitios con características diferentes de la X Región, a través del desarrollo de ecotipos.

El objetivo general de este experimento fue determinar la presencia de ecotipos de *H. lanatus*, en base a diferencias morfológicas y fenológicas de accesiones colectadas en diferentes zonas agroecológicas de la Décima Región.

Los objetivos específicos fueron determinar ecotipos, evaluando en accesiones de *H. lanatus*, las variables largo de lámina, ancho de lámina, largo del macollo, número de hojas totales, número de hojas vivas, estado fenológico del macollo y largo de la espiga.

2 REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 Las praderas en la Décima Región.

Según el Sexto Censo Agropecuario de 1997, Chile posee 27.115.581.0 ha catalogadas como superficie agropecuaria. De ésta superficie, 13.884.600.0 ha corresponden a praderas y 1.351.352.0 ha es la superficie de praderas en la Décima Región.

Las 1.3 millones de ha de la Décima Región corresponden al 11% de las praderas de Chile las que son de suma importancia debido al desarrollo de sistemas de producción animal basados en su utilización bajo pastoreo (TEUBER , 1992).

La producción animal en la Décima Región representa un importante aporte al total nacional, con alrededor del 45% de la carne y el 65% de la leche. Esto en su mayor proporción se basa en el recurso pradera (UNDURRAGA y BERNIER., 1992) que, gracias a las condiciones agroedafoclimáticas de la zona, pueden ser utilizadas bajo pastoreo directo, obteniéndose así costos unitarios de producción de leche y carne competitivos a nivel internacional (PONCE, 1992).

2.1.1 Las praderas naturalizadas. Las praderas naturalizadas son superficies terrestres cuya población vegetal se compone primordialmente de pastos nativos y naturalizados, así como también de hierbas y arbustos (SEMPLE, 1971) los cuales generalmente poseen mayor persistencia y menores requerimientos que las especies sembradas, siendo capaces así de

desarrollarse en ambientes alterados o con estrés, pero no presentando necesariamente un bajo potencial de producción (BALOCCHI *et al.*, 2001).

Las praderas naturalizadas se caracterizan por desarrollarse en ambientes con bajos niveles de intervención, y debido a que poseen una alta diversidad de especies, son ecosistemas estables, lo que se expresa especialmente en su capacidad de tolerar estrés ambiental (BALOCCHI y LOPEZ, 2001).

2.1.1.1 Composición botánica. En las praderas naturalizadas de la Décima Región se pueden distinguir especies pratenses nativas y naturalizadas (BALOCCHI *et al.*, 2001).

Entre las principales gramíneas nativas se encontrarían *Bromus valdivianus* (Bromo) y *Paspalum dasypleurus* (Pasto quila).

Entre las principales naturalizadas se encuentran *Agrostis capillaris* (sin.: *A. tenuis* ; chépica); *Anthoxantum odoratum* (Pasto oloroso); *Arrenatherum elatius ssp bulbosus* (Pasto cebolla); *Holcus lanatus* (Pasto miel, Pasto dulce); *Poa annua* (Pasto piojillo) y *Poa pratensis* (Poa). También crecerían entre éstas *Dactylis glomerata* (Pasto ovillo); *Lolium multiflorum* (Ballica italiana) y *Lolium perenne* (Ballica inglesa) las cuales son consideradas también como especies cultivadas.

2.2 Ecotipo y ecofeno.

Los ecotipos se presentan en especies compuestas por un mosaico de poblaciones, cada una de las cuales difiere en sus características fisiológicas que tienen una base genética y representan un valor de supervivencia. Los ecofenos son plantas que difieren en su apariencia, especialmente en el tamaño de sus partes, en el número de tallos, erguimiento y vigor reproductivo; no

obstante pertenecen a un tronco genético esencialmente homogéneo. Sus diferencias se deben completamente a las influencias ambientales, ya que cuando diferentes ecotipos son transplantados al mismo hábitat, éstas diferencias desaparecen. La capacidad de adaptación que presentan las plantas, que no implica un cambio genético, se denomina plasticidad (DAUBENMIRE, 2001).

Del punto de vista filosófico, una especie se puede definir bajo tres tipos de conceptos universales:

- Concepto evolutivo de especie: Define especie como una línea pura de desarrollo, donde se puede reconocer una trayectoria evolutiva.
- Concepto fenético de especie: Concibe la especie como una unidad basada en el grado de semejanza entre los organismos que la conforman.
- Concepto filogenético de especie: Reconocimiento de grupos monofiléticos que se pueden definir por un número determinado de caracteres, en principio anatómicos (únicos y exclusivos del taxón) (DAUBENMIRE, 2001).

Una vez definida e identificada una especie, se puede manipular esta para llegar a la obtención de un cultivar. Un cultivar deseable, será entonces aquel que además de tener una alta producción y ciertos caracteres agronómicos y de calidad del producto cosechado, posee estabilidad en su comportamiento en diferentes ambientes. La jerarquización de diferentes genotipos por su estabilidad se efectúa comúnmente por sus respectivas contribuciones relativas a la interacción genotipo-ambiente, estimadas por un análisis conjunto de los ensayos regionales (<http://www.unesur.edu.ve/unidades/gencon/genetica/Unidad%20Introduccion.pdf>).

En cualquier ser vivo, aquello que se observa y que se puede describir es un fenotipo. En el caso de las plantas, son ejemplos de fenotipo la cosecha producida, la altura, el grosor del tronco o del tallo, la disposición de las hojas,

la forma del sistema radicular, el color de las flores, el sabor del fruto, el contenido en azúcares, el contenido de proteínas o hidratos de carbono, etc.

No obstante, todo ser vivo, y, por tanto, también las plantas, provienen de otro ser vivo y muchas veces han empezado su desarrollo a partir de una sola célula que lleva almacenada la información genética que recibió de sus padres. Esto que recibe de los padres (herencia biológica) forma parte del genotipo del individuo.

El genotipo está constituido por toda la información genética que posee el individuo; se podría decir que el genotipo son los planes para la construcción de un individuo nuevo; y para llevar a efecto la construcción se necesitan los materiales que proporcionará el ambiente en el cual se desarrolla. Así pues, ello lo podemos representar así:

Fenotipo = Genotipo + Ambiente

Por tanto, para obtener buenos fenotipos (aquello que se aprecia) será necesario actuar mejorando sus dos componentes esenciales: el genotipo y el ambiente.

Cuando se habla de una variedad determinada se refiere a un conjunto de plantas con una composición genotípica determinada. La “mejora vegetal” procura encontrar buenos genotipos, es decir, factorías más eficientes para los ambientes en los que han de actuar.

2.3 Adaptación al medio

Es una modificación evolutiva e inevitable (WALLACE *et al.*, 1967) que mejora las oportunidades de supervivencia y de éxito reproductivo (BERG *et al.*, 2000). Las plantas están sujetas a modificaciones estructurales ante la existencia de diferentes clases de medios externos asegurándose así su supervivencia en éstos (ZIMMERMANN, 1976). Dichas modificaciones deben

ser de carácter permanente y definitivo (DAUBENMIRE, 2001). No obstante, no todo cambio evolutivo es también adaptativo, explicándose esto por alteraciones fortuitas en los caracteres heredados de una población, o por fluctuaciones ambientales causales que inutilizan caracteres anteriormente adaptativos (WALLACE et al., 1967).

La teoría de la selección natural ayuda a explicar la sobrevivencia de los más aptos en el medio. La selección natural actúa en las plantas mediante la conservación de las variaciones y diferencias individualmente favorables y la destrucción de las que son perjudiciales (DARWIN, 1859). Esta teoría descansa en tres principios fundamentales que son (LEWONTIN, 1979):

- Individuos distintos dentro de una especie difieren entre sí por su comportamiento, fisiología y morfología.
- La variabilidad es heredable, por lo que, como promedio, los descendientes se parecen a sus padres más que a otros individuos.
- Variantes distintas dan lugar a diferente número de descendientes, ya sea de inmediato o en generaciones futuras.

Por lo tanto, debe haber variedad de donde seleccionar y dicha variedad debe ser heredable para que se pueda producir un cambio progresivo.

2.3.1 Origen de la adaptación. DAUBENMIRE (2001), explica que del punto de vista actual, la adaptación ocurre por la vía selectiva del medio ambiente que opera en forma de criba en las variaciones genéticas cuyos orígenes se deben a las probabilidades. También explica que las variaciones se pueden dividir en inducidas por el ambiente y en genéticamente determinadas, ocurriendo las primeras como resultado de una exposición continua durante una gran parte del ciclo de vida y las segundas por cambios en las estructuras de los genes, por redistribución de estos en el marco de los cromosomas, por recombinaciones de

genes mediante la hibridización, o por irregularidades durante la mitosis o meiosis que cambian el número de cromosomas por célula, entre otros.

Cada especie pratense posee aptitudes bien determinadas y preferencias muy marcadas respecto al medio, permitiendo así clasificar distintos medios dependiendo de las especies que lo colonicen (DUTHIL, 1976). Por ejemplo, las regiones más secas poseen una mayor cantidad de arbustos que gramíneas (SEMPLE, 1971), regiones con altos contenidos de aluminio favorecerán el desarrollo de especies como *Agrostis capillaris* (SIEBALD, 2001).

Diversos estudios se han realizado para determinar los factores más importantes que determinan la diferenciación ecológica de las asociaciones pratenses del Sur de Chile. Así entre los factores más importantes se encuentran la humedad, la temperatura, el pH (RAMÍREZ *et al.*, 1992), el aluminio intercambiable, la saturación de aluminio, la pendiente, la profundidad, la textura y el hidromorfismo (LOPEZ *et al.*, 1997). Entre las características de fertilidad del sitio se encuentran el potasio intercambiable, calcio intercambiable y magnesio intercambiable (LOPEZ *et al.*, 1997).

Dentro de las praderas de la zona, las especies que las componen poseen su propio nicho ecológico (BALOCHI *et al.*, 2001), y éste será en el que se encuentren con un porcentaje de frecuencia elevado (DUTHIL, 1976).

2.3.2 Factores de evolución. La flora es susceptible de evolucionar bajo la acción del medio. Bajo el concepto de medio se agrupan, el medio natural con su suelo, clima y estaciones, siendo también muy importante el hombre, el cual mediante fertilizaciones, drenajes, riegos y otros manejos puede modelar el medio (DUTHIL, 1976). Así la existencia de praderas de vegetación clímax es probable solamente en las estepas magallánicas, estepas andinas y alto andinas, en las cuales por condiciones climáticas, seguramente no predominó

el bosque, y las praderas naturalizadas se han desarrollado como crecimiento sub-clímax de los bosques talados (PALADINES y MUÑOZ 1982).

Las praderas naturalizadas de un medio determinado pueden variar en su composición botánica considerablemente de una estación a la otra. Por ejemplo, plantas sensibles al frío quedarían eliminadas tras un invierno excesivamente riguroso, y años húmedos favorecerán la floración de especies como juncos y ranúnculos (DUTHIL, 1976). Así como la temperatura y la lluvia determinan las especies prevalentes, es la fertilidad la que modifica la estabilidad de las comunidades (PALADINES y MUÑOZ, 1982).

El suelo es uno de los elementos naturales del medio, que se encuentra en un continuo cambio debido a la acción del hombre. La textura y estructura de éste, influyen en forma indirecta en las plantas, proporcionándole un mayor o menor suministro de agua, aire, calor y elementos nutritivos a las plantas. Debido a esto existen praderas características de suelos arenosos, arcillosos o de cualquier otra estructura determinada (DUTHIL, 1976).

El hombre influye en los elementos del medio mediante fertilizaciones (DUTHIL, 1976). Una pradera naturalizada de la Precordillera de la Costa, tras adecuadas y oportunas aplicaciones de fertilizantes puede cambiar su composición botánica aumentando en un 13% la contribución de *Holcus lanatus* y disminuyendo en un 19% la contribución de *Agrostis capillaris* con relación al testigo natural sin fertilizar (SIEBALD, 2001).

2.4 *Holcus lanatus* L.

H. lanatus es una especie pratense naturalizada en la Décima Región.

2.4.1 Origen. Es una especie originaria de Europa, Noreste de África y Asia templada (BALOCCHI y LOPEZ, 2001).

2.4.2 Adaptación. Es una especie introducida a Chile y corresponde a una planta de media luz, de climas templados pero con oscilaciones térmicas, de manera que tolera a las heladas (RAMIREZ et al., 1991).

GASTO *et al.* (1993), señalan que *Holcus lanatus* es una especie de una amplia distribución dentro de una pradera naturalizada del Dominio Húmedo de Chile.

Se distribuye especialmente en regiones húmedas y solo moderadamente fértiles, siendo poco afectada por variaciones en la acidez del suelo (LANGER, 1980).

DUTHIL (1976), señala que se adapta tanto a condiciones húmedas como secas, especialmente en suelos ácidos y de baja fertilidad, con texturas que van desde las franco pesadas a las arenosas.

Puede alcanzar producciones de hasta 10,6 toneladas de materia seca en su segundo año de producción con fertilización (IDE, 1996; LOPEZ *et al.*, 1999).

LOPEZ *et al.* (1997), publicaron que domina en sitios planos a levemente depresionales, de profundidades medias (0.67m), textura media (franco arcillosa), con hidromorfismo estacional medio a estacional profundo. En cuanto a exigencias de fertilidad domina en sitios de niveles medios de fertilidad, caracterizados por tener niveles medios de aluminio intercambiable (0.4 meq/ 100g suelo), saturación de aluminio medio (5.87%), pH ácido (5.4), altos contenidos de potasio (257.9 ppm), niveles medios de calcio (4.82 meq/ 100g suelo), altos niveles de magnesio (1.3 meq/ 100g suelo) y suma de bases media a alta (7.19 meq/ 100g suelo).

2.4.3 Morfología. Presenta un tallo erecto y completamente piloso, que normalmente crece acodado desde su base. Sus nudos, 2 a 3, presentan pelos cortos y dirigidos hacia abajo (ESPINOZA, 1988).

WHYTE et al. (1959), señalan que crece en espesas matas de 30 a 110 cm de altura. Sus hojas son suavemente pubescentes con láminas de 3 a 12 cm de largo por 3 a 10 mm de ancho, casi nunca glabras, de color verde grisáceo o verde. (SILVA y LOZANO, 1984). Posee un limbo alargado, con ápice estrecho, azul verdoso, pelo blando, de 2 a 4 cm de ancho, 3 a 10 mm de largo y muy aquillado. La vaina foliar presenta pelos blandos, algo hinchada, azul verdosa, abierta, a veces con hendiduras longitudinales violetas y redondeadas. La lígula mide de 1 a 4 mm de largo, es membranosa con borde liso o dentado hasta hendido. Las hojas son planas, angostas y terminan en una punta fina.

La hoja más joven es enrollada (BEHRENDT y HANF, 1979). La inflorescencia consta de panojas lanceoladas hasta ovoides, en la floración más extendidas, de color blanco, rosa o púrpura (ESPINOZA, 1988).

Antes y después de la floración las ramas de la panoja se hacen densas (BEHRENDT y HANF 1979). La panícula es lanceolada y suelta, de color blanquecino a verde pálido o púrpura. Las espiguillas son oblongas a elípticas comprimidas, de 4 a 6 mm de largo, con raquillas de distinta longitud siendo las inferiores hermafroditas y sin aristas y las superiores masculinas y con aristas; las cuales se caen en la madurez (BEHRENDT y HANF, 1979). La flor más baja es bisexual y la superior es generalmente masculina. Las glumas poseen pelos tiesos en la quilla y los nervios, que pueden ser ásperos o vellosos en los bordes. Las lemas están encerradas por las glumas, brillantes. Las más bajas tienen formas de bote y roma sin aristas. La superior es más angosta con aristas de 2 mm en la parte de atrás cerca de la punta que se curva como

anzuelo cuando se seca. La palea es más corta que la lema (ESPINOZA, 1988).

Se reproduce por semillas y macollos, los cuales adquieren mayor importancia a inicio de otoño (ESPINOZA, 1988). Posee polinización cruzada y la auto polinización es nula o escasa (BEHRENDT y HANF, 1979).

3 MATERIAL Y METODO

3.1 Financiamiento

La presente Tesis de Grado correspondió a una evaluación de especies financiada por el 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*.

3.2 Material experimental

Se colectaron 100 accesiones de *H. lanatus* de praderas de las cuatro zonas agroedafoclimáticas de la Décima Región y fueron trasplantadas a la Estación experimental Santa Rosa en el invierno del 2000 (VALDES, 2002).

