

Implicancias del manejo de una pastura cultivada en seco y la respuesta al abonamiento

Implications of the management of a dry pasture cultivated in response to fertilization

Nicaela Terroba^{1*}, Enrique Flores M² y Edwin Cañazaca³

Resumen

El uso de nutrientes en forrajes para sistemas de producción de ganadería altoandina es poco utilizado. Este estudio evaluó la respuesta de la fertilización en la asociación de pastos cultivados en seco de *Dactylis* (*Dactylis glomerata* var. *Potomac*) y trébol rojo (*Trifolium pratense* var. *Quiñequeli*). El lugar de estudio estuvo ubicado a 4350 msnm en la eco región Puna, sector Ayaracra región Pasco en el Perú. El diseño experimental fue bloque completo al azar con arreglo factorial de 2x3x2 con 2 niveles de nitrógeno (0 y 50 kg/ha), 3 niveles de fósforo (0, 80 y 160 kg/ha) y 2 niveles de potasio (0 y 30 kg/ha), las variables: composición florística, tasa de crecimiento y producción de forraje. Los resultados indican que la fertilización con nitrógeno (50kg/ha) y fósforo (80 kg/ha) mostraron efecto significativo en la tasa de crecimiento y producción de forraje, no hubo respuesta de la fertilización con potasio en las variables evaluadas; el análisis de las interacciones indica que la combinación de N50, P80 y K 0 mostró mejores resultados en la producción de forraje resultados superior a los otros tratamientos

Palabras claves: Fertilización, crecimiento, producción, pastos cultivados.

Abstract

The nutrient use in forages livestock system production high Andean is little used. This study evaluated the response of fertilization on the association of cultivated grasses in dry of *Dactylis* (*Dactylis glomerata* var. *Potomac*) and red clover (*Trifolium pratense* var. *quiñequeli*). The study area was located at 4350 m of altitude in to the Puna ecoregion in Ayaracra sector, Pasco region of Peru. The experimental design was randomized complete block with factorial 2x3x2; with two levels of nitrogen (0 to 50 kg/ha), three levels of phosphorus (0, 80 to 160 kg/ha) and two levels of potassium (0 to 30 kg/ha). Was evaluated were floristic composition, growth rate and pasture production. The results indicate that fertilization nitrogen (50 kg/ha) and phosphorus (80 kg/ha) showed effect a significant the growth rate and forage production. There was not an effect potassium fertilization on the variables evaluated. The analysis of the interactions indicates that the combination of N 50, P 80 and K 0 showed gave better results in forage production than the other treatments.

Keyword: Fertilization, growth, production, cultivated grasses.

Recibido: 18/08/2023

Aceptado: 04/12/2023

Publicado: 31/01/2024

Sección: Artículo original

*Autor correspondiente: nterroba@unap.edu.pe

Introducción

Las pasturas en seco en zonas de puna dependen de las lluvias, hay zonas altoandinas donde no hay posibilidades de riego, pero si condiciones de suelo, la opción de pastos cultivados en seco resulta buena para incrementar la producción lechera y reducir la presión de pastoreo en praderas nativas. Los pastizales en el Perú, ocupan el 14.2% del territorio (Valverde et al., 2022), donde se desarrolla la mayor parte de la ganadería extensiva que representan la principal fuente de sustento para las poblaciones de la zona (Cárdenas-Navarro et al., 2004; Flores, 2016; Lima et al., 2020).

La importancia de los pastos cultivados adaptados en zonas de sequía donde las características del suelo, los niveles de precipitación y el balance de agua lo permiten, se considera una herramienta para mejorar la calidad del alimento, por ende, el desarrollo de una producción ganadera eficiente, rentable y sostenible en el tiempo, sin embargo; requiere de labores agronómicas

importantes como la fertilización para su mantenimiento (Cichota et al., 2020).

La fertilización es necesaria para proveer al suelo y a los cultivos los nutrientes que pueden faltar; si el suministro de nutrientes en el suelo es amplio, es probable que los cultivos crezcan mejor y el rendimiento se incremente. Es así que las plantas dependen de los nutrientes del suelo para su crecimiento y desarrollo (Jouany et al., 2021; Wilcox, 1984). El efecto de las

¹ Escuela de posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6857-4236>

² Departamento de Producción animal, Facultad de Zootecnia, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5418-1247>

³ Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7808-6471>

Como citar: Terroba, N., Flores M., E., & Cañazaca, E. (2024). Implicancias del manejo de una pastura cultivada en seco y la respuesta al abonamiento. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 26(1), 16-23. <https://doi.org/10.18271/ria.2024.569>



prácticas de fertilización en la productividad y manejo de recursos provenientes del suelo es elemento clave de la investigación, en la agricultura sostenible y el cambio global; otra ventaja, es la dosis adecuada de fertilizantes asegura la estabilidad del suelo sin provocar efectos negativos en el medio ambiente (Martín-Torres et al., 2020).

