

Rendimiento y contenido nutricional de avena sola y asociada con vicia, por época de corte y por evento fenológico en la zona altoandina del Perú

Yield and nutritional content of oats alone and associated with vetch, by cutting season and by phenological event in the high Andean zone of Peru

Medardo Díaz-Céspedes ^{1/} Jimny Núñez-Delgado²

Recepción: 09-05-2022 Aceptación: 01-07-2022

Resumen

El objetivo del estudio fue determinar el rendimiento de materia seca y valor nutricional de avena y avena asociada con vicia en la época de corte de cosecha (hoja bandera, 100% de floración y grano leche). Se empleó un diseño experimental de parcelas divididas de 3x2 con cuatro repeticiones.

El rendimiento de materia seca fue superior en la época de corte grano leche en avena de 19.1tn/ha; y el menor fue en avena asociada con vicia en hoja bandera de 10.5tn/ha. En cuanto al contenido de proteína, resultó superior la avena-vicia en la época de corte hoja bandera (10.9%); pero en avena durante el evento fenológico grano leche fue menor (4.7%).

El contenido de energía digestible, energía neta de mantenimiento y energía neta de ganancia fueron superiores en avena durante la época de corte grano leche, con valores de 2.71, 1.41 y 0.76 Mcal/Kg, respectivamente; mientras la menor producción fue en avena asociada con vicia en hoja bandera (2.48, 1.22 y 0.52 Mcal/Kg).

En conclusión, el mayor rendimiento de materia seca se realizó durante la época de corte grano leche en avena. Mientras que el valor nutricional de avena, con respecto a la avena asociada con vicia, fue similar estadísticamente.

Palabras clave: Avena, avena-vicia, energía, valor nutricional y vicia.

Abstract

The objective of the study was to determine the dry matter yield and nutritional value of oats and oats associated with vetch at the time of harvest cut (flag leaf, 100% flowering and milk grain). An experimental design of 3x2 split plots with four replications was used.

The dry matter yield was higher in the oat milk grain cutting season of 19.1tn/ha; and the lowest was in oats associated with flag leaf vetch of 10.5tn/ha. Regarding the protein content, the oat-vetch was higher in the flag leaf cutting season (10.9%); but in oats during the milk grain phenological event it was lower (4.7%).

The content of digestible energy, net maintenance energy and net gain energy were higher in oats during the milk grain cutting season, with values of 2.71, 1.41 and 0.76 Mcal/Kg, respectively; while the lowest production was in oats associated with flag leaf vetch (2.48, 1.22 and 0.52 Mcal/Kg).

In conclusion, the highest yield of dry matter was made during the grain cutting season, milk in oats. While the nutritional value of oats, with respect to oats associated with vetch, was statistically similar.

Key words: Oats, oats-vetch, energy, nutritional value and vetch

1. Magister of Scientiae en Nutrición, Docente de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María-Perú; e-mail: medardo.diaz@unas.edu.pe

2. Magister of Science en Producción Animal, Docente de la Universidad Mayor de San Marcos, Lima-Perú; e-mail: jnunez.ciencia@gmail.com

1. Introducción

La alimentación es uno de los aspectos de mayor importancia en la producción animal (MacDonal, 2013), siendo la región andina la más carente en cuanto a la disponibilidad de recursos forrajeros de buena calidad. En época seca, por un periodo largo (Desalegn y Hassen, 2015), una forma de solucionar la demanda de forraje de buena calidad para producción animal es mediante la práctica de cultivos asociados de cereales y leguminosas (Flores *et al.*, 2016).

La avena sativa y vicia sativa se cultivan en forma asociada con la finalidad de incrementar la producción en materia seca y valor nutritivo del forraje (Hibrahim *et al.*, 2012). La avena es una planta que aporta energía, mientras la vicia es una leguminosa que aporta principalmente proteína; se recomienda el cultivo en asociación con un cereal para evitar su deterioro al contacto con el suelo, y puede establecerse de 3,000 a

4,200 msnm (Kim *et al.*, 2015 y Espinoza *et al.*, 2018).

En el cultivo de avena asociada con vicia es importante conocer el momento oportuno de cosecha para aprovechar al máximo su rendimiento y contenido nutricional (Flores *et al.*, 2016). Los objetivos de este trabajo fueron determinar la producción de materia seca y valor nutricional de la avena y avena asociada con vicia en diferentes eventos fenológicos de cosecha.