En el Anexo 1 se muestran los genotipos colectados con sus respectivas coordenadas geográficas.

En el Anexo 2 se presenta el mapa de recolección en el que se aprecia la distribución geográfica de las accesiones en la Región de Los Lagos.

3.2.1 Ubicación. La Estación Experimental Santa Rosa, propiedad de la Universidad Austral de Chile, se ubica a 6 Km de la ciudad de Valdivia, en el paralelo 39°14' Latitud sur y meridiano 73°14' Longitud oeste y a una altitud de 10 m.s.n.m. (NISSEN, 1974).

3.2.2 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).

Con respecto al promedio anual de luz diario, HUBER (1970), señala que es de 5.36 h, con una máxima de 9.02 h en enero y una mínima de 2.06 h en junio. La máxima radiación solar se alcanza en los meses de diciembre-enero. El período libre de heladas es de 90-100 días entre los meses de diciembre a marzo.

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 comprendidos en 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 a 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	239.0
Septiembre	8.8	14.1	4.9	83	214.9
Octubre	12.5	18.7	7.7	77	133.1
Noviembre	13.2	18.8	8.2	72	125.8
Diciembre	15.3	21.0	9.7	69	70.3
Enero	16.2	21.9	10.8	72	143.0
Febrero	17.0	23.5	11.4	72	39.6

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

Al comparar el Cuadro 1 con el Cuadro 2, se observa que el período del ensayo tuvo una primavera más lluviosa y un verano más seco de lo normal.

CUADRO 2 Características climáticas del período comprendido entre agosto 2002 a febrero 2003, de la fecha del ensayo.

Mes	T° media (°C)	T° máx. Media (°C)	T° min. Media (°C)	Humedad Relativa (%)	Precipitaciones (mm)
Agosto	9.55	12.84	7.12	88.9	391
Septiembre	9.6	14.4	6.45	85.8	236
Octubre	11.55	15.9	7.2	81.16	504.7
Noviembre	13.5	18.3	8.7	78.4	287.1
Diciembre	15.35	21.2	9.5	72.1	111.6
Enero	16.7	22.3	11.1	71.03	46
Febrero	16.55	22.6	10.5	70.7	31

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

Las precipitaciones que se observan en octubre del período del ensayo contribuyeron a que el 2002 sea el año más lluvioso de los últimos cuarenta años.

3.2.3 Suelo. El suelo en que se ubica el ensayo 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 0,1-0,05mm. 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).

CUADRO 3 Análisis de suelo del lugar del ensayo (1 Julio 2002).

Características del suelo	Valor
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 (cmol+/100g.s.)	0.08
Calcio intercambiable (cmol+/100g.s.)	4.96
Magnesio intercambiable (cmol+/100g.s.)	0.37
Suma de bases (cmol+/100g.s.)	5.8
Aluminio intercambiable (cmol+/100g.s.)	0.04
CICE (ppm)	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).

En el Cuadro 3 se muestran las características químicas del suelo en donde se realizó el ensayo. En el Cuadro 4 se muestra un breve análisis de las bases de intercambio y sus concentraciones en la capacidad de intercambio catiónico (BERNIER, 2001).

En el Cuadro 4 se observa que el Ca, el Mg y el Na exceden los límites de contribución en la suma de bases de intercambio descritos por Bernier (2001). Por el contrario el Mg se encuentra por debajo de éstos. De las relaciones Ca/Mg y K/Mg observadas en el análisis de suelo se puede deducir que se estaría produciendo una posible deficiencia en la absorción de Mg inducida por una excesiva contribución de K y Ca a la suma de bases.

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

Nutriente	% del CIC	Límites relativos en CIC
Ca	85.5%	60-80%
Mg	6.38%	10-20%
K	6.72%	2-6%
Na	1.38%	0-3%
Ca/Mg	13.4 (<10)	Deficiencia posible de Mg
K/Mg	1.05 (0.2-0.3)	Deficiencia posible de Mg

3.2.4 Diseño experimental. El diseño fue de bloques completos al azar, con cuatro bloques y 100 tratamientos. Los tratamientos correspondieron a las accesiones (VALDES, 2002). La superficie utilizada por el ensayo es de 100m² (4 x 25m).

3.3 Labores previas al ensayo.

A continuación se presentan las labores realizadas previo a la recolección de macollos en la temporada Invierno-Primavera del año 2002.

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

3.3.2 Homogenización. Esta labor fue dividida en dos etapas:

a) La primera etapa se realizó el 9 de septiembre y consistió en un corte de la vegetación herbácea de cada accesión a 10 cm de altura con el fin de que todas las plantas comenzaran desde un mismo nivel de crecimiento.

b) 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 también lograr iguales condiciones de crecimiento entre accesiones.

3.3.3 Fertilización. La fertilización se realizó el 24 de septiembre una vez terminado el proceso de homogenización. Esta consistió en una aplicación homogénea a todo el terreno en donde se realizó el ensayo con el fin de estimular el crecimiento y el desarrollo de las plantas. En éste proceso se utilizó una mezcla de fertilizantes que contenía 40 kg de N, 120 kg de P₂O₅ y 40 kg de K₂O. Esta fue aplicada en una cantidad de 400 kg por hectárea y al voleo.

Las fuentes minerales utilizadas fueron fertilizantes cuyos nombres comerciales son Nitromag para el N (27%), Superfosfato Triple para el P₂O₅ (46%) y Muriato de Potasio para el K₂O (60%).

3.3.4 Extracción de macollos. La extracción de los macollos se realizó en los períodos de primavera-verano del año 2002-2003. Cabe mencionar la ausencia de algunas accesiones, contándose en este ensayo solo con 70 de los transplantados inicialmente en el año 2000. Esto pudo haberse debido a la poca capacidad de adaptación de los macollos desaparecidos (DAUBENMIRE, 2001).

Las fechas de muestreo correspondieron al momento en que el genotipo de la planta local, Santa Rosa (Llano Central Norte, accesión número 15; LC15), se encontraba en los estadios descritos por MEIER (2001), de elongación de tallos, espigamiento y grano maduro, correspondientes a la escala de Zadoks. Los estadios anteriormente descritos ocurrieron en las

fechas 25-octubre-2002, 19-diciembre-2002 y 1-febrero-2003 respectivamente, fechas en las cuales se realizó la extracción de los macollos.

Mediante la escala de Zadoks, se exploraron las diferencias de precocidad entre los genotipos y las fechas de ocurrencia de sus fenofases, así como también una diferencia fenotípica entre accesiones dentro de una misma fenofase, que no se haya expresado eventualmente en otra fenofase.

De cada accesión se extrajeron al azar tres macollos en cada fecha de corte.

3.3.5 Almacenamiento. Una vez recolectados los macollos, se procedió a identificarlos debidamente de acuerdo a la accesión a la que pertenecieran así como también a su fecha de corte y a almacenarlos en forma individual en bolsas de plástico bajo congelación.

3.4 Atributos evaluados

Los atributos evaluados tienen importancia agronómica debido a que se utilizan generalmente en caracterización y evaluación de germoplasma forrajero permitiendo establecer posibles diferencias fenotípicas entre las distintas accesiones, siendo estos los siguientes:

- A)** Largo de la lámina: Se midió la última hoja, completamente extendida, de cada macollo, mediante un pie de metro digital. El largo se midió desde la base de la lámina hasta la punta de ésta.
- B)** Ancho de la lámina: Se midió en la mitad del largo de la lámina de la última hoja de cada macollo.
- C)** Largo del macollo: Se midió desde la base del macollo hasta su ápice, encontrándose el macollo completamente extendido sobre una superficie lisa. El ápice fue la punta superior de la lámina de los macollos en

estado vegetativo y la parte superior de la espiga, de los macollos en estado reproductivo.

- D)** Número de hojas totales: Se contó el número de hojas totales que poseía cada macollo, entendiéndose bajo hojas totales, las vivas y las muertas.
- E)** Número de hojas vivas: Se contó el número de hojas vivas que poseía cada macollo. Para el caso se consideró 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 el macollo en sus componentes: la lámina, vaina e inflorescencia, en los casos que esta última estaba presente, para luego ser secados cada uno en un horno a 65° C, durante 48 horas y por último ser pesados individualmente con una balanza analítica.
- G)** Estado fenológico del macollo: Se estimó en forma visual y basándose en la escala de Zadoks. Para los fines prácticos de éste experimento se consideraron los siguientes estadíos principales de crecimiento (MEIER, 2001):
- Estadío 2 “Macollamiento”: Estadío en el cual la planta se encuentra en su pleno estado vegetativo.
 - Estadío 3 “Elongación del tallo”: Estadío en el cual la planta pasa de su estado vegetativo a reproductivo. En ésta etapa se observa un alargamiento de los entrenudos.
 - Estadío 4 “Embuchamiento” o también descrito como estado de bota: Se entiende como el estadío en el cual se observa un abultamiento en el tallo que corresponde a la espiga que todavía no emerge.
 - Estadío 5 “Espigamiento”: Este estadío comienza en el momento que la vaina de la hoja se abre para dejar emerger a la espiga.
 - Estadío 6 “Floración”: Se entiende como el estadío en el cual el tallo está completamente elongado en cuyo extremo superior se encuentra la espiga completamente abierta en el momento que comienza el desarrollo

floral.

- Estadío 7 “Grano acuoso-lechoso”: Es el estadío en el que luego de la floración se encuentra el grano en la espiga, entre las etapas de grano acuoso a grano lechoso.
- Estadío 8 “Maduración de las semillas”: Es el estadío que le sigue al de grano acuoso-lechoso en el cual empieza la madurez de las semillas, con la siguiente caída de éstas.

H) Largo de la espiga: Se midió desde la base de ésta, hasta su extremo superior, no importando el nivel de madurez en que se encuentre.

3.5 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos aplicados fueron Análisis de Varianza Canónica (CVA) y el análisis de Conglomerados (Cluster Analysis).

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 de las variables originales, llamadas variables canónicas, donde cada individuo se representa por un canonical score (puntaje canónico), que asocia al individuo con las variables canónicas positiva o negativamente (JOBSON, 1992; WEIHS, 1995).

CVA fue utilizado para determinar las variables fenotípicas de los ecotipos colectados.

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 realizó un análisis de conglomerados (cluster) para agrupar a los genotipos según sus similitudes productivas. El análisis de cluster es una técnica analítica para desarrollar subgrupos significativos de individuos u objetos. Su objetivo es clasificar una muestra de entidades en un número pequeño de grupos mutuamente excluyentes basados en similitudes entre las entidades. Debido a que los grupos no están previamente definidos, se usa esta técnica para identificarlos (HAIR, 1999).

La descripción de las variables para determinar la composición de los grupos, se realizó aplicando un CVA, sobre los clusters previamente formados.

El CVA y el cluster fueron realizados con el paquete estadístico SAS (Statistics Analysis System) versión 6.12.

4 PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 Primer corte: Estado vegetativo.

Este corte fue realizado el 25 de octubre del año 2002, y coincidió con la fecha en que la accesión correspondiente al genotipo de la planta local, Sta. Rosa (LC15), se encontraba en el estado de elongación de tallos.

Cabe destacar que no todas las accesiones se encontraban en un mismo estado fenológico, para esta fecha.

4.1.1 CVA sobre la primera fecha de corte. El estadístico Wilks' Lambda fue significativo ($P < 0.01$), lo que indicó que existieron diferencias significativas entre accesiones para las variables elegidas.

De todas las variables medidas, el CVA indicó que el largo de lámina, ancho de lámina, peso de vaina, peso de lámina y el peso del tallo más espiga explicaron en mayor grado la variación total de los datos. Se formaron en total cinco variables canónicas de las cuales las dos primeras explicaron en un 51.3% la variación medida siendo los valores del eigenvalue para las dos primeras Variables Canónicas, CAN1 y CAN2, de 0.92 y 0.75 respectivamente. Así CAN1 explicó en 28.4% y CAN2 en 22.9% la variación total de los datos. Lo anteriormente explicado se puede apreciar en el Cuadro 5.

En el Cuadro 5 se explica la asociación de las dos primeras variables canónicas con las variables originales. Así los signos positivos y negativos definen el sentido de las asociaciones de las variables originales dentro de una

variable canónica así como también valores altos ya sean positivos o negativos, muestran un mayor grado de asociación.

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

Variables originales	CAN1	CAN2
Largo de lámina	-0.160904	0.611064
Ancho de lámina	0.736908	0.130210
Peso de vaina	0.431336	0.581368
Peso de lámina	0.358970	0.775234
Peso de tallo mas espiga	-0.102151	0.021537
Eigenvalue	0.92	0.75
Proporción explicada (%)	28.4	22.9
Proporción acumulada (%)	28.4	51.3

Para CAN1, las variables de mayor contribución son el ancho de lámina y el peso de vaina. Las otras variables como el peso de la vaina y el peso de lámina se encuentran relacionadas positivamente, mientras que el peso del tallo más la espiga está relacionado en forma negativa. De esto se entiende que CAN1 está relacionada positivamente con un grupo de accesiones que tienen láminas anchas y vainas pesadas.

CAN2 muestra solamente relaciones positivas y se encuentra fuertemente asociada al peso de lámina, al largo de lámina y al peso de vaina.

La Figura 1 muestra gráficamente lo anteriormente descrito para CAN1 y CAN2 que en un conjunto explicaron en un 51.25% la variación total.

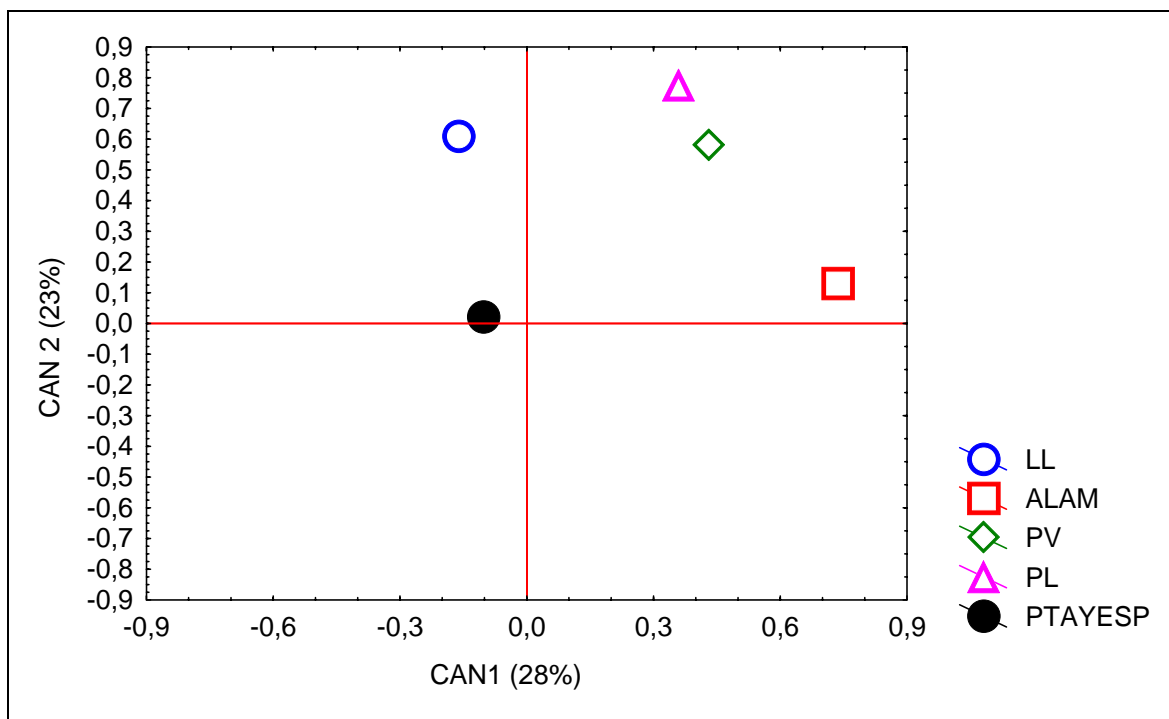


FIGURA 1 Estructura canónica total del primer corte.

En la Figura 1 se observa que las variables que se encuentran más alejadas de los ejes del gráfico, son las que contribuyen en una mayor medida en la formación de CAN1 y CAN2. Las relaciones, tanto positivas como negativas, se observa gráficamente en la ubicación de las variables en los cuatro cuadrantes del gráfico.

El CVA entrega un listado de los genotipos según su respectivo puntaje canónico del cual se puede obtener la ubicación de cada genotipo según la tendencia marcada por las variables canónicas.

