

**UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE**

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela de Agronomía

Presencia de ecotipos de *Holcus lanatus* L. en suelos  
con niveles contrastantes de fósforo

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

**Vicente Rafael Anwandter Agüero**

Valdivia Chile 2003

PROFESOR PATROCINANTE

FIRMA

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

---

PROFESORES INFORMANTES

Ignacio Lopez C.  
Ing. Agr., Ph. D.

---

Dante Pinochet T.  
Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

---

*Llevar a término esta tesis no hubiera sido posible sin la ayuda de mi profesor patrocinante, Oscar Balocchi; mis profesores colaboradores, Ignacio López y Dante Pinochet; Maritza (mi polola), quién me ayudó en las mediciones; mis compañeros de tesis, Edgardo y Patricio, con quienes trabajé en el experimento; los miembros del laboratorio de Producción Animal, quienes me ayudaron con las soluciones nutritivas del experimento; mi hermano Andrés y Suzanne, quienes me ayudaron en la traducción.*

*Dedicada a mis padres, Sergio  
y Virginia y a mis hermanos,  
Andrés, Francisco y Rodrigo.*

## INDICE DE MATERIAS

Capítulo	Página
1      INTRODUCCIÓN	1
2      REVISION BIBLIOGRAFICA	3
2.1 <i>Holcus lanatus</i> L.	3
2.1.1    Origen	3
2.1.2    Adaptación	3
2.1.3    Morfología	3
2.1.4    Desarrollo y fenología	4
2.1.5    Composición nutritiva	5
2.2    Las praderas naturalizadas	7
2.2.1    Composición botánica	7
2.2.2    Distribución de la producción	8
2.3    Características edafoclimáticas de la Décima Región	8
2.3.1    Suelo	8
2.3.2    Clima	9
2.4    El fósforo	9
2.4.1    Función del fósforo en las plantas	10
2.4.2    Efecto del fósforo en la altura de las plantas	10
2.4.3    Efecto del fósforo en la producción de hojas por macollo	10
2.4.4    Efecto del fósforo en producción de macollos	11
2.4.5    Efecto del fósforo en producción de materia seca	11
2.4.6    Efecto del fósforo en la absorción y movilización de nutrientes	11
2.5    Mecanismos de adaptación de las plantas al medio	12
2.5.1    Ecotipo	12
2.5.2    Plasticidad	13
2.5.2.1    Plasticidad en <i>H. lanatus</i>	14

Capítulo		Página
3	MATERIAL Y METODO	15
3.1	Ubicación del experimento	15
3.2	Accesiones	15
3.2.1	Recolección	15
3.2.2	Trasplante y propagación	16
3.3	Suelo utilizado	17
3.4	Soluciones nutritivas	18
3.4.1	Preparación de la solución nutritiva	18
3.5	Tratamientos y diseño experimental	19
3.6	Temperatura	20
3.7	Número y criterio de cortes	20
3.8	Variables evaluadas en la planta	20
3.8.1	Crecimiento horizontal	20
3.8.2	Hábito de crecimiento	20
3.8.3	Altura sin disturbar	21
3.8.4	Número de macollos por maceta	21
3.8.5	Materia seca	21
3.8.6	Análisis foliar de fósforo	21
3.9	Variables evaluadas en el macollo	21
3.9.1	Tasa de crecimiento y aparición de hojas	21
3.9.2	Largo de macollo	21
3.9.3	Ancho y largo de lámina	22
3.9.4	Peso de los componentes del rendimiento del macollo	22
3.10	Análisis de los datos	22
4	PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	23
4.1	Niveles de fósforo en el suelo	23
4.2	Producción de materia seca	24

Capítulo	Página	
4.3	Contenido de fósforo foliar	28
4.4	Crecimiento horizontal	32
4.5	Hábito de crecimiento	34
4.6	Altura sin disturbar	36
4.7	Número de macollos por maceta	37
4.8	Tasa de crecimiento de hojas	38
4.9	Aparición de hojas	39
4.10	Largo de macollo	40
4.11	Largo de lámina	41
4.12	Ancho de lámina	42
4.13	Peso de la lámina	43
4.14	Peso de la vaina	44
5	CONCLUSIONES	46
6	RESUMEN	48
	SUMMARY	50
7	BIBLIOGRAFÍA	52
	ANEXOS	57

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Contenido de proteína total y pared celular en <i>H. lanatus</i> a través del año (% base materia seca)	5
2	Contenido de fósforo y calcio en <i>H. lanatus</i> a través del año (% base materia seca)	6
3	Zonas de origen de las accesiones de <i>H. lanatus</i> seleccionadas con los niveles de fósforo en el suelo	16
4	Análisis químico del suelo utilizado en el experimento (Serie Valdivia)	17
5	Dosis de fósforo para cada tratamiento	19
6	Niveles de fósforo logrados en el suelo utilizado	23
7	Producción de materia seca de las accesiones en los tres cortes (g/maceta)	25
8	Interacción entre accesiones y niveles de fósforo en la producción de materia seca del primer corte (g/maceta)	26
9	Interacción entre accesiones y niveles de fósforo en el contenido de fósforo foliar (%)	29
10	Crecimiento horizontal de las accesiones en los tres cortes (cm)	33
11	Hábito de crecimiento de las accesiones en los tres cortes (°)	35
12	Altura sin disturbar de las accesiones en los tres cortes (cm)	36
13	Número de macollos de las accesiones por maceta (n°/maceta)	38
14	Tasa de crecimiento de hojas en el macollo de las accesiones (mm/día)	39
15	Aparición de hojas en el macollo de las accesiones (n°/44 días)	40
16	Largo de macollo de las accesiones (mm)	41
17	Largo de lámina en el macollo de las accesiones (mm)	42



Cuadro	Página
18 Ancho de lámina en el macollo de las accesiones (mm)	43
19 Peso de la lámina en el macollo de las accesiones (mg de materia seca)	44
20 Peso de la vaina en el macollo de las accesiones (mg de materia seca)	45

**INDICE DE FIGURAS**

Figura		Página
1	Interacción entre accesiones y niveles de fósforo en la producción de materia seca del primer corte	27
2	Interacción entre accesiones y niveles de fósforo en el contenido de fósforo foliar	30

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
1	Materia seca de las accesiones en el primer corte (g/maceta)	58
2	Materia seca de las accesiones en el segundo corte (g/maceta)	59
3	Materia seca de las accesiones en el tercer corte (g/maceta)	60
4	Materia seca del residuo de las accesiones (g/maceta)	61
5	Contenido de fósforo foliar en las accesiones (%)	62
6	Crecimiento horizontal de las accesiones en el primer corte (cm)	63
7	Crecimiento horizontal de las accesiones en el segundo corte (cm)	64
8	Crecimiento horizontal de las accesiones en el tercer corte (cm)	65
9	Hábito de crecimiento de las accesiones en el primer corte (°)	66
10	Hábito de crecimiento de las accesiones en el segundo corte (°)	67
11	Hábito de crecimiento de las accesiones en el tercer corte (°)	68
12	Altura sin disturbar de las accesiones en el primer corte (cm)	69
13	Altura sin disturbar de las accesiones en el segundo corte (cm)	70
14	Altura sin disturbar de las accesiones en el tercer corte (cm)	71
15	Número de macollos de las accesiones por maceta (nº/maceta)	72
16	Tasa de crecimiento de hojas en el macollo de las accesiones (mm/día)	73
17	Aparición de hojas en el macollo de las accesiones (nº hojas/44 días)	74
18	Largo de macollo de las accesiones (mm)	75
19	Largo de lámina en el macollo de las accesiones (mm)	76
20	Ancho de lámina en el macollo de las accesiones (mm)	77
21	Peso de la lámina en el macollo de las accesiones (mg de MS)	78

Anexo	Página
22 Peso de la vaina en el macollo de las accesiones (mg de MS)	79

## 1. INTRODUCCION

*Holcus lanatus* L. (pasto miel o pasto dulce), es una especie pratense que forma parte importante de la pradera permanente naturalizada de la zona sur de Chile. Posee un alto potencial de producción, similar a especies exóticas sembradas, con la ventaja de una mejor adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

El sistema edafoclimático del sur de Chile, se caracteriza por un bajo valor de fósforo disponible, una moderada condición de acidificación, contenidos de aluminio medios a altos y, a pesar de los altos montos de lluvia al año, un período de déficit hídrico estival.

*H. lanatus* se ha adaptado a las condiciones edafoclimáticas de la zona sur de Chile, donde forma parte de praderas que crecen en suelos con diferentes niveles de fósforo disponible. Se sugiere que esta adaptación se habría producido a través del desarrollo de ecotipos o debido a la plasticidad fenotípica de la especie para crecer en medios con un diverso nivel de estrés.

La presencia de ecotipos implica la existencia de material genético diferente, dentro de una especie, el que está adaptado a condiciones edafoclimáticas determinadas, es decir una diferenciación genética dentro de la especie. La plasticidad por otro lado, es una forma efectiva de respuesta de las plantas a estímulos ambientales determinados, a través de la cual éstas se adaptan al medio y aseguran su sobrevivencia.

La hipótesis de este estudio plantea que debido a la existencia de suelos con niveles contrastantes de fósforo en la zona sur de Chile, *H. lanatus* ha evolucionado y generado ecotipos adaptados a estos diferentes niveles de fósforo disponible en el suelo.

El objetivo de esta investigación es determinar la presencia de ecotipos en base a la respuesta de seis accesiones de *H. lanatus*, al ser sometidas a niveles crecientes de fósforo en el suelo.

Los objetivos específicos son determinar en seis accesiones de *H. lanatus*, sometidas a niveles crecientes de fósforo disponible en el suelo, las siguientes características morfológicas y fisiológicas, a nivel de planta y macollo:

El crecimiento horizontal, hábito de crecimiento y altura sin disturbar de plantas.

La tasa de crecimiento y la aparición de hojas.

El largo de macollo y ancho y largo de lámina.

El peso de los componentes del rendimiento del macollo.

El número total de macollos generados por maceta.

La producción de materia seca por maceta.

El contenido de fósforo foliar.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 *Holcus lanatus* L.

Su nombre común es pasto miel o pasto dulce.

**2.1.1 Origen.** *H. lanatus* fue introducido a Chile desde Europa y reconocido en el país desde principios del siglo pasado (MUÑOZ, 1960). Fue introducido a Chile por su posible valor forrajero en suelos livianos o arenosos, para luego naturalizarse desde Ñuble a Magallanes (MUÑOZ, 1980).

**2.1.2 Adaptación.** WHYTE *et al.* (1959), señalan que es una especie que se adapta a una amplia variedad de suelos desde arcillosos a arenosos, tanto en condiciones húmedas como secas y especialmente en suelos ácidos y de baja fertilidad.

Esta especie tiene la capacidad para desarrollarse en una amplia gama de sitios de características medias de fertilidad, ocupando sitios intermedios entre los de baja y alta fertilidad, dominados normalmente por *Agrostis capillaris* L. y *Lolium perenne* L., respectivamente (LOPEZ *et al.*, 1997).

Además, en el sur de Chile, LOPEZ *et al.* (1997), señalan que los sitios dominados por esta especie son planos a levemente depresionales, de texturas y profundidades medias, con contenidos medios de aluminio y con hidromorfismo estacional medio a estacional profundo.

**2.1.3 Morfología.** Es una gramínea perenne que crece en matas densas de 30 a 110 cm de altura (WHYTE *et al.*, 1959).

Su tallo es erecto y piloso, normalmente crece acodado desde su base. Sus nudos, 2 a 3, presentan pelos cortos y dirigidos hacia arriba (ESPINOZA, 1988).

Presenta hojas 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).

El limbo es alargado, con ápice estrecho azul verdoso y pubescente. La vaina foliar se presenta también pilosa, es algo hinchada de color azul verdosa, abierta y a veces con hendiduras longitudinales de color violeta. La hoja más joven emerge enrollada. Presenta una lígula membranosa de 2 a 3 mm de largo con el borde liso o dentado hasta hendido y no presenta aurículas (BEHRENDT y HANF, 1979).

Su inflorescencia es una panícula contraída, blanquecina, verde amarillenta o púrpura (ESPINOZA, 1988).

La inflorescencia sobrepasa a las hojas y mide de 6 a 12 cm de largo con raquillas de distinta longitud. Las flores inferiores son hermafroditas sin arista y las superiores son masculinas y con arista (BEHRENDT y HANF, 1979).

El fruto es un cariopse aovado de 1,5 a 1,7 mm de largo, envuelto por la lema brillante sin arista terminal (ESPINOZA, 1988).

**2.1.4 Desarrollo y fenología.** Esta especie crece fundamentalmente en primavera y otoño, su aporte en materia seca es bajo, inferior a lo que aparenta visualmente (GOIC y TEUBER, 1996).



RAMIREZ *et al.* (1989), señalan que no presenta crecimiento desde mediados de febrero hasta fines de julio y su crecimiento vegetativo ocurre entre agosto y mediados de febrero.

Su período de floración va desde noviembre a diciembre y su período de fructificación desde noviembre hasta febrero (RAMIREZ y RIVEROS, 1975).

**2.1.5 Composición nutritiva.** En el Cuadro 1 se observa como varía a través de los meses del año el contenido de proteína y pared celular en *H. lanatus*.

**CUADRO 1. Contenido de proteína total y pared celular en *H. lanatus* a través del año (% base materia seca).**

Mes	Proteína	Pared celular
Enero	9,0	61,2
Febrero	*	*
Marzo	*	*
Abril	*	*
Mayo	15,8	47,0
Junio	19,5	43,0
Julio	19,5	52,2
Agosto	23,7	48,1
Septiembre	19,7	50,0
Octubre	19,5	54,6
Noviembre	12,6	55,0
Diciembre	*	*

\*No hay información

FUENTE: adaptado de CUEVAS *et al.* (1982).

El contenido de proteína aumenta desde mayo hasta agosto, presentando este último mes los mayores contenidos, posteriormente declina

en forma paulatina hasta enero, donde se obtiene el valor más bajo. El menor contenido de pared celular se observa en junio, incrementándose posteriormente con el avance del invierno y la primavera, hasta alcanzar el máximo contenido en enero (CUEVAS *et al.*, 1982).

La variación a través de los meses del año del contenido de fósforo y calcio en *H. lanatus* se muestra en el Cuadro 2. CUEVAS *et al.* (1983), muestran que el contenido de fósforo se incrementa desde mayo hasta agosto, presentando este mes los valores más elevados, posteriormente los valores disminuyen hasta noviembre. En enero se observan contenidos elevados de fósforo, similar al mes de agosto.

**CUADRO 2. Contenido de fósforo y calcio en *H. lanatus* a través del año (% base materia seca).**

Mes	Fósforo	Calcio
Enero	0,37	0,23
Febrero	*	*
Marzo	*	*
Abril	*	*
Mayo	0,12	0,38
Junio	0,24	0,28
Julio	0,24	0,25
Agosto	0,39	0,21
Septiembre	0,30	0,20
Octubre	0,26	0,28
Noviembre	0,27	0,28
Diciembre	*	*

\*No hay información

FUENTE: adaptado de CUEVAS *et al.* (1983).

CUEVAS *et al.* (1983), muestran que el contenido de calcio disminuye de mayo hasta septiembre, presentando este último mes los menores contenidos, posteriormente los valores aumentan en los meses de octubre y noviembre. En enero los valores de calcio son bajos, similar al mes de agosto.

## **2.2 Las praderas naturalizadas.**

GOIC (1979), define a las praderas naturalizadas como una comunidad de plantas, compuestas por especies nativas y exóticas que perduran bajo las condiciones del lugar y sirven de alimento a los animales, aunque algunas de ellas sean de bajo valor forrajero.

En la Décima Región de Los Lagos existen 1.351.351 hectáreas de praderas, donde un 50,4% corresponden a praderas naturalizadas (CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS (INE), 1997).

**2.2.1 Composición botánica.** La pradera naturalizada presenta una composición botánica variable, dependiendo de la ubicación topográfica, exposición y lugar geográfico (TEUBER, 1996).

La pradera naturalizada es una comunidad polifítica dominada fundamentalmente por gramíneas perennes, con una proporción variable de especies de hoja ancha y con una contribución de leguminosas que representa característicamente menos del 5% del rendimiento total anual de la pradera (BALOCCHI y LOPEZ, 1996).

De las quince o más especies componentes de las praderas naturalizadas de la X Región, sólo algunas tienen real valor como forraje para el ganado. Las principales son: *Agrostis capillaris*, *Holcus lanatus*, *Trifolium repens* L., *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata* L., *Bromus valdivianus* Phil., *Taraxacum*

*officinale* Weber, *Arrhenatherum elatius* spp bulbosus (Willd). Spencer, *Plantago lanceolata* L. y *Lotus uliginosus* Schkuhr (TEUBER, 1996).

