

Producción de forraje y composición nutricional de cuatro variedades de *Avena sativa* L. en Ubaté, Cundinamarca, Colombia

Forage production and nutritional composition of four varieties of *Avena sativa* L. in Ubaté, Cundinamarca, Colombia

René Adolfo González-Uribe¹ <https://orcid.org/0000-0003-4958-7810> Aurora Cuesta-Peralta² <https://orcid.org/0000-0001-6088-7000>,
Teresa Carvajal-Salcedo² <https://orcid.org/0000-0002-8740-7764> y Tomás Fernando Gracia-Díaz¹ <https://orcid.org/0000-0003-4574-0064>

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Cundinamarca, Sede Ubaté UDEC. ²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá UDCA. Correo electrónico: radolfogonzalez@ucundinamarca.edu.co, acuesta@udca.edu.co, tcarvajal@udca.edu.co, tgracia@ucundinamarca.edu.co

Resumen

Objetivo: Evaluar el comportamiento forrajero y la composición química de cuatro variedades de *Avena sativa* L. en Ubaté, Cundinamarca, Colombia.

Materiales y Métodos: El ensayo se realizó en la Unidad Agroambiental El Tíbar, de la Universidad de Cundinamarca, ubicada en la vereda Palo Gordo, Colombia. El experimento se condujo mediante un diseño en bloques completos al azar. Cada bloque correspondió a dos períodos de momentos de siembra (octubre-noviembre y abril-mayo). Los tratamientos correspondieron a cuatro variedades de *A. sativa*: cayuse, konan, everleaf y suprema. Las unidades experimentales constaban de parcelas de 4 m². Se midió la altura de las plantas y se procedió a cortar con un marco de 1x1 m para determinar la producción de forraje. Se tomaron muestras para medir la calidad por medio de un análisis químico nutricional.

Resultados: El valor promedio de la altura de las plantas en el momento del corte fue de 167 cm, con diferencias significativas ($p < 0,05$) entre variedades. Se destacó la variedad cayuse, con 175 cm, que fue la más alta. No se presentaron diferencias significativas respecto a la producción de biomasa, cuyo promedio fue de $31,5 \pm 7,26$ t/ha. Con relación a la composición química, la materia seca presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), con los mayores valores para la variedad everleaf en ambas épocas de siembra, con un promedio de 24,6 %. La energía bruta alcanzó un promedio de 4 208 kcal/kg, con los mayores valores ($p < 0,05$) en la variedad suprema. La digestibilidad de la materia seca a las 48 h promedió 54,9 %, sin diferencias significativas entre las cuatro variedades de *A. sativa*. Lo mismo ocurrió para la proteína degradada en el rumen (promedio de 94,5 %) y la degradabilidad de la fibra detergente neutro (53,8 %).

Conclusiones: La época de siembra no influyó en la producción de biomasa ni en la composición nutricional de las diferentes variedades de avena evaluadas, que obtuvieron resultados similares.

Palabras clave: biomasa, valor nutritivo, producción lechera

Abstract

Objective: To evaluate the forage performance and chemical composition of four varieties of *Avena sativa* L. in Ubaté, Cundinamarca, Colombia.

Materials and Methods: The essay was conducted in the Agro-Environmental Unit El Tíbar, of the University of Cundinamarca, located on the Palo Gordo district, Colombia. The experiment was conducted through a randomized block design. Each block corresponded to two periods of planting moments (October-November and April-May). The treatments corresponded to four *A. sativa* varieties: cayuse, konan, everleaf and suprema. The experimental units had plots of 4 m². Plant height was measured and cutting was done with a frame of 1 x 1 m to determine forage production. Samples were taken to measure quality by a chemical-nutritional analysis.

Results: The average value of plant height at the moment of cutting was 167 cm, with significant differences ($p < 0,05$) among varieties. The variety cayuse stood out, with 175 cm, which was the tallest. No significant differences were shown regarding the biomass production, whose average was $31,5 \pm 7,26$ t/ha. With regards to the chemical composition, dry matter showed significant differences ($p < 0,05$), with the highest values for the variety everleaf in both planting seasons, with an average of 24,6 %. Crude energy reached an average of 4 208 kcal/kg, with the highest values ($p < 0,05$) in the variety suprema. The dry matter digestibility at 48 h averaged 54,9 %, without significant differences among the four *A. sativa* varieties. The same occurred for the degraded protein in the rumen (average of 94,5 %) and degradability of the neutral detergent fiber (53,8 %).