La Figura 2 muestra a los genotipos según sus respectivos puntajes canónicos para CAN1 y CAN2. Debido a la gran cantidad de genotipos, sólo se identificaron los que se ubicaron en las posiciones más extremas.

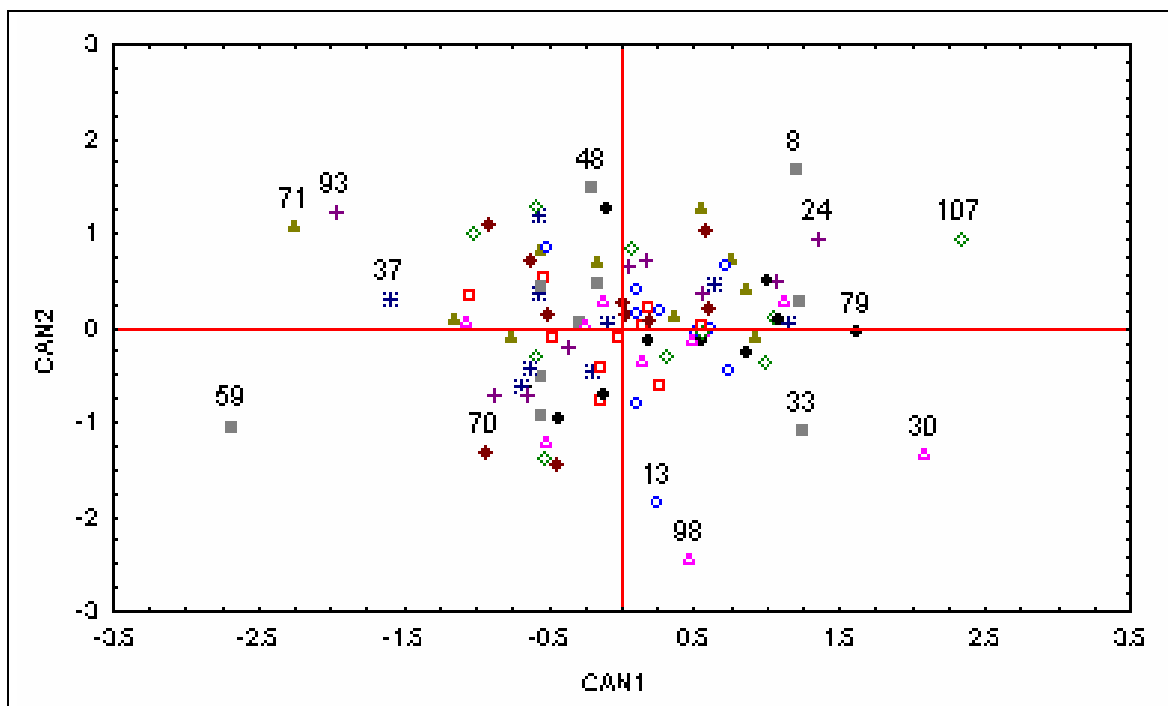


FIGURA 2 Puntajes canónicos de los genotipos para CAN1 y CAN2 en el primer corte .

Al analizar la Figura 2, en conjunto con lo explicado de la Figura 1, se observa que los genotipos más alejados de los ejes (CAN1 y CAN2) en los distintos cuadrantes del gráfico, son los que mejor explican las tendencias descritas por la estructura canónica total para las variables originales. Es así como los genotipos 107 (CS107), 30 (LC30) y 79 (P79) provenientes del sector Centro Sur (CS), Llano Central (LC) y Precordillera (P) de la Décima Región respectivamente, obtuvieron los mayores puntajes canónicos para CAN1, destacando positivamente y teniendo el mayor ancho de lámina. Al contrario, los genotipos 59 (CS59), 71 (CS71), 93 (P93) y 37 (P37) , obtuvieron puntajes canónicos para CAN1 de -2.672 , -2.25 , -1.96 y -1.59 respectivamente destacándose negativamente y teniendo láminas cortas y delgadas.

En la variable canónica CAN2, los genotipos 8 (LC8) y 48 (P48), obtuvieron puntajes canónicos de 1.65 y 1.46 respectivamente relacionándose

positivamente con las variables peso de lámina, peso de vaina y largo de lámina. En su oposición, los genotipos 98 (CS98) y 13 (LC13), obtuvieron puntajes canónicos negativos para CAN2, con -2.46 y -1.85 puntos respectivamente. Esto los asocia a plantas de láminas cortas de bajo peso, con una vaina liviana.

El lugar de origen de cada genotipo parece no influir en la tendencia observada en el CVA de la primera fecha de corte. Esto se observa también en el Cuadro 6 donde los genotipos CS107, LC30 y P79, destacados positivamente en CAN1, provienen de diferentes zonas agroedafoclimáticas.

CUADRO 6 Accesiones destacadas para CAN1 y CAN2 y sus variables originales.

Accesiones	LL (cm)	ALAM (cm)	PV (g)	PL (g)	PTYE (g)
CS107	8.0	1.0	0.17	0.22	0.19
LC30	9.6	1.5	0.08	0.11	0.08
P79	9	1.1	0.09	0.14	0.04
CS59	8.0	0.5	0.01	0.05	0.02
CS71	12.6	0.7	0.11	0.11	0.17
P93	11.3	0.6	0.05	0.10	0.02
P37	11.3	0.8	0.04	0.08	0.02
CS98	13.6	1.3	0.17	0.29	0.17
CS98	5.8	0.7	0.03	0.05	0.02
LC8	5.8	0.7	0.03	0.05	0.05
LC13	8.9	0.1	0.05	0.07	0.09

Claves: LL= Largo de lámina; ALAM= Ancho de lámina; PV= Peso de vaina; PL= Peso de lámina; PTYE= Peso de tallo y espiga; FEN= Fenología.

El Cuadro 6 muestra las accesiones anteriormente descritos con los valores de sus respectivas variables medidas.

El Anexo 3 presenta el puntaje canónico de todos los genotipos para las dos primeras variables canónicas (CAN1 y CAN2) de la primera fecha de corte.

4.1.2 Análisis de conglomerados para el primer corte. Debido a que el CVA de la primera fecha de corte arrojó diferencias significativas, se procedió a realizar un análisis de Clusters (conglomerados) para agrupar a genotipos homogéneos bajo el método de la distancia Euclídea (HAIR, 1999).

La Figura 3 muestra el dendrograma del Cluster realizado a la primera fecha de corte.

En la Figura 3 se aprecia que se cortó el dendrograma en una posición que arrojó la formación de siete clusters. La metodología utilizada para llegar al número de Clusters fue la del Pseudo t^2 (HAIR, 1999).

Los genotipos agrupados en sus respectivos Clusters se pueden apreciar en el Anexo 4. En éste se puede observar la poca concordancia entre el lugar de recolección y el agrupamiento de los genotipos realizado por el análisis de clusters. En otras palabras, tanto el CVA como el cluster acusan presencia de ecotipos y la presencia de ecotipos no guarda relación con la zona de recolección. Se puede afirmar entonces, que accesiones provenientes de diferentes zonas agroedafoclimáticas (BALOCCHI y LOPEZ, 1996) y agrupadas dentro de un mismo cluster, poseen un tronco genético bastante homogéneo (DAUBENMIRE, 2001) para las variables originalmente medidas en esta fecha de corte.

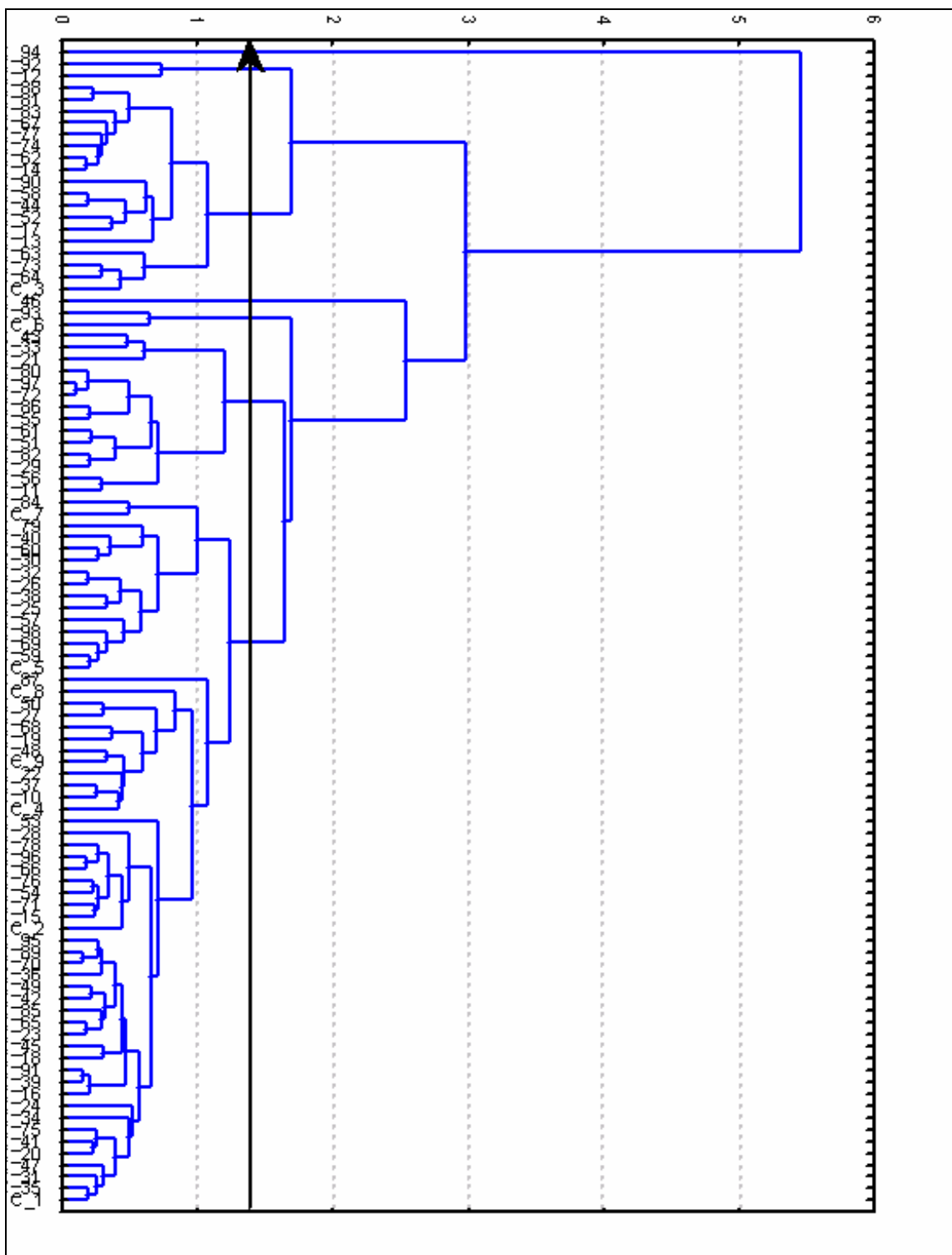


FIGURA 3: Dendrograma del Cluster para la primera fecha de corte.

Los clusters 3, 4, 6 y 7 están compuestos por no más de tres accesiones cada uno, lo que muestra una presión de selección bastante elevada y específica por parte del medio, dentro de los genotipos que los componen. La exposición de estas accesiones al medio debió ser continua (DAUBENMIRE, 2001) y probablemente el medio estaba fuertemente influenciado por el hombre (DUTHIL, 1976).

4.1.3 Análisis de varianza canónica sobre los grupos formados en la primera fecha de corte. Una vez realizado el Cluster sobre la primera fecha de corte, se le realizó un CVA sobre éste para determinar diferencias significativas entre clusters así como también definir las características fenotípicas que caracterizan a las accesiones dentro de cada cluster.

El valor de Wilks' Lamda fue significativo ($P < 0.001$), indicando así diferencias significativas entre los clusters.

El CVA reconoció a las mismas variables originales de antes del cluster como las que explicaron en mayor grado la variación total de los datos. Las dos primeras variables canónicas explicaron en conjunto el 95% de la variación. Así CAN1 explicó un 77.5% y CAN2 un 18% de la variación total.

En el Cuadro 7 se observa el grado de asociación entre las variables originales y las variables canónicas.

CAN1 está asociado positivamente con el peso del tallo más espiga. La otra variable que se asocia positivamente pero en un menor grado es el peso de vaina.

CAN2 está asociada positivamente con el peso de lámina, peso de vaina y ancho de lámina.

CUADRO 7 Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el CVA del cluster de la primera fecha de corte.

Variable	CAN1	CAN2
Largo lámina	0.134474	0.381431
Ancho lámina	-0.110690	0.636971
Peso vaina	0.402232	0.788380
Peso lámina	-0.295123	0.887491
Peso tallo + espiga	0.957757	0.251522
Eigenvalue	0.4456	0.1010
Prop. Explicada (%)	77.5	17.6
Prop. Acumulada (%)	77.5	95.1

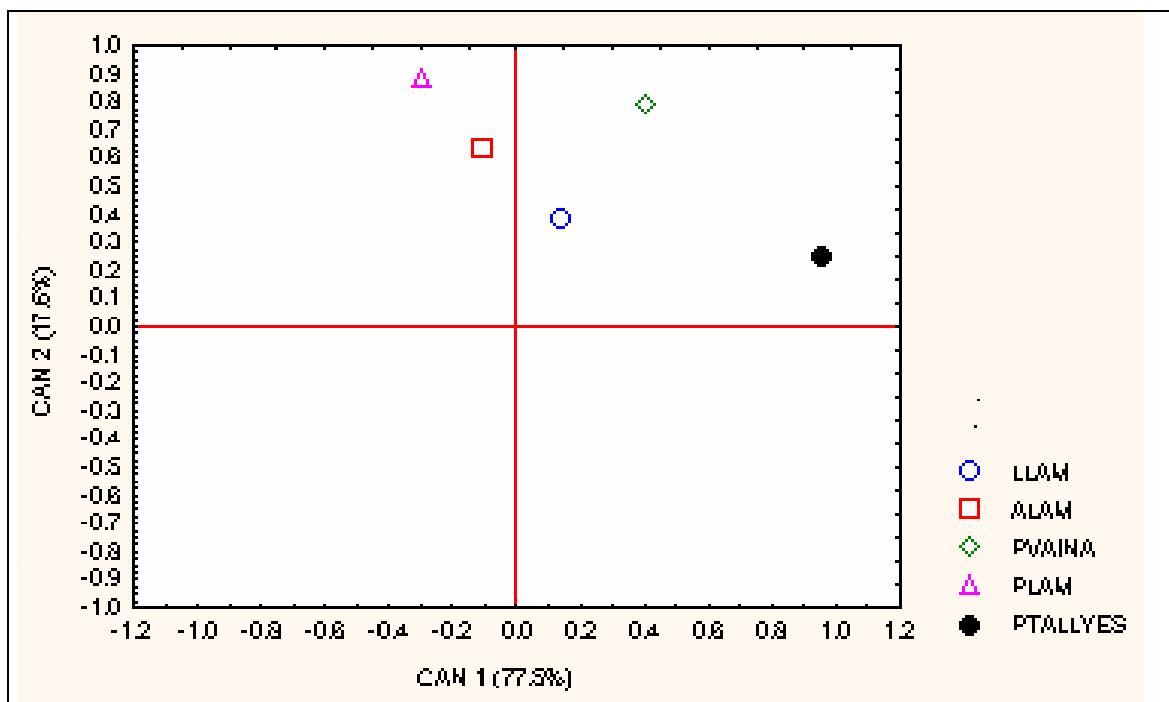


FIGURA 4 Estructura canónica total para la primera fecha de corte del CVA sobre el cluster.

La Figura 4 muestra gráficamente a las dos primeras variables canónicas.

En la Figura 4 se observa que la variable peso tallo más espiga posee la mayor contribución para formar CAN1.