**2.2.2 Distribución de la producción.** SIEBALD *et al.* (1983), señalan que experiencias realizadas en Osorno indican que el rendimiento anual de materia seca de una pradera naturalizada con y sin fertilización es de 12,6 y 7,01 t de MS/ha, respectivamente.

Debido a las condiciones climáticas de la zona, las praderas se caracterizan por una gran estacionalidad en su producción. Durante la primavera, la tasa de crecimiento es máxima entre los meses de octubre y noviembre y a medida que se acerca el verano, la tasa de crecimiento de las praderas disminuye como consecuencia del déficit hídrico, las altas temperaturas y la entrada de las especies a su fase de madurez. A finales de verano e inicios de otoño, la pradera perenne experimenta un nuevo crecimiento, por existir condiciones favorables de temperatura y humedad y por último durante el invierno el crecimiento de las praderas se hace mínimo debido a las bajas temperaturas (BALOCCHI, 1999).

La distribución de la producción de una pradera sin fertilizar que crece en el llano longitudinal es 5% en invierno, 50% en primavera, 27% en verano y 18% en otoño (Goic y Matzner, 1977, citados por TEUBER, 1996).

### **2.3 Características edafoclimáticas de la Décima Región.**

A continuación se señalan las características del suelo y del clima de la Décima Región.

**2.3.1 Suelo.** Los suelos en el llano longitudinal de la Décima Región son derivados de cenizas volcánicas y la principal limitante es la fuerte deficiencia de fósforo, y en menor grado de potasio y nitrógeno (TEUBER, 1996).

El pH es generalmente mayor a 5,2, valor que no es limitante para el desarrollo de cultivos y especies forrajeras adaptadas al sector (Sierra *et al.*, 1982, citados por TEUBER, 1996).

**2.3.2 Clima.** TEUBER (1996), señala que en Osorno el 71% de las precipitaciones del año se concentran entre abril y septiembre. En este mismo período, el 50% precipita en otoño y la otra mitad en invierno.

## **2.4 El fósforo.**

El fósforo es considerado un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, ya que está relacionado con funciones metabólicas y éstas no pueden completar su ciclo de vida sin este elemento (TISDALE *et al.*, 1993).

El fósforo es el nutriente más deficitario para una adecuada productividad de las praderas en la zona centro sur de Chile (PINOCHET, 1996).

PINOCHET (1996), señala que las principales causas de esta deficiencia generalizada de fósforo en el suelo se deben, por una parte, a la recomendación de que la fertilización fosforada en praderas debe hacerse con dosis bajas para que sea económicamente rentable y, por otra parte, a la alta retención de este elemento por parte del suelo, debido principalmente a la reactividad de las arcillas que se encuentran en los suelos derivados de materiales volcánicos.

Las concentraciones de fósforo en la mayoría de las plantas varían entre 0,1 y 0,4%, valores considerablemente bajos comparado con los valores de nitrógeno y potasio (TISDALE *et al.*, 1993).

La medición del fósforo disponible en el suelo, se hace a través de estimadores de esta disponibilidad, las cuales se basan en la existencia de una

correlación entre el nivel detectado por el indicador en el suelo y la productividad o absorción de las praderas. En Chile el método de diagnóstico de la fertilidad del fósforo más usado es el método Olsen (PINOCHET, 1996).

Las plantas absorben este elemento como ión monofosfato ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ), con valores de pH ácido a neutro en el suelo y como ión difosfato ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ), con valores de pH alcalino en el suelo (TISDALE *et al.*, 1993).

**2.4.1 Función del fósforo en las plantas.** La función más esencial del fósforo en las plantas es el almacenamiento y transporte de energía, adenosín difosfato (ADP) y adenosín trifosfato (ATP) actúan como transporte de energía dentro de las plantas. La energía obtenida de la fotosíntesis y del metabolismo de carbohidratos es almacenada en compuestos de fosfato para el subsecuente uso en crecimiento y procesos reproductivos (TISDALE *et al.*, 1993).

**2.4.2 Efecto del fósforo en la altura de las plantas.** Todas las especies de gramíneas incrementan la altura de sus macollos bajo un mayor nivel de fertilización, pero en grado variable (HUTCHINGS y DE KROON, 1994).

CHAPIN *et al.* (1982), en una experiencia realizada, sometiendo a dos especies pratenses de *Chionochloa* a tres niveles de fósforo en solución, obtuvieron un aumento en la altura de las plantas de ambas especies, con el aumento de los niveles de fósforo.

**2.4.3 Efecto del fósforo en producción de hojas por macollo.** CHAPIN *et al.* (1982), no obtuvieron un efecto en el número de hojas por macollo en especies de *Chionochloa*, cuando fueron sometidas a crecientes niveles de fósforo en solución.

**2.4.4 Efecto del fósforo en producción de macollos.** CHAPIN *et al.* (1982), obtuvieron un aumento en el número de macollos en especies de *Chionochloa* cuando fueron sometidas a niveles crecientes de fósforo en solución.

**2.4.5 Efecto del fósforo en producción de materia seca.** MEHARG *et al.* (1994), demostraron el efecto de la nutrición con fósforo en *H. lanatus*, en donde los crecientes niveles de fósforo aplicados con una solución nutritiva aumentaron la producción de biomasa de las plantas.

VAN DUREN y VAN ANDEL (1997), encontraron que la adición de fósforo al suelo aumentó la producción de materia seca en *H. lanatus*.

MACPHERSON y MARTIN (1994), por otro lado, obtuvieron bajos valores de materia seca en *H. lanatus* cuando no se agregó fósforo al suelo.

CHAPIN *et al.* (1982), obtuvieron un aumento en el peso de la biomasa total de las plantas y en el peso de los macollos en especies de *Chionochloa* sometidas a niveles crecientes de fósforo en solución.

**2.4.6 Efecto del fósforo en la absorción y movilización de nutrientes.** MACPHERSON y MARTIN (1994), encontraron que la concentración de fósforo en macollos de *H. lanatus* aumentó cuando se agregó fósforo al suelo.

MEHARG y MACNAIR (1990), encontraron un aumento en la tasa de absorción de fósforo, nivel de fósforo en los macollos y el total de la planta, cuando genotipos de *H. lanatus* fueron sometidos a crecientes niveles de fósforo aplicado en solución.

CHAPIN *et al.* (1982), sometiendo a dos especies de *Chionochloa* a niveles crecientes de fósforo en solución, obtuvieron un aumento en la

concentración de fósforo en las hojas de ambas especies con el aumento de los niveles de fósforo.

MEHARG y MACNAIR (1991) y MEHARG y MACNAIR (1992), obtuvieron un efecto inhibitorio en la absorción de arsénico en genotipos de *H. lanatus* cuando fueron sometidas a crecientes niveles de fósforo aplicado en solución.

MEHARG *et al.* (1994), encontraron diferencias en cuanto a la acumulación de fósforo en el total de los macollos en genotipos de *H. lanatus*, cuando fueron sometidos a niveles crecientes de fósforo aplicado con solución nutritiva. También encontraron diferencias en los genotipos en cuanto a la movilización de biomasa hacia las raíces, en donde los genotipos tienden a movilizar más biomasa hacia las raíces cuando se presenta deficiencia de fósforo.

CHAPIN *et al.* (1982), señalan que la movilización de biomasa hacia las raíces es la respuesta estándar de las plantas cuando se presenta deficiencia de fósforo.

MEHARG *et al.* (1994), señalan que la movilización de biomasa hacia las raíces aumenta la superficie de absorción de éstas.

## **2.5 Mecanismos de adaptación de las plantas al medio.**

Las plantas se pueden adaptar al medio a través de dos mecanismos.

**2.5.1 Ecotipo.** GASTO (1979), define a un ecotipo como a un grupo de organismos que presentan características anatomorfológicas similares, pero a los cuales se les reconoce fisiologías diferentes al crecer o desarrollarse en ambientes similares.



Un ecotipo se refiere a las diferencias marcadas y discontinuas en características fisiológicas y morfológicas controladas genéticamente, que ocurren dentro de una especie y en diferentes partes de su área. Las diferencias están relacionadas con variaciones discontinuas en el medio y la evolución de poblaciones de plantas adaptadas a ellas (HARTMANN y KESTER, 1981).

**2.5.2 Plasticidad.** GASTO (1979), señala que plasticidad es la capacidad de variación fenotípica de un genotipo al ser sometido a la acción de diferentes ambientes; o sea, es la capacidad potencial de evolución o capacidad de adaptación, la cual la realizan los seres vivos en forma individual modificando su morfología, tamaño o funcionamiento interno.

Bradshaw (1965) y Schlichting (1986), citados por VAN DE VIJVER *et al.* (1993), definen plasticidad como la habilidad de los organismos para alterar su morfología y o fisiología, en respuesta a las variaciones de las condiciones del medio circundante.

Por otro lado, Hunt y Nicholls (1986), citados por VAN DE VIJVER *et al.* (1993), definen plasticidad como la variación de la apariencia de la planta relativa al valor de un carácter determinado, bajo condiciones de crecimiento sin limitaciones.

La aclimatación y el desarrollo representan ejemplos de plasticidad fenotípica, que describen las diferentes expresiones fenotípicas de un mismo genotipo bajo un rango de condiciones ambientales (HOFFMANN y PARSONS, 1991).

El margen de plasticidad potencial está fijado al momento de nacer de acuerdo a la estructura genética (GASTO, 1979).

VAN DE VIJVER *et al.* (1993), señalan que especies que provienen de suelos fértiles tienden a mostrar un mayor grado de plasticidad morfológica y fisiológica, que especies que provienen de suelos infértiles.

Sin embargo, Robinson y Rorison (1988), citados por VAN DE VIJVER *et al.* (1993), encontraron un mayor grado de plasticidad en especies de crecimiento lento, que provenían de suelos infértiles que especies de crecimiento rápido, provenientes de suelos fértiles.

2.5.2.1 Plasticidad en *H. lanatus*. VAN DE VIJVER *et al.* (1993), comparando *H. lanatus* y *Deschampsia flexuosa* L. en cuanto a la respuesta al ser sometidos a niveles crecientes de nitrógeno en un sustrato, encontraron que *H. lanatus* presentó menor plasticidad fenotípica que *D. flexuosa*.

### 3. MATERIAL Y METODO

#### 3.1 Ubicación del experimento.

El presente estudio se enmarcó dentro del Proyecto FONDECYT 1000429, Estudio de la variabilidad y plasticidad de las gramíneas pratenses nativas y naturalizadas del sur de Chile: *Bromus valdivianus* Phil., *Holcus lanatus* L. y *Agrostis capillaris* L. El experimento fue realizado en un invernadero ubicado en la Universidad Austral de Chile, Campus Universitario Isla Teja, Valdivia, Chile.

#### 3.2 Accesiones.

En el experimento se trabajó con seis accesiones de la especie *H. lanatus*, que se encontraban en la Estación Experimental Santa Rosa, de la Universidad Austral de Chile.

**3.2.1 Recolección.** En praderas de la Décima Región de Los Lagos fueron recolectadas 100 accesiones de *H. lanatus*, entre las Provincias de Valdivia, Osorno y Llanquihue y luego fueron trasplantadas a la Estación Experimental Santa Rosa (VALDES, 2002). Las accesiones fueron colectadas de cuatro zonas edafoclimáticas de la zona sur de Chile, Precordillera Andina, Llano Central Norte, Llano Central Sur y Ñadis, las cuales presentan características particulares en cuanto al suelo y al clima (BALOCCHI, 1999). Del total de accesiones se seleccionaron seis; tres colectadas de suelos con un alto nivel de fósforo (1A, 2A y 3A) y tres colectadas de suelos con un bajo nivel de fósforo (1B, 2B y 3B). Se consideraron suelos con bajos niveles de fósforo, suelos con contenidos menores a 4 ppm P-Olsen. Las zonas de origen de las accesiones

seleccionadas, con los respectivos niveles de fósforo en el suelo, se señalan en el Cuadro 3.

**CUADRO 3. Zonas de origen de las accesiones de *H. lanatus* seleccionadas con los niveles de fósforo en el suelo.**

Accesión	Zona de origen	Nivel de fósforo en el suelo (ppm P-Olsen)
1A	Llano Central Norte	87,5
2A	Llano Central Sur	43,3
3A	Llano Central Norte	34,1
1B	Llano Central Sur	3,0
2B	Ñadis	3,6
3B	Llano Central Norte	3,7

La ciudad de Osorno limita el Llano Central Norte del Llano Central Sur.

Los niveles de fósforo en el suelo fueron analizados por el Laboratorio de Suelos del Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. Las muestras fueron tomadas a 20 cm.

FUENTE: adaptado de VALDES (2002).

**3.2.2 Trasplante y propagación.** Fueron extraídos macollos de estas accesiones desde el ensayo establecido en la Estación Experimental Santa Rosa y trasplantados a macetas en invernadero para su clonación a través de macollos. Este proceso se realizó a partir del 1 de junio del 2001 hasta el 1 de julio del 2001. La clonación de las accesiones se realizó en macetas conteniendo alrededor de 2 kg de suelo fértil.

En el invernadero, para estimular la clonación de los macollos, se le aplicó a las diferentes accesiones una solución nutritiva. Además, se realizaron tres cortes a los macollos trasplantados a 6 cm de altura para estimular la reproducción vegetativa. Luego de obtenido el número de macollos requeridos, éstos se trasplantaron a las macetas experimentales y se comenzó el experimento.

### 3.3 Suelo utilizado.

Para la reproducción vegetativa de las accesiones por medio de macollos se utilizó un suelo fértil, de la Estación Experimental Vista Alegre de la Universidad Austral de Chile. Para el experimento se utilizó un suelo de la Serie Valdivia con un bajo nivel inicial de fósforo. Se utilizaron macetas, con perforaciones en la base y con capacidad para 2 kg de suelo. Para sostener las macetas se utilizaron platos de plástico. En el Cuadro 4 se muestra el análisis químico del suelo utilizado.

**CUADRO 4. Análisis químico del suelo utilizado en el experimento (Serie Valdivia).**

Características	Nivel
pH (1:2,5) agua	5,20
pH (1:2,5) CaCl <sub>2</sub> 0,01M	4,90
Materia orgánica (%)	11,50
N mineral (ppm N-NO <sub>3</sub> )	129,00
Fósforo aprovechable (ppm P-Olsen)	3,21
Potasio intercambiable (ppm)	132,00
Sodio intercambiable (meq/100 g.s.s.)	0,53
Calcio intercambiable (meq/100 g.s.s.)	0,73
Magnesio intercambiable (meq/100 g.s.s.)	0,32
Suma de bases intercambiable (meq/100 g.s.s.)	1,92
Aluminio intercambiable (meq/100 g.s.s.)	0,13
Saturación de aluminio (%)	6,34

FUENTE: Laboratorio de Suelos. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile (2001).

### 3.4 Soluciones nutritivas.

A las accesiones se les aplicó soluciones nutritivas, las cuales corresponden a las utilizadas por el Plant Nutrition Group, del Centro Experimental Ruakura (Ag. Research), en Nueva Zelandia. Las soluciones se indican a continuación:

Solución A de macronutrientes sin P: 4,44 g/2 L de  $K_2SO_4$  y 12 g/2 L de  $KHCO_3$ .

Solución A de macronutrientes con P: 6 g/2 L de  $KH_2PO_4$ , 6,53 g/2 L de  $K_2HPO_4$  y 4,44 g/2 L de  $K_2SO_4$ .

Solución B de macronutrientes: 4,04 g/2 L de  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ , 1,02 g/2 L de  $CaCO_3$ , 3,11 g/2 L de  $Na_2SO_4$  y 20 mL/2 L de HCl (1N).

Solución de micronutrientes: 0,03 g/L de  $H_3BO_3$ , 0,004 g/L de  $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ , 0,01 g/L de  $CuCl_2 \cdot 2H_2O$ , 0,2 g/L de  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ , 0,004 g/L de  $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot xH_2O$  y 0,015 g/L de  $ZnCl_2$ .

Solución de nitrógeno: 120 g de  $NH_4NO_3$  por 4,5 L de agua.

Solución de citrato de hierro: 0,0585 g de citrato de hierro por 1 L de agua.

**3.4.1 Preparación de la solución nutritiva.** Para regar las macetas se preparó la solución, constituida por las soluciones anteriormente señaladas:

70 mL de la solución A de macronutrientes.

70 mL de la solución B de macronutrientes.

7 mL de la solución de micronutrientes.

70 mL de la solución de nitrógeno.