Conclusions: The planting season did not influence biomass production or the nutritional composition of the different evaluated oat varieties, which obtained similar results.

Keywords: biomass, nutritional value, milk production

Recibido: 23 de junio de 2021

Aceptado: 30 de septiembre de 2021

Como citar este artículo: González-Uribe René Adolfo; Cuesta-Peralta, Aurora; Carvajal-Salcedo, Teresa & Gracia-Díaz, Tomás Fernando. Producción de forraje y composición nutricional de cuatro variedades de *Avena sativa* L. en Ubaté, Cundinamarca, Colombia. *Pastos y Forrajes*. 44:eE28, 2021.

Este es un artículo de acceso abierto distribuido en Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. El uso, distribución o reproducción está permitido citando la fuente original y autores.

Introducción

En la provincia de Ubaté, capital lechera de Colombia, los productores de leche están afectados económicamente en la época de verano, por la baja disponibilidad de alimento para el ganado y la consecuente disminución de la producción de leche. En esas condiciones edafoclimáticas (trópico alto), los forrajes contienen mayor cantidad de nutrientes de los que se pueden encontrar en forrajes del trópico bajo. No obstante, suelen presentar disminuido contenido de energía, por lo que es necesario suplementar las vacas en producción. Para esto, los nutricionistas promocionan y socializan alternativas de alimentación, como el uso de ensilajes, henolajes, bloques nutricionales, áreas forrajeras compensatorias, entre otras. *Avena sativa* L. es uno de los materiales vegetales más utilizados como forraje. Los productores la consideran como una de las principales opciones para la alimentación en el sector ganadero (Rodríguez-Herrera *et al.*, 2020). Se caracteriza por su alta producción de forraje y grano, alta digestibilidad de materia seca (66,5 %) y alta calidad de la energía (ELN 1,33 Mcal/kg). El grano tiene muy buena calidad de proteína, mientras que los carbohidratos son de alta digestibilidad, debido a la presencia de β -glucanos (FEDNA, 2016). Adicionalmente, contiene buenos niveles de ácidos grasos insaturados, minerales, vitaminas y arabinosilano (Can *et al.*, 2018; Rodríguez-Herrera *et al.*, 2020).

A pesar de ser un material forrajero muy utilizado en la zona, escasean los datos acerca de su producción de biomasa o acerca de la calidad nutricional de las diferentes variedades de *A. sativa* que se comercializan en la región. Solamente se dispone de la información que aparece en las etiquetas de las bolsas de semillas, en las que se indica marca, tipo de tratamiento y peso de la unidad. Esta información dista muchas veces de lo reportado en la literatura en otras regiones o en otros países. Al considerar que en la región de la Villa de San Diego de Ubaté se desconoce la producción de forraje y las características nutricionales de algunas de las variedades de *A. sativa* forrajera, utilizadas para alimentar a los bovinos destinados a la producción de leche, el objetivo de este estudio fue evaluar la cantidad de biomasa producida por cada una de las variedades de *A. sativa* y determinar su calidad nutricional en dos períodos correspondientes a momentos de siembra.

Materiales y Métodos

Localización del estudio. El ensayo se realizó en la Unidad Agroambiental El Tibar, de la Universidad

de Cundinamarca, ubicada en la vereda Palo Gordo, Finca Novilleros, del municipio de la Villa de San Diego de Ubaté Cundinamarca. Esta instalación se halla a una altura de 2 566 msnm, con temperatura promedio de 14 °C y precipitación anual de 1 100 mm, distribuida en dos épocas de lluvias: mediados de abril (220 mm) y mediados de octubre (180 mm).

