

## Tasa de sobrevivencia y patrones de crecimiento en poblaciones de *Festuca dolichophylla* bajo condiciones similares

### Survival rate and growth patterns in *Festuca dolichophylla* under similar conditions

Y. Paucar<sup>1\*</sup>, E.R. Flores<sup>2</sup>, P.H. Mayhua<sup>3</sup>, T.B. Yalli<sup>2</sup>, G. Argote<sup>4</sup>, L. Aguirre<sup>2</sup>

#### RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar la tasa de sobrevivencia y patrones de crecimiento en cinco poblaciones de *Festuca dolichophylla* bajo condiciones similares. Se obtuvieron cinco accesiones de cada población: Comunidad Campesina Pastales Huando – Huancavelica (CCPH), Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica (CIDCSL), así como de las regiones de Junín, Pasco y Puno. Cada accesión se dividió en seis plantas y se instalaron en un suelo uniforme de la CCPH. Después de 12 meses de establecimiento se estimó la tasa de sobrevivencia y las características morfológicas mensuales durante el crecimiento. Las tasas de sobrevivencia fueron desde 43.3% en plantas del CIDCSL hasta 96.7% en plantas de Puno ( $p < 0.05$ ) y con alta variabilidad dentro de cada población. La altura de planta, tasa de crecimiento, número de tallos, tasa de aparición de tallos y número de hojas también mostraron alta variabilidad y diferencias entre poblaciones; a

<sup>1</sup> Departamento Académico de Agricultura, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú

<sup>2</sup> Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú

<sup>3</sup> Departamento Académico de Zootecnia, Facultad de Ciencias de Ingeniería, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú

\* E-mail: [ysai.paucar@unsaac.edu.pe](mailto:ysai.paucar@unsaac.edu.pe)

Recibido: 15 de marzo de 2023

Aceptado para publicación: 25 de octubre de 2023

Publicado: 18 de diciembre de 2023

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

excepción de la tasa de aparición de hojas. La variabilidad y diferencias encontradas se deberían a la diferente constitución genética de cada población, ya que el ambiente fue similar. Por otro lado, se observó un patrón de crecimiento ordenado de la planta, donde primero crece en tamaño, luego incrementa el número de tallos y finalmente el número de hojas.

**Palabras clave:** *Festuca dolichophylla*, tasa de sobrevivencia, altura de planta, número de tallos, número de hojas

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the survival rate and growth patterns in five populations of *Festuca dolichophylla* under similar conditions. Five accessions were obtained from each population: Comunidad Campesina Pastales Huando – Huancavelica (CCPH), Lachocc South American Camelid Research and Development Center of the National University of Huancavelica (CIDCSL), as well as from the regions of Junín, Pasco and Puno. Each accession was divided into six plants and installed in a uniform CCPH soil. After 12 months of establishment, the survival rate and monthly morphological characteristics during growth were estimated. Survival rates were from 43.3% in CIDCSL plants up to 96.7% in Puno plants ( $p < 0.05$ ) and with high variability within each population. Plant height, growth rate, number of stems, stem appearance rate and number of leaves also showed high variability and differences between populations, except for the rate of leaf appearance. The variability and differences found would be due to the different genetic constitution of each population since the environment was similar. On the other hand, an orderly growth pattern of the plant was observed, where it first grows, then increases the number of stems and finally the number of leaves.

**Key words:** *Festuca dolichophylla*, survival rate, plant height, number of stems, number of leaves

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población humana, la intensificación económica, el cambio climático y la capacidad de mantener la biodiversidad entre otros aspectos dificulta mantener el ecosistema, especialmente en países en desarrollo (Bedunah y Angerer, 2012). La demanda de alimentos para la humanidad se incrementa día a día, por lo que se requiere incrementar la producción animal y vegetal. El incremento en la producción animal provocaría un incremento en la demanda de pastizales y forrajes (Estell *et al.*, 2012)

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2012) se estima que 86.3% de los pastizales naturales del Perú están localizados en la región Puna, ecosistema de crucial importancia para la subsistencia de la población (Bedunah y Angerer, 2012), pues es fuente de alimento para el ganado. Además, este es un recurso esencial en la provisión de servicios hidrológicos, ya que mejoran la infiltración del agua y reducen la erosión de los suelos (Mosquera *et al.*, 2022); sin embargo, más del 40% de estos pastizales estarían en condición pobre y en proceso de deterioro por sobrepastoreo e inadecuado manejo (Zarria y Flores, 2015), lo que limita la producción animal en estos ecosistemas.

Gran parte de los pastizales naturales son pajonales dominados por especies de los géneros *Festuca*, *Stipa* y *Calamagrostis*, siendo la especie *Festuca dolichophylla* una de las gramíneas nativas más comunes en la región Puna, especie que aporta buena cantidad de forraje para la alimentación del ganado. La mejora de la condición de los pastizales puede realizarse por resiembra de especies nativas, abonamiento, clausura y manejo del pastoreo, además del mejoramiento genético de especies promisorias. Especies nativas pueden ser de gran utilidad para la revegetación de regiones áridas y también para uso como forraje (Kozub *et al.*, 2017), pero deben ser seleccionadas en función de su potencialidad de adaptación y producción forrajera en ambientes específicos. Para ello es necesario comprender los procesos básicos de crecimiento, especialmente de las gramíneas perennes, para evaluar el potencial de crecimiento de las plantas dentro de ambientes específicos (Nelson, 2000). Asimismo, se pueden desarrollar cultivares localmente adaptados para su aprovechamiento como forraje o en procesos de revegetación.