4 mL de la solución de citrato de hierro.

Esta mezcla se diluyó en 1,5 L de agua. Luego se aplicó 10 mL de esta solución por 100 g de suelo seco, dos veces por semana. La única diferencia entre la solución que se aplicó para la clonación de macollos y la que se aplicó en el experimento, fue la solución A de macronutrientes, la cual fue con presencia y ausencia de fósforo respectivamente.

### 3.5 Tratamientos y diseño experimental.

El experimento consistió en la evaluación de seis accesiones de *H. lanatus* sometidas a seis niveles de fósforo. Se utilizó un diseño factorial de bloques completos al azar con 36 tratamientos y 4 bloques. Los diferentes niveles de fósforo en el suelo se obtuvieron mezclando cada maceta con dosis crecientes del fertilizante Super Fosfato Triple. El Cuadro 5 detalla las dosis de fósforo utilizadas en cada tratamiento.

**CUADRO 5. Dosis de fósforo para cada tratamiento.**

Nivel de Fósforo	mg SFT/maceta	mg P/kg suelo seco
1	0	0
2	89	14,3
3	178	28,6
4	356	57,1
5	712	114,3
6	1424	228,6

SFT=Super fosfato triple

Se plantaron tres macollos individuales de la accesión correspondiente en cada maceta. Se dejaron seis macetas sin plantar, pero con los seis niveles de fósforo, las cuales se utilizaron para determinar la evolución del contenido de fósforo disponible en el suelo (ppm P-Olsen) a lo largo del experimento. Las muestras se tomaron al comienzo (20 de septiembre del 2001), en la mitad (9 de diciembre del 2001) y al final del experimento (18 de febrero del 2002).

### 3.6 Temperatura.

Cada día, a partir del 20 de septiembre, se midió la temperatura máxima y mínima al interior del invernadero.

### **3.7 Número y criterio de cortes.**

Una vez realizado el trasplante, después de una semana se realizó un corte de homogenización de todos los macollos a 6 cm de altura para determinar el punto de partida del experimento, el 20 de septiembre del 2001. Luego a lo largo del experimento se realizaron tres cortes, dejando un residuo de 3 cm de altura. Los cortes fueron realizados el 13 de noviembre del 2001, el 5 de enero y el 18 de febrero del 2002. El criterio para realizar estos tres cortes fue la senescencia de las hojas más viejas en cada maceta, o sea cuando se presentó un 10% de senescencia en el total de las macetas se realizó el corte.

### **3.8 Variables evaluadas en la planta.**

A nivel de planta se evaluaron las siguientes variables.

**3.8.1 Crecimiento horizontal.** Esta variable se midió antes de cada uno de los tres cortes. Para ello, se construyó una escala especial donde el centro fue la maceta y se trazaron círculos concéntricos cada 5 cm alrededor de ésta. Además los círculos fueron divididos en 4 cuartos, donde se tomó el valor de cada uno a manera de submuestra, considerando el punto hasta donde llegaban las hojas de la planta. Se registró el valor promedio para cada maceta.

**3.8.2 Hábito de crecimiento.** Esta variable se midió antes de cada uno de los tres cortes y consistió en la medición del ángulo que forman los macollos con respecto a la horizontal en cada maceta. Se promediaron cuatro mediciones al azar en cada maceta.



**3.8.3 Altura sin disturbar.** Previo a cada uno de los tres cortes se registró la altura sin disturbar de los macollos. Se promediaron cuatro mediciones al azar en cada maceta.

**3.8.4 Número de macollos por maceta.** Antes del tercer corte se registró el número total de macollos presentes en cada maceta.

**3.8.5 Materia seca.** En cada uno de los tres cortes el material cosechado fue secado a 60° C por 48 h en un horno de aire forzado y posteriormente pesado para obtener rendimiento de materia seca por maceta. En el tercer corte, adicionalmente la planta se cortó a ras de suelo para obtener el rendimiento de materia seca total, incluido el residuo.

**3.8.6 Análisis foliar de fósforo.** Después de realizados los tres cortes y el corte a ras de suelo se realizó un análisis foliar con el material vegetal total recolectado por maceta, para obtener el contenido promedio de fósforo en el tejido. Se realizó el método de calcinación y colorimetría.

### **3.9 Variables evaluadas en el macollo.**

A nivel de macollo se evaluaron las siguientes variables.

**3.9.1 Tasa de crecimiento y aparición de hojas.** Estas variables fueron medidas entre el segundo y tercer corte. Para esto se marcó un macollo nuevo, con un clip de color en cada maceta, inmediatamente después de realizado el segundo corte. Cada dos días, se registró el largo de la respectiva lámina en crecimiento y además, se registró el momento de la aparición de nuevas hojas.

**3.9.2 Largo de macollo.** Esta variable se midió antes del tercer corte, en el macollo marcado en cada maceta.

**3.9.3 Ancho y largo de lámina.** Esta variable se midió antes del tercer corte, en el macollo marcado en cada maceta. Se midió la lámina de la última hoja completamente expandida. Para cada lámina el ancho se midió en la parte más ancha de ésta.

**3.9.4 Peso de los componentes del rendimiento del macollo.** Esta variable se midió en el macollo marcado, para ello se cortó el macollo previo al tercer corte y fueron separadas lámina y vaina. Luego de ser secados a 60° C por 48 h en un horno de aire forzado, se registraron los pesos.

### **3.10 Análisis de los datos.**

Los datos obtenidos fueron sujetos a pruebas de normalidad, previo al análisis de varianza. Cada variable fue sometida a ANDEVA de acuerdo al diseño experimental planteado y cuando existieron diferencias significativas (5%) se utilizó el test de PDIFF para separar las medias. Además, cuando se detectaron interacciones significativas entre las accesiones y los niveles de fósforo en las variables, se ajustaron curvas para analizar el comportamiento de las accesiones respecto de las diferentes dosis de fósforo.

## 4. PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

### 4.1 Niveles de fósforo en el suelo.

El Cuadro 6 muestra los niveles de fósforo obtenidos en los tres análisis químicos de suelo realizados a lo largo del experimento. Se puede observar que en general en los tres análisis se dieron niveles crecientes de fósforo en el suelo, sin embargo los valores de fósforo en cada nivel fueron disminuyendo a lo largo del experimento, lo que se observa con mayor claridad en los niveles más elevados de aplicación de fósforo.

**CUADRO 6. Niveles de fósforo logrados en el suelo utilizado.**

Nivel de fósforo	Fósforo (ppm P-Olsen) 20 de sept. 2001	Fósforo (ppm P-Olsen) 9 de dic. 2001	Fósforo (ppm P-Olsen) 18 de feb. 2002
1	3,2	2,8	2,5
2	4,2	3,9	3,8
3	5,1	4,9	4,1
4	7,5	6,8	5,8
5	12,7	8,8	8,2
6	23,8	17,7	13,8

FUENTE: Laboratorio de Suelos. Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile (2001 y 2002).

La disminución de los valores de fósforo dentro de cada nivel, a través del período experimental, se debió a la fijación de este nutriente en el suelo.

PINOCHET (1996), señala que el fósforo es deficiente en los suelos derivados de materiales volcánicos debido a la reactividad de las arcillas. Cuando el fósforo es dejado en contacto con el suelo, este reacciona con la matriz del suelo y con el tiempo las reacciones se van haciendo cada vez menos reversibles hasta quedar el fósforo absorbido en forma no lábil.

#### **4.2 Producción de materia seca.**

En el Cuadro 7 se muestran los valores del rendimiento de la producción de materia seca de las seis accesiones y el efecto de los seis niveles de fósforo en los tres cortes y el corte del residuo. Se muestra también el valor de materia seca total obtenido por maceta a lo largo del experimento, promediado por cada una de las accesiones y por cada uno de los niveles de fósforo. Se detectó una interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo solamente en el corte 1. Debido a esta interacción los resultados de materia seca del primer corte se analizan en el Cuadro 8 y por lo tanto en el Cuadro 7, se muestran sólo los valores promedios de las accesiones y del efecto del fósforo. Se observa, que existieron diferencias significativas entre las accesiones solamente en el corte del residuo, en donde la accesión 2A presentó valores estadísticamente superiores a las accesiones 3A y 3B. Entre las restantes accesiones no se presentaron diferencias significativas y tampoco difirieron significativamente de las accesiones 2A, 3A y 3B. En los cortes 2 y 3, el corte del residuo y la materia seca total, la fertilización con fósforo afectó significativamente la producción de materia seca de las accesiones. En el segundo corte, tercer corte, corte del residuo y la materia seca total, se observa con claridad el aumento de la producción de materia seca de las accesiones junto con el aumento progresivo de la dosis de fósforo aplicada al suelo.

**CUADRO 7. Producción de materia seca de las accesiones en los tres cortes (g/maceta).**

	Accesiones						Significancia <sup>1</sup>
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	
Corte 1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,5	
Corte 2	1,8a	2,0a	1,9a	1,9a	2,0a	2,2a	n.s.
Corte 3	1,4a	1,4a	1,5a	1,2a	1,5a	1,5a	n.s.
Residuo	2,0ab	2,3a	1,7b	1,9ab	1,9ab	1,7b	*
Total	7,0a	7,8a	7,1a	7,3a	7,8a	8,0a	n.s.
	Niveles de fósforo						
	1	2	3	4	5	6	
Corte 1	0,7	1,5	1,7	2,2	2,8	3,4	
Corte 2	1,3d	1,9bc	1,7c	2,0b	2,2b	2,6a	***
Corte 3	0,9d	1,2cd	1,4c	1,4bc	1,7ab	2,0a	***
Residuo	1,1c	1,7b	2,0b	2,0b	2,0b	2,6a	***
Total	4,1e	6,2d	7,0d	7,9c	8,9b	10,7a	***

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

<sup>1</sup> \* = P < 0,05; \*\*\* = P < 0,001; n.s. = P > 0,05

La respuesta en general del aumento en producción de materia seca de las accesiones, con el aumento progresivo de la fertilización con fósforo, se debió al aumento de los niveles de fertilidad del suelo, tomando en cuenta que los restantes nutrientes esenciales fueron aplicados con solución nutritiva. MEHARG *et al.* (1994), demostraron el efecto de la nutrición con fósforo en *H. lanatus*, en donde los crecientes niveles de fósforo aplicados con una solución nutritiva aumentaron la producción de biomasa de los macollos. VAN DUREN y VAN ANDEL (1997), encontraron que la adición de fósforo al suelo aumentó la producción de materia seca en *H. lanatus*. MACPHERSON y MARTIN (1994), por otro lado, obtuvieron bajos valores de materia seca en macollos de *H. lanatus* cuando no se agregó fósforo al suelo.

Debido a que se detectó una interacción significativa en el primer corte, el Cuadro 8 muestra los resultados de producción de materia seca de las seis accesiones con respecto a los seis niveles de fósforo. Se observa que en los primeros dos niveles de fósforo, las accesiones no se diferenciaron estadísticamente. En el nivel 3 de fósforo las accesiones 3B y 1B mostraron los valores más elevados de producción, no presentándose diferencias significativas entre las restantes accesiones. Sin embargo, la accesión 1B no difirió significativamente de las accesiones 1A, 2B y 2A. En el nivel 4 de fósforo las accesiones 3B y 3A presentaron los mayores valores de materia seca, no presentándose diferencias significativas entre las restantes accesiones. No obstante la accesión 3A no difirió significativamente de las restantes accesiones. En los niveles 5 y 6 de fósforo se observa con claridad que la accesión 3B presentó la mayor producción de materia seca y difirió significativamente de las restantes accesiones, las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí.

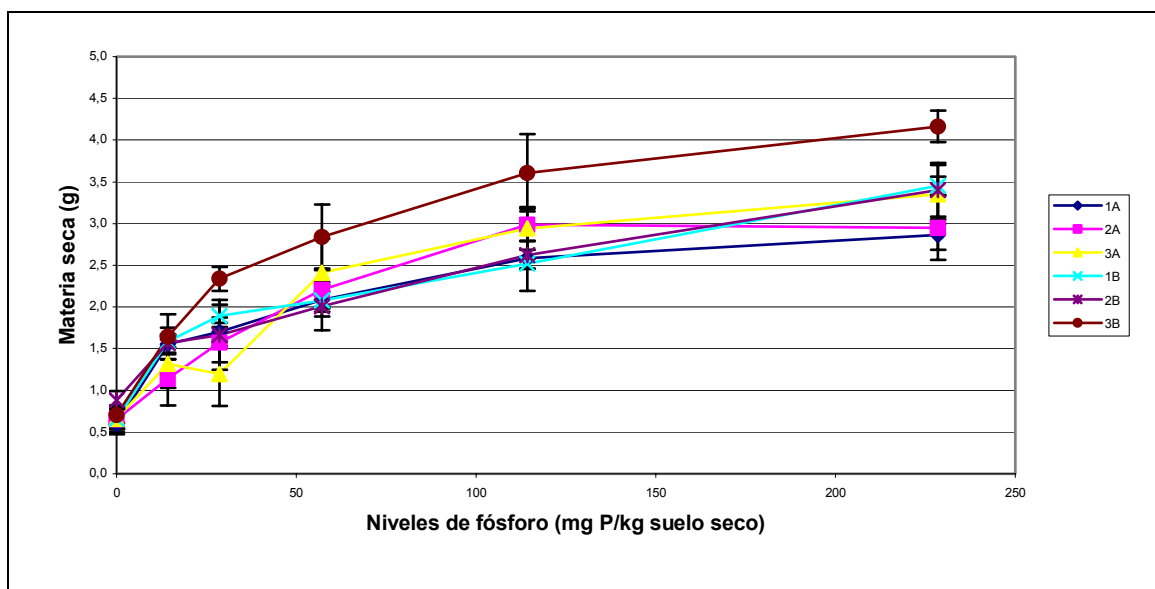
**CUADRO 8. Interacción entre accesiones y niveles de fósforo en la producción de materia seca del primer corte (g/maceta).**

Niveles de fósforo	Accesiones					
	1A	2A	3A	1B	2B	3B
1	0,6	0,7	0,7	0,7	0,9	0,7
2	1,6	1,1	1,3	1,6	1,6	1,6
3	1,7	1,6	1,2	1,9	1,7	2,3
4	2,1	2,2	2,4	2,1	2,0	2,8
5	2,6	3,0	2,9	2,5	2,6	3,6
6	2,9	3,0	3,4	3,5	3,4	4,2

Diferencia mínima significativa entre promedios=0,6

La Figura 1 muestra gráficamente la respuesta en producción de materia seca de las seis accesiones con respecto a los seis niveles de fósforo. Se

observa que en general las seis accesiones respondieron aumentando la producción de materia seca con el incremento progresivo de la fertilización con fósforo. Se observa también con claridad que la accesión 3B mostró los valores más altos de materia seca a partir del nivel 3 de fósforo.



**FIGURA 1. Interacción entre accesiones y niveles de fósforo en la producción de materia seca del primer corte.**

Las diferencias obtenidas entre las accesiones en los niveles 3, 4, 5 y 6 de fósforo explicarían la interacción significativa detectada. La diferente respuesta de la accesión 3B en producción de materia seca con respecto a las restantes accesiones, en los niveles más elevados de fósforo, significa que hay diferencias entre este genotipo y los restantes utilizados. La accesión 3B, a diferencia del resto, mostró un comportamiento equivalente a un ecotipo adaptado a un alto nivel de fósforo en el suelo, en la producción de materia seca del primer corte, ya que mostró una mayor producción, con mayores niveles de fósforo en el suelo. MEHARG *et al.* (1994), encontraron diferencias en las respuestas de genotipos de *H. lanatus* al ser sometidos a diferentes niveles de fósforo, en cuanto a la producción de biomasa de los macollos y a la

producción de biomasa total, sin embargo las diferencias entre genotipos se establecieron cuando el fósforo fue limitante.

La accesión 3B, con respecto a las restantes accesiones, mostró una mayor plasticidad en la producción de materia seca, con crecientes niveles de fósforo en el suelo. GASTO (1979), señala que plasticidad es la capacidad de variación fenotípica de un genotipo al ser sometido a la acción de diferentes ambientes. La respuesta de la accesión 3B concuerda con Robinson y Rorison (1988), citados por VAN DE VIJVER *et al.* (1993), quienes encontraron un mayor grado de plasticidad en especies que provenían de suelos infértiles, que especies provenientes de suelos fértiles.

Las restantes accesiones 1A, 2A, 3A, 1B y 2B no demostraron ser ecotipos, con respecto a la producción de materia seca del primer corte, ya que no difirieron en esta variable, con el aumento de los niveles de fósforo en el suelo. Estas accesiones demostraron que en la especie *H. lanatus* existiría plasticidad para adaptarse a contrastantes niveles de fósforo en el suelo, con respecto la producción de materia seca.