2. Materiales y Métodos

El estudio se llevó a cabo en la unidad de producción de Pachacayo de la Sociedad Agrícola de Interés Social SAIS “TUPAC AMARU”. Pachacayo está ubicada en provincia de Jauja, departamento Junín-Perú, con una amplitud de suelos francos arcillosos; una altitud de 3,600 msnm, temperatura promedio de 8.6 °C y precipitación promedio anual de 732.6 mm.

Tratamientos

Tabla 1

Descripción de los tratamientos por época de corte

Época de corte (Factor B)	Modalidad de Cultivo (Factor A)
	Avena (A1)
1 (A1B1)	Época de corte en hoja bandera de avena
2 (A1B2)	Época de corte al 100% floración de avena
3 (A1B3)	Época de corte grano leche avena
	Avena-vicia (A2)
4 (A2B1)	Época de corte en hoja bandera y botón floral vicia
5 (A2B2)	Época de corte en hoja bandera y 5-29% de floración de vicia
6 (A2B3)	Época de corte al 100 % floración y 29 % a más de floración de vicia

Tabla 2*Descripción de los tratamientos por modalidad de cultivo*

Número de tratamiento	Modalidad de cultivo (Factor A)	Época de corte	
		Avena	Vicia
1	Avena sola	Hoja bandera	
2	Avena sola	100% de floración	
3	Avena sola	Grano leche	
4	Avena + vicia	Hoja bandera	Botón floral
5	Avena + vicia	Hoja bandera	5-29% floración
6	Avena + vicia	100% de floración	≥ 30% floración

Instalación y manejo del cultivo

Se utilizó un terreno con cultivos anteriores de avena, donde se preparó un área de 776m². Esta se dividió en ocho parcelas experimentales (seis tratamientos y cuatro bloques) de 94m² cada una; con un distanciamiento de 1m entre parcelas; y asimismo, entre bloques. Las parcelas fueron divididas en tres subparcelas experimentales con un área de 28m², con seis surcos de 0.4m de distanciamiento. Las semillas de avena sativa variedad “Mantaro 15” y vicia sativa se sembró al voleo, en surcos en épocas de lluvia con 100Kg/ha de semillas de avena y avena asociada con vicia de 80 y 20Kg/ha, respectivamente.

Evaluación de la producción y valor nutricional de avena y avena asociada con vicia

Se evaluaron muestras cosechadas de los cuatro surcos centrales de cada subparcela, posteriormente se estimó la producción de materia fresca y materia seca (tn/ha).

Para determinar el valor nutricional se tomaron muestras de 0.50Kg de forraje de cada subparcela al azar. Las muestras fueron secadas a 60 °C por 48 horas en una estufa de aire circulante; se pesaron para obtener el peso final y así determinar el porcentaje de humedad inicial. Finalmente se molieron en molino Willey con un tamiz de 1mm de diámetro para el análisis químico. Finalmente, las muestras molidas se sometieron a 105°C por doce horas por Método de Análisis Oficial Internacional (AOAC, 2005), donde se calculó la humedad total (en porcentaje) y materia seca (kg/ha).

Diseño experimental

Se empleó un diseño de parcelas divididas en dos por tres, y cuatro repeticiones; donde se estudió el comportamiento de la avena y avena-vicia en parcelas (Factor A) y las tres épocas de corte en subparcelas (Factor B) (Kuhel, 2000).

Análisis estadístico

Para cada una de las variables se realizó el análisis de 5%, y la comparación de medias se realizó mediante prueba de DLS, utilizando el Software estadístico SAS 9.4.

3. Resultados y Discusión

a. Producción de avena y avena asociada con vicia

La producción de forraje en materia verde y materia seca se muestran en la tabla 3. La materia verde fue superior para el evento hoja bandera en avena y avena-vicia (73.0 y 67.4 tn/ha, respectivamente); y luego fue disminuyendo a medida que aumentó la madurez de la planta. Estos resultados concuerdan con Flores et al. (2016), quienes afirman que los mejores rendimientos en materia verde de avena y avena-vicia se obtienen cosechando en evento fenológico hoja bandera.

La menor producción de forraje verde en el presente estudio corresponde al evento fenológico grano leche del cultivo de avena y avena-vicia, cuyos rendimientos fueron de 51.6 y 49.4 tn/ha, respectivamente. Estos valores fueron superiores a los reportados por Mamani y Cotacallapa (2018) en condiciones del agricultor de 26.04 tn/ha en época de corte grano leche. La producción de forraje en materia seca resultó superior conforme aumenta la madurez de avena y avena-vicia.