Tratamientos. Se utilizaron cuatro variedades de *A. sativa*, disponibles y utilizadas en la región: *konan*, *cayuse*, *everleaf* y *suprema*. La evaluación se estableció en los dos diferentes períodos de lluvia. La primera siembra se realizó en la época de menor precipitación (octubre de 2018) y la segunda, en la de abundantes lluvias (abril de 2019), con el objetivo de establecer el contraste entre ambos períodos lluviosos. El experimento se estableció mediante un diseño en bloques completos al azar. Los bloques representaron cada uno de los momentos de siembra y los tratamientos correspondieron a cada una de las variedades de *A. sativa*. Las unidades experimentales tenían parcelas de 4 m² y cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones. Dentro del terreno, las parcelas estuvieron separadas por una franja de un metro. Para los dos procesos de siembra se llevó a cabo una labranza mínima. En cada parcela se depositaron 28,0 g de semilla, el equivalente a 70 kg/ha, según la recomendación de la casa comercializadora.

El corte del material para determinar la producción de forraje se efectuó cuando el grano de cada una de las variedades alcanzó el estado lechoso (133 días para *konan* y *cayuse* y 156 para *everleaf* y *suprema*). Se realizó con la ayuda de una hoz, a 10 cm del suelo, dentro de un marco cuadrado metálico de 1,0 x 1,0 m, situado en la parte central de cada parcela, con el fin de evitar el efecto de borde. Luego del corte del forraje, se procedió a pesar cada una de las muestras para determinar la producción de forraje. De cada parcela se tomó una muestra de 1 kg, que se etiquetó y se envió al laboratorio para su evaluación nutricional.

Análisis químico nutricional. La caracterización nutricional se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal, adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA). Se evaluaron las variables materia seca (MS), proteína total (PT), extracto etéreo (EE), ceniza (C), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), materia orgánica (MO), todas según la metodología de AOAC (2016). La energía bruta (EB) se precisó mediante un calorímetro. La digestibilidad *in vitro* de la MS

(DVIMS), digestibilidad de la proteína total DIG-PT y digestibilidad de la FDN DIG-FDN se determinaron de acuerdo con el método de Tilley y Terry (1963) y Mehrez y Orskov (1977).

Análisis estadístico. Los datos, en campo como en el laboratorio, se analizaron mediante el procedimiento GLM de SAS, en un diseño en bloques completos al azar. Los bloques representaron los dos momentos de siembra (abril y octubre) y los tratamientos, las cuatro variedades de *A. sativa*. Cada variedad contó con cuatro repeticiones. Los promedios se analizaron con la prueba de comparación múltiple de Tukey, para un nivel de significancia de 5 %. Se utilizó el programa *Statistical Analysis System* (SAS).

Resultados y Discusión

Variables agronómicas. La variable altura de las plantas al momento de la cosecha (tabla 1) presentó diferencias estadísticas entre tratamientos ($p < 0,05$). El valor promedio de todas las variedades fue de $167 \pm 8,2$ cm, menos que el obtenido por la variedad cayuse, que alcanzó una altura promedio de 175,2 cm. Mientras, la menor altura la alcanzó la variedad suprema (156 cm). Estos resultados de altura son superiores a los obtenidos por Can *et al.* (2018) y Campuzano (2018).

La producción de biomasa (tabla 1) en los dos períodos de evaluación no presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p > 0,05$), aunque el valor numérico más alto lo obtuvo la variedad cayuse con 36,2 t/ha, y el más bajo la suprema con 28,8 t/ha. El promedio general fue de $31,5 \pm 7,263$ t/ha. Estos valores resultan superiores a los informados por

Mamani-Paredes y Cotacallapa-Gutiérrez (2018), en cuyos estudios no se superaron las $23,0 \pm 3,861$ t/ha.

Calidad nutricional. Los resultados del análisis químico nutricional de las diferentes variedades de avena en los dos momentos de siembra se muestran en la tabla 2.

La MS presentó diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre las diferentes variedades, con los menores valores para cayuse en octubre y, para konan, en abril. La variedad everleaf presentó los más altos porcentajes de MS en ambas épocas, por lo que difirió del resto.