Para un mejor aprovechamiento de *Festuca dolichophylla* como forraje o para su uso en procesos de revegetación es necesario conocer las potencialidades que diferentes poblaciones pueden tener bajo condiciones específicas. El objetivo de este estudio fue evaluar las tasas de sobrevivencia y patrones de crecimiento en poblaciones de *Festuca dolichophylla* bajo condiciones similares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Parcela Experimental

La parcela experimental se localizó en el sector «Pucro Corral» de la Comunidad Campesina Pastales Huando (CCPH) en el distrito de Ascensión, región Huancavelica, Perú, a una altitud de 4620 msnm. Los datos

de precipitación anual y temperatura media obtenidos desde la base de datos PISCO fueron de 899 mm (Aybar *et al.*, 2020) y 8.1 °C (Huerta *et al.*, 2018), respectivamente. La mayor precipitación se presenta desde octubre a abril y coincide con las temperaturas medias más altas; mientras que de mayo a septiembre presenta las precipitaciones más bajas y coinciden con las temperaturas más bajas.

La parcela experimental tuvo 150 m<sup>2</sup> (10.0 x 15.0 m) dentro de un área ligeramente inclinada y con suelo uniforme. La textura del suelo era franco-arcilloso, con promedios (error estándar) de pH 5.8 (0.070) y contenido de nitrógeno, fósforo y potasio de 0.34% (0.006), 5.9 ppm (0.967) y 556.5 ppm (30.239), respectivamente. Dentro de la parcela se realizaron marcaciones con distanciamiento de 1.0 m, que fueron codificados en serpentin para la instalación de las plantas (10 filas y 15 columnas).

### Poblaciones y Acciones

Se obtuvieron acciones de cinco poblaciones: en Junín, Pasco y Puno, además del CCPH y del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachoc de la Universidad Nacional de Huancavelica (CIDCSL). Los rangos de altitud, precipitación y temperatura, obtenidos desde la base de datos PISCO, así como los contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio tuvieron gran variación entre poblaciones (Cuadro 1).

### Instalación, Monitoreo y Análisis de Datos

Se obtuvieron cinco acciones de cada población, elegidas por su mayor vigor. Cada acción fue extraída con su raíz y fue dividida en seis plantas pequeñas (macollos) de 2.5 cm de diámetro. Se codificaron y almacenaron en bolsas de papel con parte de su propia tierra para ser transportados dentro de cajas refrigerantes a la parcela experimental.

Cuadro 1. Altitud, características climáticas y de suelo de origen de las poblaciones de *Festuca dolichophylla*

Población	Altitud (msnm)	Clima		Suelo			
		Precipitación anual (mm)	Temp. media (°C)	pH	N (%)	P (ppm)	K (ppm)
CCPH <sup>1</sup>	4,618 - 4,693	899.0	8.1	4.72 - 6.08	0.24 - 0.31	3.0 - 55.8	144.0 - 286.0
CIDCSL <sup>2</sup>	4,314 - 4,414	911.0	7.8	4.05 - 5.44	0.19 - 0.58	1.0 - 34.9	235.0 - 286.0
Junín	3,670 - 4,218	573.9	9.1	6.11 - 7.19	0.05 - 0.34	3.0 - 15.0	74.0 - 286.0
Pasco	4,330 - 4,431	1,020.4	9.9	3.95 - 5.28	0.44 - 0.63	4.5 - 24.9	121.0 - 216.0
Puno	3,818 - 4,141	677.0	6.9	5.8 - 7.78	0.04 - 0.07	7.9 - 9.6	566.9 - 1192.5

<sup>1</sup> Comunidad Campesina Pastales Huando, <sup>2</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc

La asignación de cada planta a los puntos de la parcela experimental, previamente marcados, se realizó de forma aleatoria. La instalación de las plantas se realizó durante las dos primeras semanas de diciembre de 2019. La instalación se realizó a una profundidad de 10.0 cm con ayuda de un pico. Además de las plantas experimentales, se instalaron dos líneas adicionales de plantas (procedentes de la CCPH) para controlar el efecto borde.

Después de 12 meses de establecimiento se realizó el corte de uniformización a una altura de 5.0 cm en todas las plantas y al mismo tiempo se registraron las tasas de sobrevivencia por inspección directa. La altura a la hoja bandera fue considerada como altura de planta y medida con un vernier digital, el número de tallos por planta y el número de hojas por planta se obtuvo por conteo directo, teniendo en cuenta tallos y hojas mayores o iguales a 2.0 cm de longitud, determinado cada 14 días a partir del corte de uniformización hasta mayo de 2021. La tasa de crecimiento (mm/día), tasa de aparición de tallos (n/día) y la tasa de aparición de hojas (n/día) se calculó con los datos obtenidos y se analizó para cada mes.