Debido a la importancia del nitrógeno en las plantas, junto al fósforo y potasio, (La Manna et al., 2011), los dos primeros son relativamente bajos en la mayoría de agroecosistemas (Cassman et al., 2002), es pertinente mejorar la eficiencia de los fertilizantes, determinar cuánto fertilizante se debe aplicar a las plantas y así maximizar el crecimiento y rendimiento del forraje, (Lemaire et al., 2021). El objetivo de la investigación fue evaluar la composición florística, tasa de crecimiento y producción de pastos cultivados en secano y la respuesta a diferentes dosis de fertilización, en época de lluvia.

Materiales y métodos

La ubicación del sitio experimental es el centro de investigación y capacitación campesina Ayaracra (CICCA), región Pasco a 4350 msnm. La zona de vida corresponde a páramo muy húmedo – sub alpino tropical (pmH-SaT) (Holdridge, 1978). La topografía presenta pampas suaves a ligeramente onduladas. Los suelos son profundos en mayoría, el área pertenece a la clase agrológica de uso V y VI siendo apto para el establecimiento de pastos cultivados.

El área utilizada para el estudio cuenta con 30 has de pastura asociada de *Dactylis* (*Dactylis glomerata* Var. Potomak) Trebol rojo, (*Trifolium pratense* var. Quinequelli), se realizó el análisis de suelo en el Laboratorio de Aguas y suelo de la UNALM y se identificó un suelo de textura franco arenoso, pH 4.6, materia orgánica 2.9%, fósforo 13 ppm, potasio 275 ppm, CIC 25.5

El clima es variable con temperatura media anual de 13 °C y mínima anual de -4.2 °C. Durante el tiempo que duró el experimento se registró una media mensual de 8.1 °C. la precipitación anual es 1191 mm y se presenta en mayor intensidad de diciembre a marzo.

Tratamientos experimentales

Se instalaron dos 2 bloques de 190 m², uno de alta cobertura y otro de baja cobertura vegetal, cada bloque corresponde a una repetición completa de los tratamientos, cada bloque compuesto por 12 parcelas de 15 m² asignadas al azar, cada parcela se dividió en 6 partes, donde se colocó una jaula de crecimiento de 0.25 m² que protegía el pasto del pisoteo de los animales,

la jaula de crecimiento fue cambiada de posición mensualmente dentro de la parcela, para evitar el efecto de corte sucesivo en el mismo sitio, se realizó el corte del forraje al inicio del experimento, la aplicación de fertilizantes se realizó en temporada de lluvias para facilitar su disolución y penetración en el suelo.

Los tratamientos resultaron de la combinación de 2 niveles de nitrógeno 0 - 50 kg/ha, 3 niveles de fósforo 0 - 80 - 160 kg/ha y 2 niveles de potasio 0 - 30 kg/ha, las fuentes de fertilizantes utilizados fueron: Nitrato de Amonio 33% N, Súper fosfato triple 46 % P₂O₅, Cloruro de Potasio 50% KCl. El forraje se cortó manualmente al ras del suelo, el material recolectado fue debidamente identificado y pesado en verde en balanza digital, procediendo luego a embolsado individual de cada muestra para su traslado y posterior procesamiento en el Laboratorio de Utilización y manejo de pastizales de la UNALM donde fueron sometidas al secado en estufa a 60 °C por 48 horas y obtener materia seca.

Composición florística, se utilizó el forraje cosechado para crecimiento en materia seca, posteriormente se utilizó el tablero de marco puntual dividido en 100 cuadrículas. En este se esparció las muestras y se realizaron las lecturas, expresando la composición florística (hoja, tallo de gramíneas y leguminosas) en porcentaje.

Tasa de crecimiento y producción de forraje, se obtuvo del pasto que rebrotaba después del corte anterior (30 días), una vez secado los datos se multiplicaron por el factor 40, se midió en kilogramos de materia seca por hectárea por día (kg MS/ha/día). La producción de forraje (kgMS/ha) resulta de la suma de las tasas de crecimiento mensual multiplicado por el número de días que duró el experimento (180). Estos datos fueron convertidos a TnMS/ha.

Análisis estadístico

Las variables de estudio fueron analizadas mediante el diseño de Bloque completo al azar con arreglo factorial 2x3x2. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete Infostat. La comparación de medias se realizó mediante la prueba TuKey ($p < 0.05$).