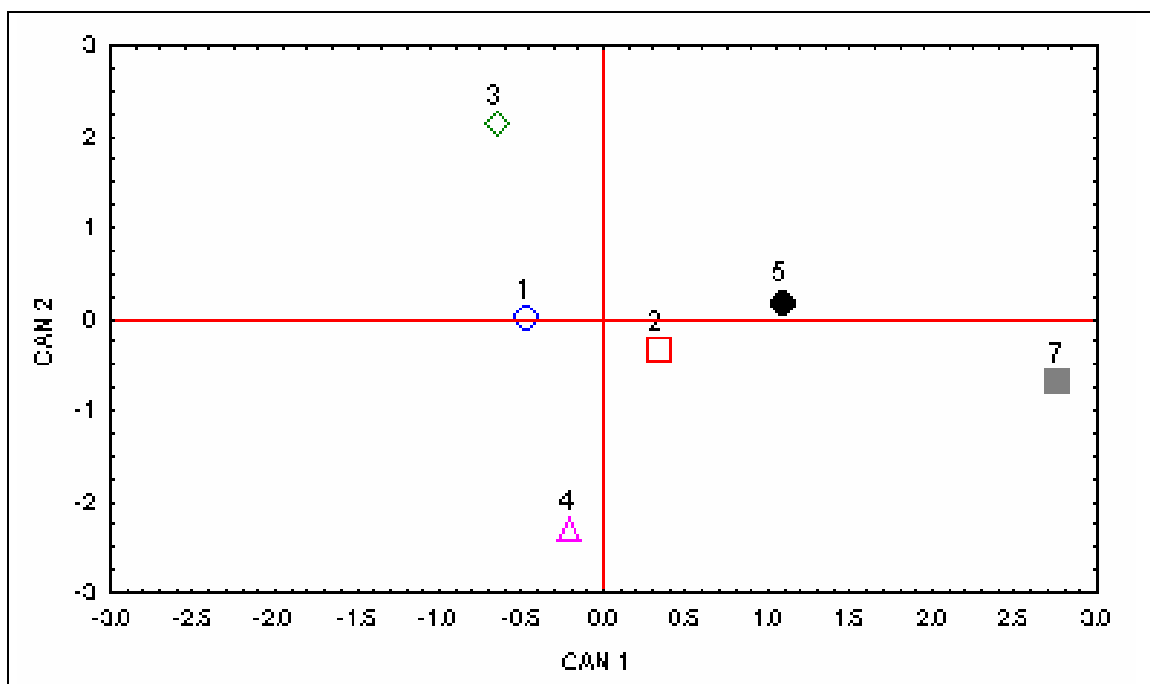


FIGURA 5 Puntaje canónico de los clusters para CAN1 y CAN2 en el primer corte.

La Figura 5 muestra los clusters ubicados en los distintos cuadrantes del gráfico según su puntaje canónico para CAN1 y CAN2. Se puede apreciar que el cluster 7 es el que más destaca en CAN1, estando éste compuesto por una sola accesión (CS108) perteneciente a la zona centro sur. Esta accesión posee un gran peso de tallo más espiga así como también se destaca por poseer vainas pesadas.

El grupo 1 destaca negativamente en CAN 1. Este cluster está compuesto por la mayor parte de los genotipos los cuales muestran tener un bajo peso de tallo más espiga así como también un bajo peso de vaina.

CAN2 muestra que el cluster 3 se le asocia positivamente y corresponde a accesiones con gran peso de lámina, peso de vaina y ancho de lámina. El cluster 3 está formado por dos genotipos, LC8 y CS107. El cluster 4 se encuentra asociado negativamente a CAN2 y está formado por solo un genotipo (CS59). Este posee bajo peso de lámina, bajo peso de vaina y láminas angostas.

El Anexo 5 muestra a los genotipos correspondientes a los clusters destacados en el CVA para la primera fecha de corte con sus respectivos valores para las variables inicialmente medidas. En el Anexo 5 se incluyó el estado fenológico en que se encontraban los macollos al momento del corte con el fin de demostrar que éste no influyó en la agrupación que realizó el CVA y posteriormente el Cluster. Cabe mencionar que las plantas se encontraban en su mayoría bajo el mismo estado reproductivo explicado por Zadoks (MEIER, 2001). En cuanto a Zadoks, se utilizó solamente la clasificación principal sin entrar en detalles en cuanto a los subgrupos. El estado reproductivo que prevaleció corresponde al de elongación de tallos (Nivel 3 según Zadoks).

El Cuadro 8 muestra los clusters con un promedio de las variables originales de los genotipos que componen a cada cluster. A cada variable se le aplicó un análisis de varianza simple (ANDEVA) para determinar diferencias dentro de cada variable original y luego un análisis de rangos múltiples para determinar semejanzas entre clusters para la variable original evaluada.

En el Cuadro 8 se observa que en la única variable original que no se aprecia diferencias significativas es en el largo de lámina, lo que coincide con los datos presentados en el Cuadro 7 donde se observa que ésta variable original tiene un bajo valor en la formación de CAN1.

CUADRO 8 Resumen de las variables originales correspondientes a cada cluster.

Cluster	LL (cm)	AL (cm)	PL (g)	PV (g)	P. tall+esp. (g)
1	10.46	0.91 b	0.0740 b	0.1135 b	0.0627 a
2	10.04	0.86 b	0.0764 a	0.0874 b	0.1268 b
3	10.81	1.12 c	0.1682 c	0.2565 d	0.0671 b
4	8.00	0.50 a	0.0135 a	0.0514 a	0.0043 c
5	11.54	0.89 b	0.1157 b	0.1140 c	0.2012 d
7	9.33	0.80 bc	0.1067 a	0.0442 bcd	0.1030 f
Signifi- cancia	n.s.	*** 0.08	*** 0.17	*** 0.20	*** 0.27

Claves: LL= largo de lámina; AL= ancho de lámina; PL= peso de lámina; PV= peso de vaina; P.tall+esp.= peso de tallo + espiga.

n.s. = $P > 0.05$

*** = $P < 0.001$

El análisis de Andeva, muestra que para la variable original peso de tallo más espiga, variable que más pesa en la formación de CAN1 (Cuadro 7), existen diferencias significativas, no obstante el análisis de rangos múltiples muestra semejanza entre el cluster 2 y 3, siendo que en la Figura 4, ambos clusters se encuentran alejados entre sí en cuadrantes diferentes del gráfico. Así se refleja la ventaja del CVA que permite ponderar varias variables al mismo tiempo para llegar a una respuesta más fidedigna. Se puede afirmar entonces que todos los clusters formados para la primera fecha de corte son diferentes entre sí.

4.2 Segundo corte: Emisión de espiga

El segundo corte se realizó el 19 de diciembre del año 2002 y coincidió con el momento en que la planta local Santa Rosa se encontraba en el estado de emisión de espiga.

El estadístico Wilks' Lambda no fue significativo ($P > 0.05$), por lo tanto el CVA realizado sobre esta fecha de corte no encontró diferencias significativas entre los genotipos analizados.

4.3 Tercer corte: Grano maduro.

El tercer y último corte realizado en este experimento fue el 1 de enero del año 2003. En esta fecha se encontraban la mayoría de los genotipos en estado de espiga con grano maduro.

4.3.1 CVA sobre la tercera fecha de corte. El estadístico Wilks' Lambda fue significativo ($P < 0.001$), por lo tanto existieron diferencias significativas entre los genotipos analizados.

Las variables originales que contribuyeron a crear una mayor diferencia entre genotipos según el CVA fueron el largo de lámina, largo de macollo, peso de vaina, peso de lámina, peso de espiga y peso de tallo.

Se formaron en total seis variables canónicas de las cuales las tres primeras explicaron en un 67.7% la variación total entre genotipos. Así, CAN1, CAN2 y CAN3 explicaron en un 27.6% , 22% y 18.1% respectivamente de la variación total de los datos. Los eigenvalues para CAN1, CAN2 y CAN3 fueron 2.5127, 1.9982 y 1.65 respectivamente.

El Cuadro 9 muestra los valores para las tres primeras variables canónicas y su asociación con las variables originales.

CUADRO 9 Estructura canónica total, eigenvalues y proporción de la varianza total explicada por cada variable canónica para el tercer corte.

VARIABLES ORIGINALES	CAN1	CAN2	CAN3
Largo de lámina	0.855	0.113	-0.018
Largo de macollo	0.588	0.074	0.066
Peso de vaina	0.375	-0.334	-0.146
Peso de lámina	0.380	0.095	-0.103
Peso de espiga	0.248	-0.128	0.718
Peso de tallo	0.319	0.187	-0.09
Eigenvalue	2.513	1.998	1.655
Prop. Explicada (%)	27.6	22	18.1
Prop. Acumulada (%)	27.6	49.6	67.7

CAN1 está fuertemente asociada con la variable original largo de lámina, por lo tanto esta es la que más contribuye en la formación de CAN1. La otra variable que contribuye, pero en un menor grado de importancia, es el largo del macollo. Los peso de vaina, peso de lámina, peso de espiga y peso de tallo tienen un papel menos significativo en la formación de CAN1. Se observa también en el Cuadro 9 que CAN1 no posee relaciones negativas dentro de sus variables originales.

CAN2 explica en un 22% la variación total de los datos. En esta variable canónica, la variable original que más pesa es el peso de vaina y se relaciona en forma negativa con CAN2.

La Figura 6 muestra gráficamente la ubicación de las variables originales de CAN1 y CAN2.

Las variables más distanciadas para cada eje son para CAN1 el largo de lámina, con relación positiva y para CAN2 son peso de tallo, con relación positiva y peso de vaina, con relación negativa. Así se aprecia que las variables que más se distancian de cada eje son las que mas contribuyen en la formación de CAN1 y CAN2.

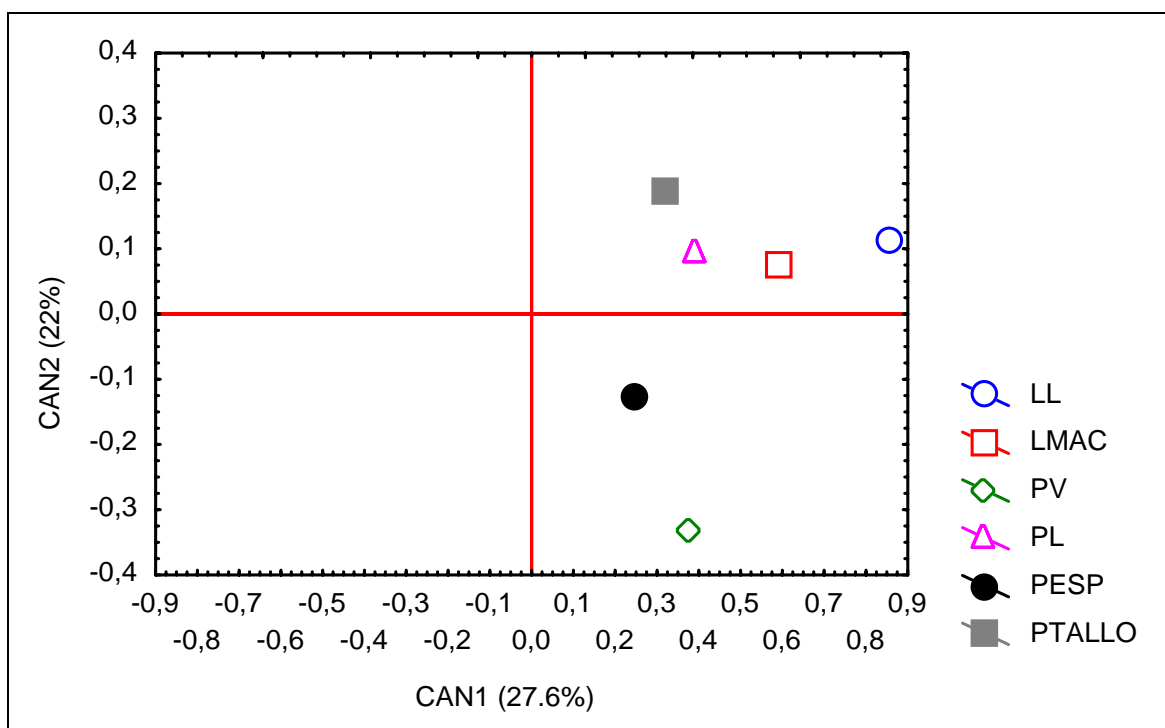


FIGURA 6 Estructura canónica total del tercer corte.

En la Figura 7 se ordenan los genotipos con sus respectivos puntajes canónicos para CAN1 y CAN2.

En el Anexo 6 se presentan todos los genotipos recolectados en el tercer corte con sus respectivos puntajes canónicos para CAN1, CAN2 y CAN3.

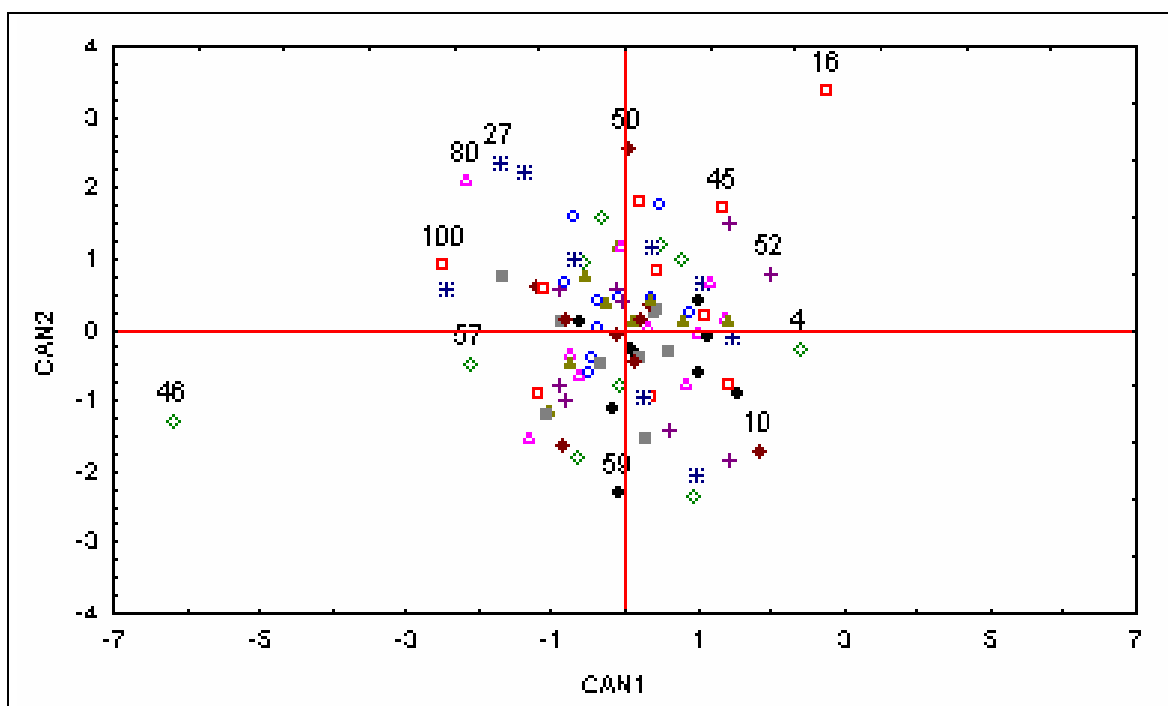


FIGURA 7 Puntajes canónicos de los genotipos para CAN1 y CAN2 en el tercer corte.

Del análisis en conjunto de la Figura 6, con la Figura 7, se entiende que genotipos ubicados al extremo derecho de la Figura 7 poseen mayores largo de lámina y largo de macollo. Genotipos ubicados al extremo izquierdo de la Figura 7 presentaron láminas y macollos más cortos. En el extremo superior de la Figura 7 se encuentran los genotipos que tienden a un mayor peso de tallo. Los genotipos que se encuentran en el extremo inferior de la Figura 7 son aquellos que tienen los menores peso de vaina.

Los genotipos que se destacan para CAN1 son el 4 (LC4), 52 (P52) y el 10 (LC10) en forma positiva y el genotipo 46 (CS46), relacionado en forma negativa.

Para CAN2, destacan los genotipos 16 (LC16) y 50 (P50), que se relacionan en forma positiva y el genotipo 59 (CS59), que se relaciona en forma negativa.

El Cuadro 10 muestra los genotipos anteriormente descritos con los respectivos valores de sus variables originales más el estado fenológico en que se encontraban en la tercera fecha de corte.

CUADRO 10: Ecotipos y sus variables originales.