El rendimiento de forraje en materia seca es bajo hasta antes del estado de grano (Lithourgidis *et al.*, 2006). La producción de forraje en materia seca de avena y avena asociada con vicia fueron superiores para evento fenológico grano leche (19.1 y 17.1 tn/ha; respectivamente); mientras la baja producción corresponde para el evento fenológico hoja bandera en avena-vicia.

El rendimiento en materia seca de forraje de avena variedad Mantaro 15, según Montoya (2017) reportó de 9.94 tn/ha cosechado en evento fenológico grano leche; y los reportados por Mamani y Cotacallapa (2018) fueron de 6.42 tn/ha. Estos valores fueron inferiores a los valores obtenidos en presente estudio. El rendimiento de avena asociada con vicia fue superior a los reportados por Rahetlah et al. (2010) de 7.64 tn/ha, a los encontrados por Lithourgidis et al. (2006) de 9.22 tn/ha y hallados por Ánsar et al. (2010) de 9.28 tn/ha, y similares a los mencionados por Enciso et al. (2019) de 15.83 tn/ha; y los reportados por Flores et al. (2016) de 16.6 tn/ha. Variedades de avena y proporciones de siembra, los cuales coinciden a los mencionados por Lithourgidis *et al.* (2006), quienes afirman que la variedad de avena y proporciones de siembra de avena-vicia afectan el rendimiento de materia seca del forraje.

Tabla 3

Producción de forraje verde, materia seca de avena y avena-vicia

	Avena			Avena-Vicia		
	A1B1	A1B2	A1B3	A1B1	A1B2	A1B3
Forraje verde (tn/ha)	73.0 ^a	63.5 ^{abc}	51.6 ^{bc}	67.4 ^{ab}	61.1 ^{abc}	49.4 ^c
Materia seca (tn/ha)	16.9 ^b	17.3 ^{ab}	19.1 ^a	10.5 ^c	16.5 ^{bc}	17.1 ^{ab}

Nota. a, b, c: valores en línea con letras iguales son estadísticamente similares a la prueba de DLS (P>0.05).

b. Contenido nutricional de avena y avena-vicia

Materia Seca

El contenido de materia seca (Tabla 4) fue superior para el evento fenológico grano leche en avena-vicia, siendo similar estadísticamente al evento fenológico grano leche en avena. Los forrajes en el evento fenológico 100% de floración de avena y avena-vicia fueron similares; mientras el evento fenológico hoja bandera en avena-vicia y avena resultaron con bajo porcentaje de materia seca (MS). El contenido de MS de avena y avena-vicia en el presente experimento fue inferior a lo reportado por Montoya (2017) de 43%, y superiores a lo reportado por Flores et al. (2018) de 16.6% para avena-vicia. La producción de MS se incrementó en el presente experimento a medida que aumentó la madurez del forraje.

Proteína cruda

El contenido de proteína cruda (PC)³ resultó superior para el evento fenológico hoja bandera en avena-vicia (Tabla 3). Este incremento se debe aparentemente a vicia que tiene 23% de

proteína cruda en MS (Noli y Ricapa 2009); sin embargo, fue similar estadísticamente al 100% floración en avena-vicia, en evento fenológico hoja bandera y grano leche en avena. El porcentaje de proteína cruda disminuyó a medida que aumentó la madurez de la planta (Montoya, 2017).

Los porcentajes altos de proteína cruda se obtienen en las épocas anteriores al grano leche, porque la distribución de los nutrientes en las plantas no es igual (Ansarul *et al.*, 2018), las proteínas y minerales se concentran en la zona apical y hojas (Noli y Ricapa 2009). El bajo porcentaje de PC corresponde al evento fenológico grano leche en avena, siendo similar estadísticamente al grano leche de avena-vicia; estos valores del presente estudio fueron inferiores a lo obtenido por Montoya (2017) de 6.5% y similares a los reportados por Flores et al. (2016) de 9.5% en evento fenológico grano leche. Estos resultados coinciden a los mencionados por Flores et al. (2016), quienes indican que el evento fenológico de la planta afecta el contenido de proteína.