Resultados y discusión

Composición florística, la pastura estuvo conformado por *Dactylis glomerata* (69%) y *Trifolium pratense* (28%), otras especies (3%) *Muhlenbergia peruviana*, *Alchemilla pinnata*, *Trifolium amabile*. Los niveles de fertilización N P K; en el caso de *Dactylis glomerata*, el nitrógeno favorece la presencia de esta especie, el nivel N 50, muestra un porcentaje alto dentro de

la pastura (80%), las gramíneas muestran una respuesta favorable en el crecimiento al adicionar N, por lo que es común que aumente la acumulación de biomasa en las plantas (Fontanetto et al., 2003), lo contrario sucede con *Trifolium pratense*, no responde a la aplicación de nitrógeno, como menciona (Ordoñez-Flores et al., 2019), el trébol rojo (*Trifolium pratense*) var. Quiñequeli, es una especie esencial en pasturas sostenibles, pero tuvo poca contribución en la composición botánica en la pastura.

El fósforo en *Dactylis glomerata* resulta alto en el nivel P160 con (80%), en el caso de la leguminosa *Trifolium pratense* responde favorablemente a la dosis de P 80. Las leguminosas son más exigentes en este nutriente, requieren fósforo para su desarrollo, este elemento influye en la fijación simbiótica de N, crecimiento de raíces, no puede ser sustituido por otro elemento, la planta debe tener P para cumplir su ciclo de producción (Boschetti & Quintero, 2000). Con respecto a la aplicación de K la gramínea si responde a la

fertilización del nivel K 30 con (82%), *Trifolium pratense* no responde a los niveles de K (García et al., 2005). El análisis estadístico ($p > 0.05$) no detecta significancia.

Teniendo en cuenta el interés de la ganadería, se basa en la acumulación de hojas siendo la parte de la planta que es consumida en mayor proporción por los animales y aporta mayor cantidad de nutrientes lo que es asociado con la calidad de la pastura (Atencio et al., 2014; Liendo et al., 2019). La relación de hojas, tallos, material senescente y otras especies, tanto para gramíneas como para leguminosas se presenta en la figura 1. En gramíneas el mayor porcentaje de hojas (GH) se presenta en el tratamiento N50 con 46%, por otra parte, los tallos (GT) 7.7% en el tratamiento N0 P160 K30 y mayor porcentaje de material senescente (MS) en el tratamiento N50 P160 K30. En las leguminosas el mayor porcentaje de hojas (LH) 25% en el tratamiento N50. No habiendo detectado diferencia entre tratamientos.

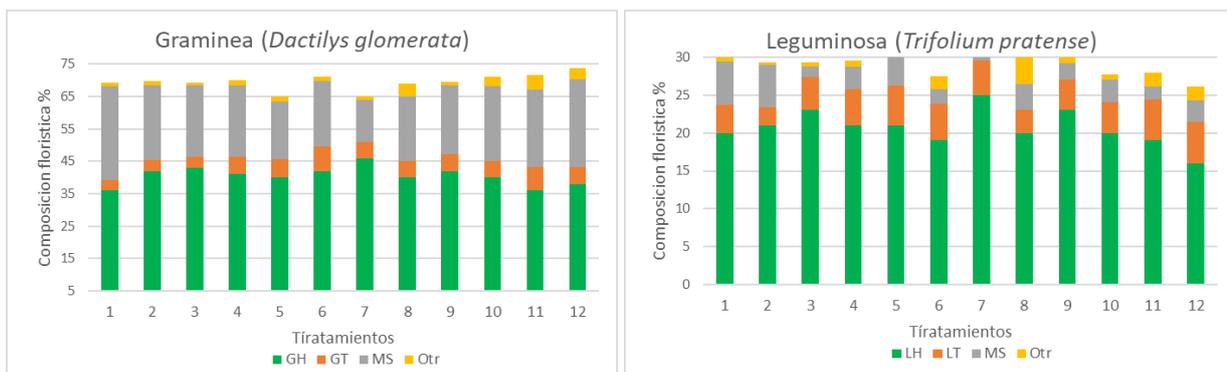


Figura 1. Composición florística del área evaluada, GH-gramínea hoja (izquierda). GT-gramínea tallo, material senescente, otras especies (derecha) composición florística de LH- leguminosa hoja, LT- leguminosa tallo, MS- material senescente, otras especies.

Crecimiento y producción de forraje

El efecto principal del nitrógeno resultó altamente significativo ($p < 0.05$) en la tasa de crecimiento y producción de forraje de la pastura, 23.2 kgMS/ha/día. El incremento del rendimiento con fertilización de N en pasturas cultivadas perennes es frecuente, aunque la respuesta de las plantas a la fertilización depende de los niveles de precipitación posteriores (Gargano et al., 2003). Estos resultados indican el nivel N 50 con 4176 kgMS/ha en temporada de lluvias, fue superior con respecto al nivel N 0 (Tabla 1). El nitrógeno aportado es el principal elemento mineral absorbido por las plantas e interviene en procesos fisiológicos esenciales para su crecimiento y desarrollo (Arteaga et al., 2019; Cárdenas-Navarro et al., 2004; Sierra-Alarcón et al., 2019). Los resultados se pueden relacionar con la disponibilidad de N del fertilizante inorgánico aplicado en este experimento, ya que estos se solubilizan rápidamente en el suelo y su efecto en la nutrición de plantas es rápido y directo (Pezo & García, 2018).