Ecotipo	Largo lámina (cm)	Largo macollo (cm)	Peso vainas (g)	Peso lámina (g)	Peso espiga (g)	Peso tallos (g)	Fenología Zadoks (g)
LC4	12.8	95.3	0.174	0.0812	0.2623	0.4106	7
P52	8.8	72.5	0.1946	0.1263	0.2327	0.4553	7
LC10	8.4	74.9	0.2104	0.1057	0.1575	0.3202	7
CS46	2.2	59.6	0.1055	0.0479	0.1526	0.2209	8
LC16	11.4	91.0	0.1131	0.0908	0.0790	0.4466	7
CS59	6.7	63.7	0.0875	0.0271	0.0923	0.1543	7
P50	8.3	57.6	0.0915	0.0849	0.0940	0.2949	6

En el Cuadro 10 se agregó el estado fenológico de genotipos al momento del tercer corte. En éste se puede observar que los genotipos 4 y 46, contrastantes en la Figura 7 para CAN1, muestran estados fenológicos diferentes (estado 7 y estado 8 respectivamente). No obstante, los genotipos 50 y 16, ubicados en un mismo sector de la Figura 7, muestran estados fenológicos diferentes (estado 6 y estado 7 respectivamente) y los genotipos 16 y 59, ubicados en sectores contrastantes de la Figura 7, muestran estados fenológicos iguales (estado 7). La poca concordancia de los estados

fenológicos se debe a que el CVA no considera a esa variable original, importante para llegar a la solución final.

En el CVA del tercer corte no se observa ninguna relación entre el lugar de recolección de las accesiones con los resultados arrojados por el análisis para CAN1 y CAN2. Entonces el CVA acusa presencia de ecotipos y al mismo tiempo demuestra que existen accesiones de *H. lanatus* lo suficientemente plásticas como para comportarse en este ensayo de una misma forma, siendo que fueron recolectadas de zonas agroclimáticas diferentes (DAUBENMIRE, 2001).

4.3.2 Análisis de conglomerados para el tercer corte. El análisis de clusters (conglomerados) del tercer corte arrojó como resultado la formación de 4 grupos o clusters.

La Figura 8 muestra el dendrograma formado a partir del análisis de clusters de la tercera fecha de corte. La línea en forma horizontal marca el lugar en que se corta el dendrograma para la formación de los clusters.

El Anexo 7 muestra la agrupación de los genotipos dentro de los 4 diferentes clusters. En el se pueden observar los cinco genotipos destacados para CAN1 y CAN2 del análisis de varianza de la tercera fecha de corte. Los genotipos 4 y 46, destacados para CAN1 en forma contrastante entre sí, fueron ordenados por el cluster en dos grupos diferentes. Los genotipos 16, 50 y 59, destacados para CAN2 en forma contrastante, también fueron agrupados en clusters diferentes. Así los genotipos 16 y 50 pertenecen al cluster 3 y el genotipo 59 al cluster 2.

En el Anexo 7 se observa que el ordenamiento del cluster no guarda relación con la zona agroedafoclimática en que se recolectaron las accesiones.

En los resultados arrojados por el cluster de la primera fecha de corte se observa una situación similar.

El Cuadro 11 muestra a los genotipos destacados en el CVA de la tercera fecha de corte, ordenados según sus respectivos cluster.

CUADRO 11: Orden de cinco genotipos destacados en sus respectivos clusters.

Genotipo	Cluster
LC4	3
CS46	4
LC16	3
P50	3
CS59	2

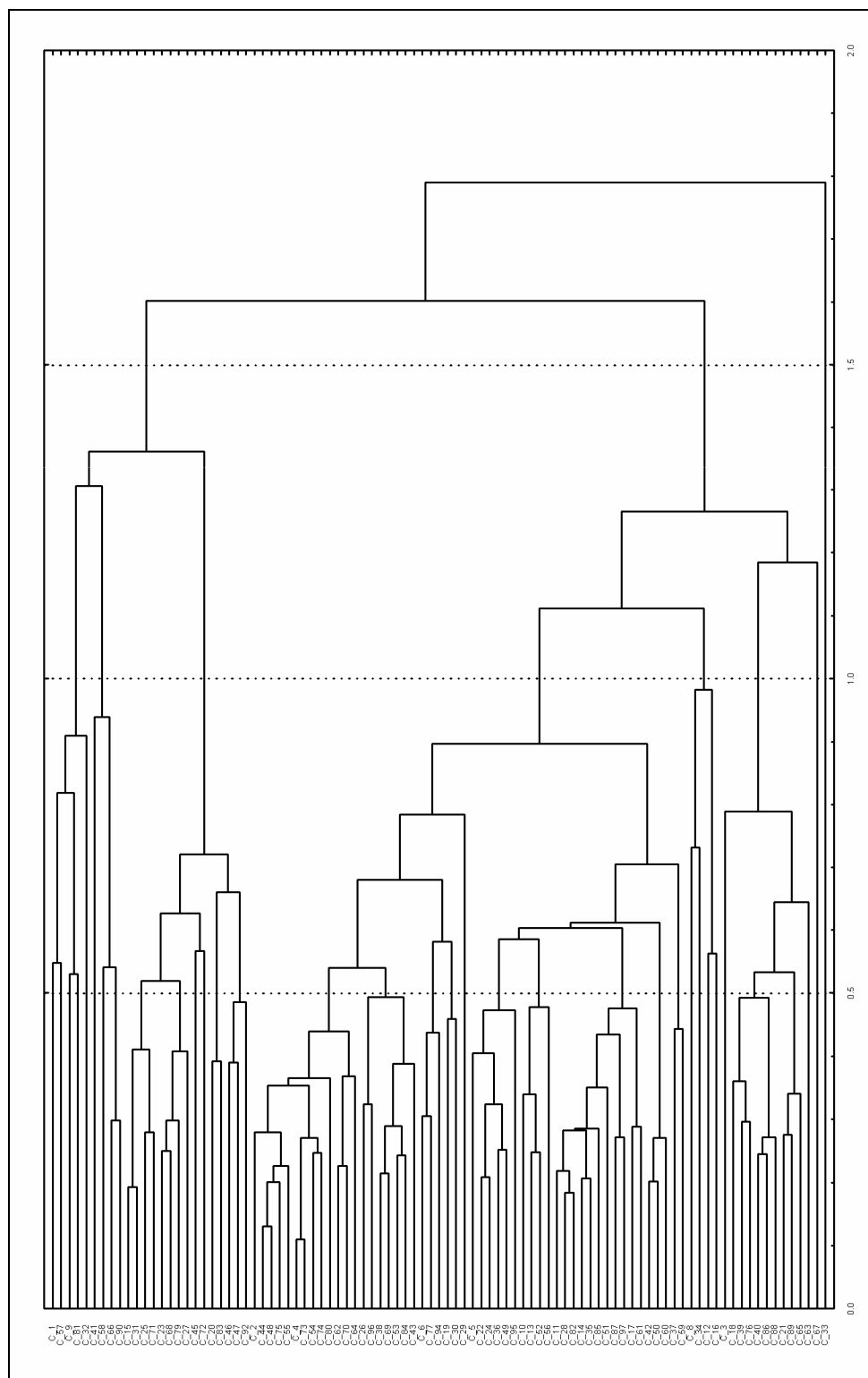


FIGURA 8: Dendrograma del Cluster para la tercera fecha de corte.

4.3.3 Análisis de varianza canónica sobre los grupos formados en la tercera fecha de Corte. El CVA para el cluster de la tercera fecha de corte arrojó diferencias significativas entre grupos con un valor para Wilks' Lambda significativo ($P < 0.001$).

Se formaron en total tres variables canónicas siendo los eigenvalues para CAN1 y CAN2 de 0.4437 y 0.2501 respectivamente.

CUADRO 12: Variables canónicas, eigenvalues, proporción explicada y valores de las variables originales.

Variables originales	CAN1	CAN2
Largo lámina	0.9687	-0.0002
Largo macollo	0.5153	0.3113
Peso vaina	0.5124	0.7386
Peso lámina	0.5880	0.6241
Peso espiga	0.3773	0.6534
Peso tallo	0.5192	0.7172
Eigenvalue	0.4437	0.2501
Prop. Explicada (%)	58	33
Prop. Total (%)	58	91

En el Cuadro 12 se muestra que las dos primeras variables canónicas explican en su conjunto un 91% de la variación total. Así explica CAN1 un 58% y CAN2 un 33%.

La Figura 9 muestra la estructura canónica total para CAN1 y CAN2.

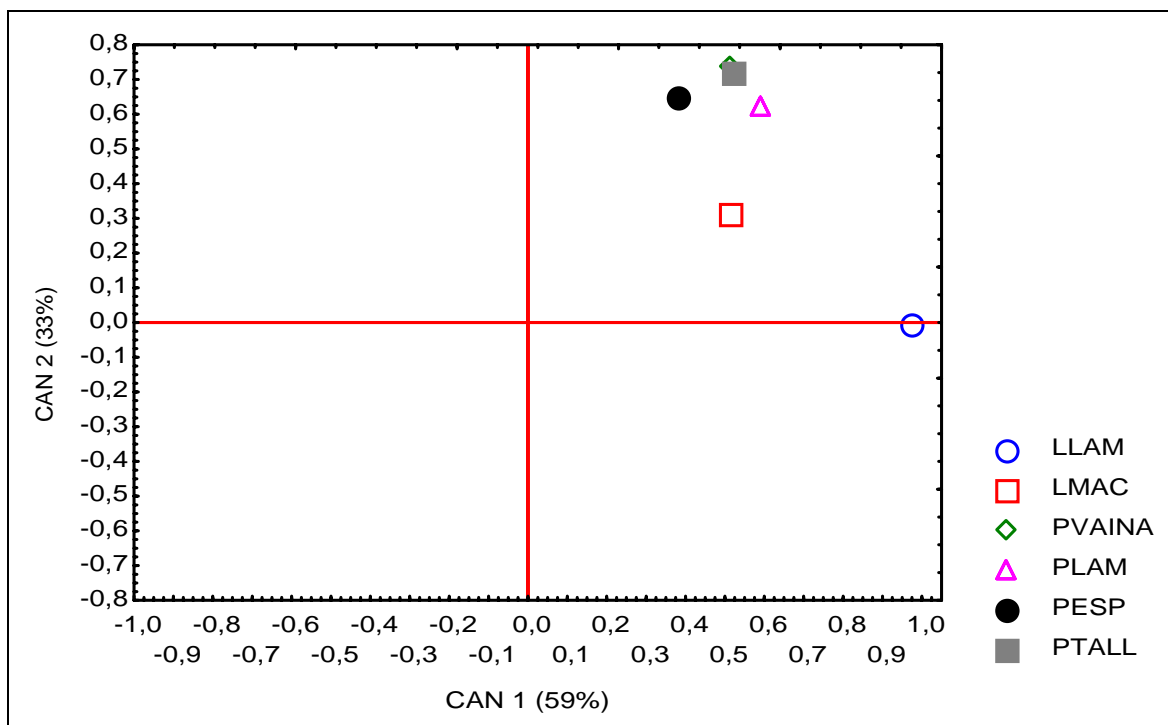


FIGURA 9: Estructura canónica total para el tercer corte del CVA sobre el cluster.

La variable largo de lámina es la más importante para la formación de CAN1 y esto se aprecia en la Figura 9. Todas las variables originales para CAN1 se relacionan en forma positiva y según la Figura 9 y el Cuadro 12 se aprecia que esta variable canónica reúne clusters formados por accesiones de *H. lanatus* que poseen en general un gran desarrollo de las variables medidas.

CAN2 está principalmente explicada por las variables originales peso de vaina y peso de tallo, luego explicada en un menor grado por las variables peso de espiga y peso de lámina siendo la variable largo de macollo poco importante.

El Cuadro 13 muestra a los clusters con sus respectivos puntajes canónicos para CAN1, CAN2 y CAN3. Para todas las variables canónicas existen clusters con puntajes positivos y negativos.

CUADRO 13 Clusters y sus respectivos puntajes canónicos para CAN1, CAN2 y CAN3.

Cluster	CAN1	CAN2	CAN3
1	0.1687	-0.4184	0.8643
2	-0.7632	-0.9066	-0.1651
3	0.2235	0.2022	-0.0543
4	-5.3350	2.5237	0.3947

La Figura 10 muestra a los clusters con sus respectivos puntajes canónicos para CAN1 y CAN2.

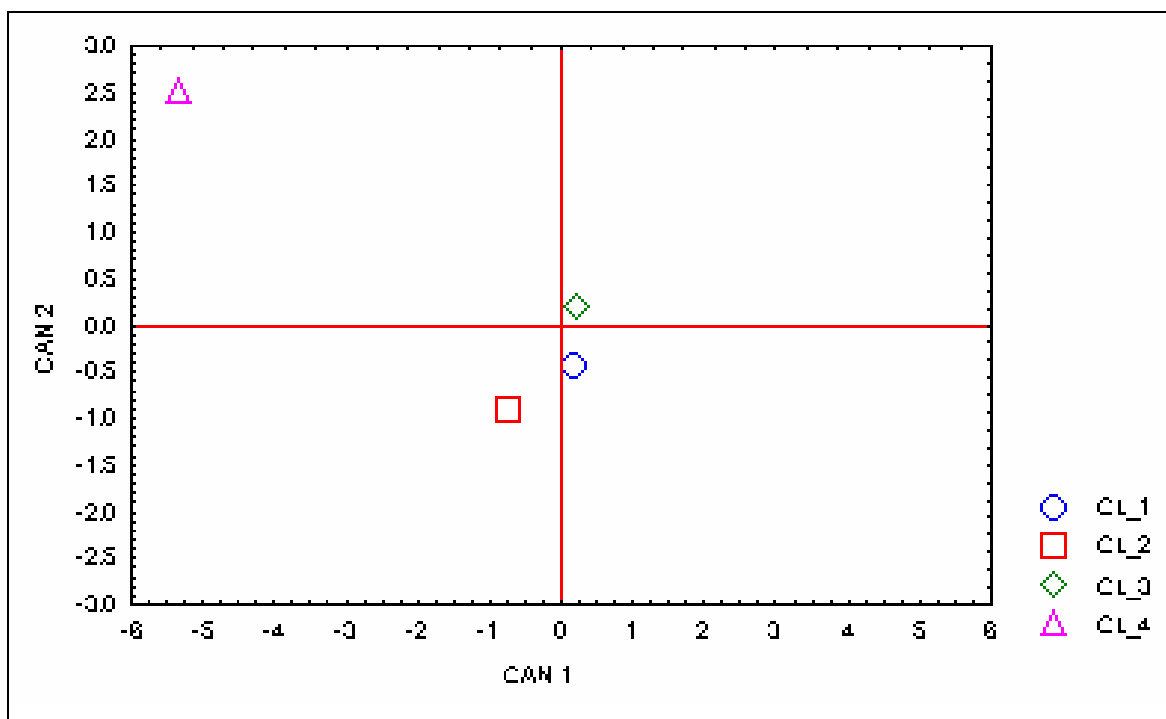


FIGURA 10 Clusters y puntajes canónicos para el CVA sobre clusters del tercer corte.

Los clusters más alejados de los ejes de la Figura 10 son los que presentan mayores diferencias entre sí. El cluster 4 destaca tanto para CAN1 como para CAN2 al estar en ambos casos muy distantes del centro de los ejes. Para CAN1 se relaciona en forma negativa y para CAN2 en forma positiva.

Al analizar en conjunto la Figura 9 y la Figura 10 se puede apreciar que el cluster 4, está compuesto por especímenes de láminas cortas y alto peso de vaina y tallo.

El cluster 3 se relaciona en forma positiva con CAN1 y CAN2. Este estaría compuesto por accesiones de láminas largas, según CAN1 y de grandes peso de vaina y tallo, según CAN2.

El cluster 2 se relaciona en forma negativa tanto con CAN1 como con CAN2. Esto significa que este grupo posee láminas cortas así como también tallos y láminas livianas en comparación al resto de los clusters.

El Anexo 8 muestra a los genotipos ordenados según clusters con sus respectivas variables originales, relevantes para el CVA.

El Cuadro 14 muestra los promedios de las variables originales para los cuatro clusters. Cabe destacar que el cluster 4 está formado solo por una accesión (CS46), que corresponde a la que se destacó para CAN1 del CVA anterior al cluster por tender a láminas cortas en comparación con los demás genotipos.