#### **4.3 Contenido de fósforo foliar.**

El Cuadro 9 muestra los resultados del contenido de fósforo foliar de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo en esta variable. Se detectó una interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo para el contenido de fósforo foliar. Se observa que no se presentaron diferencias significativas entre las accesiones en los niveles 1 y 4 de fósforo. En el nivel 2 de fósforo se aprecia que la accesión 1A presentó contenidos de fósforo foliar estadísticamente superiores a las accesiones 3B y 2A, sin embargo estas tres accesiones no se diferenciaron estadísticamente de las restantes accesiones, las cuales tampoco presentaron diferencias significativas entre sí. En el tercer nivel de fósforo la accesión 2B presentó valores estadísticamente inferiores a



las restantes accesiones, las cuales no difirieron significativamente entre sí. El quinto nivel de fósforo mostró que la accesión 3B superó significativamente a la accesión 3A, no obstante estas accesiones no presentaron diferencias significativas con las restantes accesiones, las cuales tampoco difirieron significativamente entre sí. En el nivel 6 de fósforo se observa con claridad que la accesión 3B presentó los mayores contenidos de fósforo en las hojas, presentando diferencias significativas con las restantes accesiones. Las accesiones 1A, 3A y 2A presentaron los menores contenidos de fósforo foliar, sin embargo la accesión 1A no presentó diferencias significativas con respecto a las accesiones 2B y 1B, accesiones que presentaron contenidos de fósforo foliar inferiores a la accesión 3B.

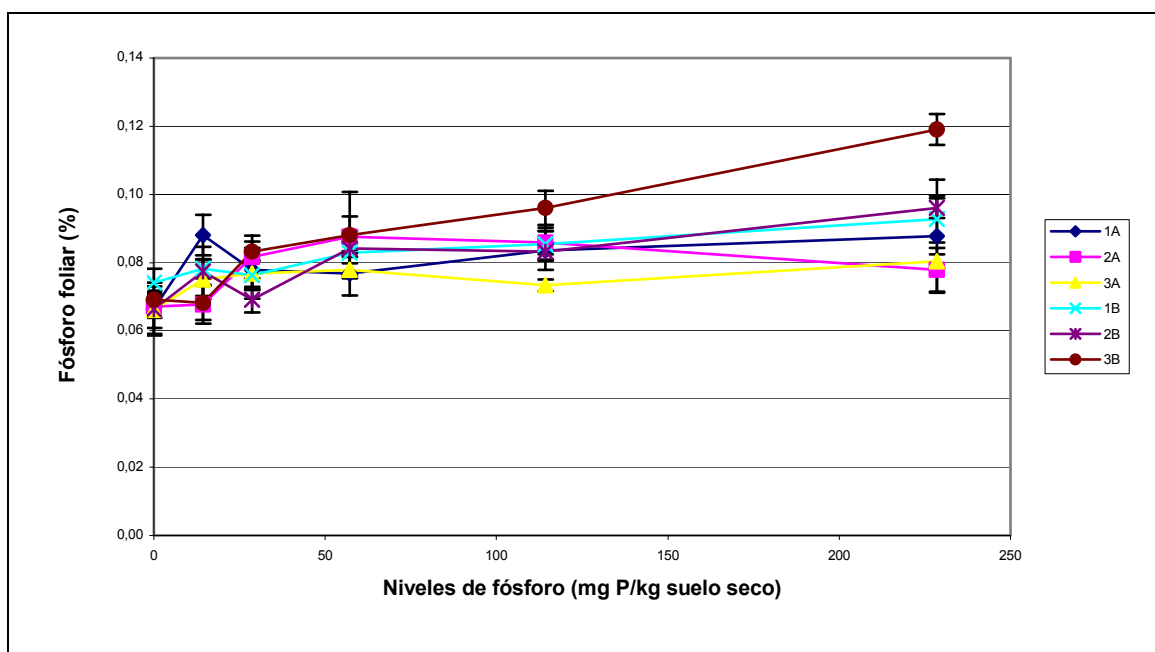
**CUADRO 9. Interacción entre accesiones y niveles de fósforo en el contenido de fósforo foliar (%).**

Niveles de fósforo	Accesiones					
	1A	2A	3A	1B	2B	3B
1	0,066	0,067	0,066	0,074	0,066	0,069
2	0,088	0,068	0,075	0,078	0,077	0,068
3	0,078	0,082	0,078	0,076	0,069	0,083
4	0,077	0,088	0,078	0,083	0,084	0,088
5	0,083	0,086	0,073	0,085	0,083	0,096
6	0,088	0,078	0,080	0,092	0,096	0,120

Diferencia mínima significativa entre promedios=0,014

La Figura 2 muestra gráficamente como las accesiones variaron el porcentaje de fósforo foliar con respecto al aumento del nivel de fósforo en el suelo. Se observa que la accesión 3B mostró los valores más elevados de fósforo foliar en los niveles 5 y 6 de fósforo. En general se dio una tendencia del aumento del fósforo foliar de las accesiones, con el aumento progresivo del nivel de fósforo en el suelo, tendencia que se observa con mayor claridad en los

niveles 4, 5 y 6 de fósforo. Solamente la accesión 2A no siguió esta tendencia. Con valores de fósforo más bajos en el suelo las accesiones 1A, 3A, 1B y 2B tuvieron respuestas inmediatas, aumentando los porcentajes de fósforo foliar en el segundo nivel de fósforo con respecto al primero. Las accesiones 2A y 3B en cambio, aumentaron los valores de fósforo foliar en el tercer nivel de fósforo y no tuvieron respuesta en el segundo nivel con respecto al primero.



**FIGURA 2. Interacción entre accesiones y niveles de fósforo en el contenido de fósforo foliar.**

Las diferencias entre las accesiones obtenidas en los niveles 2, 3, 5 y 6 de fósforo explicarían la interacción significativa detectada. La accesión 3B difirió en su respuesta en la absorción de fósforo cuando fue sometida a una mayor fertilización con este nutriente, lo que indicaría diferencias entre este genotipo y los restantes. Basándose en lo anterior, la accesión 3B tuvo un comportamiento equivalente a un ecotipo adaptado a altos niveles de fósforo en el suelo, ya que mostró mayores contenidos de fósforo foliar, con respecto a las restantes accesiones, con altos niveles de fósforo en el suelo. MEHARG y MACNAIR (1990), encontraron diferencias entre genotipos de *H. lanatus* en

cuanto a la tasa de absorción de fósforo, nivel de fósforo en los macollos y en el total de la planta, cuando fueron sometidos a diferentes niveles de fósforo aplicado en solución, estableciéndose sin embargo mayores diferencias entre genotipos cuando el fósforo fue limitante.

La accesión 3B, con respecto a las restantes accesiones, mostró una mayor plasticidad en el contenido de fósforo foliar, con crecientes niveles de fósforo en el suelo. GASTO (1979), señala que plasticidad es la capacidad de variación fenotípica de un genotipo al ser sometido a la acción de diferentes ambientes. La respuesta de la accesión 3B concuerda con Robinson y Rorison (1988), citados por VAN DE VIJVER *et al.* (1993), quienes encontraron un mayor grado de plasticidad en especies que provenían de suelos infértiles, que especies provenientes de suelos fértiles.

Las restantes accesiones 1A, 2A, 3A, 1B y 2B no demostraron ser ecotipos, ya que no difirieron en el contenido de fósforo foliar, con el aumento de los niveles de fósforo en el suelo. Estas accesiones demostraron que existiría plasticidad en *H. lanatus* para crecer en suelos con niveles de fósforo contrastantes, en cuanto al contenido de fósforo foliar.

Los menores porcentajes de fósforo foliar en las accesiones creciendo en bajos niveles de fósforo, se debieron a la menor absorción de este nutriente, debido a su déficit y además posiblemente a la proporcional mayor movilización de biomasa hacia las raíces por parte de las plantas, para aumentar la superficie de absorción. MEHARG *et al.* (1994), encontraron diferencias entre genotipos, cuando fueron sometidos a diferentes niveles de fósforo aplicado en solución, en cuanto a la movilización de biomasa hacia las raíces, en donde los genotipos tendieron a movilizar más biomasa hacia las raíces cuando se presentó deficiencia de fósforo. Estos mismos autores señalan que la

movilización de biomasa hacia las raíces aumenta la superficie de absorción de éstas.

Por otro lado los mayores contenidos de fósforo foliar en las accesiones creciendo en altos niveles de fósforo, se debieron a la mayor absorción de este nutriente, debido a su mayor disponibilidad, y además posiblemente a la proporcional menor movilización de fósforo hacia las raíces. MACPHERSON y MARTIN (1994), encontraron que la concentración de fósforo en macollos de *H. lanatus* aumentó cuando se agregó fósforo al suelo.

Los contenidos de fósforo foliar obtenidos de las accesiones, fueron en general bajos, comparado con lo señalado por TISDALE *et al.* (1993), quienes señalan que las concentraciones de fósforo en la mayoría de las plantas varían entre 0,1 y 0,4%. Los valores obtenidos se deben a que las mediciones del contenido de fósforo foliar, se obtuvieron del material vegetal total recolectado por maceta, incluyendo el residuo, el cual correspondió alrededor de un 20% del total, y poseía un alto porcentaje de material muerto y por lo tanto un bajo contenido de fósforo.

#### **4.4 Crecimiento horizontal.**

El Cuadro 10 muestra los resultados de crecimiento horizontal de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo utilizados, en los tres cortes. Para esta variable no se detectó interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en ninguno de los tres cortes. Se observa que en todos los cortes existieron diferencias significativas entre las accesiones. En el primer corte, las accesiones 3B, 3A y 2B mostraron los valores más elevados, siendo estadísticamente diferentes a 1A y 2A. En el segundo corte la accesión 3B presentó el mayor crecimiento horizontal, presentando los menores valores las accesiones 1A y 2A. En el tercer corte, las diferencias son menores. Las accesiones 3B, 2B, 3A y 2A fueron estadísticamente superiores a la accesión

1A. El nivel de fertilización con fósforo afectó significativamente el crecimiento horizontal sólo en los dos primeros cortes. En el tercer corte no se detectaron diferencias significativas. En el corte 1 se observa claramente el efecto del fósforo, en donde los valores de crecimiento horizontal aumentan junto al incremento en el nivel de fósforo. Una tendencia similar se observa en el corte tres, sin embargo en este caso las diferencias no son estadísticamente significativas ( $P>0,05$ ). En el segundo corte, no se encontró una relación entre el nivel de fósforo y crecimiento horizontal, presentando el segundo nivel de fósforo un valor más alto que los otros cinco niveles restantes, que a su vez no difirieron entre ellos.

**CUADRO 10. Crecimiento horizontal de las accesiones en los tres cortes (cm).**

	Accesiones						Significancia <sup>1</sup>
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	
Corte 1	11,0c	10,7c	13,0ab	11,9bc	12,8ab	13,8a	***
Corte 2	7,8d	8,4cd	9,8b	9,5bc	9,4bc	11,4a	***
Corte 3	10,9b	13,0a	13,2a	12,3ab	13,5a	13,6a	*
	Niveles de fósforo						
	1	2	3	4	5	6	
Corte 1	7,6e	11,3d	11,9cd	13,0bc	14,0b	15,5a	***
Corte 2	9,1b	11,2a	9,5b	9,2b	9,0b	8,2b	***
Corte 3	11,6a	12,6a	12,8a	13,3a	13,0a	13,3a	n.s.

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

<sup>1</sup> \*= $P<0,05$ ; \*\*\*= $P<0,001$ ; n.s.= $P>0,05$

La respuesta de las seis accesiones, aumentando el crecimiento horizontal con el progresivo incremento del nivel de fósforo en el suelo, se debe a que aumentaron los niveles de fertilidad en el suelo.

Las diferencias entre accesiones en cuanto al crecimiento horizontal significa que las accesiones difieren en su hábito de crecimiento.

Las menores diferencias entre los niveles de fósforo, obtenidas en los cortes 2 y 3 con respecto al primero, se deben a que el fósforo fue absorbido por las plantas a lo largo del experimento y en mayor cantidad a medida que aumentaron los niveles en el suelo. Esto provocó una disminución paulatina de este nutriente en el suelo y por lo tanto también una menor diferencia entre los tratamientos en los sucesivos cortes. Los análisis químicos del fósforo en el suelo (Cuadro 6) mostraron también una disminución de los niveles de fósforo debido a la fijación de este nutriente en el suelo.

#### **4.5 Hábito de crecimiento.**

Los resultados del hábito de crecimiento de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo en los tres cortes, se muestran en el Cuadro 11. No se detectó interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en ninguno de los tres cortes para esta variable. Se observa que en los tres cortes se dieron diferencias significativas entre las accesiones. La accesión 3A presentó los valores más elevados en los tres cortes. En el primer corte las restantes accesiones no presentaron diferencias significativas entre sí y presentaron valores estadísticamente inferiores a la accesión 3A. En los cortes 2 y 3 las accesiones 3B y 1B presentaron los menores valores y las accesiones 2B, 1A y 2A mostraron valores estadísticamente inferiores a la accesión 3A y estadísticamente superiores a las accesiones 3B y 1B. Los crecientes niveles de fósforo afectaron significativamente el hábito de crecimiento de las accesiones en los tres cortes. En los cortes 1 y 3 se observa con claridad que a mayor nivel de fósforo, el crecimiento que experimentan las accesiones es más erecto. En el corte 2 sin embargo, no se observa una tendencia tan clara como en los restantes cortes, no obstante los valores obtenidos en los niveles 5 y 6 son estadísticamente superiores a los obtenidos en los niveles 1 y 3.

**CUADRO 11. Hábito de crecimiento de las accesiones en los tres cortes (°).**

	Accesiones						Significancia <sup>1</sup>
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	
Corte 1	29,1b	31,8b	36,4a	31,0b	29,5b	28,3b	**
Corte 2	34,9b	34,7b	43,4a	29,4c	38,4b	29,8c	***
Corte 3	44,8b	45,0b	55,2a	38,4c	45,7b	36,5c	***
	Niveles de fósforo						
	1	2	3	4	5	6	
Corte 1	25,7d	28,0cd	30,6bc	31,5abc	34,8ab	35,5a	***
Corte 2	31,8b	35,3ab	32,4b	34,9ab	38,2a	37,9a	**
Corte 3	39,7c	43,2bc	43,6abc	44,8ab	46,0ab	48,5a	*

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

<sup>1</sup> \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01; \*\*\* = P < 0,001

Si bien el hábito de crecimiento es una característica genética de las gramíneas y no debiera ser afectado por los niveles de fertilidad en el suelo, en este caso la diferencia entre los ángulos que forman los macollos con respecto al suelo, en los tratamientos con los diferentes niveles de fósforo en el suelo, no superan los 10°, variación que es baja y que se explica por el mayor crecimiento de las accesiones debido a los mayores niveles de fertilidad en el suelo y no a un cambio muy relevante en el hábito de crecimiento de la especie.

El efecto significativo, pero menos marcado, entre los niveles de fósforo, obtenidos en los cortes 2 y 3 en relación con el primer corte, se debería a que el fósforo fue absorbido por las plantas a lo largo del experimento y en mayor cantidad a medida que aumentaron los niveles en el suelo. Esto provocó una disminución paulatina de este nutriente en el suelo y por lo tanto también una menor diferencia entre los tratamientos en los cortes sucesivos. La fijación de

este nutriente (Cuadro 6) también contribuyó en la disminución del fósforo en el suelo.

#### 4.6 Altura sin disturbar.

En el Cuadro 12 se muestran los resultados de la altura sin disturbar para las accesiones y para el efecto de los niveles de fósforo, en los tres cortes. En esta variable no se detectó una interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en ninguno de los tres cortes. Se observan diferencias significativas entre las accesiones en los tres cortes. La accesión 3A mostró las mayores alturas en los tres cortes. En el primer y segundo corte las accesiones 1A, 1B y 3B presentaron las menores alturas y difirieron significativamente de la accesión 3A. En el tercer corte las accesiones 3B y 1B presentaron las menores alturas y las accesiones 2B, 1A y 2A presentaron valores estadísticamente inferiores a la accesión 3A y estadísticamente superiores a las accesiones 3B y 1B.