La aplicación de fósforo tuvo efecto significativo ($p < 0.05$) en la tasa de crecimiento y producción de la asociación lo que nos sugiere que la fertilización con este elemento estimula el crecimiento de la asociación (Muslera & Ratera, 1991). La fertilización fosforada aplicada a la pastura resultó con 23.04 kgMS/ha/día con el nivel N0 P 80 K0. En la producción de forraje el nivel P 80 kg/ha resulta superior con 4147 kgMS/ha en temporada de lluvias. El fósforo es un nutriente esencial para la producción de cultivos en muchos agroecosistemas interandinos al incrementar la tasa de crecimiento (Vallejos et al., 2021), es un nutriente que da calidad y precocidad adelantando su maduración, si bien el nitrógeno es clave en la producción primaria, este está asociado al fósforo (Trillo Zárate et al., 2020). Estos resultados están acordes con los obtenidos en investigaciones realizadas en zonas de sierra alta de Cajamarca, Cerro de Pasco en altitudes similares a la evaluación de este trabajo, concluyen que la fertilización fosforada mejora significativamente el rendimiento de la pasturas cultivadas y naturales como *Trifolium*

repens y *Festuca dolichophilla*, *Ryegrass*, *trébol*, la fertilización fosforada incremento el rendimiento de biomasa como resultado de la disponibilidad de P en el suelo, en comparación con las praderas que no recibieron fertilización (Florian, 2019; Lima et al., 2020).

El efecto principal del potasio no responde ($p>0.05$) al crecimiento y producción. La absorción

de N y P pueden ser similares, pero el K es un poco tardío (Pezo & Garcia, 2018). Algunos suelos de zonas alto andinas se caracterizan por contar en forma natural con importantes niveles de potasio, por lo que se puede prescindir de este elemento al momento de planificar la fertilización (Farfán & Farfán, 2012).

Tabla 1. Variación en Composición florística (%), crecimiento y producción de forraje en respuesta a la fertilización N, P, K

Variables	Nitrógeno (kg/ha)		Fosforo (kg/ha)			Potasio (kg/ha)	
	0	50	0	80	160	0	30
Composición Botánica (%)							
Gramíneas	77	82	76	79	80	79	81
Leguminosa	19	16	15	19	17	18	17
Otras	3,5	2,0	6,0	2,9	3,6	2,9	2,0
Tasa de crecimiento y producción de Forraje (MS)							
Kg/MS/ha/día	18,14 ^b	23,26 ^a	18,40 ^b	24,04 ^a	19,65 ^b	19,93 ^a	21,40 ^a
Kg/MS/ha	3265 ^b	4187 ^a	3312 ^b	4327 ^a	3537 ^b	3587 ^b	3864 ^b

^{a,b} Letras diferentes dentro de la línea indica diferencia significativa ($p>0.05$), los valores para producción del forraje se obtuvieron del rendimiento (MS) por día y por el tiempo de duración del estudio (180 días).

El efecto de las interacciones en la composición florística no resulto significativa ($p>0.05$), la respuesta de los niveles N 50, P 0, K 30 resulta con 87%, siendo este el valor más alto entre los tratamientos. *Dactylis glomerata*, en el nivel N 0 tanto en K 0 y K 30 muestran un ligero incremento cuando interactúan con P 80; mientras que en el nivel N 50, si bien K 30

con (86%) muestra incremento en el rendimiento. Pero la interacción desciende cuando interactúa con P 80. La respuesta de la leguminosa fue favorable para el nivel N50 con P80 y K 30 (24%), la fertilización con P 80 incremento la composición de leguminosas (Rodríguez et al., 2007). Figura 2.