CUADRO 14 Promedio de variables originales para los cuatro clusters

Cluster	Largo lámina (cm)	Largo macollo o (cm)	Peso Vaina (g)	Peso lámina (g)	Peso espiga (g)	Peso Tallo (g)
1	9,4 c	67,4 a	0,1047 b	0,0754 b	0,1626 b	0,2002 a
2	6,4 b	69,0 ab	0,0821 a	0,0428 a	0,0946 a	0,2084 b
3	8,1 c	76,4 b	0,1432 c	0,0742 b	0,1571 b	0,3439 c
4	2,2 a	59,6 ab	0,1055 abc	0,0479 a	0,1526 ab	0,2209 abc
Significancia	***	**	***	***	***	***
P.	0.17	0.12	0.44	0.12	0.14	0.11

En el Cuadro 14 se observa que la variable largo de lámina, variable que se destaca en la formación de CAN1, produce diferencias significativas entre clusters, según el análisis univariado. Según el test de rangos múltiples, los clusters 1 y 3 no poseen diferencias entre sí, en ésta variable, mientras los clusters 2 y 4 son completamente diferentes entre sí y también con los demás clusters, en la variable largo de lámina. La segunda variable original en importancia en la formación de CAN1 es el peso de lámina, la cual en el análisis univariado arrojó diferencias altamente significativas entre los clusters. El test de rangos múltiples dio como resultado que los clusters 1 y 3 son iguales y los clusters 2 y 4 son iguales mientras que ambos grupos son diferentes entre sí.

Los resultados del Cuadro 14 reflejan nuevamente la gran ventaja de utilizar herramientas como el CVA y el análisis de clusters debido a que permiten analizar varias variables en forma simultánea, lo que conlleva a respuestas más certeras y rápidas en comparación al análisis univariado.

4.4 Comparación entre fechas de corte.

Luego de analizar la primera con la tercera fecha de corte se puede apreciar que los genotipos se agrupan en distintos clusters en cada una de

ellas. Los resultados del CVA también varían para un mismo genotipo entre las dos fechas de corte. Por último, el número de clusters y las variables originales determinadas por los respectivos CVA, también difieren entre fechas de corte.

El Cuadro 15 muestra el número de clusters formados en cada fecha de corte. También muestra los resultados de los CVA's para CAN1 junto a sus respectivas variables originales ordenadas de mayor a menor grado de contribución.

CUADRO 15 Número de clusters y variables originales de CAN1 para cada fecha de corte.

Fecha de corte	25-octubre	1-febrero
N° clusters	7	4
% contribución CAN1	70%	58%
Variables originales para CAN1	Peso tallo+espiga (+) Peso vaina (+) Largo lámina (+) Peso lámina (-) Ancho lámina (-)	Largo lámina (+) Peso lámina (+) Peso tallo (+) Peso vaina (+) Largo macollo (+) Peso espiga (+)

Claves: (+)= correlación positiva; (-)= correlación negativa.

En el Cuadro 15 se observa que en la primera fecha de corte se formaron 7 clusters y en la segunda fecha solo 4. Esto refleja de algún modo que las variables útiles para diferenciar ecotipos difieren según el grado de desarrollo de los genotipos.

En el Cuadro 15 también se observa que las variables originales que se destacan en la contribución de CAN1 entre las dos fechas difieren en número y orden de importancia.

En la primera fecha de corte existe un menor número de variables y el porcentaje de explicación de CAN1 es mayor que para CAN1 de la tercera fecha de corte en la cuál se consideraron un mayor número de variables

En la primera fecha de corte, la variable original más importante dentro de CAN1 es peso de tallo más espiga. La mayoría de los genotipos dentro de esta fecha de corte se encontraban en el estado fenológico de elongación de tallos y el CVA entonces explica que el peso del tallo más la espiga, como parte de la materia seca total de los genotipos en este estado fenológico, produce variaciones significativas entre genotipos.

El peso de vaina es la segunda variable en importancia para explicar a CAN1 en la primera fecha de corte. Así en conjunto con el peso de tallo más espiga, se agrupan los genotipos dentro de los clusters según la contribución de estas dos variables originales en la materia seca total del genotipo.

Las variables peso de tallo más espiga y peso de vaina están relacionadas con el estado reproductivo de la planta. Según el resultado del CVA, se podría decir que las plantas se encontraban en distintos grados de maduración en la primera fecha de corte. Entonces estos genotipos presentan estas diferencias entre sí debido a un proceso de adaptación permanente y definitivo (DAUBENMIRE, 2001) sufrido en su medio ambiente original con el fin de asegurar su sobrevivencia y éxito reproductivo en él (BERG *et al.*, 2000).

Los resultados del CVA para la tercera fecha de corte indican que las variables largo de lámina y peso de lámina son las más importantes en la formación de CAN1.

En esta fecha de corte, la mayoría de los ecotipos se encontraban en el estado fenológico de grano maduro (MEIER, 2001). Se observa que el criterio

de agrupación del análisis de cluster no se orienta a los tallos ni a las espigas, sino que por el contrario al follaje del genotipo en el momento que este se encuentra al final de su ciclo reproductivo. El peso de espiga tienden junto con el largo del macollo a ser las variables originales de menor importancia para CAN1. Según esto, los genotipos tienden a ser del mismo tamaño y a poseer espigas de similar peso al momento del término de su ciclo reproductivo.

La variable original ancho de lámina es de muy poca importancia para CAN1 en la primera fecha de corte y no es considerada por el CVA para la tercera fecha. Esto refleja que ésta variable es similar entre genotipos y no sirve para diferenciar ecotipos. Teniendo esto en cuenta, según los resultados de CAN1 de la tercera fecha de corte, se puede decir que los genotipos que presentan un mayor largo de lámina, presentan un mayor peso de esta debido a su tamaño, permaneciendo el ancho de lámina relativamente constante.

En el Anexo 9 se presentan a los genotipos junto a sus respectivos clusters para las primera y tercera fechas de corte. Debido a que algunos genotipos desaparecieron entre una y otra fecha de corte, se muestran solo los que están presentes en ambas.

Los análisis de la primera y tercera fechas de corte dejan en evidencia la presencia de ecotipos para la especie *Holcus lanatus*. La presencia de ecotipos se determina con las variables medidas y consideradas por el CVA, determinándose 7 ecotipos en la primera fecha de corte y 4 en la tercera. Entonces la presencia de ecotipos permite a esta especie colonizar una diversidad de ambientes y perpetuarse en ellos.

La presencia de ecotipos, provenientes de diferentes zonas agroedafoclimáticas, dentro de un mismo cluster, refleja la capacidad que

poseen éstos para sobrevivir en un rango de ambientes, aludiendo así a la capacidad plástica de ellos y de la especie.

En las dos fechas de corte, el número de variables consideradas por el CVA, fue menor que las variables originalmente medidas en la parte práctica del ensayo. Esto refleja de algún modo que la determinación de ecotipos está sujeta a pocas variables que son específicas para cada nivel de desarrollo de la planta, las que les permiten sobrevivir en un rango de ambientes y condiciones de estos.

Una zona agroedafoclimática está compuesta por una diversidad de variables que influyen en el comportamiento de una especie en ella, por lo tanto, según los resultados observados en este experimento, éste parámetro es demasiado amplio para tratar de determinar ecotipos.

Es más probable que dentro de un gran número de variables, que sirvan para caracterizar un ambiente determinado, existan muchas de ellas susceptibles a variación, ya sea por medio del hombre o la naturaleza (DUTHIL, 1976), mientras unas pocas se mantendrán estables en el tiempo. Una exposición continua de un genotipo de *Holcus lanatus*, a un tipo de variables que no cambian en un lapso de tiempo prolongado, podría probablemente producir una variación genética dentro de la composición de la población, transformándose así en un ecotipo diferente (DAUBENMIRE, 2001). Así se puede entender que individuos pertenecientes a diferentes zonas agroedafoclimáticas, quedaron clasificados bajo un mismo ecotipo, en la primera y tercera fechas de corte.

5 CONCLUSIONES

Las accesiones de *Holcus lanatus* evaluadas fenotípicamente mostraron la presencia de ecotipos para la especie, los cuales no guardan relación con la zona agroedafoclimática de origen.

La presencia de ecotipos, en cada fecha de corte, fue detectada a través de las variables consideradas en el Análisis de Varianza Canónica, las cuales difirieron a medida que va madurando la planta.

Holcus lanatus presenta plasticidad fenotípica debido a la existencia de accesiones provenientes de diferentes zonas agroedafoclimáticas dentro de un mismo grupo o cluster.

6 RESUMEN

Holcus lanatus L. es una especie pratense naturalizada de amplia distribución en la zona Sur de Chile y de gran importancia en la explotación ganadera. Esta especie es relevante por su buena capacidad para crecer en diferentes tipos de sitios y condiciones ambientales y por su continua adaptación a cambios en el medio ambiente. Por esto es frecuente encontrarla en las cuatro zonas agroedafoclimáticas presentes en la Décima Región en distintas épocas del año

Por lo tanto, se planteó como hipótesis que *Holcus lanatus* se ha adaptado a sitios con características diferentes de la Décima Región, a través del desarrollo de ecotipos. Los objetivos fueron determinar distintos ecotipos de la especie mediante diferencias morfológicas y fenológicas de accesiones recolectadas en las distintas zonas agroedafoclimáticas de la Décima Región.

El experimento se realizó en la Estación Experimental “Santa Rosa”, perteneciente a la Universidad Austral de Chile. De las cuatro zonas agroedafoclimáticas se colectaron 100 accesiones de praderas de *Holcus lanatus*, de las que se usaron tres macollos obtenidos al azar en tres fechas de corte (temporadas de primavera y verano 2002-2003). Después de colectados fueron identificados según accesión y fecha de corte y almacenados individualmente en bolsas plásticas bajo congelación.

Se evaluó largo de lámina, ancho de lámina, largo de macollo, número de hojas totales, número de hojas vivas, peso de los componentes del macollo, estado fenológico del macollo y largo de la espiga. El diseño experimental

usado fue de bloques completos al azar, con 4 bloques y 100 tratamientos correspondientes a las accesiones. Estadísticamente el análisis se realizó con Análisis de Varianza Canónica (CVA) y Análisis de Conglomerados (Cluster Análisis).

Para el primer corte en estado vegetativo donde no había homogeneidad de estado fenológico, el CVA indicó diferencia entre accesiones para las variables elegidas, por lo tanto se realizó el análisis de Clusters para agrupar los ecotipos, donde se obtuvieron 7. El segundo corte coincidió con el estado de emisión de espiga, no encontrándose diferencias significativas entre los genotipos analizados. Para el tercer y último corte, la mayoría de los genotipos se encontraban en estado de espiga con grano maduro, encontrándose diferencias entre los genotipos analizados. La mayor diferencia entre genotipos fue el largo de la lámina, largo del macollo, peso de vaina, peso de la lámina, peso de la espiga y peso del tallo. El análisis de Clusters indicó la formación de 4 grupos.

Comparando la primera y tercera fecha de corte, donde se formaron 7 y 4 grupos respectivamente, se podría indicar que las variables para diferenciar los ecotipos cambian según el estado fenotípico de la especie y la presencia de ecotipos permite a *Holcus lanatus* colonizar nuevos sitios y mantenerse en ellos, esto debido a su plasticidad como especie.

SUMMARY

Holcus Lanatus L. is a naturalized pasture species distributed in the south of Chile, where it is valuable for livestock production systems. This grass species is important due to its excellent capacity to grow under a wide range of environmental conditions. It is for this reason that it is frequently found in the four agro-climatic zones of the X Region.

Therefore, a hypothesis was established that *Holcus lanatus* has adapted to different sites under various characteristics in this region through the development of ecotypes. The objectives were to determine the different ecotypes of the species through the morphologic and phenologic variations of samples collected at the different agro-climatic zones in the X Region.

The experiment was carried out at the “Santa Rosa” Experimental Station belonging to the Universidad Austral de Chile. A total of 100 meadow samples of *Holcus lanatus* were collected from the four different agro-climatic zones, of which three sprouts were picked randomly during three cutting dates (winter and summer seasons 2002 -2003). After collection, these were identified according to sample and cutting date and individually stored and frozen in plastic bags.

The length and width of each blade was evaluated, as well as the length of each cluster, the number of total leaves, the number of live leaves, the weight of the components of each cluster, the phenological state of the cluster, and the length of the spike. The experimental design used was that of randomly chosen blocks, with four blocks and 100 treatments corresponding to each sample.

Statistically the analysis was carried out with Canonical Variation Analysis (CVA) and Cluster Analysis.

For the first cut in a vegetative not reproductive state, where no homogeneity in the phenological state was present, the CVA indicated a difference between species for the chosen variables; therefore, a Cluster Analysis was carried out to group the ecotypes, obtaining 7 groups. The second cut coincided with the spike sprouting state and the CVA found no significant differences between the analyzed genotypes. In the last cut, the majority of the genotypes was found in a mature grain spike state, and the CVA showed differences between the genotypes. The greatest differences found between genotypes were in the lengths of the blades, the lengths of the clusters, and in the combined weights of pods, blades, clusters, and stems. The Cluster Analysis indicated the formation of four groups.

In comparing the first and third cutting dates, where seven and four groups were found respectively, we could conclude that the variables to differentiate the ecotypes change according to the phenotypical state of the species. The presence of these ecotypes allows *Holcus lanatus* to colonize new areas and flourish in them, and the extensive distribution of the ecotypes in the X Region is due to their plasticity as a species.

7 BIBLIOGRAFIA

- BALOCCHI, O. y LOPEZ, I. 1996. Especies pratenses nativas y naturalizadas del sur de Chile. In: Producción Animal. Serie B-19. Unprint. pp: 65 – 89.
- BALOCCHI, O. y LOPEZ, I. 2001. Rol de las especies pratenses nativas y naturalizadas en las praderas permanentes del Sur de Chile. 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.
- BERNIER, R. 1991. Manejo de praderas permanentes. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Estación experimental Remehue. Ministerio de Agricultura. Osorno, Chile. Serie Remehue N° 31. pp: 1 – 2.
- BEHRENDT, S. y HANF, M. 1979. Malezas gramíneas en los cultivos agrícolas. Su determinación en estado de no floración. BASF. República federal Alemana. 159p.
- BERG, L., MARTIN, D., SALOMON, E. y VILLEE, C. 2000. Selección natural In: Biología de Villee. 4ª ed. Mc Graw – Hill Interamericana. pp. 396 -397.

- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS INE. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. <[http:// www.ine.cl/censo/index.htm](http://www.ine.cl/censo/index.htm)> (01 may. 2003).
- DARWIN, C. 1959. El origen de las especies. México. Altamira. 638p.
- DAUBENMIRE, R. 2001. Ecología Vegetal. Tratado de Autoecología de Plantas. Universidad Estatal de Washington. Limusa S.A. 496p.
- DUTHIL, J. 1976. Producción de forrajes 3^a ed. España. Mundi Prensa. 413 p.
- ESPINOZA, N. 1988. Malezas del Sur de Chile. INIA Carillanca. Boletín Técnico (Chile) N° 117. 115p.
- HAIR, J. 1999. Análisis Multivariante, 5.^a ed. Madrid. Iberia. Prentice Hall. 832 p.
- HUBER, A. 1970. Diez años de observaciones climáticas en la Estación Teja-Valdivia (Chile). 1960-1969. Valdivia, Universidad Austral de Chile. 46p.
- IDE, G. 1996. Caracterización fenológica y productiva de *Arrhenatherum* ssp. *elathius* *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. 384p.
- LANGER, R. 1980. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. 514p.

- LEWONTIN, R. 1979. La adaptación. In: Evolución. Labor S.A. Barcelona. España. pp: 139-151.
- LOPEZ, I., BALOCHI, O., LAILHACAR, P. y OYARZUN, L. 1997. Caracterización de sitios de crecimiento de seis especies pratenses nativas y naturalizadas del Dominio Húmedo de Chile. *Agro Sur (Chile)*. 25: 62 – 80.
- LOPEZ, I., BALOCHI, O. y NIKLITSCHKEK, P. 1999. Caracterización fenológica y productiva de *Agrostis capillaris* y *Holcus lanatus* en el Dominio Húmedo de Chile. *Agro Sur (Chile)*. 27(2).
- MEIER, U. 2001. Estadios de las plantas mono y dicotiledóneas. www.bba.de/veroeff/bbch/bbchspa.pdf. Junio de 2004.
- NISSEN, J. 1974. Estudio agro ecológico del Predio Experimental “Santa Rosa”, Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. 46p.
- PALADINES, O. y MUÑOZ, G. 1982. Investigación sobre praderas de Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía. Departamento de Zootecnia. 453p.
- PONCE, M. 1992. Respuesta económica en el mejoramiento de praderas permanentes. In: Seminario de praderas permanentes. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Estación experimental Remehue. Ministerio de Agricultura. Osorno, Chile. Serie Actas N° 09. pp. 63 – 73.