**CUADRO 12. Altura sin disturbar de las accesiones en los tres cortes (cm).**

	Accesiones						Significancia <sup>1</sup>
	1A	2A	3A	1B	2B	3B	
Corte 1	4,0cd	4,7b	5,2a	4,0cd	4,0c	3,6d	***
Corte 2	4,9cd	5,3bc	6,7a	4,4d	5,6b	4,3d	***
Corte 3	6,7b	6,1b	8,6a	4,8c	6,8b	4,9c	***
	Niveles de fósforo						
	1	2	3	4	5	6	
Corte 1	3,5d	4,0c	4,0c	4,2c	4,7b	5,2a	***
Corte 2	4,2e	4,6de	5,0cd	5,4bc	5,8ab	6,3a	***
Corte 3	4,9d	5,5cd	6,5bc	6,0bc	6,9ab	8,0a	***

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

<sup>1</sup> \*\*\*=P<0,001



Los niveles de fósforo afectaron significativamente la altura de las accesiones en los tres cortes. En los cortes 1 y 2, se observa con claridad el efecto del fósforo, en donde a mayor nivel de fósforo mayor es la altura de las accesiones.

La respuesta de las accesiones, mostrando mayores alturas con el incremento del nivel de fósforo en el suelo, se debió al aumento progresivo de los niveles de fertilidad en el suelo. Esto confirma lo señalado por HUTCHINGS y DE KROON (1994), quienes señalan que todas las especies de gramíneas incrementan la altura de sus macollos con un mayor nivel de fertilización, pero en grado variable.

#### **4.7 Número de macollos por maceta.**

En el Cuadro 13 se observa el número de macollos de las accesiones generados por maceta y el efecto de los niveles de fósforo en esta variable. No se detectó una interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en el número de macollos. Se observan diferencias significativas entre las accesiones. Las accesiones 3A, 2A y 1A generaron el mayor número de macollos por maceta y las accesiones 1B, 2B y 3B el menor número de macollos por maceta. No obstante no se observan diferencias significativas entre las accesiones 2A, 1A, 1B y 2B. Se observan diferencias significativas entre los niveles de fósforo, con una tendencia a aumentar el número de macollos por maceta con el aumento del nivel de fertilización con fósforo. El nivel 6 de fósforo muestra el mayor número de macollos y el nivel 1 de fósforo muestra el menor número de macollos. Los niveles 2, 3, 4 y 5 de fósforo muestran valores intermedios, significativamente inferiores al nivel 6 y significativamente superiores al primer nivel de fósforo, pero sin diferencias significativas entre ellos.

**CUADRO 13. Número de macollos de las accesiones por maceta (nº/maceta).**

Accesiones						
1A	2A	3A	1B	2B	3B	Significancia <sup>1</sup>
54,0ab	54,8ab	60,1a	48,9bc	46,3bc	45,5c	***
Niveles de fósforo						
1	2	3	4	5	6	
36,9c	47,2b	53,7b	51,0b	53,3b	67,6a	***

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

<sup>1</sup> \*\*\*=P<0,001

El mayor número de macollos generados por las accesiones con el aumento de los niveles de fósforo en el suelo, fue en respuesta a los mayores niveles de fósforo en el suelo. CHAPIN *et al.* (1982), obtuvieron un aumento en el número de macollos en especies de *Chionochloa*, cuando fueron sometidas a crecientes niveles de fósforo en solución.

El mayor número de macollos mostrados por las accesiones con el creciente aumento de la fertilización con fósforo, explica en gran medida las diferencias obtenidas en la producción de materia seca medida a nivel de planta. La mayor producción de materia seca de las accesiones, con los mayores niveles de fósforo, se debió a la mayor generación de macollos por parte de las plantas.

#### **4.8 Tasa de crecimiento de hojas.**

El Cuadro 14 muestra los resultados de la tasa de crecimiento de hojas de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo en esta variable. No se detectó una interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en la tasa de crecimiento de hojas. Se observa que no se presentaron

diferencias significativas entre las accesiones y tampoco entre los niveles de fósforo.

**CUADRO 14. Tasa de crecimiento de hojas en el macollo de las accesiones (mm/día).**

Accesiones						Significancia <sup>1</sup>
1A	2A	3A	1B	2B	3B	
4,8a	6,3a	5,5a	4,9a	7,0a	5,5a	n.s.
Niveles de fósforo						
1	2	3	4	5	6	
5,2a	5,8a	5,8a	5,1a	6,4a	5,7a	n.s.

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

<sup>1</sup> n.s.=P>0,05

El que los diferentes niveles de fósforo no produjeran un cambio significativo en la tasa de crecimiento de hojas de las accesiones, es concordante con el hecho que, en general, el fósforo no mostró un efecto significativo a nivel de macollo individual, sino sólo un efecto a nivel de planta.

#### 4.9 Aparición de hojas.

El Cuadro 15 muestra los resultados de la aparición de hojas en el macollo de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo en esta variable. No se realizó análisis estadístico a esta variable, ya que los datos obtenidos no presentaron una distribución normal y no fue posible normalizarlos. Se observa que los valores de tasa de aparición de hojas variaron de 1,8 a 2,9 hojas emergidas en 44 días. El mayor valor correspondió a la accesión 1B y el menor valor a la accesión 3A. No se observa una tendencia en esta variable con el aumento de los niveles de fósforo en el suelo.

**CUADRO 15. Aparición de hojas en el macollo de las accesiones (nº/44 días).**

Accesiones					
1A	2A	3A	1B	2B	3B
2,2	2,0	1,8	2,9	2,7	2,8
Niveles de fósforo					
1	2	3	4	5	6
2,2	2,2	2,5	2,2	2,5	2,8

El hecho de que los crecientes niveles de fósforo no mostraran una tendencia en la aparición de hojas de las accesiones, se debió a que el fósforo no tuvo en general, un efecto a nivel de macollo individual. En trabajos realizados por CHAPIN *et al.* (1982), no obtuvieron un efecto en el número de hojas por macollo en especies de *Chionochloa*, cuando fueron sometidas a crecientes niveles de fósforo en solución.

#### **4.10 Largo de macollo.**

El Cuadro 16 muestra los valores del largo de macollo de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo en esta variable. No se detectó interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en el largo de macollo. Se obtuvieron diferencias significativas entre las accesiones. La accesión 2B presentó el mayor largo de macollo y difirió significativamente de las demás accesiones. Las accesiones 1B y 1A presentaron las menores alturas, sin embargo la accesión 1B no difirió significativamente de las accesiones 3A, 3B y 2A, las cuales presentaron valores estadísticamente inferiores a la accesión 2B. La fertilización con fósforo no afectó el largo de macollo de las accesiones, no observándose diferencias significativas entre los niveles de fósforo.

**CUADRO 16. Largo de macollo de las accesiones (mm).**

Accesiones						Significancia <sup>1</sup>
1A	2A	3A	1B	2B	3B	
147,7c	184,8b	192,2b	165,5bc	231,0a	191,3b	***
Niveles de fósforo						n.s.
1	2	3	4	5	6	
164,8a	186,4a	188,4a	183,5a	201,1a	188,2a	n.s.

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

1 \*\*\*=P<0,001; n.s.=P>0,05

El hecho de que los diferentes niveles de fósforo no tuvieron un efecto en el largo de macollo de las accesiones, se debió, a que al igual que en las variables anteriores, el fósforo no tuvo un efecto significativo a nivel de crecimiento del macollo individual.

#### 4.11 Largo de lámina.

El Cuadro 17 muestra los resultados del largo de lámina en el macollo de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo en esta variable. No se detectó interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en el largo de lámina. Se observa que se dieron diferencias significativas entre las accesiones. Las accesiones 2B y 3A presentaron los mayores valores. Los menores valores los presentaron las accesiones 2A, 3B, 1A y 1B, las cuales se diferenciaron significativamente de las accesiones 2B y 3A. A pesar de que no se observan diferencias significativas entre los niveles de fósforo (P>0,05), se observa que el largo de lámina tuvo una tendencia a aumentar con el aumento de la fertilización con fósforo, sin embargo el nivel 6 de fósforo no siguió esta tendencia.

**CUADRO 17. Largo de lámina en el macollo de las accesiones (mm).**

Accesiones						
1A	2A	3A	1B	2B	3B	Significancia <sup>1</sup>
103,7c	123,7bc	133,2ab	102,3c	156,5a	117,9bc	***
Niveles de fósforo						
1	2	3	4	5	6	
110,7a	121,3a	123,1a	129,2a	135,8a	117,2a	n.s.

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

1 \*\*\*=P<0,001; n.s.=P>0,05

Los resultados en el largo de lámina en el macollo de las accesiones, con respecto a los niveles de fósforo, confirma que el fósforo no mostró un efecto a nivel de macollo individual.

#### **4.12 Ancho de lámina.**

Se presenta en el Cuadro 18 los valores del ancho de lámina en el macollo de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo en esta variable. No se detectó interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en el ancho de lámina. Se observa que se dieron diferencias significativas entre las accesiones. Las accesiones 2B, 2A, 1A y 3A presentaron los mayores anchos de lámina y las accesiones 3A, 3B y 1B presentaron los menores valores. Las accesiones 2B, 2A y 1A difirieron estadísticamente de la accesión 1B. No se observan diferencias significativas entre los niveles de fósforo y tampoco una tendencia con el aumento de la fertilización con fósforo.

**CUADRO 18. Ancho de lámina en el macollo de las accesiones (mm).**

Accesiones						Significancia <sup>1</sup>
1A	2A	3A	1B	2B	3B	
4,4ab	4,6ab	4,3abc	3,8c	4,8a	4,2bc	*
Niveles de fósforo						n.s.
1	2	3	4	5	6	
4,30a	4,4a	4,2a	4,3a	4,4a	4,5a	n.s.

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

<sup>1</sup> \*= $P < 0,05$ ; n.s.= $P > 0,05$

Los resultados de ancho de lámina en el macollo de las accesiones, confirman que los crecientes niveles de fósforo en el suelo, no mostraron un efecto a nivel de macollo individual.

#### **4.13 Peso de la lámina.**

En el Cuadro 19 se muestran los resultados del peso en materia seca de la lámina en el macollo de las accesiones y el efecto de la fertilización con fósforo en esta variable. No se detectó interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en la materia seca de la lámina. Se observan diferencias significativas entre las accesiones. La accesión 2B presentó los mayores valores de materia seca de la lámina. Las accesiones 1A, 3A y 1B presentaron los menores valores y estos valores fueron significativamente inferiores a la accesión 2B. No se observan diferencias significativas entre los niveles de fósforo y tampoco se observa una tendencia con el aumento del nivel de fósforo.

**CUADRO 19. Peso de la lámina en el macollo de las accesiones (mg de materia seca).**

Accesiones						Significancia <sup>1</sup>
1A	2A	3A	1B	2B	3B	
20cd	30bc	20cd	10d	50a	30b	***
Niveles de fósforo						
1	2	3	4	5	6	
28a	30a	30a	29a	32a	33a	n.s.

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

<sup>1</sup> \*\*\*=P<0,001; n.s.=P>0,05

El hecho de que los diferentes niveles de fósforo no tuvieron un efecto en el peso de la lámina en el macollo de las accesiones, confirma que en este estudio la fertilización con fósforo en general, tuvo sólo efecto a nivel de planta y no a nivel de macollo individual.

#### **4.14 Peso de la vaina.**

Se muestra en el Cuadro 20 los valores del peso en materia seca de la vaina en el macollo de las accesiones y el efecto de los niveles de fósforo en esta variable. No se detectó interacción significativa entre las accesiones y los niveles de fósforo en la materia seca de la vaina. Se observan diferencias significativas entre las accesiones. Las accesiones 2B y 3B presentaron los mayores valores de materia seca y difirieron significativamente de las accesiones 1B, 1A, 2A y 3A, las cuales no presentaron diferencias significativas entre sí. Se observan también diferencias significativas entre los niveles de fósforo. Se dio una tendencia al aumento de la materia seca de la vaina con el aumento progresivo de los niveles de fósforo. Los niveles 6 y 5 de fósforo presentaron los mayores valores y los niveles 4, 3, 2 y 1 los menores valores, sin embargo los niveles 5 y 4 no difirieron estadísticamente entre sí.



**CUADRO 20. Peso de la vaina en el macollo de las accesiones (mg de materia seca).**

Accesiones						
1A	2A	3A	1B	2B	3B	Significancia <sup>1</sup>
18b	16b	14b	19b	26a	25a	***
Niveles de fósforo						
1	2	3	4	5	6	
16c	16c	17c	19bc	24ab	26a	**

Promedios con las mismas letras en cada fila no presentan diferencias significativas

1 \*\*=P<0,01; \*\*\*=P<0,001

Los niveles de fósforo utilizados tuvieron en este caso un efecto en el peso de la vaina del macollo, a diferencia de las demás variables medidas a nivel de macollo, en ninguna de las cuales el fósforo tuvo un efecto significativo. El aumento de la materia seca de la vaina fue en respuesta a los niveles crecientes de fósforo en el suelo y por lo tanto a un mayor nivel de fertilidad. El efecto del fósforo en esta variable permitió que la accesión 3B presentara los mayores valores de materia seca a nivel de planta, en los niveles más elevados de fósforo en el suelo, ya que esta accesión presentó en general el menor número de macollos por maceta, y por lo tanto el valor de la mayor producción de materia seca de la accesión 3B no se explicó solamente por la mayor generación de macollos con los mayores niveles de fósforo en el suelo, como ocurrió en las restantes accesiones, sino que fue más bien explicado por el mayor peso de la vaina.

## 5. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que fue realizado este estudio se puede concluir lo siguiente:

Existen diferencias fenotípicas a nivel de planta y de macollo entre las accesiones de *H. lanatus* colectadas en suelos con niveles contrastantes de fósforo disponible.

Todas las accesiones respondieron consistentemente a la aplicación de fósforo en las variables medidas a nivel de planta, producción de materia seca, contenido de fósforo foliar, crecimiento horizontal, hábito de crecimiento, altura sin disturbar y número de macollos por maceta, y en la variable peso de la vaina, medida a nivel de macollo. Sin embargo, la aplicación de fósforo no tuvo un efecto en las variables tasa de crecimiento y aparición de hojas, largo del macollo, largo y ancho de lámina y peso de la lámina, medidas a nivel de macollo.

A pesar de haber existido interacción significativa entre accesiones y niveles de fósforo, para las variables producción de materia seca del primer corte y contenido de fósforo foliar, no se puede señalar que la accesión 3B sea un ecotipo de *H. lanatus* adaptado a niveles altos de fósforo en el suelo, ya que en las restantes variables evaluadas no se encontraron interacciones significativas y por lo que el comportamiento de esta accesión no fue consistente.

Las accesiones 1A, 2A y 3A, colectadas en suelos con altos niveles de fósforo y las accesiones 1B, 2B y 3B, colectadas en suelos con bajos niveles de fósforo, basarían su presencia en suelos con niveles contrastantes de fósforo disponible en base a la plasticidad que posee *H. lanatus*.

## 6. RESUMEN

*Holcus lanatus* L. (pasto miel o pasto dulce) es una especie pratense perenne naturalizada en la zona sur de Chile que ha mostrado alta producción de materia seca con la ventaja adicional de adaptarse a las condiciones edafoclimáticas limitantes de la zona, una de las cuales son los contrastantes niveles de fósforo disponible en el suelo. La hipótesis planteada fue que debido a la existencia de suelos con niveles de fósforo contrastantes, *H. lanatus* ha evolucionado y ha basado su presencia en las praderas naturales a través del desarrollo de ecotipos. El objetivo fue determinar la presencia de ecotipos en base a la respuesta de *H. lanatus* al ser sometido a niveles crecientes de fósforo en el suelo.

El experimento fue realizado en un invernadero de la Universidad Austral de Chile. Tres accesiones de *H. lanatus* colectadas de suelos altos en fósforo (1A, 2A y 3A) y tres de suelos bajos en fósforo (1B, 2B y 3B) fueron trasplantadas a macetas y propagadas por macollos. El experimento se estableció en macetas de 2 kg de suelo, con bajo nivel de fósforo (Serie Valdivia). Las accesiones se evaluaron con tres macollos por maceta y fueron sometidas a seis niveles de fósforo (0, 14, 28, 57, 114 y 228 mg P/kg suelo seco). Se regó con una solución nutritiva carente de fósforo a lo largo del experimento. Se realizaron tres cortes, dejando un residuo de 3 cm de altura. Se midió el crecimiento horizontal, hábito de crecimiento, altura de la planta sin disturbar, número de macollos por maceta, materia seca y contenido de fósforo foliar a nivel de planta y la tasa de crecimiento de hojas, aparición de hojas, largo de macollo, ancho y largo de lámina, materia seca de la vaina y de la lámina a nivel de macollo. Se utilizó un diseño experimental factorial de bloques

completos al azar con 36 tratamientos y 4 bloques. Los datos se analizaron a través de ANDEVA y test de PDIFF.