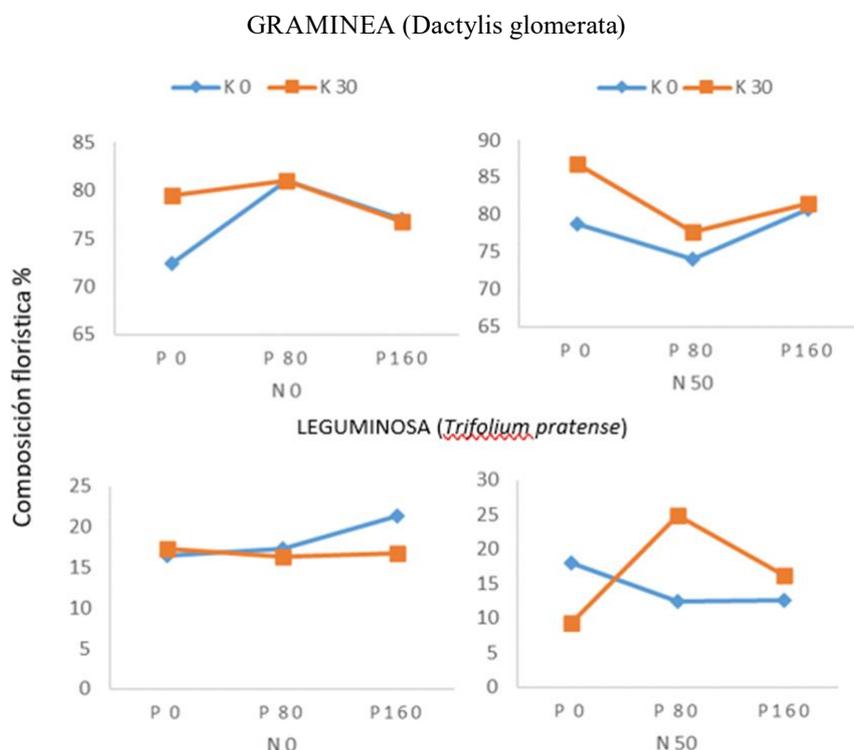


Figura 2. Composición florística en respuesta a la fertilización N P K

Efecto de las interacciones N P K en la tasa de crecimiento y producción de forraje

El análisis de varianza para la tasa de crecimiento y producción de forraje de la asociación, indica diferencia significativa ($p > 0.05$) para la interacción N x P, mas no detecta diferencia entre las demás interacciones. El rendimiento es superior en la interacción N 50 – P80 - K0 (Figura 3), llegando a obtener el valor más alto de producción (4.8 Tn). Sin embargo, cuando se incrementa la dosis de P160 con N50, la respuesta empieza a descender; el rendimiento con aplicación excesiva de fosforo disminuye con el aumento de la dosis y muchas

veces se recomienda aplicar innecesariamente altas cantidades de fosforo. (Chen et al., 2021), en este y otros estudios realizados en zona de puna donde la falta del fosforo en suelos es común, es necesaria la aplicación de este, ya que su falta podría afectar la productividad del forraje (McDowell & Gray, 2022), al incrementar la dosis de P 80 a P 160 parece haber interacción, pero no es detectada al ser sometida a la prueba estadística. Los enfoques de agro hábitats modificados con la aplicación de N y P inorgánico y la interacción del rendimiento con factores de suelo, clima y manejo causan variación en el contenido nutrimental en la biomasa aérea, resultaron ser similares para N y P (Haller et al., 1998).

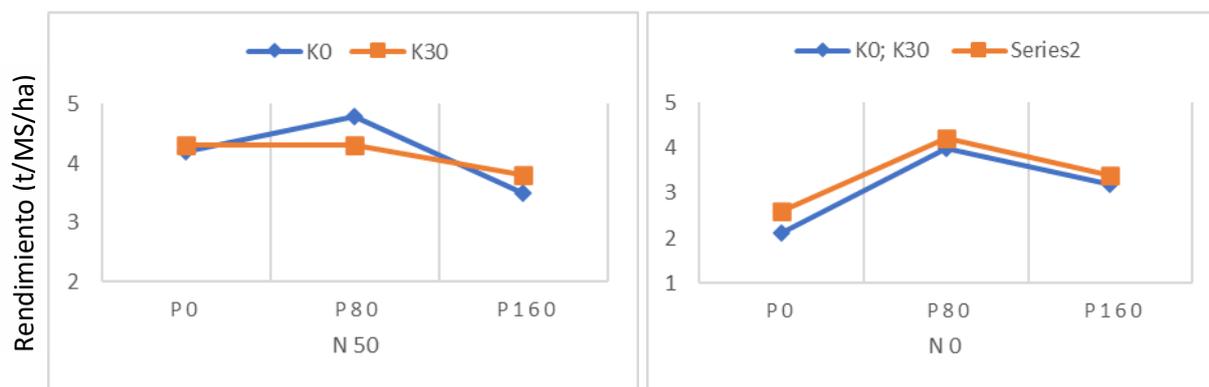


Figura 3. Efecto de la interacción N P K en el rendimiento del forraje Tn/MS/ha, (izquierda) interacción de N0-P0, P80, P160 y K0, K30; se tienen la media más alta (4 t) en N0-P80-K30 y en N50-P80-K0 la media indica una producción alta (4.8 t), (derecha); sucede que cuando se incrementa P a 160 la producción empieza a descender en ambos casos (N0 y N50)

La tasa de crecimiento en el nivel N 0, tanto en K 0 y K 30 incrementa la producción cuando interactúa con P 80, al incrementarse la dosis a P 160 la producción decrece. La fertilización de N, P aumento la producción de biomasa, ante la disponibilidad inmediata de algún macro nutriente y determinan el desarrollo de los cultivos y la productividad de los ecosistemas (Chen et al., 2021).