- RAMIREZ, C., SAN MARTIN, C., FINOT, V. y RIOS, D. 1992. Evaluación de praderas usando indicadores ecológicos. *Agro Sur (Chile)*. 20(2): 85 – 100.
- SEMPLE, A. 1971. Avances en Pasturas Cultivadas y Naturales. Departamento de Agricultura de E.U.A., OAS y FAO. Argentina. Hemisferio Sur. 544p.
- SIEBALD, E. 2001. Mejoramiento de praderas naturalizadas. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Estación experimental Remehue. Ministerio de Agricultura. Osorno, Chile. Serie Actas N° 09. pp: 7-14.
- SILVA, M. y LOZANO, U. 1984. Descripción de las principales especies forrajeras entre la zona Mediterránea árida y la zona de las lluvias. 3ª ed. Universidad de Chile, Departamento de Producción Animal. Serie Publicación Docente N° 9.139p.
- 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.
- UNDURRAGA, P. y BERNIER, R. 1992. Estrategias de fertilización 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: 28 – 34.
- VALDES, C. 2002. Caracterización y variabilidad agronómica mediante atributos fenotípicos de accesiones de *Holcus lanatus* L. colectadas en la Décima Región, Chile. Tesis Lic. Agr. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias. 144p.

WALLACE, B. 1967. Adaptación. Ciencias naturales. Sección 4. Manuales UTHEA N° 247. 151p.

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.

WHYTE, D., MOIR, G. y COOPER, P. 1959. Las gramíneas en la agricultura. Dirección de Fitotecnia y Protección Fitosanitaria. Roma, Italia. 464p.

ZIMMERMANN, W. 1976. Evolución Vegetal. Universidad de Tübingen. Instituto de Biología. Barcelona. Omega. 176p.

ANEXO

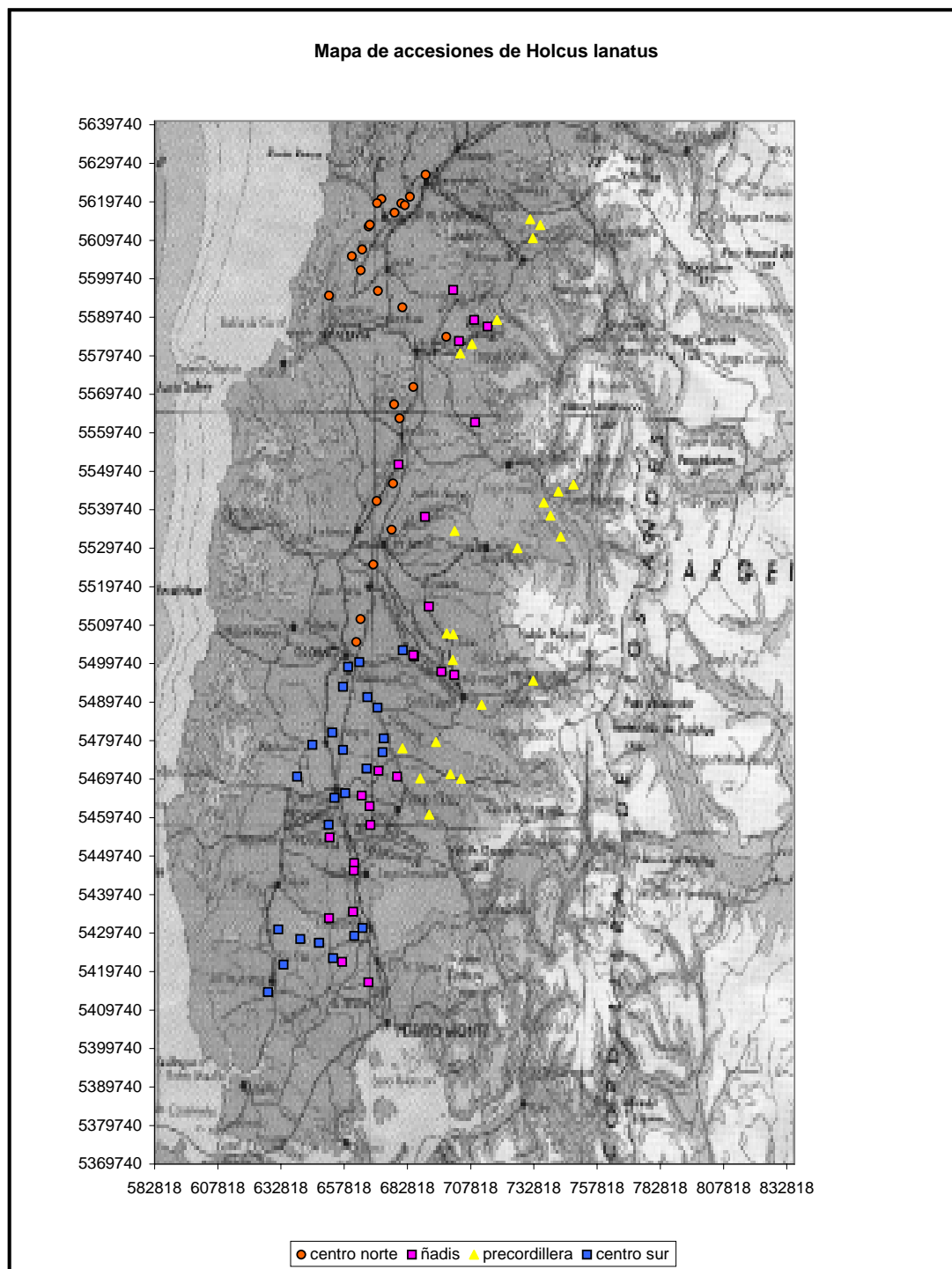
ANEXO 1 Genotipos colectados con sus respectivas coordenadas geográficas

Llano Central			Ñadi		
Gen.	Coord. UTM		Gen.	Coord. UTM	
	N-S	E-O		N-S	E-O
2	6E+06	672479	24	6E+06	714452
3	6E+06	670796	25	6E+06	709206
4	6E+06	680450	45	6E+06	679314
5	6E+06	681818	47	6E+06	685447
6	6E+06	683782	53	5E+06	678768
8	6E+06	690043	62	5E+06	652029
9	6E+06	677714	64	5E+06	664732
10	6E+06	667478	65	5E+06	667862
11	6E+06	667937	66	5E+06	668227
12	6E+06	664943	67	5E+06	661350
13	6E+06	660801	68	5E+06	651794
15	6E+06	651805	72	5E+06	657018
16	6E+06	664340	74	6E+06	709540
17	6E+06	671119	81	6E+06	689785
18	6E+06	680857	82	6E+06	703193
20	6E+06	698165	84	6E+06	700904
27	6E+06	685104	90	6E+06	685108
28	6E+06	677572	91	5E+06	696239
29	6E+06	679687	92	5E+06	701403
30	6E+06	677175	95	6E+06	691294
31	6E+06	670691	100	5E+06	671418
33	6E+06	676605	101	5E+06	666672
34	6E+06	669321	105	5E+06	661730
35	6E+06	664281	111	5E+06	667404
36	6E+06	662596	112	5E+06	661649
Precordillera			Centro Sur		
Gen.	Coord. UTM		Gen.	Coord. UTM	
	N-S	E-O		N-S	E-O
21	6E+06	703640	46	6E+06	680976
23	6E+06	708318	54	5E+06	673455
37	6E+06	700686	55	6E+06	663806
40	6E+06	736674	56	5E+06	659300

(Continúa)

Continuación Anexo 1

42	6E+06	743448	57	5E+06	653087
48	5E+06	732509	58	5E+06	645275
49	5E+06	712121	59	5E+06	639134
50	5E+06	694055	60	5E+06	653942
51	5E+06	687865	61	5E+06	651666
52	5E+06	691418	63	5E+06	658171
75	6E+06	742431	69	5E+06	631745
76	6E+06	748456	70	5E+06	627652
77	6E+06	247298	71	5E+06	633848
78	6E+06	739355	73	5E+06	653432
79	6E+06	726336	88	5E+06	671016
80	6E+06	701430	89	5E+06	666964
83	6E+06	718229	97	5E+06	666672
85	6E+06	732400	98	5E+06	657310
86	6E+06	735320	99	5E+06	657300
87	6E+06	731370	102	5E+06	673017
93	6E+06	700858	106	5E+06	647863
94	6E+06	698321	107	5E+06	665073
96	5E+06	680818	108	5E+06	661833
103	5E+06	699741	109	5E+06	647863
104	5E+06	704009	110	5E+06	640783

ANEXO 2 Distribución geográfica de las accesiones. Región de los Lagos.

ANEXO 3 Puntajes canónicos de los genotipos para CAN1 y CAN2 de la primera fecha de corte.

ECOT	CAN1	CAN2
2	0,11163643	0,3994983
3	0,17740555	0,2088917
4	-1,01448693	0,99733964
5	0,58341059	-0,03824837
6	-0,42792907	-0,96513471
8	1,20172626	1,65203567
9	-0,44538756	-1,43145436
10	0,8671345	0,38698662
11	0,54635909	0,36770326
12	-0,56433159	1,18958181
13	0,24224523	-1,8543554
15	-0,13474725	-0,76409519
16	0,99258376	-0,36781968
17	0,14285253	-0,35255143
18	0,86726695	-0,25750739
20	1,23437782	0,27246969
21	0,01158755	0,13770287
23	0,55561147	1,24278633
24	1,34848626	0,93450984
25	-0,11228439	0,05245264
27	0,09507126	-0,8184437
28	-0,53666291	0,53104425
29	1,04962485	0,11262498
30	2,08270098	-1,34548082
31	-0,65146651	-0,65753156
33	1,24161805	-1,10410464
34	0,60260254	0,20714284

(Continúa)

Continuación Anexo 3

35	-0,55392849	0,82047338
36	-0,36353901	-0,20680969
37	-1,58849419	0,31212185
40	0,62390322	-0,0307323
42	0,26494201	-0,60712068
45	-0,54154062	-1,37408942
46	1,13491949	0,25900443
47	0,56165872	-0,14909496
48	-0,213968	1,46264416
49	-0,92784498	1,09173794
50	-0,75358825	-0,10386106
51	1,06537015	0,50580371
52	-0,20697925	-0,4465959
54	0,50714795	-0,0477095
55	0,55348615	0,01241101
56	-0,59214149	1,28544791
57	-1,0585471	0,05100819
58	0,99766582	0,49074635
59	-2,67244527	-1,04703629
60	-0,00642858	0,26160623
61	0,92252912	-0,10561863
62	0,0385522	0,65513166
63	1,1556259	0,04353382
64	0,09909059	0,13592205
65	-0,461503	-0,12580345
66	0,562885	-0,05463031
67	0,49157891	-0,13747325
68	-0,12083536	-0,69861426
69	-0,56016886	-0,93210243

(Continúa)

Continuación Anexo 3

70	-0,94514391	-1,30624913
71	-2,25859007	1,07648925
72	-0,88044974	-0,70882051
73	-0,68840525	-0,61763825
74	0,74699464	-0,46301239
76	-0,13432993	-0,42003086
77	0,06768506	0,84470037
78	-0,12030512	0,27433298
79	1,60741632	-0,04029108
80	-0,28777063	0,05289812
81	-0,63375543	0,70275327
82	0,74872447	0,71367399
83	-0,65450483	-0,72520743
84	0,63103901	0,44697697
85	0,26557221	0,17676107
86	0,13426459	0,02619336
87	0,30218731	-0,30362046
88	-0,25182465	0,02541508
89	0,17748978	-0,12890915
90	-0,17381353	0,45022905
91	-0,51908029	0,15688126
92	0,36930765	0,10485443
93	-1,96426465	1,22706969
94	-0,56481649	0,36819862
95	-0,51211013	0,83323111
96	-1,05053767	0,32394474
97	-0,59252783	-0,3001649
98	0,46113211	-2,46048996
99	1,08310285	0,07335065

(Continúa)

Continuación Anexo 3

100	-0,55498893	-0,51081417
101	0,56469621	1,02498931
102	-0,16605471	0,68838969
103	0,15461123	0,71460506
104	-0,63486283	-0,42197815
105	0,71905494	0,6361161
106	-0,01861408	-0,11605176
107	2,32782971	0,94335999
108	-0,51461186	-1,2307155
109	-0,09291618	1,25100407
110	-0,55593818	0,42441851
111	0,18585001	0,08082883
112	-1,13928574	0,07948956

ANEXO 4 Genotipos agrupados según clusters para la primera fecha de corte.

Accesión	Cluster	Accesión	Cluster	Accesión	Cluster
LC2	1	P85	1	P104	5
LC3	1	CS89	1	LC15	6
LC5	1	Ñ90	1	CS106	6
LC6	1	Ñ92	1	CS108	7
LC9	1	P93	1		
LC10	1	CS98	1		
LC11	1	CS99	1		
LC12	1	Ñ101	1		
LC18	1	P103	1		
LC20	1	Ñ105	1		
P23	1	CS109	1		
Ñ24	1	CS110	1		
Ñ25	1	Ñ112	1		
LC28	1	LC13	2		
LC29	1	LC27	2		
LC30	1	LC36	2		
LC31	1	Ñ45	2		

(Continúa)

Continuación Anexo 4

LC33	1	CS56	2
LC34	1	Ñ64	2
LC35	1	Ñ68	2
P37	1	CS69	2
P40	1	Ñ74	2
P42	1	P86	2
CS46	1	P94	2
Ñ47	1	P96	2
P48	1	Ñ100	2
P49	1	Ñ111	2
P50	1	LC8	3
P51	1	CS107	3
P52	1	CS59	4
CS54	1	LC4	5
CS55	1	LC16	5
CS58	1	LC17	5
CS60	1	P21	5
CS61	1	CS57	5
Ñ62	1	Ñ65	5
CS63	1	CS71	5
Ñ66	1	P76	5
Ñ67	1	P77	5
CS70	1	P78	5
Ñ72	1	Ñ81	5
CS73	1	P87	5
P79	1	CS88	5
P80	1	Ñ91	5
Ñ82	1	Ñ95	5
P83	1	CS97	5
Ñ84	1	CS102	5

ANEXO 5: Genotipos con sus respectivos valores originales correspondientes a los clusters destacados en el CVA de la primera fecha de corte.