Para la tasa de sobrevivencia, obtenido en porcentaje para cada accesión, se utilizó un análisis de varianza de una sola vía incluyendo el efecto de la población como único

factor. En cambio, los datos relacionados a los patrones de crecimiento fueron analizados utilizando el siguiente modelo lineal:  $Y_{ijk} = \mu + P_i + A_j(P_i) + B_k + \epsilon_{ijk}$ , donde  $Y_{ijk}$ : Características de patrones de crecimiento de *Festuca dolichophylla*,  $\mu$ : Media general,  $P_i$ : Efecto de la  $i$ -ésima población,  $A_j(P_i)$ : Efecto de la  $j$ -ésima accesión dentro de la  $i$ -ésima población  $B_k$ : Efecto del  $k$ -ésimo bloque (fila), y  $\epsilon_{ijk}$ : Error experimental.

Se hizo detección de datos atípicos por medio de un análisis exploratorio y estos fueron excluidos de posteriores análisis. En todos los procesos de análisis se utilizó el software R 4.0.3 y la comparación de medias se realizó por el método de Tukey con un nivel de significación de 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Tasa de Sobrevivencia

Las mayores tasas de sobrevivencia se encontraron en plantas de *Festuca dolichophylla* procedentes de Puno, seguida por plantas de la CCPH. En ambos casos, las tasas de sobrevivencia fueron superiores al 85%, mientras que en las otras poblaciones fueron inferiores al 70% (Cuadro 2). Además, hubo diferentes grados de variabilidad dentro de cada población, lo que concuerda con Gil *et al.* (2015), quienes estudia-

Cuadro 2. Poblaciones, accesiones y tasas de sobrevivencia (error estándar) en *Festuca dolichophylla*

Población	Accesiones	Repeticiones	Plantas instaladas	Plantas vivas	Tasa de sobrevivencia (%)
CCPH <sup>1</sup>	5	6	30	26	86.7 (8.2) <sup>ab</sup>
CIDCSL <sup>2</sup>	5	6	30	13	43.3 (13.5) <sup>b</sup>
Junín	5	6	30	19	63.3 (16.2) <sup>ab</sup>
Pasco	5	6	30	20	66.7 (11.8) <sup>ab</sup>
Puno	5	6	30	29	96.7 (3.3) <sup>a</sup>
Total	25		150	107	71.3 (6.1)

<sup>1</sup> Comunidad Campesina Pastales Huando, <sup>2</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc.

<sup>a,b</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas muestran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a la prueba de Tukey

ron 13 poblaciones de *Trichloris crinita*, graminéa nativa de Argentina, y encontraron persistencias desde 10% hasta 95%. La variabilidad es muy importante cuando se busca plantas con gran potencial de adaptación a diferentes ambientes.

La tasa de sobrevivencia de las plantas de Puno fue superior a las del CIDCSL, pero similares al resto de las poblaciones (Cuadro 2), a pesar de que las diferencias numéricas fueron superiores al 5.0%, debido principalmente a la elevada variabilidad. Por otro lado, Gil *et al.* (2015) encontraron diferencias entre poblaciones de *Trichloris crinita* para persistencia en un ambiente uniforme. Para otras especies nativas, como *Festuca humilior* y *Calamagrostis macrophylla* se reportan tasas de mortalidad dependientes del abonamiento del suelo (Tácuna *et al.*, 2015), mientras que Gonzales *et al.* (2021) no encontraron diferencias entre especies nativas e introducidas para sobrevivencia a los tres meses de implantación, siendo superior al 78%. En el presente estudio la temperatura del suelo (datos no publicados) fue uniforme, las características químicas del suelo fueron uniformes (bajos errores estándar) y la fuente de agua fue únicamente de lluvias, de allí

que la variabilidad mostrada se atribuye principalmente al componente genético de cada población. De hecho, las adaptaciones al medio ambiente de cada población, en especial los relacionados con el suelo y disponibilidad de agua habría generado una amplia variación fenotípica y genética en las poblaciones (Kozub *et al.* (2017).

### Patrones de Crecimiento

Las poblaciones tuvieron un efecto significativo sobre la altura de planta de *F. dolichophylla* ( $p < 0.05$ ), siendo las plantas procedentes de Puno las que mostraron mayor altura con respecto a las demás poblaciones durante el estudio, excepto con las plantas del CIDCSL (Cuadro 3). En todo el periodo de evaluación se encontró elevada variabilidad, reflejado en sus altos errores estándar. Estos resultados concuerdan con el estudio de Gil *et al.* (2015), quienes reportaron variabilidad y efecto de poblaciones para alturas al dosel y a la panoja más alta en trece poblaciones de *Trichloris crinita*.