Implicancias de manejo de la pastura

En el estudio se tuvo una producción de 4788.0 kgMS/ha con N50-P80 kg/ha; si utilizamos el 90 % del forraje, la carga animal estimada es 1.8 UA/ha para el periodo de pastoreo de diciembre a mayo en este sistema, está en el rango de carga de otros sistemas de producción de leche basados en pastos cultivados en zona alto andina (Flores et al., 2002).

Así mismo el mantenimiento de la pastura requiere de la suplementación de nutrientes para maximizar la producción de la pastura, en este estudio los resultados indican que el abonamiento con N P K en las dosis 50 – 80 – 0 mejoran y mantiene las pastura en buen estado (Figura 3). se demuestra que el efecto del abonamiento en la producción de pasturas en seco, es necesario.

La disponibilidad de agua, clima favorable y la aplicación de fosforo resultado favorable en el crecimiento y desarrollo de las plantas en mayor magnitud en comparación a la parcela que no recibio fertilización, la respuesta de la fertilización está directamente relacionada con la disponibilidad de agua en el suelo (Heshmati et al., 2020; Lima et al., 2020; Moreno-Carrillo et al., 2015).

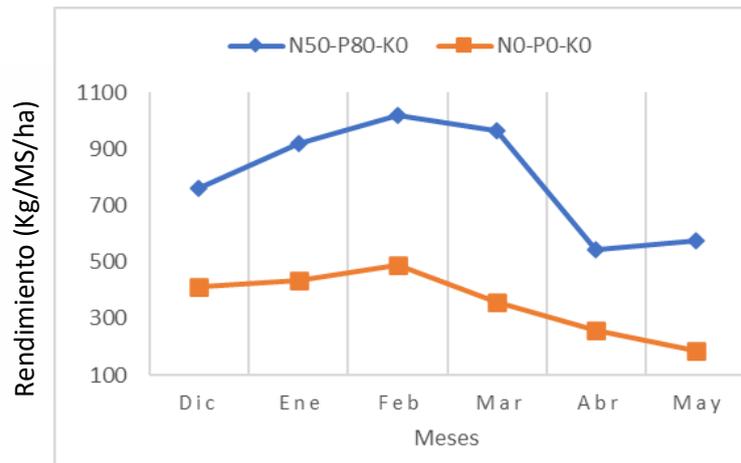


Figura 4. Comparación del testigo con el mejor tratamiento NPK 50-80-0. En el mes de febrero el rendimiento se incrementa hasta 1020 kgMS/ha. En los meses siguientes el rendimiento tiende a bajar, pero en el mes de mayo cuando las lluvias se alejan indica recuperación de la pastura. Comparado con el testigo llega hasta 490 kgMS/ha. Posteriormente muestra disminución constante de la producción hasta el final de la evaluación 185 kgMS/ha.

Conclusiones

La composición florística de la pastura estuvo dominada por la presencia de gramíneas, la aplicación de nitrógeno resultó beneficiosa para gramíneas y la aplicación de fósforo beneficiosa para leguminosas, en el caso de potasio es indistinto.

La aplicación de N y P incremento el rendimiento de la asociación *Dactylis* y *trébol*, ante la disponibilidad de estos nutrientes. No se detectó respuesta del potasio.

El efecto de las interacciones N P K para el caso del nivel K0 responde a la aplicación cuando interactúa con N 50 y P 80, mientras que el nivel K30 no responde cuando interactúa con N y P, al incrementar el nivel de P 160 el rendimiento decrece.

El manejo de la pastura implica el abonamiento para el mantenimiento del pasto durante la época seca, así mismo la calidad de la pastura es superior comparada con pastos no abonados, la pastura fertilizada responde positivamente en el rendimiento forrajero.

Referencias

Arteaga, D. V., García, G. C., Cedeño-García, G., Chávez, J. C., & Lugo, M. G. (2019). Agronomic efficiency of nitrogen and production of *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg. Depending on two cutting frequencies. *Chilean Journal of Agricultural and Animal Sciences*, 35(3), 251–260.