Al relacionar el rendimiento promedio de forraje verde de todas las variedades con la MS obtenida, se infiere que es posible obtener un rendimiento promedio de MS de 7,7 t/ha, superior en 19,9 % al informado como rendimiento promedio para la avena forrajera en la región (Mamani-Paredes y Cotacallapa-Gutiérrez, 2018). También es un rendimiento superior al registrado por Ramírez-Ordóñez *et al.* (2013) y Salmerón *et al.* (2003), que fue de 4 475 y 5 000 kg de MS/ha, respectivamente. El valor promedio de 24,6 % de la MS de todas las variedades de avena estudiadas estuvo por encima del 22,5 % informado por FEDNA (2016). Incluso, la variedad everleaf presentó como promedio 34,3 % de MS.

Los valores de proteína total fluctuaron entre 7,1 y 11,3 %, con un promedio de $8,9 \pm 0,93$ %, sin que existieran diferencias significativas entre las diferentes variedades de avena. No obstante, los valores obtenidos en el período de abril fueron ligeramente superiores a los registrados en las plantas que se sembraron en agosto. El valor

Tabla 1. Altura y producción de biomasa de cuatro variedades de *A. sativa* forrajera.

Momento de siembra	Variedad	Altura, cm	Biomasa, t/ha
Octubre	Konan	171,3 ^{ab}	30,0
	Cayuse	180,3 ^a	42,5
	Everleaf	160,1 ^{ab}	35,0
	Suprema	150,8 ^b	27,5
Abril	Konan	160,6 ^{ab}	28,2
	Cayuse	170,0 ^a	29,9
	Everleaf	167,6 ^{ab}	28,8
	Suprema	174,5 ^b	30,1
Valor - P		<0,0357	0,1766
EE \pm		8,701	0,726

Valores numéricos con diferente letra en una columna son estadísticamente significativos según Tukey ($p < 0,05$).

EE: Error estándar

Tabla 2. Composición químico nutricional de cuatro variedades de *A. sativa* (base seca).

Momento de siembra	Variedad	MS, %	PT, %	EE, %	C, %	MO, %
Octubre	Konan	21,7 ^a	7,6	2,8 ^a	9,0 ^{ab}	90,9
	Cayuse	19,5 ^a	7,1	2,7 ^a	9,6 ^{ab}	90,3
	Everleaf	26,2 ^b	7,6	2,7 ^a	10,8 ^a	89,1
	Suprema	22,4 ^a	7,1	1,4 ^b	9,3 ^b	90,6
Abril	Konan	19,2 ^a	11,1	2,5 ^a	9,2 ^{ab}	90,7
	Cayuse	21,8 ^a	11,3	2,4 ^a	8,2 ^{ab}	91,7
	Everleaf	40,8 ^b	8,5	2,8 ^a	8,4 ^a	91,5
	Suprema	23,3 ^a	10,8	1,7 ^b	6,8 ^b	93,1
Valor - P		<0,0001	0,2529	<0,0024	0,0635	0,063
EE ±		4,436	0,930	0,316	0,682	0,682

MS: materia seca, PT: proteína total, EE: extracto etéreo, C: cenizas, MO: materia orgánica
Valores numéricos con diferente letra en una columna son estadísticamente significativos según Tukey ($p < 0,05$).
EE : Error estándar

promedio estuvo por encima del 8,67 % que informaron Mamani-Paredes y Cotacallapa-Gutiérrez (2018), pero se encontró muy por debajo del 13,0 % de Aseeva *et al.* (2019), así como del 16,0 % referido por Can *et al.* (2018), y del valor proteico de 14,4 % que hallaron Pereira *et al.* (2020).

El extracto etéreo presentó deferencias significativas ($p < 0,05$), con el valor más bajo en la variedad suprema (1,76 % en la época de abril y 1,48 en la de octubre). Las demás variedades no difirieron entre sí, y el promedio general fue de $2,36 \pm 0,31$ %. Estos valores de EE están por debajo del 4,1 % que reportó FEDNA (2019). En cuanto a las cenizas, que indican el contenido de minerales totales del forraje, se registraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en los períodos de siembra como entre las variedades. Se obtuvo un promedio de 8,9 %, superior al 8,31 % informado por Pereira *et al.* (2020), pero inferior al 9,58 % reportado por FEDNA (2016). Entre los períodos se observó que, en el de mayor cantidad de agua, hubo menor cantidad de cenizas. La materia orgánica, elemento importante para generar nutrientes, mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre variedades y época de siembra, con un promedio de de 91,1 %.