Se observó que existieron diferencias significativas entre las accesiones para las variables medidas a nivel de planta y a nivel de macollo. El nivel de fósforo aplicado modificó las características de las plantas, sin embargo en términos generales no afectó la morfología del macollo. Con la excepción de la interacción significativa en la producción de materia seca del primer corte y en el contenido de fósforo foliar, las seis accesiones estudiadas no difirieron en su habilidad para crecer con diferentes niveles de fósforo en el suelo, lo que indicaría que *H. lanatus* ha desarrollado plasticidad para crecer en suelos con niveles de fósforo contrastantes.

## SUMMARY

*Holcus lanatus* L. (Yorkshire Fog or Velvet Grass) is a perennial grass species naturalized in the South of Chile that has shown a high herbage mass production, with the additional advantage of adapting to the limiting soil and weather conditions of the area, such as the contrasting levels of phosphorus available in the soil. The hypothesis was that due to the existence of soils with contrasting phosphorus levels, *H. lanatus* has developed ecotypes that have been able to survive in these contrasting environments. The objective was to determine the presence of ecotypes in *H. lanatus* by examining its response to being grown in soils with varying phosphorus levels.

The experiment was conducted in a greenhouse at the Universidad Austral de Chile. Three *H. lanatus* genotypes collected from soils with high levels of phosphorus (1A, 2A y 3A) and three collected from soils with low phosphorus levels (1B, 2B y 3B) were transplanted to pots and propagated by tillers. The experiment was established in 2 kg pot soil with a low phosphorus level (Valdivia Series). Three tillers of each genotype were established in six different phosphorus soil levels (0, 14, 28, 57, 114 y 228 mg P/kg dry soil). A nutritive non-phosphorus solution was added to each pot during the entire experiment. Three harvests were conducted leaving a 3 cm tiller residual. At plant level horizontal growth, growth habit, plant height without disturbance, tiller number per pot, dry matter, and leaf phosphorus concentration were measured. At tiller level leaf appearance, leaf growth rate, tiller length, lamina width, lamina length, sheath dry matter, and lamina dry matter were measured. A complete block design with a factorial arrangement of the treatments was performed with

the 36 treatments and 4 blocks. The data were analyzed through ANOVA and the PDIFF test.

There were significant differences between the genotypes with regard to the parameters measured at plant and tiller level. The phosphorus level applied modified the characteristics of the plants, although in general terms, did not change the morphology of the tillers. With the exception of the significant interaction between the genotypes and the phosphorus levels in the dry matter production of the first harvest, and in the phosphorus concentration of the leaves, the six genotypes used in this experiment did not differ in their ability to grow in soils with different levels of phosphorus. These results suggest that *H. lanatus* has developed plasticity to grow in soils with contrasting phosphorus levels.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- BALOCCHI, O. 1999. Praderas y recursos forrajeros en la zona sur de Chile. In Amtmann, C., Mujica, F. y Vera, B. (eds). Pequeña agricultura en la Región de los Lagos, Chile. Valdivia, Chile. Ediciones de la Universidad Austral de Chile. pp: 59 – 73.
- BALOCCHI, O. y LOPEZ, I. 1996. Especies pratenses nativas y naturalizadas del sur de Chile. In Latrille, L. (ed). Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B – 20. Uniprint. pp: 65 – 81.
- BEHRENDT, S. y HANF, M. 1979. Malezas gramíneas en los cultivos agrícolas. Su determinación en estado de no floración. BASF. 159 p.
- CUEVAS, E., BALOCCHI, O., ANRIQUE, R. y JORQUERA, M. 1982. Valor nutritivo de las principales especies de una pradera permanente en la Décima Región. 1. Proteína y pared celular. *Agro Sur (Chile)* 10 (2): 79 – 83.
- CUEVAS, E., BALOCCHI, O., ANRIQUE, R. y JORQUERA, M. 1983. Valor nutritivo de las principales especies de una pradera permanente en la Décima Región. 2. Contenido de minerales. *Agro Sur (Chile)* 11 (1): 13 – 22.



- CHAPIN, F., FOLLETT, J. y O`CONNOR, K. 1982. Growth, phosphate absorption, and phosphorus chemical fractions in two *Chionochloa* species. *Journal of Ecology* (Nueva Zelandia) 70: 305 – 321.
- CHILE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS. 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. <<http://www.ine.cl/censo/index.htm>> (16. abr. 2001).
- ESPINOZA, N. 1988. Malezas del sur de Chile. INIA, Estación Experimental Carillanca. Boletín Técnico N° 117. 115 p.
- GASTO, J. 1979. Ecología, el hombre y la transformación de la naturaleza. Santiago, Chile. Universitaria. 573 p.
- GOIC, L. 1979. Potencialidad de las praderas naturales de la región sur en zonas de baja producción forrajera. *Simiente* (Chile) 39 (1 – 3): 12 – 16.
- GOIC, L. y TEUBER, N. 1996. La pradera en la precordillera andina de la X Región (Valdivia – Llanquihue). In Ruiz, I. (ed). *Praderas para Chile*. 2ª ed. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. pp: 615 – 621.
- HARTMANN, H. y KESTER, D. 1981. Propagación de plantas, principios y prácticas. Traducido por Antonio Marino. México. Continental. 814 p.
- HOFFMANN, A. y PARSONS, P. 1991. Evolutionary genetics and environmental stress. Great Britain. Oxford University Press. 284 p.
- HUTCHINGS, M. y DE KROON, H. 1994. Foraging in plants: the role of morphological plasticity in resource acquisition. *Advances in Ecological Research* (Inglaterra) 25: 159 – 236.

- LOPEZ, I., BALOCCHI, O., LAILHACAR, P. y OYARZUN, C. 1997. Caracterización de sitios de crecimiento de seis especies pratenses nativas y naturalizadas del dominio húmedo de Chile. *Agro Sur (Chile)* 25 (1):62 – 80.
- MACPHERSON, S. y MARTIN, M. 1994. Effects of phosphate additions to soil on lead and phosphate concentrations of *Holcus lanatus* grown on lead amended soil. *Chemosphere (Inglaterra)* 29 (12): 2571 – 2581.
- MEHARG, A., BAILEY, J., BREADMORE, K. y MACNAIR, M. 1994. Biomass allocation, phosphorus nutrition and vesicular – arbuscular mycorrhizal infection in clones of Yorkshire Fog, *Holcus lanatus* L. (Poaceae) that differ in their phosphate uptake kinetics and tolerance to arsenate. *Plant and Soil (Inglaterra)* 160: 11 – 20.
- MEHARG, A. y MACNAIR, M. 1990. An altered phosphate uptake system in arsenate – tolerant *Holcus lanatus* L. *New Phytologist (Inglaterra)* 116: 29 – 35.
- MEHARG, A. y MACANIR, M. 1991. Uptake, accumulation and translocation of arsenate in arsenate – tolerant and non – tolerant *Holcus lanatus* L. *New Phytol (Inglaterra)* 117: 225 – 231.
- MEHARG, A. y MACNAIR, M. 1992. Suppression of the high affinity phosphate uptake system: a mechanism of arsenate tolerance in *Holcus lanatus* L. *Journal of Experimental Botany (Inglaterra)* 43 (249): 519 – 524.
- MUÑOZ, C. 1960. Las especies de plantas descritas por R. A. Philippi en el siglo XIX. Estudio crítico en la identificación de sus tipos nomenclaturales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 189 p.

- MUÑOZ, M. 1980. Flora del Parque Nacional Puyehue. Santiago, Chile. Universitaria. 557 p.
- PINOCHET, D. 1996. Estrategias de fertilización fosforada en praderas. *In* Latrille, L. (ed). Producción Animal. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Instituto de Producción Animal. Serie B – 20. Uniprint. pp: 177 – 198.
- RAMIREZ, C. y RIVEROS, M. 1975. Contenido de semillas en el suelo y regeneración de la cubierta vegetal en una pradera de la Provincia de Valdivia, Chile. *Phyton* 33 (1): 81 – 96.
- RAMIREZ, C., SAN MARTIN, C. y SEMPE, J. 1989. Cambios estacionales de tamaño de plantas, biomasa y fenología, en una pradera antropogénica del centro sur de Chile. *Agro Sur (Chile)* 17: 19 – 28.
- SIEBALD, E.; MATZNER, M. y BECKER, F. 1983. Mejoramiento de praderas naturales del Llano Central de la X Región. *Agricultura Técnica (Chile)* 43 (4): 313 – 321.
- SILVA, M. y LOZANO, V. 1984. Descripción de las principales especies forrajeras entre la zona mediterránea árida y la zona de lluvias. 3ª ed. Departamento de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. Serie Publicación Docente N° 9. 139p.
- TEUBER, N. 1996. La pradera en el llano longitudinal de la X Región (Valdivia – Chiloé). *In* Ruiz, I. (ed). Praderas para Chile. 2ª ed. Santiago, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. pp: 535 – 544.

- TISDALE, S., NELSON, W., BEATON, J. y HAVLIN, J. 1993. Soil fertility and fertilizers. 5th. ed. New Jersey, United States of America. Prentice Hall. 634 p.
- 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. 144 p.
- VAN DE VIJVER, C., BOOT, R., POORTER, H. y LAMBERS, H. 1993. Phenotypic plasticity in response to nitrate supply of an inherently fast – growing species from a fertile habitat and an inherently slow – growing species from an infertile habitat. *Oecologia* (Holanda) 96: 548 – 554.
- VAN DUREN, I. y VAN ANDEL, J. 1997. Nutrient deficiency in undisturbed, drained and rewetted peat soils tested with *Holcus lanatus*. *Acta Botanica Neerlandica* (Holanda) 46 (4): 377 – 386.
- WHYTE, O., MOIR, G. y COOPER, P. 1959. Las gramíneas en la agricultura. Dirección de Fitotecnia y Protección Fitosanitaria. Roma , Italia. 464 p.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. Materia seca de las accesiones en el primer corte (g/maceta).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	0,5	0,7	0,3	0,9
1A	2	1,2	1,8	1,6	1,6
1A	3	1,3	1,8	1,7	2,1
1A	4	2,3	2,3	1,9	1,9
1A	5	2,9	2,2	1,8	3,6
1A	6	2,9	3,0	2,4	3,2
2A	1	1,0	0,5	0,7	0,5
2A	2	1,7	1,1	1,5	0,3
2A	3	1,7	1,3	2,2	1,1
2A	4	2,5	1,8	1,7	2,8
2A	5	3,2	3,3	2,4	3,0
2A	6	3,8	2,9	1,9	3,2
3A	1	0,6	0,6	0,4	1,1
3A	2	0,8	1,0	1,3	2,1
3A	3	0,2	1,3	1,2	2,1
3A	4	2,2	1,4	2,7	3,3
3A	5	2,4	2,6	3,4	3,3
3A	6	3,3	2,9	2,9	4,4
1B	1	0,9	0,4	0,7	0,7
1B	2	1,7	1,5	1,8	1,5
1B	3	1,5	1,9	2,0	2,1
1B	4	2,5	1,9	1,8	-
1B	5	2,4	-	2,5	2,6
1B	6	3,5	3,1	3,5	3,6
2B	1	0,7	0,9	0,7	1,2
2B	2	1,4	1,2	1,6	2,1
2B	3	1,2	0,8	1,9	2,7
2B	4	1,9	1,2	2,5	2,4
2B	5	2,5	2,5	3,1	2,5
2B	6	4,0	2,8	3,4	-
3B	1	0,9	0,7	0,8	0,5
3B	2	1,9	0,9	2,2	1,6
3B	3	2,5	2,0	2,2	2,7
3B	4	2,7	2,5	2,2	4,0
3B	5	4,5	3,2	2,5	4,2
3B	6	4,2	4,2	3,7	4,6

- Planta muerta

**ANEXO 2. Materia seca de las accesiones en el segundo corte (g/maceta).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	1,5	0,7	0,8	1,7
1A	2	2,2	1,7	1,1	1,8
1A	3	2,2	1,2	1,2	2,2
1A	4	2,3	1,5	1,0	2,2
1A	5	2,6	1,5	1,2	2,6
1A	6	2,8	2,2	1,4	2,7
2A	1	1,3	0,7	1,4	1,5
2A	2	2,4	1,5	2,0	-
2A	3	3,2	0,6	0,6	1,8
2A	4	3,0	1,6	1,2	2,8
2A	5	2,8	0,9	0,8	4,2
2A	6	1,5	2,8	2,0	3,4
3A	1	1,3	0,8	1,1	1,8
3A	2	1,8	1,3	1,3	2,3
3A	3	2,5	1,6	1,0	2,0
3A	4	2,2	1,8	1,9	3,0
3A	5	2,3	1,9	1,8	2,4
3A	6	2,8	2,0	1,7	3,1
1B	1	1,9	0,9	1,6	1,4
1B	2	1,9	1,9	1,5	2,2
1B	3	1,6	1,1	1,1	2,5
1B	4	2,9	1,6	0,8	-
1B	5	-	-	2,0	3,3
1B	6	1,4	2,2	2,2	3,4
2B	1	0,5	1,3	1,0	2,4
2B	2	2,5	1,3	1,5	2,9
2B	3	0,7	0,6	1,5	2,8
2B	4	1,9	1,3	1,3	2,3
2B	5	3,0	2,1	1,6	4,0
2B	6	3,3	2,1	2,7	-
3B	1	2,4	1,2	1,0	0,9
3B	2	2,6	1,3	1,4	2,9
3B	3	2,6	1,7	1,4	2,8
3B	4	2,6	1,8	1,7	3,6
3B	5	2,9	1,4	1,6	3,4
3B	6	3,0	2,4	1,9	4,2

- Planta muerta

**ANEXO 3. Materia seca de las accesiones en el tercer corte (g/maceta).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	1,6	-	0,5	1,0
1A	2	0,5	1,8	1,1	1,2
1A	3	1,1	1,6	1,4	1,1
1A	4	1,9	1,7	0,6	1,4
1A	5	1,6	2,3	1,6	1,9
1A	6	2,8	2,2	0,4	-
2A	1	0,9	0,5	1,1	0,4
2A	2	1,8	1,3	1,4	-
2A	3	1,8	-	-	0,9
2A	4	1,4	1,7	1,4	0,9
2A	5	1,8	-	-	1,2
2A	6	1,1	1,7	2,5	0,6
3A	1	0,9	0,4	0,7	1,3
3A	2	1,4	1,8	1,3	1,5
3A	3	1,1	1,3	0,4	1,4
3A	4	1,1	1,8	1,5	2,0
3A	5	0,9	2,0	2,1	1,3
3A	6	2,3	3,0	2,7	-
1B	1	0,8	0,7	1,3	0,8
1B	2	0,6	1,2	1,3	1,0
1B	3	1,3	1,9	0,7	1,1
1B	4	1,4	1,4	0,2	-
1B	5	-	-	0,6	1,0
1B	6	-	2,3	2,3	-
2B	1	-	1,1	0,8	1,1
2B	2	1,7	1,0	1,0	0,9
2B	3	-	-	1,2	-
2B	4	-	0,9	1,1	-
2B	5	1,8	2,1	2,0	1,3
2B	6	2,9	1,6	1,9	-
3B	1	1,2	0,7	0,7	0,4
3B	2	0,8	0,8	1,2	0,9
3B	3	0,9	1,6	1,0	1,9
3B	4	1,6	1,1	0,8	1,8
3B	5	3,1	2,0	2,2	1,9
3B	6	2,4	2,7	2,6	1,8

- Planta muerta



**ANEXO 4. Materia seca del residuo de las accesiones (g/maceta).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	1,5	-	0,7	1,2
1A	2	1,5	1,8	1,4	1,6
1A	3	2,3	1,7	2,4	1,8
1A	4	2,2	2,6	2,4	1,7
1A	5	2,4	2,0	2,1	2,1
1A	6	3,0	2,8	2,7	-
2A	1	1,9	1,4	1,4	0,7
2A	2	2,6	3,6	1,8	-
2A	3	3,0	-	-	1,8
2A	4	2,9	3,0	2,5	1,8
2A	5	2,8	-	-	1,9
2A	6	4,9	2,1	2,4	1,8
3A	1	1,5	0,6	0,9	0,7
3A	2	1,5	1,5	1,1	2,4
3A	3	0,9	1,6	0,7	1,5
3A	4	2,0	1,7	2,4	2,3
3A	5	1,7	2,1	2,1	1,3
3A	6	3,4	2,4	2,6	-
1B	1	0,9	1,7	1,0	0,9
1B	2	1,1	1,1	1,8	1,2
1B	3	4,7	2,0	1,9	1,3
1B	4	1,8	2,2	-	-
1B	5	-	-	1,9	1,6
1B	6	-	3,0	1,9	-
2B	1	-	1,6	0,9	0,9
2B	2	2,5	1,4	1,4	1,2
2B	3	-	-	2,0	-
2B	4	-	2,0	1,5	-
2B	5	2,0	1,7	1,0	1,3
2B	6	3,5	3,1	1,8	-
3B	1	1,4	1,0	1,1	0,5
3B	2	2,2	1,1	1,6	1,2
3B	3	2,4	1,6	1,4	1,5
3B	4	1,7	1,5	1,6	1,6
3B	5	3,7	1,7	1,5	1,8
3B	6	3,3	2,0	1,6	2,1