Atencio, L. M., Tapia, J. J., Mejía, S., & Cadena Torres, J. (2014). Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo tres niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Temas Agrarios*, 19(2), 244–258. <https://doi.org/10.21897/rta.v19i2.1194>

Boschetti, C. E., & Quintero, N. G. (2000). Manejo del Fósforo en Pasturas. *Planteos Ganaderos*, 8(22), 1–6. [http://www.fertilizando.com/articulos/Manejo del Fosforo en Pasturas.asp](http://www.fertilizando.com/articulos/Manejo%20del%20Fosforo%20en%20Pasturas.asp)

Cárdenas-Navarro, R., Sánchez-Yáñez, J. M., Farías-Rodríguez, R., & Peña-Cabriales, J. J. (2004). Los Aportes De Nitrógeno En La Agricultura. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, X(2), 173–178. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2002.07.039>

Cassman, K. G., Dobermann, A., & Walters, D. T. (2002). Agroecosystems, Nitrogen-use Efficiency, and Nitrogen Management. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 31(2), 132–140. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.2.132>

Chen, S., Cade-Menun, B. J., Bainard, L. D., St. Luce, M., Hu, Y., & Chen, Q. (2021). The influence of long-term N and P fertilization on soil P forms and cycling in a wheat/fallow cropping system. *Geoderma*, 404(July), 115274. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115274>

Cichota, R., McAuliffe, R., Lee, J., Minnee, E., Martin, K., Brown, H. E., Moot, D. J., & Snow, V. O. (2020). Forage chicory model: Development and evaluation.

- Field Crops Research*, 246(September 2019), 107633. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2019.107633>
- Farfán, R., & Farfán, E. (2012). Producción de pasturas cultivadas y manejo de pastos naturales altoandinos. In *INIA*. Instituto Nacional de Investigación Agraria. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/417>
- Flores, Cruz, J. C., & Ñaupari, J. (2002). Reporte Científico: Comportamiento nutricional, perfil alimentario y economía de la producción lechera en praderas cultivadas en secano. *Laboratorio de Utilización de Pastizales*. UNALM.
- Flores, R. E. (2016). Cambio Climático: Pastizales Altoandinos y Seguridad Alimentaria. *Revista de Glaciares y Ecosistemas de Montaña*, 1(1), 73–80. <https://doi.org/10.36580/rgem.i1.73-80>
- Florian, L. R. R. (2019). Efecto de la fertilización, resiembra y frecuencia de pastoreo sobre el rendimiento, composición florística y química de la asociación rey grass-trebol blanco, en dos pisos altitudinales de Cajamarca [Universidad Nacional de Cajamarca]. In *Universidad Nacional de Cajamarca*. http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2987/Tesis_completa_Ronald_Romero.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fontanetto, H., Keller, O., Garcia, F., & Ciampitti, I. (2003). Fertilización nitrogenada en avena. *Informaciones Agronómicas*, 38, 25–26.
- García, R., Andres, S., Alvarenga, J., & Calleja, A. (2005). Efecto de la fertilización NPK y del fraccionamiento del Nitrógeno en la producción de tréboles. *XLV Reunión Científica de La SEEP (Sesión: Producción Vegetal)*, II(May 2014), 549–556. https://digital.csic.es/bitstream/10261/10171/1/Seep2005_n.57.pdf
- Gargano, A. O., Adúriz, M. A., Busso, C. A., & Amela, M. I. (2003). Nitrogen and row spacing on *Digitaria eriantha* production and digestibility. *Journal of Range Management*, 56(5), 483–488. <https://doi.org/10.2307/4003840>
- Haller, V., Etchevers, J., Ramirez, A., & Palomino, T. (1998). Modelo de balance nutrimental para la generación de recomendaciones de fertilización para cultivos. *Terra Latinoamericana*, 16(1), 79–91. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57316110>
- Heshmati, S., Tonn, B., & Isselstein, J. (2020). White clover population effects on the productivity and yield stability of mixtures with perennial ryegrass and chicory. *Field Crops Research*, 252(November 2019), 107802. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2020.107802>
- Holdridge, L. (1978). *Ecología basada en zonas de vida*. IICA (I. I. de C. Agrícolas (ed.)). Editorial IICA.
- Jouany, C., Morel, C., Ziadi, N., Bélanger, G., Sinaj, S., Stroia, C., Cruz, P., Theau, J. P., & Duru, M. (2021). Plant and soil tests to optimize phosphorus fertilization management of grasslands. *European Journal of Agronomy*, 125(February). <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126249>
- La Manna, L., Buduba, C., Irisarri, J., Ferrari, J., & Cremona, M. (2011). Los nutrientes del suelo en la Región Andino Patagónica: una aproximación a la interpretación de datos analíticos. *Patagonia Forestal, January*, 7–8.
- Lemaire, G., Tang, L., Bélanger, G., Zhu, Y., & Jeuffroy, M.-H. (2021). Forward new paradigms for crop mineral nutrition and fertilization towards sustainable agriculture. *European Journal of Agronomy*, 125, 126248. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126248>
- Liendo, M. E., Gonzales-Coletti, A., Olea, L., Alegre, A., Suárez, L., Guerineau, M., & Martin, G. (2019). Relación Hoja-Tallo en el estado fenológico de floración, en gramíneas naturales y cultivadas del Chaco Occidental Semiárido del departamento Trancas, Tucumán, Argentina. *Revista Agronómica Del Noroeste Argentino*, 39(1), 45–51.
- Lima, M. N., Aguirre, T. L., & Flores, M. E. (2020). Estrategias para mejorar los pastizales altoandinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(2), e17840. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17840>
- Martín-Torres, S., Jiménez-Carvelo, A. M., González-Casado, A., & Cuadros-Rodríguez, L. (2020). Authentication of the geographical origin and the botanical variety of avocados using liquid chromatography fingerprinting and deep learning methods. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 199(October 2019), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.chemolab.2020.103960>