La tasa de crecimiento fue influenciada de manera significativa por las poblaciones en el periodo de enero a marzo ( $p < 0.05$ ), en

Cuadro 3. Altura de planta (mm ± error estándar) en poblaciones de *Festuca dolichophylla*, según el mes de evaluación

Población	n	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
CCPH <sup>1</sup>	25	91.7 (3.6) <sup>bc</sup>	153.4 (12.3) <sup>bc</sup>	194.3 (19.9) <sup>bc</sup>	229.0 (25.6) <sup>bc</sup>	252.6 (28.4) <sup>bc</sup>	258.1 (29.0) <sup>bc</sup>
CIDCSL <sup>2</sup>	13	106.2 (5.6) <sup>ab</sup>	212.5 (17.8) <sup>ab</sup>	292.2 (31.4) <sup>ab</sup>	349.8 (37.9) <sup>ab</sup>	362.9 (38.7) <sup>ab</sup>	363.3 (38.8) <sup>ab</sup>
Junín	18	89.1 (3.7) <sup>bc</sup>	146.0 (8.5) <sup>c</sup>	180.8 (10.6) <sup>c</sup>	201.2 (12.3) <sup>c</sup>	213.4 (11.1) <sup>bc</sup>	217.1 (11.6) <sup>bc</sup>
Pasco	19	85.4 (3.7) <sup>c</sup>	148.4 (9.8) <sup>bc</sup>	174.9 (14.4) <sup>c</sup>	188.6 (17.9) <sup>c</sup>	198.3 (19.8) <sup>c</sup>	199.7 (20.2) <sup>c</sup>
Puno	25	114.6 (3.7) <sup>a</sup>	231.7 (8.8) <sup>a</sup>	332.0 (16.6) <sup>a</sup>	420.5 (19.4) <sup>a</sup>	454.1 (17.3) <sup>a</sup>	458.5 (16.5) <sup>a</sup>
Total	100	97.6 (2.1)	178.4 (6.2)	235.3 (10.6)	279.9 (13.8)	299.9 (14.6)	303.4 (14.6)

<sup>1</sup> Comunidad Campesina Pastales Huando, <sup>2</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc.

<sup>a,b,c</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas muestran diferencias significativas (p<0.05) a la prueba de Tukey

tanto que no se encontró diferencia significativa en abril y mayo (p>0.05). Plantas procedentes de Puno mostraron mayores tasas de crecimiento en comparación al resto de las poblaciones, con excepción a las plantas del CIDCSL (Figura 1) en el periodo de enero a marzo. Por otro lado, se encontró altos niveles de variabilidad, que se reflejan en el error

estándar. En estudios en *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* se reportó efecto de la especie sobre la extensión laminar y tasa de crecimiento expresado en mg/día (Ganderats y Hepp, 2003), así como del volumen de agua sobre la elongación de tallos y hojas en *Brachiaria decumbens* (de Souza et al., 2008).

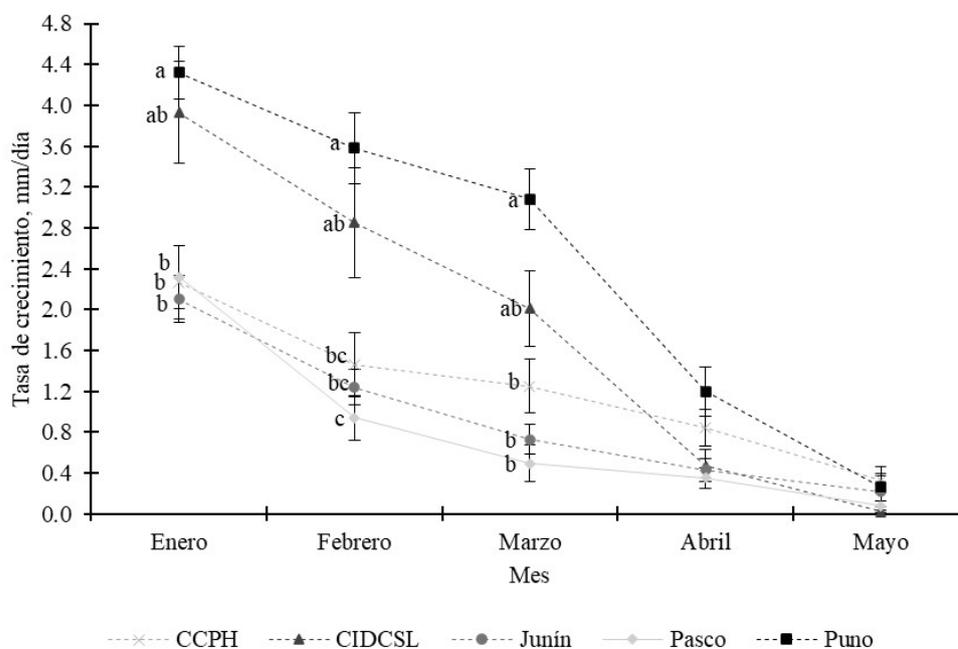


Figura 1. Tasa de crecimiento en poblaciones de *Festuca dolichophylla*. Letras iguales en el mismo mes indican diferencias significativas (p<0.05) a la prueba de Tukey. Las barras representan el error estándar

Los hallazgos muestran un patrón de crecimiento mayor al inicio del periodo de evaluación, coincidiendo con el incremento de las precipitaciones, para luego disminuir hasta mayo, donde el crecimiento es casi nulo, coincidiendo con el inicio de la época seca. La sequía induce la reducción en la presión de turgencia de las hojas y dan como resultado una inhibición simultánea, tanto de la expansión como de la diferenciación celular, provocando la reducción en la tasa de elongación y aumentando la duración (Coussement *et al.*, 2021).