- Planta muerta

**ANEXO 5. Contenido de fósforo foliar en las accesiones (%).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	0,07	0,06	0,05	0,09
1A	2	0,08	0,08	0,08	0,11
1A	3	0,08	0,06	0,08	0,09
1A	4	0,08	0,07	0,06	0,09
1A	5	0,08	0,09	0,07	0,10
1A	6	0,07	0,07	0,07	0,14
2A	1	0,06	0,06	0,07	0,08
2A	2	0,06	0,06	0,08	-
2A	3	0,08	0,07	0,08	0,10
2A	4	0,08	0,08	0,09	0,10
2A	5	0,08	0,08	0,08	0,10
2A	6	0,08	0,09	0,06	0,08
3A	1	0,06	0,05	0,06	0,09
3A	2	0,06	0,08	0,07	0,09
3A	3	0,09	0,06	0,07	0,09
3A	4	0,07	0,08	0,08	0,08
3A	5	0,08	0,08	0,07	0,07
3A	6	0,08	0,08	0,09	0,08
1B	1	0,07	0,08	0,07	0,08
1B	2	0,07	0,08	0,08	0,08
1B	3	0,07	0,08	0,07	0,09
1B	4	0,07	0,08	0,07	0,10
1B	5	0,09	0,10	0,08	0,08
1B	6	0,08	0,09	0,09	0,11
2B	1	0,07	0,06	0,06	0,08
2B	2	0,07	0,07	0,07	0,10
2B	3	0,06	0,07	0,07	0,08
2B	4	0,09	0,08	0,08	0,09
2B	5	0,08	0,08	0,09	0,08
2B	6	0,10	0,09	0,10	0,10
3B	1	0,07	0,06	0,07	0,07
3B	2	0,08	0,06	0,08	0,06
3B	3	0,08	0,08	0,08	0,09
3B	4	0,08	0,07	0,08	0,13
3B	5	0,11	0,09	0,09	0,10
3B	6	0,12	0,12	0,13	0,11

- Planta muerta

**ANEXO 6. Crecimiento horizontal de las accesiones en el primer corte (cm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	6,3	6,3	5,0	8,8
1A	2	7,5	11,3	10,0	15,0
1A	3	8,8	11,3	8,8	11,3
1A	4	12,5	13,8	8,8	11,3
1A	5	13,8	12,5	12,5	15,0
1A	6	13,8	15,0	15,0	11,3
2A	1	7,5	5,0	8,8	5,0
2A	2	8,8	12,5	11,3	3,8
2A	3	13,8	6,3	8,8	11,3
2A	4	16,3	8,8	12,5	16,3
2A	5	16,3	11,3	8,8	15,0
2A	6	12,5	12,5	11,3	13,8
3A	1	8,8	7,5	8,8	10,0
3A	2	10,0	11,3	11,3	16,3
3A	3	13,8	11,3	12,5	16,3
3A	4	15,0	11,3	13,8	15,0
3A	5	15,0	11,3	15,0	13,8
3A	6	15,0	16,3	15,0	20,0
1B	1	10,0	10,0	6,3	10,0
1B	2	11,3	10,0	15,0	11,3
1B	3	12,5	10,0	16,3	11,3
1B	4	12,5	13,8	12,5	-
1B	5	12,5	-	15,0	13,8
1B	6	17,5	13,8	13,8	12,5
2B	1	5,0	6,3	7,5	10,0
2B	2	10,0	10,0	12,5	15,0
2B	3	7,5	5,0	11,3	16,3
2B	4	8,8	8,8	13,8	21,3
2B	5	15,0	12,5	18,8	18,8
2B	6	17,5	16,3	17,5	-
3B	1	8,8	6,3	7,5	7,5
3B	2	15,0	5,0	15,0	12,5
3B	3	16,3	15,0	12,5	18,8
3B	4	10,0	12,5	13,8	21,3
3B	5	21,3	13,8	15,0	15,0
3B	6	17,5	18,8	13,8	18,8

- Planta muerta

**ANEXO 7. Crecimiento horizontal de las accesiones en el segundo corte (cm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	7,5	5,0	6,3	15,0
1A	2	10,0	6,3	6,3	13,8
1A	3	10,0	6,3	7,5	8,8
1A	4	8,8	6,3	5,0	8,8
1A	5	7,5	5,0	5,0	11,3
1A	6	8,8	6,3	3,8	8,8
2A	1	7,5	5,0	6,3	11,3
2A	2	10,0	8,8	8,8	-
2A	3	11,3	5,0	3,8	13,8
2A	4	10,0	6,3	6,3	10,0
2A	5	8,8	5,0	6,3	12,5
2A	6	5,0	6,3	8,8	8,8
3A	1	8,8	6,3	8,8	16,3
3A	2	10,0	8,8	7,5	12,5
3A	3	11,3	10,0	6,3	15,0
3A	4	8,8	8,8	7,5	12,5
3A	5	10,0	7,5	8,8	11,3
3A	6	10,0	10,0	7,5	11,3
1B	1	10,0	6,3	11,3	12,5
1B	2	10,0	7,5	8,8	16,3
1B	3	12,5	10,0	8,8	16,3
1B	4	10,0	10,0	7,5	-
1B	5	-	-	10,0	10,0
1B	6	5,0	6,3	6,3	10,0
2B	1	5,0	7,5	8,8	15,0
2B	2	11,3	11,3	6,3	20,0
2B	3	5,0	3,8	7,5	13,8
2B	4	7,5	5,0	5,0	15,0
2B	5	12,5	8,8	6,3	16,3
2B	6	5,0	5,0	10,0	-
3B	1	12,5	6,3	8,8	11,3
3B	2	13,8	10,0	8,8	26,3
3B	3	10,0	12,5	7,5	11,3
3B	4	12,5	5,0	6,3	22,5
3B	5	8,8	8,8	10,0	18,8
3B	6	10,0	7,5	7,5	16,3

- Planta muerta

**ANEXO 8. Crecimiento horizontal de las accesiones en el tercer corte (cm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	13,8	-	10,0	12,5
1A	2	7,5	12,5	10,0	11,3
1A	3	10,0	15,0	15,0	10,0
1A	4	10,0	12,5	2,5	11,3
1A	5	10,0	12,5	10,0	13,8
1A	6	10,0	15,0	3,8	-
2A	1	6,3	10,0	12,5	12,5
2A	2	16,3	10,0	13,8	-
2A	3	16,3	-	-	13,8
2A	4	10,0	15,0	15,0	11,3
2A	5	12,5	-	-	12,5
2A	6	5,0	13,8	17,5	10,0
3A	1	11,3	10,0	8,8	15,0
3A	2	11,3	16,3	15,0	12,5
3A	3	10,0	16,3	7,5	13,8
3A	4	10,0	15,0	13,8	13,8
3A	5	11,3	12,5	13,8	15,0
3A	6	11,3	16,3	18,8	-
1B	1	8,8	10,0	15,0	13,8
1B	2	7,5	13,8	12,5	12,5
1B	3	10,0	10,0	7,5	16,3
1B	4	16,3	16,3	7,5	-
1B	5	-	-	8,8	12,5
1B	6	-	11,3	16,3	-
2B	1	-	10,0	12,5	16,3
2B	2	12,5	12,5	12,5	17,5
2B	3	-	-	11,3	-
2B	4	-	10,0	15,0	-
2B	5	15,0	15,0	16,3	13,8
2B	6	12,5	12,5	15,0	-
3B	1	13,8	8,8	8,8	11,3
3B	2	10,0	15,0	16,3	12,5
3B	3	10,0	12,5	13,8	15,0
3B	4	11,3	12,5	15,0	13,8
3B	5	15,0	16,3	16,3	15,0
3B	6	12,5	16,3	18,8	16,3

- Planta muerta

**ANEXO 9. Hábito de crecimiento de las accesiones en el primer corte (°).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	30,0	28,8	21,3	20,0
1A	2	25,0	22,5	30,0	21,3
1A	3	23,8	35,0	25,0	36,3
1A	4	25,0	40,0	26,3	28,8
1A	5	28,8	32,5	33,8	31,3
1A	6	28,8	40,0	31,3	33,8
2A	1	33,8	32,5	22,5	30,0
2A	2	32,5	20,0	32,5	28,8
2A	3	45,0	32,5	28,8	21,3
2A	4	36,3	30,0	27,5	31,3
2A	5	36,3	31,3	36,3	35,0
2A	6	27,5	45,0	23,8	45,0
3A	1	27,5	16,3	27,5	30,0
3A	2	31,3	41,3	40,0	22,5
3A	3	33,8	37,5	38,8	27,5
3A	4	38,8	42,5	42,5	27,5
3A	5	42,5	48,8	53,8	42,5
3A	6	46,3	40,0	40,0	35,0
1B	1	40,0	18,8	25,0	23,8
1B	2	33,8	32,5	32,5	22,5
1B	3	40,0	28,8	30,0	33,8
1B	4	32,5	17,5	23,8	-
1B	5	33,8	-	22,5	25,0
1B	6	22,5	42,5	38,8	22,5
2B	1	26,3	23,8	23,8	21,3
2B	2	32,5	35,0	22,5	26,3
2B	3	35,0	27,5	30,0	20,0
2B	4	21,3	31,3	27,5	25,0
2B	5	31,3	43,8	28,8	32,5
2B	6	26,3	40,0	41,3	-
3B	1	18,8	28,8	32,5	15,0
3B	2	27,5	18,8	18,8	22,5
3B	3	28,8	17,5	37,5	21,3
3B	4	33,8	37,5	23,8	25,0
3B	5	41,3	36,3	27,5	21,3
3B	6	45,0	23,8	35,0	42,5

- Planta muerta

**ANEXO 10. Hábito de crecimiento de las accesiones en el segundo corte (°).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	31,3	36,3	36,3	45,0
1A	2	33,8	32,5	32,5	36,3
1A	3	26,3	27,5	32,5	48,8
1A	4	31,3	35,0	37,5	31,3
1A	5	31,3	40,0	31,3	45,0
1A	6	27,5	36,3	33,8	38,8
2A	1	26,3	36,3	27,5	31,3
2A	2	37,5	28,8	35,0	-
2A	3	28,8	23,8	27,5	36,3
2A	4	41,3	37,5	43,8	35,0
2A	5	40,0	28,8	35,0	36,3
2A	6	20,0	45,0	41,3	47,5
3A	1	30,0	38,8	42,5	50,0
3A	2	37,5	45,0	42,5	43,8
3A	3	38,8	41,3	50,0	43,8
3A	4	47,5	42,5	40,0	42,5
3A	5	43,8	47,5	47,5	47,5
3A	6	43,8	47,5	37,5	51,3
1B	1	31,3	21,3	30,0	25,0
1B	2	27,5	25,0	31,3	28,8
1B	3	18,8	30,0	18,8	26,3
1B	4	33,8	35,0	21,3	-
1B	5	-	47,5	25,0	26,3
1B	6	28,8	37,5	41,3	27,5
2B	1	27,5	31,3	28,8	20,0
2B	2	28,8	46,3	50,0	47,5
2B	3	30,0	35,0	46,3	38,8
2B	4	30,0	45,0	51,3	22,5
2B	5	48,8	45,0	41,3	28,8
2B	6	57,5	43,8	40,0	55,0
3B	1	23,8	33,8	33,8	26,3
3B	2	31,3	27,5	28,8	28,8
3B	3	31,3	22,5	30,0	26,3
3B	4	26,3	31,3	32,5	26,3
3B	5	30,0	30,0	40,0	30,0
3B	6	33,8	31,3	41,3	18,8

- Planta muerta

**ANEXO 11. Hábito de crecimiento de las accesiones en el tercer corte (°).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	37,5	-	40,0	45,0
1A	2	38,8	45,0	56,3	36,3
1A	3	48,8	52,5	35,0	47,5
1A	4	45,0	42,5	50,0	50,0
1A	5	40,0	48,8	51,3	36,3
1A	6	55,0	47,5	42,5	-
2A	1	48,8	40,0	42,5	45,0
2A	2	47,5	45,0	47,5	-
2A	3	41,3	-	-	43,8
2A	4	37,5	48,8	47,5	43,8
2A	5	47,5	-	-	42,5
2A	6	33,8	55,0	48,8	38,8
3A	1	52,5	45,0	55,0	57,5
3A	2	42,5	51,3	60,0	47,5
3A	3	60,0	55,0	62,5	55,0
3A	4	58,8	53,8	60,0	47,5
3A	5	60,0	57,5	58,8	47,5
3A	6	60,0	63,8	56,3	-
1B	1	42,5	25,0	45,0	17,5
1B	2	47,5	51,3	43,8	23,8
1B	3	32,5	51,3	32,5	26,3
1B	4	40,0	36,3	-	-
1B	5	-	-	33,8	36,3
1B	6	-	42,5	48,8	-
2B	1	-	35,0	37,5	32,5
2B	2	32,5	48,8	48,8	38,8
2B	3	-	-	42,5	-
2B	4	-	50,0	55,0	-
2B	5	41,3	48,8	50,0	50,0
2B	6	63,8	52,5	48,8	-
3B	1	26,3	40,0	43,8	31,3
3B	2	38,8	33,8	36,0	36,3
3B	3	26,3	26,3	40,0	38,8
3B	4	30,0	35,0	47,5	35,0
3B	5	38,8	43,8	42,5	28,8
3B	6	40,0	43,8	31,3	42,5

- Planta muerta



**ANEXO 12. Altura sin disturbar de las accesiones en el primer corte (cm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	3,4	4,3	3,4	3,1
1A	2	2,8	3,8	3,5	3,5
1A	3	3,5	4,8	4,6	3,3
1A	4	4,3	4,3	5,0	3,9
1A	5	3,8	3,8	4,4	4,8
1A	6	4,6	4,6	4,5	4,6
2A	1	4,3	4,4	4,3	2,8
2A	2	5,6	4,0	4,5	3,4
2A	3	5,8	4,5	5,0	5,4
2A	4	4,3	3,6	5,0	4,8
2A	5	5,5	5,8	4,9	4,3
2A	6	4,5	6,3	4,8	4,9
3A	1	3,3	3,5	4,5	4,5
3A	2	3,8	4,3	6,5	4,8
3A	3	5,0	5,0	4,5	3,9
3A	4	6,1	4,8	6,1	4,0
3A	5	4,8	6,1	7,5	6,3
3A	6	7,3	7,1	5,9	4,8
1B	1	4,5	3,5	3,4	2,6
1B	2	3,3	4,4	4,0	3,1
1B	3	3,8	3,5	4,1	3,0
1B	4	4,9	3,8	3,5	-
1B	5	5,5	-	4,4	3,3
1B	6	3,8	4,1	4,3	5,3
2B	1	4,3	3,3	2,0	3,0
2B	2	4,5	5,1	4,4	3,6
2B	3	3,6	3,5	4,3	2,5
2B	4	3,1	3,6	3,5	2,3
2B	5	4,0	5,9	5,5	3,3
2B	6	7,0	6,0	5,0	-
3B	1	2,6	3,9	3,1	2,9
3B	2	3,9	2,6	3,1	3,6
3B	3	3,4	3,0	3,3	3,3
3B	4	4,1	3,4	3,4	3,6
3B	5	3,6	3,9	4,1	2,8
3B	6	5,4	4,0	4,8	5,3