- McDowell, R. W., & Gray, C. W. (2022). Do soil cadmium concentrations decline after phosphate fertiliser application is stopped: A comparison of long-term pasture trials in New Zealand? *Science of The Total Environment*, 804, 150047. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150047>
- Moreno-Carrillo, M. A., Hernández-Garay, A., Vaquera-Huerta, H., Trejo-López, C., Escalante-Estrada, J. A., Zaragoza-Ramírez, J. L., & Joaquín-Torres, B. M. (2015). Productividad de siete asociaciones y dos praderas puras de gramíneas y leguminosas en condiciones de pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 38(1), 101. <https://doi.org/10.35196/rfm.2015.1.101>
- Muslera, P., & Ratera, G. (1991). *Praderas y forrajes producción y aprovechamiento* (2da ed. re). Madrid Mundi-Prensa.
- Ordoñez-Flores, J. H., Huamán-Adriano, V. M., & Rojas-Egoavil, J. D. (2019). Establishment of an association of grasses and leguminous forage, sowed with densities of peas (*Pisum sativum* L.) cv “Remate” in the Mantaro Valley, Peru. *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 383–391. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.03.09>
- Pezo, D., & Garcia, F. (2018). Uso eficiente de fertilizantes en pasturas. In *Centro Agronomico de Investigacion y Enseñanza (CATIE)* (1ra ed., Vol. 98). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9227/Uso_eficiente_de_fertilizantes_en_pasturas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodríguez, A. M., Jacobo, E. J., Scardaoni, P., & Deregibus, V. A. (2007). Effect of phosphate fertilization on flooding Pampa grasslands (Argentina). *Rangeland Ecology and Management*, 60(5), 471–478. [https://doi.org/10.2111/1551-5028\(2007\)60\[471:EOPFOF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2111/1551-5028(2007)60[471:EOPFOF]2.0.CO;2)
- Sierra-Alarcón, A., Moreno-Oviedo, Y., Mancipe-Muñoz, E. A., Avellaneda-Avellaneda, Y., & Vargas-Martínez, J. D. J. (2019). Effect of nitrogen and phosphate fertilization on perennial ryegrasses and red clovers. *Agronomía Mesoamericana*, 30(3), 841–854. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.35170>
- Trillo Zárate, F. C., Barrantes Campos, C., Nuñez Delgado, J., Zirena Arana, N., & Flores Mariazza, E. (2020). Efecto de la fertilización N, P y K en la producción de biomasa aérea de esquejes de *Festuca dolichophylla* (Presl, 1830) y *Festuca humilior* (Nees & Meyen, 1841). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 31(2), e17854. <https://doi.org/10.15381/rivep.v31i2.17854>
- Vallejos, F. L. A., Alvarez García, W. Y., Paredes Arana, M., Saldanha Odriozola, S., Guillén-Sanchez, R., Pinares Patiño, C., Bustíos Valdivia, J., & García Ticllacuri, R. (2021). Comportamiento productivo y valor nutricional de siete genotipos de trébol en tres pisos altitudinales de la sierra norte del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(1), e17690. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.17690>
- Valverde, H., Fuentealba, B., Blas, L., & Oropeza, T. (2022). La Importancia De Los Pastizales Altoandinos Peruanos. In I. N. de I. en G. y E. de Montaña (Ed.), *INAIGEM*. Dirección de Investigación en Ecosistema de Montaña. <https://repositorio.inaigem.gob.pe/handle/16072021/450>
- Wilcox, B. (1984). The Puna High Elevation Grassland of the Andes. *Rangelands*, 6(3), 99–101. <http://hdl.handle.net/10150/638504>