3. Este acrónimo será empleado por los autores dentro del documento para referirse a ese término.

Tabla 4*Análisis proximal de avena y avena-vicia*

	Avena			Avena-Vicia		
	A1B1	A1B2	A1B3	A1B1	A1B2	A1B3
Porcentaje de materia seca	23.2% ^c	27.5% ^b	33.8% ^a	20.9% ^c	27.4% ^b	34.8% ^a
Porcentaje de proteína cruda	9.9% ^a	9.1% ^a	4.7% ^b	10.9% ^a	10.2% ^a	6.6% ^b

Nota. a, b, c: valores en línea con letras iguales son estadísticamente similares a la prueba de DLS ($P > 0.05$).

c. Contenido estimado de energía de avena y avena-vicia

La energía digestible aumentó con la madurez de la planta (Tabla 5) y el menor contenido de energía digestible fue para evento fenológico hoja bandera en avena, que resultó inferior y diferente estadísticamente a los demás tratamientos. Estos resultados coinciden con la afirmación por Minson (1990), quien indica que el contenido de energía de las gramíneas es superior a las leguminosas y va incrementándose con el evento fenológico de la planta.

La energía digestible (Mcal/Kg de MS) de avena (2.77) y avena-vicia (2.71) resultaron inferiores a la energía digestible de maíz chala (3.00) reportados por Brown y Chavalimu (1985). Estos resultados coinciden al mencionado por Minson (1990), quien indica que la energía digestible de una gramínea es superior a la leguminosa. La energía neta de mantenimiento (Mcal/Kg) de avena

y avena-vicia en los tres eventos fenológicos fueron inferiores, comparados con el maíz chala al estado grano leche que aportó 1.65 Mcal/Kg (Brown y Chavalimu, 1985); y fueron similares a los reportados por Flores et al (2014) de 1.35 Mcal/Kg de MS de avena-vicia en estado fenológico grano leche.

Energía neta de ganancia (Mcal/Kg de MS) de avena y avena-vicia en los tres eventos fenológicos fueron inferiores comparado con energía de neta de ganancia de cebada-vicia y triticale-vicia de 0.9 y 0.8 Mcal/Kg de MS, respectivamente (Mariotti *et al.*, 2009). Esta superioridad probablemente debe a que la cebada y triticale son gramíneas utilizados generalmente para grano (Aguilar *et al.*, 2013).

Tabla 5
Contenido estimado de energía en avena y avena-vicia

	Avena			Avena-Vicia		
	A1B1	A1B2	A1B3	A1B1	A1B2	A1B3
Energía en Mcal/Kg						
ED.	2.48 ^b	2.66 ^{ab}	2.77 ^a	2.62 ^{ab}	2.71 ^{ab}	2.71 ^a
ENm.	1.22 ^b	1.34 ^{ab}	1.41 ^a	1.31 ^{ab}	1.42 ^a	1.37 ^a
ENg.	0.52 ^b	0.66 ^{ab}	0.74 ^a	0.63 ^{ab}	0.70 ^a	0.70 ^a

Nota. a, b, c: valores en línea con letras iguales son estadísticamente similares a la prueba de DLS (P>0.05).

4. Conclusiones

El mayor rendimiento de materia seca fue en evento fenológico grano leche en avena y avena-vicia. La producción y valor nutricional estimado por el contenido nutricional de avena con respecto a la avena asociada con vicia fueron similares estadísticamente.

5. Referencias

Aguilar, E.; Bórquez, J.; Domínguez, I.; Morales, A.; Gutiérrez, M. y González, M. (2013). Forage Yield, Chemical Composition and In Vitro Gas Production of Triticale (X Triticosecale wittmack) and Barley (*Hordeum vulgare*) associated with Common Vetch (*Vicia sativa*) Preserved as Hay or Silage. *Journal of Agricultural Science*, 5(2).

Ansar, M.; Ahmed, Z.; Malik, M.; Nadeem, M.; Majeed, A. y Rischkowsky, B. (2017). Forage yield and quality potential of winter cereal-vetch mixtures under rained conditions. *Emirates Journal of Food & Agriculture*, 22(1). 25-36. <https://doi.org/10.9755/ejfa.v22i1.4904>.

Ansarul, S.; Joseph, K.; Shiekh, T.; Bahar, F.; Khurshid, A.; Waseem, D.; Rayees, A.; Wani, D. and Khuroo, S. (2018). Yield and Quality of Winter Cereal-Legume Fodder Mixtures and their Pure Stand under Temperate Conditions of Kashmir Valley. India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(2). <https://doi.org/10.20546/ijc-mas.2018.702.431>

AOAC. (2005). *International Official methods of analysis*, 17th edition.