El número de tallos fue influenciado ( $p>0.05$ ) por la población desde febrero a mayo ( $p<0.05$ ), pero no en diciembre y enero. En todos los casos con altos valores de error estándar indicando alta variabilidad (Cuadro 4). Las plantas de Puno mostraron mayor número de tallos de febrero a abril con respecto al resto de las poblaciones; asimismo, *Festuca dolichophylla* de Puno mostró mayores valores en mayo que las otras poblaciones, pero fue similar a las plantas del CIDCSL.

La tasa de aparición de tallos no mostró diferencias significativas entre poblaciones en los meses de enero, marzo, abril y mayo ( $p>0.05$ ); pero se encontraron diferencias significativas en el mes de febrero ( $p<0.05$ ) don-

de plantas de Puno tuvieron mayor tasa de aparición de tallos en comparación al resto de las poblaciones (Figura 2), lo cual muestra alta variabilidad para esta característica. Gil *et al.* (2015) también reportaron variabilidad y diferencias entre poblaciones de *Trichloris crinita* para el número de panojas.

El número de hojas fue influenciado por la población ( $p<0.05$ ) en los meses de diciembre y enero, mas no en febrero, marzo, abril y mayo ( $p>0.05$ ), en todos los casos con elevada variabilidad (Cuadro 5). El número de hojas en diciembre fue superior en las plantas procedentes de Puno, en tanto que solo en enero fue superior a las plantas de la CCPH. En este sentido, da Silva *et al.* (2009) reportaron alta variabilidad para el número de hojas vivas, además de que a menor es la altura de corte en *Panicum máximum* el número de hojas/macollo es menor. En *Urochloa brizantha* y *Megathyrsus maximus*, Mota *et al.* (2021) encontraron un mayor número de hojas debidas al abonamiento con azufre y potasio.

La tasa de aparición de hojas no mostró diferencias significativas entre poblaciones ( $p>0.05$ ) durante todo el proceso de evaluación, pero se encontró alta variabilidad en las poblaciones (Figura 3). La tasa de aparición de hojas incrementa de enero a abril en todas

Cuadro 4. Número de tallos por planta (error estándar) en poblaciones de *Festuca dolichophylla* según el mes de evaluación

Población	n	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
CCPH <sup>1</sup>	25	0.00 (0.00)	0.36 (0.14)	2.36 (0.36) <sup>b</sup>	3.27 (0.44) <sup>b</sup>	3.45 (0.45) <sup>b</sup>	3.55 (0.45) <sup>b</sup>
CIDCSL <sup>2</sup>	13	0.08 (0.08)	0.77 (0.23)	2.77 (0.75) <sup>b</sup>	3.54 (0.93) <sup>b</sup>	3.92 (1.00) <sup>b</sup>	4.23 (1.19) <sup>ab</sup>
Junín	18	0.36 (0.13)	0.86 (0.27)	2.07 (0.32) <sup>b</sup>	2.43 (0.37) <sup>b</sup>	2.86 (0.39) <sup>b</sup>	2.93 (0.38) <sup>b</sup>
Pasco	19	0.23 (0.12)	0.46 (0.14)	2.23 (0.44) <sup>b</sup>	3.00 (0.65) <sup>b</sup>	3.08 (0.65) <sup>b</sup>	3.08 (0.65) <sup>b</sup>
Puno	25	0.00 (0.00)	0.92 (0.26)	5.84 (0.52) <sup>a</sup>	7.44 (0.70) <sup>a</sup>	7.92 (0.76) <sup>a</sup>	8.32 (0.82) <sup>a</sup>
Total	100	0.12 (0.03)	0.66 (0.11)	3.21 (0.28)	4.15 (0.36)	4.45 (0.38)	4.63 (0.41)

<sup>1</sup> Comunidad Campesina Pastales Huando, <sup>2</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc.

<sup>a,b,c</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas muestran diferencias significativas ( $p<0.05$ ) a la prueba de Tukey