ACCESIÓN	Cluster	Largo lámina	Ancho lámina	Peso vaina	Peso lámina	P tall+esp	Fenología
	1	Cm	Cm	G	g	g	Sadoks
2	1	10,44	0,87	0,076	0,104	0,038	3
3	1	10,54	0,94	0,082	0,100	0,040	3

(Continúa)

Continuación Anexo 5

5	1	10,50	1,04	0,079	0,128	0,079	3
6	1	10,22	0,90	0,035	0,089	0,042	3
9	1	6,33	0,63	0,028	0,056	0,013	3
10	1	13,92	1,01	0,085	0,172	0,045	3
11	1	11,33	1,17	0,073	0,163	0,031	3
12	1	14,17	0,93	0,088	0,145	0,038	3
18	1	10,25	1,03	0,065	0,104	0,027	3
20	1	9,06	0,92	0,090	0,122	0,035	3
23	1	10,50	0,99	0,098	0,209	0,046	2
24	1	12,48	1,19	0,138	0,175	0,128	3
25	1	10,88	0,89	0,074	0,106	0,161	3
28	1	10,58	0,80	0,073	0,134	0,084	3
29	1	9,83	0,95	0,086	0,118	0,063	3
30	1	9,58	1,53	0,077	0,105	0,079	3
31	1	11,22	0,80	0,054	0,071	0,075	3
34	1	11,06	0,92	0,106	0,087	0,204	3
35	1	10,08	0,85	0,074	0,184	0,052	3
37	1	11,31	0,81	0,038	0,080	0,022	3
40	1	8,33	0,80	0,073	0,088	0,019	3
42	1	8,50	0,83	0,050	0,078	0,042	3
46	1	12,17	1,03	0,121	0,095	0,064	3
47	1	10,11	0,91	0,077	0,092	0,170	2
48	1	13,33	0,90	0,094	0,156	0,018	3
49	1	13,11	0,83	0,081	0,133	0,071	3
50	1	9,94	0,72	0,077	0,075	0,159	2
51	1	9,19	0,90	0,093	0,141	0,063	3
52	1	10,89	0,88	0,041	0,086	0,033	2
54	1	10,53	1,00	0,076	0,117	0,057	3
55	1	9,54	0,92	0,070	0,121	0,068	3
58	1	9,67	0,98	0,092	0,164	0,072	3
60	1	10,31	0,82	0,075	0,093	0,054	3
61	1	10,50	1,12	0,114	0,130	0,064	4
62	1	10,33	0,84	0,078	0,129	0,067	3
63	1	8,72	0,88	0,102	0,095	0,107	3
66	1	6,67	0,68	0,076	0,096	0,044	2
67	1	11,89	1,04	0,061	0,115	0,043	3
70	1	9,71	0,80	0,030	0,071	0,057	3
72	1	10,41	0,78	0,032	0,074	0,036	3
73	1	10,02	0,77	0,039	0,065	0,032	3
79	1	9,00	1,07	0,091	0,136	0,042	3

(Continúa)

Continuación Anexo 5

80	1	10,25	0,84	0,055	0,108	0,052	3
82	1	11,67	1,05	0,106	0,145	0,036	3
83	1	10,17	0,81	0,038	0,094	0,035	2
84	1	11,58	1,03	0,087	0,132	0,043	3
85	1	9,61	0,92	0,064	0,123	0,025	3
89	1	11,96	1,03	0,063	0,112	0,077	3
90	1	11,58	0,93	0,059	0,137	0,050	3
92	1	8,89	0,83	0,065	0,108	0,040	3
93	1	11,33	0,58	0,048	0,100	0,021	2
98	1	5,83	0,67	0,026	0,048	0,024	2
99	1	9,61	1,03	0,081	0,143	0,065	3
101	1	11,25	0,87	0,131	0,068	0,012	3
103	1	12,22	0,98	0,085	0,155	0,074	3
104	1	9,56	0,75	0,106	0,066	0,280	3
109	1	12,11	0,89	0,093	0,154	0,072	3
110	1	10,88	0,82	0,055	0,118	0,065	3
112	1	11,29	0,76	0,043	0,088	0,047	2
8	3	13,63	1,25	0,168	0,295	0,086	3
107	3	8,00	0,98	0,169	0,218	0,049	3
59	4	8,00	0,50	0,014	0,051	0,004	3
108	7	9,33	0,80	0,107	0,044	0,103	3

**ANEXO 6: Puntajes canónicos de los genotipos para CAN1 y CAN2
de la tercera fecha de corte.**

ECOT	CAN1	CAN2
2	-0,35277	0,41312
3	1,408804	-0,79028
4	2,382197	-0,26785
5	1,380875	0,16319
6	-0,592	0,126142
7	-0,8466	0,124527
10	1,829566	-1,72394
11	-1,02037	-1,17684
12	-0,13978	0,555445
13	-1,37682	2,237289
15	-0,38014	0,0292
16	2,779234	3,348422
17	-0,32507	1,589104
18	-0,73989	-0,37253

(Continúa)

Continuación Anexo 6

20	-0,14692	-1,11339
21	0,414715	0,242265
23	-1,22182	0,597177
24	1,444618	0,087196
25	1,413951	1,518536
27	-1,70706	2,366661
28	0,875362	0,243917
29	0,350706	-0,9682
30	-0,58732	0,971928
31	-0,60812	-0,65142
33	0,110221	-0,31133
34	0,298967	-1,53193
35	-0,13954	-0,04185
36	0,11133	0,123293
37	-0,88377	0,555548
40	-0,68206	0,986662
42	-0,45245	-0,38247
45	1,351099	1,71137
46	-6,1957	-1,29801
47	-1,28656	-1,5454
48	1,027776	-0,63214
49	-0,33805	-0,47719
50	0,055795	2,577417
51	-0,73815	-0,4693
52	2,00187	0,767321
54	1,458871	-0,09622
55	-0,07336	0,440843
56	-1,18071	-0,89956
57	-2,12236	-0,46928
58	0,317437	0,001842
59	-0,10014	-2,29579
60	-1,05593	-1,20448
61	-0,79914	0,161861
62	0,81209	0,117111
63	0,606514	-1,42118
64	0,987481	-2,05296
65	-0,47596	-0,59431
66	0,192619	1,796813
67	-0,07754	-0,7907
68	1,003262	-0,0832

(Continúa)

Continuación Anexo 6

69	1,029432	0,414662
70	-1,68215	0,730842
71	0,308516	0,346988
72	-0,25431	0,356852
73	-0,04021	0,415322
74	0,255345	-0,93516
76	-0,68461	1,602266
77	1,098159	0,207775
79	0,49983	1,226783
80	-2,14386	2,093125
81	0,070481	-0,26296
82	0,187154	-0,41984
83	-0,83646	-1,6416
84	-0,53283	0,749615
85	-0,89138	-0,77175
86	0,36195	1,168632
87	0,385102	0,43869
88	0,429086	0,807574
89	0,791872	0,991854
90	0,869662	-0,76778
92	1,153437	-0,11164
94	0,593196	-0,30183
95	0,108654	-0,42655
96	-0,10153	1,152835
97	-0,81502	-0,97295
98	1,059791	0,639138
99	-0,80938	0,642336
100	-2,47457	0,89733
101	-0,66308	-1,79142
102	1,186956	0,639539
103	1,527756	-0,90915
104	0,465952	0,258384
105	0,216573	0,155984
106	0,351798	0,418133
107	1,406892	-1,83884
108	-2,44507	0,56866
109	0,480734	1,762501
110	-1,07928	0,572906
111	0,926137	-2,35397
112	-0,03208	1,164805

ANEXO 7: Genotipos agrupados según clusters para la tercera fecha de corte.

Accesión	Cluster	Accesión	Cluster	Accesión	Cluster
LC2	1	Ñ47	3	Ñ111	3
LC12	1	P48	3	Ñ112	3
Ñ45	1	P49	3	CS46	4
CS55	1	P50	3		
CS71	1	P51	3		
Ñ72	1	P52	3		
Ñ81	1	CS54	3		
CS69	1	CS56	3		
Ñ105	1	CS57	3		
LC20	2	CS58	3		
LC27	2	Ñ62	3		
LC30	2	CS63	3		
LC33	2	Ñ64	3		
LC35	2	Ñ65	3		
P42	2	Ñ66	3		
CS59	2	Ñ67	3		
CS60	2	Ñ68	3		
CS61	2	CS69	3		
P83	2	CS70	3		
P86	2	CS73	3		
P87	2	Ñ74	3		
P94	2	P76	3		
CS98	2	P77	3		
CS107	2	P78	3		
LC3	3	P79	3		
LC4	3	P80	3		
LC5	3	Ñ82	3		
LC6	3	Ñ84	3		
LC10	3	CS88	3		
LC11	3	CS89	3		
LC13	3	Ñ90	3		
LC15	3	Ñ91	3		
LC16	3	Ñ92	3		
LC17	3	P93	3		
LC18	3	Ñ95	3		
P21	3	CS97	3		
P23	3	CS99	3		

(Continúa)

Continuación Anexo 7

Ñ24	3	Ñ100	3	
Ñ25	3	Ñ101	3	
LC28	3	CS102	3	
LC29	3	P103	3	
LC31	3	P104	3	
LC34	3	CS106	3	
LC36	3	CS108	3	
P37	3	CS109	3	
P40	3	CS110	3	

ANEXO 8: Genotipos con sus respectivos valores originales

correspondientes a los clusters destacados en el CVA de la
tercera fecha de corte.

Accesión	Cluster	Largo lámina (cm)	Largo macollo (cm)	PESO VAINA (g)	PESO LÁMINA (g)	PESO ESPIGA (g)	PESO TALLO (g)
2	1	8,9	61,8	0,0817	0,0928	0,1160	0,1645
12	1	12,0	59,0	0,1294	0,1069	0,1310	0,2928
45	1	10,8	57,1	0,1566	0,0610	0,1037	0,1771
55	1	7,4	83,7	0,1204	0,0769	0,2485	0,2339
71	1	11,2	54,1	0,0615	0,0872	0,0970	0,1127
72	1	7,2	73,3	0,0764	0,0343	0,2122	0,2335
81	1	7,8	79,2	0,0976	0,0533	0,2577	0,2174
96	1	10,4	66,8	0,1060	0,1179	0,0810	0,1912
105	1	8,8	71,9	0,1132	0,0481	0,2166	0,1785
20	2	6,1	77,3	0,1046	0,0448	0,1207	0,2242
27	2	5,2	64,0	0,0529	0,0331	0,0595	0,2091
30	2	6,8	70,2	0,1027	0,0576	0,0917	0,2763
33	2	6,4	70,6	0,0775	0,0389	0,1262	0,1798
35	2	7,6	63,1	0,1037	0,0458	0,1035	0,2552
42	2	5,8	77,0	0,0927	0,0373	0,1046	0,2415
59	2	6,7	63,7	0,0875	0,0271	0,0923	0,1543
60	2	4,9	65,3	0,0895	0,0386	0,0875	0,1724
61	2	5,3	60,5	0,0715	0,0506	0,0833	0,1570
83	2	6,6	68,6	0,0903	0,0497	0,0791	0,2483
86	2	7,6	77,4	0,0825	0,0542	0,1310	0,2374
87	2	7,6	80,6	0,0691	0,0300	0,0957	0,2367
94	2	7,1	70,7	0,0838	0,0584	0,0854	0,2067
98	2	7,2	77,9	0,0652	0,0389	0,0624	0,1879

(Continúa)

Continuación Anexo 8

107	2	5,0	48,7	0,0585	0,0366	0,0965	0,1396
3	3	9,1	88,6	0,1701	0,0716	0,1454	0,3553
4	3	12,8	95,3	0,1740	0,0812	0,2623	0,4106
5	3	9,7	86,7	0,1539	0,0767	0,2030	0,3810
6	3	6,6	71,2	0,1169	0,0593	0,1689	0,2814
8	3	7,1	73,3	0,1386	0,0715	0,3108	0,3485
10	3	8,4	74,9	0,2104	0,1057	0,1575	0,3202
11	3	6,8	82,0	0,1483	0,1812	0,0603	0,2335
13	3	5,8	71,0	0,0829	0,0534	0,1168	0,3299
15	3	6,4	72,2	0,1074	0,0448	0,1220	0,2903
16	3	11,4	91,0	0,1131	0,0908	0,0790	0,4466
17	3	6,6	80,7	0,0828	0,0486	0,1391	0,2850
18	3	5,8	75,7	0,1326	0,0598	0,1139	0,3111
21	3	10,2	83,5	0,1485	0,0572	0,0774	0,4218
23	3	10,2	60,0	0,1093	0,0624	0,1204	0,2765
24	3	10,5	88,0	0,2050	0,1048	0,2198	0,4750
25	3	9,4	82,8	0,1004	0,0697	0,2324	0,3079
28	3	6,6	81,8	0,2023	0,0901	0,1941	0,5651
29	3	8,4	68,3	0,1098	0,0433	0,1254	0,2341
31	3	9,0	61,4	0,1071	0,0465	0,1352	0,2234
34	3	7,4	87,7	0,2347	0,0952	0,1989	0,4821
36	3	7,8	75,1	0,1106	0,0496	0,1075	0,2920
37	3	9,2	50,8	0,1327	0,0779	0,2111	0,3541
40	3	6,0	76,8	0,1009	0,0647	0,2266	0,2915
47	3	5,3	79,3	0,1597	0,0670	0,0826	0,2873
48	3	6,8	76,7	0,1261	0,0491	0,1049	0,2854
49	3	7,6	66,3	0,1309	0,0553	0,1235	0,2998
50	3	8,3	57,6	0,0915	0,0849	0,0940	0,2949
51	3	7,3	64,3	0,1308	0,0631	0,1544	0,2661
52	3	8,8	72,5	0,1946	0,1263	0,2327	0,4553
54	3	10,4	87,0	0,1805	0,0829	0,1659	0,4267
56	3	8,0	73,1	0,1634	0,0722	0,1606	0,2913
57	3	5,8	73,8	0,1773	0,0722	0,1611	0,4067
58	3	8,9	79,6	0,1594	0,0726	0,1542	0,4080
62	3	8,7	83,1	0,1597	0,0805	0,1498	0,3894
63	3	8,0	72,5	0,1388	0,0548	0,1399	0,2652
64	3	7,2	75,3	0,1401	0,0582	0,1319	0,2219
65	3	8,3	81,4	0,1268	0,0466	0,1159	0,3067
66	3	7,6	82,4	0,0847	0,0422	0,1261	0,3102
67	3	7,5	69,5	0,1419	0,0687	0,1589	0,2808

(Continúa)

Continuación Anexo 8

68	3	8,7	82,2	0,1582	0,0882	0,1672	0,3508
69	3	8,8	76,6	0,1375	0,0736	0,1451	0,3326
70	3	4,9	68,3	0,1031	0,0630	0,1327	0,2590
73	3	8,1	59,4	0,1412	0,0919	0,1262	0,3215
74	3	7,0	70,3	0,1224	0,0754	0,1426	0,2169
76	3	9,0	69,0	0,0957	0,0600	0,1015	0,2897
77	3	8,4	94,8	0,1364	0,0622	0,1749	0,3819
78	3	8,7	87,7	0,2300	0,1238	0,1968	0,7396
79	3	8,2	76,4	0,1032	0,0678	0,1404	0,3530
80	3	6,8	95,3	0,1830	0,0857	0,2254	0,4468
82	3	6,0	96,7	0,1712	0,0384	0,1601	0,4795
84	3	6,3	68,1	0,1380	0,0645	0,1715	0,2718
85	3	8,1	86,7	0,1156	0,0594	0,1648	0,4011
88	3	9,9	86,5	0,1398	0,0800	0,1849	0,3955
89	3	9,6	76,4	0,1664	0,0714	0,1762	0,3244
90	3	8,0	82,0	0,1637	0,0824	0,1305	0,3698
91	3	9,4	71,7	0,2034	0,1025	0,2646	0,4265
92	3	8,6	72,0	0,1533	0,0797	0,2538	0,3194
93	3	11,2	18,5	0,0566	0,1228		0,0258
95	3	8,6	85,9	0,1378	0,0725	0,1677	0,2673
97	3	7,0	67,5	0,1036	0,0528	0,1143	0,2911
99	3	6,4	72,8	0,1634	0,0637	0,1344	0,2826
100	3	7,2	80,0	0,1098	0,0611	0,1315	0,3057
101	3	10,2	81,5	0,1994	0,0911	0,1493	0,3689
102	3	6,8	81,7	0,1182	0,0660	0,0923	0,3002
103	3	10,9	76,8	0,2070	0,1017	0,1571	0,4917
104	3	7,0	83,2	0,1952	0,1089	0,2082	0,4815
106	3	9,1	84,5				
108	3	6,3	75,3				
109	3	7,3	79,5	0,1474	0,0996	0,2374	0,4389
110	3	7,9	54,8	0,0996	0,0515	0,1751	0,2865
111	3	6,9	83,8	0,1968	0,0639	0,1451	0,3464
112	3	7,6	80,4	0,1278	0,0636	0,0857	0,3913
46	4	2,2	59,6	0,1055	0,0479	0,1526	0,2209

ANEXO 9: Genotipos y sus respectivos clusters para la primera y tercera fecha de corte.

Accesion	26-oct	01-feb	Accesion	26-oct	01-feb	Accesion	26-oct	01-feb
2	1	1	58	1	3	101	1	3
3	1	3	59	4	2	102	5	3
4	5	3	60	1	2	103	1	3
5	1	3	61	1	2	104	5	3
6	1	3	62	1	3	105	1	1
10	1	3	63	1	3	106	6	3
11	1	3	64	2	3	107	3	2
12	1	1	65	5	3	108	7	3
13	2	3	66	1	3	109	1	3
15	6	3	67	1	3	110	1	3
16	5	3	68	2	3	111	2	3
17	5	3	69	2	3	112	1	3
18	1	3	70	1	3			
20	1	2	71	5	1			
21	5	3	72	1	1			
23	1	3	73	1	3			
24	1	3	74	2	3			
25	1	3	76	5	3			
27	2	2	77	5	3			
28	1	3	78	5	3			
29	1	3	79	1	3			
30	1	2	80	1	3			
31	1	3	81	5	1			
33	1	2	82	1	3			
34	1	3	83	1	2			
35	1	2	84	1	3			
36	2	3	85	1	3			
37	1	3	86	2	2			
40	1	3	87	5	2			
42	1	2	88	5	3			
45	2	1	89	1	3			
46	1	4	90	1	3			
47	1	3	91	5	3			
48	1	3	92	1	3			
49	1	3	93	1	3			
50	1	3	94	2	2			

(Continúa)

Continuación Anexo 9

51	1	3	95	5	3	
52	1	3	96	2	1	
54	1	3	97	5	3	
55	1	1	98	1	2	
56	2	3	99	1	3	
57	5	3	100	2	3	