Brown, D. y Chavalimu, E. (1985). Effects of ensiling or drying on forage species in western Kenya. *Animal Feed Science and Technology*, 13(1-2), 1-6. [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(85\)90037-9](https://doi.org/10.1016/0377-8401(85)90037-9)

Desalegn, K. y Hassen, W. (2015). Evaluation of biomass yield and nutritional value of different species of vetch (Vicia). *Academic Journal of Nutrition*, 4(3), 99-105. https://www.researchgate.net/profile/Abate-Wasihun-Hassen-Waseyehon-2/publication/291295017_Evaluation_of_Biomass_Yield_and_Nutritional_Value_of_Different_Species_of_Vetch_Vicia/links/569f4b8608ae2c638eb6373f/Evaluation-of-Biomass-Yield-and-Nutritional-Value-of-Different-Species-of-Vetch-Vicia.pdf

Enciso, M.; Gómez, C.; Echevarría, M.; Osorio, C.; Ruiz, W. y Chipana, O. (2019). Rendimiento y valor nutricional de avena asociada con vicia en condiciones altoandinas de Junín. Perú. *Revista Producción Agropecuaria y Desarrollo sostenible*, 8, 53-64. <https://doi.org/10.5377/payds.v8i0.8712>

Espinoza, F.; Núñez, W.; Ortiz, I. y Choque, D. (2018). Producción de forraje y competencia interespecífica del cultivo asociado de avena (Avena sativa) con vicia (Vicia sativa) en condiciones de secano y gran altitud. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 29 (4). <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v29i4.15202>

Flores, J.; Sánchez, R.; Echevarría, F.; Gutiérrez, R.; Rosales, C. y Gonzáles, H. (2016). Producción y calidad de forraje en mezclas de veza común con cebada, avena y triticale en cuatro etapas fenológicas. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 7(3), 275-291.

Hibrahim, A.; Kagan, K.; Rustu, H.; Saban, Y.; Mehmet, A. y Ersin, C. (2012). Plant density and mixture ratio effects on the competition between common vetch and wheat. *Australian Journal of Crop Science*, 6(3), 498-505.

Kim, T.; Raveendar, S.; Suresh, S.; Lee, G.; Lee, J.; Cho, J. y Lee, S. (2015). Transcriptome analysis of two *Vicia sativa* subspecies: mining molecular markers to enhance genomic resources for vetch improvement. *Genes*, 6(4), 1164-1182. <https://doi.org/10.3390/genes6041164> / genes6041164 26.

- Kuehl, R. (2000). *Diseño de experimentos, principios de diseño y análisis de investigación*. Segunda edición. Edición Thomson y Learning, p. 666.
- Lithourgidis, A.; Vasilakoglou, I.; Dhima, K.; Dordas, C. y Yiakoulaki, M. (2006). Forage yield and quality of common vetch mixtures with oat and triticale in two seeding ratios. *Field Crops Research*, 99(2-3), 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2006.03.008>
- McDonald, P. (2013). *Nutrición Animal*. Séptima edición. Nueva edición del best seller sobre nutrición de animales, Edición Acriba, p. 672. <https://www.casadellibro.com/libro-nutricion-animal-7aa-ed/9788420011691/2179470>.
- Mamani, J. y Cotacallapa, F. (2018). Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(4), 385 – 400. <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.415>.
- Mariotti, M.; Masoni, A.; Ercoli, L. y Arduini, I. (2009). Above- and below-ground competition between barley, wheat, lupin and vetch in a cereal and legume intercropping system. *Grass and Forage Science*, 64(4), 401-412. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2009.00705.x>
- Minson, D. (1990). *Forage in Ruminant Nutrition*. United Kingdom Edition Published by Academic Press inc Limited.
- Noli, C. y Ricapa, F. (2009). *Caracterización agronómica en avena forrajera en líneas promisorias para la producción de semilla en la sierra central del Perú*. En: XXXII reunión científica anual de la asociación peruana de producción anual. Libro de resúmenes y programa oficial Tumbes Perú. Universidad Nacional de Tumbes Perú.
- Rahetlah, V.; Randrianaivoarivony, J.; Razafimpamo, L. y Ramalanjaona, V. (2010). Effects of seeding rates on forage yield and quality of oats (*Avena sativa* L) vetch (*Vicia sativa* L) mixtures under irrigated conditions of Madagascar. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, 10(10), 4254-42167.