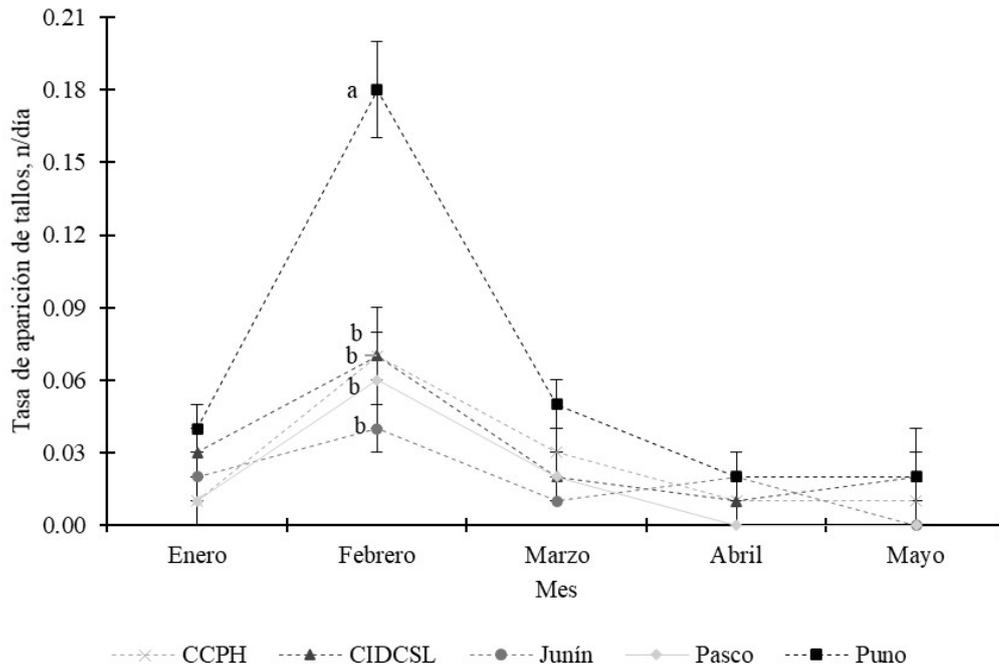


Figura 2. Tasa de aparición de tallos en poblaciones de *Festuca dolichophylla*. Letras iguales en el mismo mes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a la prueba de Tukey. Las barras representan el error estándar

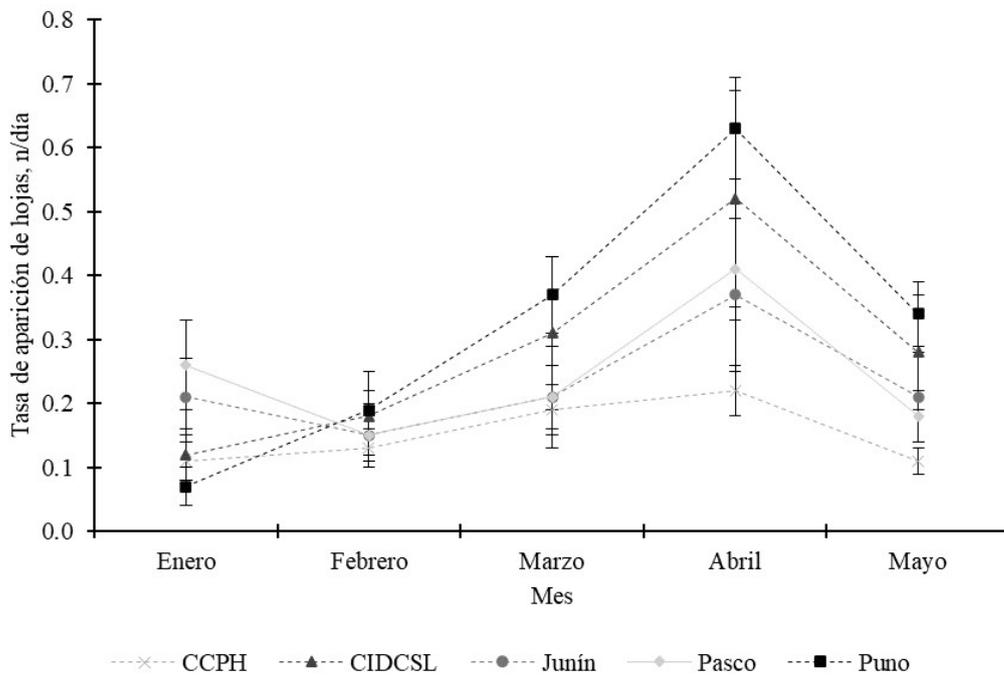


Figura 3. Tasa de aparición de hojas en poblaciones de *Festuca dolichophylla*. Letras iguales en el mismo mes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) a la prueba de Tukey. Las barras representan el error estándar

Cuadro 5. Número de hojas por planta (error estándar) de poblaciones de *Festuca dolichophylla* según el mes de evaluación

Población	n	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
CCPH <sup>1</sup>	25	11.36 (1.74) <sup>b</sup>	14.32 (1.91) <sup>b</sup>	17.92 (2.44)	23 (3.36)	29.16 (4.35)	30.96 (4.63)
CIDCSL <sup>2</sup>	13	18.38 (5.19) <sup>b</sup>	21.46 (5.99) <sup>ab</sup>	26.62 (7.79)	35 (11.02)	49.54 (15.86)	54.31 (17.43)
Junín	18	14.17 (3.31) <sup>b</sup>	19.78 (4.74) <sup>ab</sup>	23.89 (5.91)	29.56 (7.75)	39.94 (10.88)	43.44 (11.96)
Pasco	19	18.47 (3.01) <sup>b</sup>	25.32 (4.46) <sup>ab</sup>	29.47 (5.32)	35.05 (6.4)	44.32 (8.05)	47.42 (8.63)
Puno	25	36.68 (3.16) <sup>a</sup>	38.56 (3.01) <sup>a</sup>	43.88 (3.54)	53.72 (4.91)	71.24 (6.62)	77.08 (7.23)
Total	100	20.46 (1.68)	24.38 (1.88)	28.81 (2.25)	35.71 (2.94)	47.15 (4.01)	50.9 (4.37)

<sup>1</sup> Comunidad Campesina Pastales Huando, <sup>2</sup> Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc.