- Planta muerta

**ANEXO 13. Altura sin disturbar de las accesiones en el segundo corte (cm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	4,0	3,4	4,0	4,8
1A	2	4,6	4,9	3,9	4,5
1A	3	5,3	4,1	4,4	7,0
1A	4	5,1	5,8	4,1	4,6
1A	5	4,8	4,8	5,4	7,4
1A	6	4,4	4,3	5,5	6,1
2A	1	3,6	3,8	3,5	5,6
2A	2	5,5	3,9	4,8	-
2A	3	8,0	3,8	4,5	4,9
2A	4	6,3	5,0	5,8	6,3
2A	5	5,8	4,8	3,8	7,0
2A	6	3,9	5,0	5,9	10,0
3A	1	4,4	4,8	5,5	7,5
3A	2	4,4	4,3	5,5	6,9
3A	3	5,1	7,9	7,4	7,4
3A	4	8,6	6,4	8,0	7,5
3A	5	7,5	7,4	7,9	7,5
3A	6	6,3	6,8	7,0	9,1
1B	1	4,1	4,4	4,0	3,3
1B	2	3,4	4,4	5,3	3,9
1B	3	4,3	4,3	3,8	3,9
1B	4	6,0	3,6	4,4	-
1B	5	-	5,0	5,4	4,3
1B	6	3,4	5,0	4,6	6,0
2B	1	3,0	4,4	3,5	6,5
2B	2	3,1	4,0	5,4	5,5
2B	3	3,3	4,5	7,4	4,5
2B	4	4,3	5,3	5,4	5,4
2B	5	6,8	5,0	7,5	6,5
2B	6	7,8	8,3	7,5	3,5
3B	1	3,5	3,3	2,9	3,3
3B	2	4,5	2,8	3,5	4,5
3B	3	4,5	3,9	3,8	3,8
3B	4	3,8	4,8	5,5	4,5
3B	5	4,6	4,5	4,1	4,8
3B	6	6,0	5,4	6,4	6,1

- Planta muerta

**ANEXO 14. Altura sin disturbar de las accesiones en el tercer corte (cm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	4,8	-	4,4	8,3
1A	2	5,3	7,6	7,5	5,3
1A	3	7,9	8,4	5,4	6,9
1A	4	5,6	8,4	5,3	6,3
1A	5	5,4	8,4	5,4	8,1
1A	6	8,5	7,5	6,1	-
2A	1	5,4	3,4	7,8	3,8
2A	2	4,4	5,5	6,8	-
2A	3	5,3	-	-	3,9
2A	4	6,8	7,1	6,4	4,1
2A	5	6,4	-	-	7,1
2A	6	5,0	10,5	7,4	5,1
3A	1	7,1	4,9	7,4	7,9
3A	2	6,6	9,8	7,8	9,3
3A	3	7,5	8,5	9,3	10,5
3A	4	9,8	7,5	9,6	8,3
3A	5	8,1	11,3	10,1	6,8
3A	6	8,6	10,8	8,9	-
1B	1	6,3	3,4	3,0	2,5
1B	2	3,8	6,9	5,5	2,6
1B	3	4,0	7,3	4,0	4,3
1B	4	6,5	2,4	-	-
1B	5	-	-	2,4	4,9
1B	6	-	6,8	8,0	-
2B	1	-	3,8	3,1	3,8
2B	2	4,6	4,6	6,6	5,1
2B	3	-	-	7,4	-
2B	4	-	7,8	6,1	-
2B	5	4,8	6,0	8,1	8,6
2B	6	10,5	11,3	8,0	-
3B	1	4,0	4,1	6,4	2,3
3B	2	2,3	2,9	6,1	3,0
3B	3	4,0	3,4	5,8	5,1
3B	4	3,6	5,5	5,5	3,4
3B	5	6,9	8,6	5,1	3,6
3B	6	6,8	8,8	5,3	6,0

- Planta muerta

**ANEXO 15. Número de macollos de las accesiones por maceta (nº/maceta).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	36	-	23	43
1A	2	22	56	45	71
1A	3	53	52	46	64
1A	4	73	51	50	62
1A	5	58	65	37	83
1A	6	81	77	44	-
2A	1	46	29	43	23
2A	2	53	71	58	-
2A	3	70	-	-	30
2A	4	68	60	47	34
2A	5	76	-	-	49
2A	6	76	65	75	44
3A	1	52	30	27	36
3A	2	65	50	52	73
3A	3	69	58	32	64
3A	4	56	58	47	89
3A	5	41	60	70	60
3A	6	106	76	78	-
1B	1	43	34	40	44
1B	2	30	48	62	49
1B	3	59	90	32	56
1B	4	52	37	-	-
1B	5	-	-	23	34
1B	6	-	82	64	-
2B	1	-	39	30	23
2B	2	56	38	30	26
2B	3	-	-	37	-
2B	4	-	49	33	-
2B	5	54	45	35	37
2B	6	72	50	42	-
3B	1	46	34	50	27
3B	2	39	30	38	33
3B	3	33	55	15	54
3B	4	43	41	25	55
3B	5	89	52	38	67
3B	6	65	55	53	55

- Planta muerta

**ANEXO 16. Tasa de crecimiento de hojas en el macollo de las accesiones (mm/día).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	6,0	-	4,6	4,2
1A	2	1,4	4,5	5,9	3,5
1A	3	6,1	4,9	4,3	4,8
1A	4	2,2	5,1	2,3	3,4
1A	5	5,6	5,4	0,0	6,8
1A	6	6,2	6,5	0,0	-
2A	1	2,9	2,8	5,8	5,2
2A	2	7,0	3,8	11,1	1,4
2A	3	5,2	-	-	9,8
2A	4	4,1	6,8	6,3	5,1
2A	5	6,2	-	-	10,3
2A	6	1,3	7,9	9,2	2,3
3A	1	5,5	4,4	5,1	9,7
3A	2	5,2	11,9	4,4	5,2
3A	3	4,5	4,0	5,2	5,4
3A	4	4,0	5,3	5,9	4,6
3A	5	1,4	7,5	6,0	3,8
3A	6	3,9	6,8	7,2	-
1B	1	1,4	3,9	3,3	6,3
1B	2	2,5	4,1	8,5	4,7
1B	3	3,8	5,9	4,1	5,9
1B	4	5,8	8,2	-	-
1B	5	-	-	4,7	5,5
1B	6	-	6,4	6,1	-
2B	1	-	9,0	6,3	9,4
2B	2	5,2	6,0	8,9	7,7
2B	3	-	-	6,1	-
2B	4	-	4,8	5,5	-
2B	5	7,9	5,6	10,2	9,7
2B	6	10,7	4,9	6,2	-
3B	1	6,6	2,6	3,5	3,3
3B	2	4,9	5,4	5,6	3,8
3B	3	4,8	8,3	4,5	7,2
3B	4	7,8	4,5	4,2	7,3
3B	5	5,8	6,4	6,4	5,8
3B	6	4,6	6,3	7,9	4,2

- Planta muerta

**ANEXO 17. Aparición de hojas en el macollo de las accesiones (nº hojas/44 días).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	2	-	2	2
1A	2	1	2	2	2
1A	3	3	3	3	2
1A	4	1	3	1	2
1A	5	2	2	2	1
1A	6	3	3	2	-
2A	1	2	1	3	2
2A	2	2	2	2	-
2A	3	3	-	-	2
2A	4	2	2	2	1
2A	5	2	-	-	3
2A	6	1	2	2	1
3A	1	2	1	2	3
3A	2	1	2	2	2
3A	3	1	1	2	2
3A	4	1	1	2	1
3A	5	1	2	3	1
3A	6	1	2	1	-
1B	1	2	3	2	2
1B	2	2	2	2	3
1B	3	3	3	2	2
1B	4	2	4	-	-
1B	5	-	-	3	3
1B	6	-	2	2	-
2B	1	-	3	2	2
2B	2	2	2	2	3
2B	3	-	-	3	-
2B	4	-	4	2	-
2B	5	3	2	3	3
2B	6	3	2	3	-
3B	1	3	3	3	2
3B	2	3	2	3	4
3B	3	3	2	3	4
3B	4	4	2	2	3
3B	5	3	3	3	3
3B	6	2	2	2	3

- Planta muerta

**ANEXO 18. Largo de macollo de las accesiones (mm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	159,0	97,0	142,0	151,0
1A	2	108,0	176,0	162,0	136,0
1A	3	139,0	154,0	190,0	162,0
1A	4	100,0	161,0	79,0	143,5
1A	5	139,0	165,0	166,0	199,0
1A	6	152,0	180,0	95,0	-
2A	1	82,0	115,0	152,5	143,5
2A	2	200,0	152,0	218,5	-
2A	3	185,0	-	-	296,0
2A	4	130,0	182,0	178,0	161,0
2A	5	172,0	-	-	276,0
2A	6	80,0	125,0	273,0	109,0
3A	1	175,0	141,0	209,0	253,5
3A	2	190,0	311,5	167,5	190,0
3A	3	160,0	158,0	145,0	192,0
3A	4	154,0	160,0	185,0	214,0
3A	5	157,0	222,0	191,5	174,0
3A	6	155,0	242,0	268,0	-
1B	1	118,0	171,0	121,0	183,9
1B	2	83,0	185,0	246,0	177,0
1B	3	141,0	154,0	100,0	168,0
1B	4	186,0	233,0	-	-
1B	5	-	-	103,0	205,5
1B	6	-	165,0	228,0	-
2B	1	-	190,0	181,0	276,0
2B	2	148,5	187,0	232,0	330,0
2B	3	-	-	196,0	-
2B	4	-	110,0	255,0	-
2B	5	287,0	158,5	277,0	329,0
2B	6	232,0	189,0	271,0	-
3B	1	212,0	119,0	160,0	99,0
3B	2	132,0	181,0	193,0	178,0
3B	3	144,0	226,0	181,5	288,0
3B	4	228,0	140,0	153,0	221,5
3B	5	195,0	202,0	268,0	230,0
3B	6	226,0	180,0	220,0	214,0

- Planta muerta

**ANEXO 19. Largo de lámina en el macollo de las accesiones (mm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	101,0	80,0	105,0	105,0
1A	2	74,0	129,0	112,0	90,0
1A	3	92,0	105,0	138,0	112,0
1A	4	68,0	123,5	57,5	92,0
1A	5	97,0	113,0	130,0	137,5
1A	6	106,0	132,0	65,0	-
2A	1	54,0	89,0	105,0	110,5
2A	2	120,0	101,0	121,5	-
2A	3	136,0	-	-	145,0
2A	4	95,0	130,0	133,0	106,5
2A	5	117,5	-	-	226,5
2A	6	45,0	118,0	155,0	41,5
3A	1	125,0	111,0	157,0	185,0
3A	2	143,5	226,0	128,0	138,5
3A	3	105,0	81,0	110,0	145,0
3A	4	116,5	120,0	145,0	145,0
3A	5	110,0	142,0	137,0	118,0
3A	6	100,0	170,0	120,0	-
1B	1	20,0	118,0	76,0	82,9
1B	2	31,0	80,0	177,0	114,0
1B	3	89,0	110,0	70,0	113,0
1B	4	140,0	163,0	-	-
1B	5	-	-	73,5	124,0
1B	6	-	108,0	139,0	-
2B	1	-	138,0	119,0	197,0
2B	2	87,0	125,0	150,0	216,0
2B	3	-	-	141,0	-
2B	4	-	72,0	171,0	-
2B	5	197,0	103,0	192,0	225,0
2B	6	159,0	133,0	179,0	-
3B	1	144,0	69,0	103,0	63,5
3B	2	91,0	124,0	132,0	101,0
3B	3	82,0	148,0	121,0	152,0
3B	4	135,0	95,0	120,0	135,0
3B	5	97,0	128,0	176,0	138,0
3B	6	115,0	108,0	118,8	133,0

- Planta muerta



**ANEXO 20. Ancho de lámina en el macollo de las accesiones (mm).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	5,0	5,0	5,0	5,0
1A	2	5,0	5,0	4,0	5,0
1A	3	4,0	4,0	4,0	4,0
1A	4	4,5	4,0	5,0	5,0
1A	5	4,5	5,0	5,0	3,0
1A	6	4,5	4,0	3,0	-
2A	1	3,0	5,0	4,0	4,0
2A	2	5,0	4,0	5,0	-
2A	3	5,0	-	-	5,0
2A	4	4,0	4,0	4,5	6,0
2A	5	5,0	-	-	5,0
2A	6	3,0	5,0	5,0	5,0
3A	1	5,0	4,0	5,0	4,0
3A	2	4,0	5,0	3,0	4,0
3A	3	5,0	5,0	3,0	5,0
3A	4	3,0	4,0	3,0	6,0
3A	5	6,0	4,0	2,5	5,0
3A	6	4,0	5,0	4,0	-
1B	1	2,5	2,5	3,0	3,9
1B	2	5,0	5,0	3,0	4,0
1B	3	3,0	4,0	3,0	3,9
1B	4	3,0	4,0	-	-
1B	5	-	-	3,0	4,0
1B	6	-	4,0	5,0	-
2B	1	-	5,0	5,0	5,0
2B	2	4,0	4,0	4,5	7,0
2B	3	-	-	4,0	-
2B	4	-	3,0	4,0	-
2B	5	6,0	3,5	6,0	6,0
2B	6	6,0	5,0	5,0	-
3B	1	6,0	5,0	3,0	2,9
3B	2	5,0	4,5	3,0	3,0
3B	3	4,0	4,0	4,0	4,0
3B	4	5,0	4,5	5,0	3,0
3B	5	4,0	3,5	4,0	4,0
3B	6	6,0	5,0	4,5	3,0

- Planta muerta

**ANEXO 21. Peso de la lámina en el macollo de las accesiones (mg de MS).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	45,0	-	25,6	27,5
1A	2	11,9	37,5	23,9	17,7
1A	3	23,6	23,2	31,8	18,4
1A	4	13,5	29,9	10,5	13,4
1A	5	25,2	27,0	31,5	13,0
1A	6	43,9	36,8	11,4	-
2A	1	10,2	13,6	26,9	23,2
2A	2	40,7	25,3	33,9	-
2A	3	28,8	-	-	42,2
2A	4	26,5	31,4	28,6	31,6
2A	5	33,9	-	-	27,3
2A	6	4,6	42,8	57,9	6,5
3A	1	32,5	21,9	21,8	30,8
3A	2	21,3	57,3	15,3	25,7
3A	3	24,7	18,9	21,3	27,3
3A	4	15,6	23,7	23,5	25,7
3A	5	16,4	30,7	23,8	19,1
3A	6	23,3	30,9	23,4	13,1
1B	1	8,2	13,5	11,6	18,3
1B	2	4,6	14,8	30,2	23,4
1B	3	17,1	18,5	10,3	24,1
1B	4	15,8	36,2	-	-
1B	5	-	-	12,1	22,3
1B	6	-	15,1	42,9	-
2B	1	-	52,1	32,1	45,7
2B	2	30,5	33,8	40,2	83,7
2B	3	-	-	33,1	-
2B	4	-	25,8	31,4	8,7
2B	5	73,4	17,4	88,7	54,3
2B	6	107,8	46,1	47,4	-
3B	1	53,8	23,6	14,2	9,8
3B	2	36,9	43,1	20,6	17,4
3B	3	34,9	42,3	34,0	45,2
3B	4	61,5	28,8	28,5	31,2
3B	5	43,4	32,1	58,1	48,2
3B	6	50,7	39,0	44,4	25,3

- Planta muerta

**ANEXO 22. Peso de la vaina en el macollo de las accesiones (mg de MS).**

Accesión	Nivel de P	Bloques			
		1	2	3	4
1A	1	28,2	-	17,1	16,6
1A	2	19,8	23,4	27,1	22,1
1A	3	13,4	19,9	10,7	21,7
1A	4	13,7	10,9	20,8	24,3
1A	5	11,4	29,2	17,9	9,4
1A	6	16,4	15,0	15,7	-
2A	1	6,3	6,9	13,0	8,7
2A	2	14,0	11,6	12,0	-
2A	3	13,9	-	-	21,6
2A	4	13,2	23,6	18,2	25,7
2A	5	25,7	-	-	6,8
2A	6	13,4	27,3	24,1	18,1
3A	1	13,7	3,5	17,6	13,5
3A	2	14,1	23,9	6,4	11,4
3A	3	14,6	16,8	6,2	13,1
3A	4	5,4	11,9	13,3	21,5
3A	5	18,8	20,7	8,3	19,1
3A	6	12,0	27,3	16,8	-
1B	1	26,4	12,1	6,0	8,4
1B	2	15,9	20,6	13,8	16,3
1B	3	16,5	12,4	8,3	14,3
1B	4	13,3	19,3	-	-
1B	5	-	-	20,4	23,4
1B	6	-	17,8	43,7	-
2B	1	-	21,1	24,0	24,3
2B	2	13,2	14,0	20,8	36,2
2B	3	-	-	11,9	-
2B	4	-	22,3	14,1	-
2B	5	35,4	22,2	54,5	28,2
2B	6	42,3	36,4	27,7	-
3B	1	22,4	33,6	15,2	4,7
3B	2	15,4	14,5	10,2	11,6
3B	3	23,8	30,4	15,8	36,9
3B	4	49,3	16,1	7,8	23,5
3B	5	47,9	22,4	38,8	30,2
3B	6	41,9	25,1	43,6	34,3

- Planta muerta