<sup>a,b,c</sup> Superíndices diferentes dentro de columnas muestran diferencias significativas (p<0.05) a la prueba de Tukey

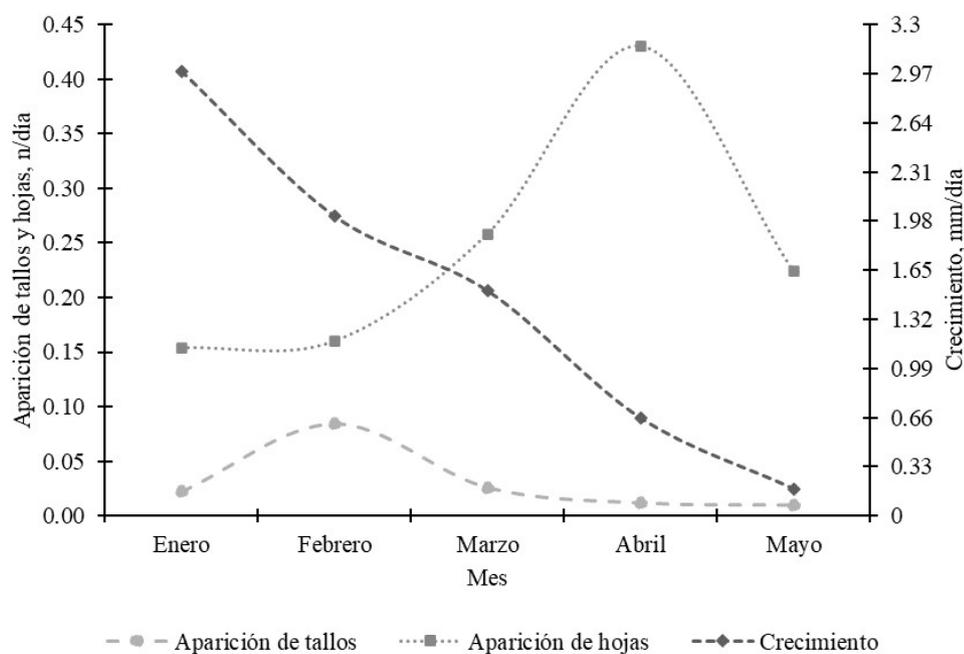


Figura 4. Patrones de crecimiento en *Festuca dolichophylla*

las poblaciones, para disminuir en mayo. Así, da Silva *et al.* (2009) reportaron una disminución en la tasa de aparición de hojas a lo largo del periodo de crecimiento en *P. maximum*, una gramínea tropical, diferente a

los hallazgos en el presente estudio; en cambio Mota *et al.* (2021) no encontraron diferencias en la tasa de aparición de hojas debido al abonamiento con azufre y potasio en *Urochloa brizantha* y *Megathyrsus maximus*.

La altura de planta, número de tallos por planta, número de hojas por planta, así como la tasa de crecimiento, tasa de aparición de tallos y tasa de aparición de hojas tuvieron alta variabilidad. Resultados similares fueron obtenidos por Gil *et al.* (2015) en poblaciones de *Trichloris crinita* con relación a la altura de plantas, número de hojas, número de panículas y número de macollos, en tanto que Kozub *et al.* (2017), para dicha especie encontraron alta variabilidad para características relacionadas con la revegetación y uso como forraje. Esta variabilidad habría sido generada por los diferentes ambientes de origen a los cuales se adaptaron cada población, especialmente a los relacionados con las características del suelo, disponibilidad de agua, estrés abiótico (sequía, salinidad) y la competencia con otras especies nativas (Kozub *et al.* (2017).

En el presente estudio, las plantas procedentes de las diferentes poblaciones fueron evaluadas en un ambiente uniforme; por lo que la variación y diferencias encontradas se deberían principalmente a la diferente constitución genética de cada población. Esta variabilidad es muy importante para futuros programas de mejoramiento genético en esta especie con fines de producción forrajera o revegetación; sin embargo, previamente se requiere realizar una caracterización morfológica y genética como lo sugieren Oliveira *et al.* (2016) a fin de poder identificar poblaciones potenciales con propósitos específicos.

Por último, se encontró un patrón de crecimiento ordenado de las partes de la planta (Figura 4). *F. dolichophylla* inicia con crecimiento en tamaño (altura de planta) en el mes de enero para luego descender gradualmente; en seguida se incrementa el número de tallos, mostrando la mayor tasa de aparición de tallos en febrero, para finalmente incrementar el número de hojas, especialmente en abril. Matthew (1996) encontró una activación secuencial de la emergencia de tallos, formación de raíces y crecimiento de hojas en *Lolium perenne*; patrón que sería similar al del presente estudio para tallos y hojas.

## CONCLUSIONES

- Existe alta variabilidad y diferencias entre poblaciones de *Festuca dolichophylla* para tasa de sobrevivencia, altura de planta, tasa de crecimiento, número de tallos, tasa de aparición de tallos y número de hojas; a excepción de la tasa de aparición de hojas.
- *Festuca dolichophylla* muestra un patrón de crecimiento ordenado; primero crece en tamaño, luego incrementa el número de tallos y finalmente aumenta el número de hojas.

## Agradecimientos

A Mario Paucar y Juana Sullca por permitir el uso de sus áreas de pastoreo para el desarrollo de esta investigación.

## LITERATURA CITADA

1. **Aybar C, Fernández C, Huerta A, Lavado W, Vega F, Felipe-Obando O. 2020.** Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrolog Sci J* 65: 770-785. doi: 10.1080/02626667-2019.1649411
2. **Bedunah DJ, Angerer JP. 2012.** Rangeland degradation, poverty, and conflict: how can rangeland scientists contribute to effective responses and solutions? *Rangeland Ecol Manag* 65: 606-612. doi: 10.2111/REM-D-11-00155.1
3. **Coussement JR, Villers SLY, Nelissen H, Inzé D, Steppe K. 2021.** Turgor-time controls grass leaf elongation rate and duration under drought stress. *Plant Cell Environ* 44: 1361-1378. doi: 10.1111/PCE.13989
4. **da Silva K, do Nascimento DJ, da Silva S, Carneiro V, Zanine A. 2009.** Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim-tanzânia

- submetido a duas alturas e três intervalos de corte. Rev Bras Zootecn 38: 2127-2136. doi:10.1590/S1516-3598200900-1100009
5. **de Souza J, Vieira A, Matsumoto S, Pereira M, Sousa G. 2008.** Características morfológicas e estruturais da *Brachiaria decumbens* Stapf. submetida a diferentes doses de nitrogênio e volumes de água. Acta Vet Brasilica 2: 1-10. doi: 10.21708/AVB.2008.2.1.599
  6. **Estell RE, Havstad KM, Cibils AF, Fredrickson EL, Anderson DM, Schrader TS, James DK. 2012.** Increasing shrub use by livestock in a world with less grass. Rangeland Ecol Manag 65: 553-562. doi: 10.2111/REM-D-11-00124.1
  7. **Ganderats S, Hepp C. 2003.** Mecanismos de crecimiento de *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* en la zona intermedia de Aysén. Agr Tec 63: 259-265. doi: 10.4067/S0365-28072003000300005
  8. **Gil C, Ordinola R, Ernst RD, Ruiz MA. 2015.** Caracterización morfológica, biomasa aérea y calidad en distintas poblaciones de *Trichloris crinita*. Arch Zootec 64: 49-56. doi: 10.21071/az.v64i245.374
  9. **Gonzales M, Ernst R, Ruiz M. 2021.** Aptitud para la implantación y supervivencia de gramíneas forrajeras estivales nativas y exóticas en la provincia de La Pampa, Argentina. Semiárida. 31: 21-31. doi: 10.19137/SEMIARIDA.2021-(02).21-31
  10. **Huerta A, Aybar C, Lavado-Casimiro W. 2018.** PISCO temperatura v. 1.1 (PISCO v1.1). Lima.
  11. **[INEI] Instituto Nacional de Estadística e Informática. 2012.** IV Censo Nacional Agropecuario 2012 - Cuadros estadísticos. [Internet]. Disponible en: <http://censos.inei.gob.pe/cenagro/tabulados/>
  12. **Kozub PC, Cavagnaro JB, Cavagnaro PF. 2017.** Exploiting genetic and physiological variation of the native forage grass *Trichloris crinita* for revegetation in arid and semi-arid regions: An integrative review. Grass Forage Sci 73: 257-271. doi: 10.1111/GFS.12337
  13. **Matthew C. 1996.** Seasonal patterns of root, tiller and leaf production in a Grasslands Ruanui ryegrass sward. Pr N Z Grassl Assoc 58: 73-76. doi: 10.33584/JNZG.1996.58.2220
  14. **Mosquera GM, Marín F, Stern M, Bonnesoeur V, Ochoa-Tocachi BF, Román-Dañobeytia F, Crespo P. 2022.** Progress in understanding the hydrology of high-elevation Andean grasslands under changing land use. Sci Total Environ 804: 1-14. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.150112
  15. **Mota LG, Lourenço PEC, Motta LJM, Motta AM, Mattos JS, Cabral CHA, Cabral CEA. 2021.** Morphological characteristics and production of Xaraes and Zuri grass fertilized with combinations of sulfur and potassium. Bol Indústria Anim 78: 1-14. doi:10.17523/bia-2021.v78.e1502
  16. **Nelson CJ. 2000.** Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: Lemaire G, Hodgson J, de Moraes A, Nabinger C, de F. Carvalho P (eds). Grassland ecophysiology and grazing ecology. New York: CABI Publishing. p 101-126.
  17. **Oliveira JA, Palencia P, Gonzáles JM. 2016.** Caracterización de germoplasma de Agrostis y Festucas de los grupos Rubra y Ovina del norte de España. Sociedad Española de Pastos 46: 45-60.
  18. **Tácuna RE, Aguirre L, Flores ER. 2015.** Influencia de la revegetación con especies nativas y la incorporación de materia orgánica en la recuperación de pastizales degradados. Ecología Aplicada 14: 191-200.
  19. **Zarria MR, Flores ER. 2015.** Potencial de mejora de los pastizales de los sistemas de producción de alpacas de la sierra central. En: VII Congreso Mundial de Camélidos Sudamericanos. Puno, Perú.