En la tabla 3 se muestra que la FDN, como la FDA y, en sentido general, los contenidos celulares de las diferentes variedades de avena no presentaron diferencias significativas. La FDN, indicativo importante para predecir la calidad del forraje, varió entre 63,2 y 68,8 %, valores ligeramente superiores al 60,0 %, tope recomendado para que esta fracción estructural no interfiera en la digestibilidad

y consumo del material forrajero. Ambos valores son superiores al 63,0 % reportado por Pereira *et al.* (2020) y al 60,6 % de FEDNA (2016). En cuanto a la FDA, el valor promedio de 38,3 % es superior al 34,3 % registrado por Pereira *et al.* (2020) y al 24,5 % de Castro-Rincón *et al.* (2020), pero inferior al 41,3 % que informó FEDNA (2016).

El porcentaje de los carbohidratos no estructurales (CNE=CC-C-PT-EE), que son de rápida utilización y se forman en las hojas, se alojan al inicio en los tallos y, finalmente, se albergan en los granos, donde se acumulan como almidón (Fernández-Mayer, 2007), no presentaron diferencias significativas entre las diferentes variedades ni entre épocas de siembra. Esta variable tuvo un promedio de 14,1 %, mucho más bajo que el 30,8 % reportado por Mamani-Paredes y Cotacallapa-Gutiérrez (2018).

El contenido de energía bruta (EB), evaluado para establecer qué variedad podría ofrecer al animal más energía consumida, y que estaría relacionada con mayor eficiencia de producción, presentó diferencias significativas ($p < 0,05$). Las variedades cayuse y suprema presentaron los mejores contenidos calóricos en ambas épocas de siembra. El promedio general fue de 4 208 kcal/kg, siendo la avena suprema la que presentó la más alta EB promedio, con 4 306 kcal/kg, lo que indica que suministraría 2,3 % más de energía, cuando el animal consuma esa variedad. Este valor supera lo reportado por el ICBF (2018). Para FEDNA (2016), la avena es el cereal que presenta el menor valor energético de los cereales.

Con relación a la regularidad de la digestibilidad (desaparición ruminal) de la MS en el tiempo,

Tabla 3. Pared celular y energía bruta de cuatro variedades de *A. sativa* forrajera (base seca).

Momento de siembra	Variedad	%				EB kcal/kg
		FDN	FDA	CC	CNE	
Octubre	Konan	65,5	38,2	34,4	15,1	4109 ^b
	Cayuse	68,7	41,6	31,2	11,7	4143 ^{ab}
	Everleaf	67,5	41,2	32,4	11,2	4107 ^b
	Suprema	67,3	40,1	32,6	14,7	4214 ^a
Abril	Konan	65,4	38,3	34,5	16,6	4191 ^b
	Cayuse	65,3	36,5	34,6	12,6	4260 ^{ab}
	Everleaf	63,1	35,6	36,8	17,1	4241 ^b
	Suprema	65,3	34,9	34,6	15,1	4398 ^a
Valor - P		0,2744	0,5704	0,3214	0,4268	0,0065
EE ±		1,297	1,545	0,77	0,98	50,119

FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, CC: contenido celular (CC: 100 - FDN). CNE: CC- C-PT-EE, EB: energía bruta

Valores numéricos con diferente letra en una columna son estadísticamente significativos, según Tukey ($p < 0,05$).

EE: Error estándar

se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre variedades y en los períodos de lluvia estudiados hasta las 24 h. Fue levemente superior en el período de mayores precipitaciones (tabla 4).

La tasa de solubilidad (T0) o fracción soluble de la MS presentó los mayores valores en la variedad everleaf, sin diferir de la cayuse, que a su vez no difirió de las restantes. Los valores promedio de las dos épocas para estas dos variedades fueron de 33,9 % y 32,8 %, respectivamente. Los valores más bajos los tuvo la variedad konan, con 28,1 % como promedio. A las 24 h, también se presentaron diferencias

significativas ($p < 0,05$). De nuevo la avena everleaf presentó la mayor degradabilidad con 57,8 %. En general, se logró 54,9 % de digestibilidad, lo que se puede considerar bueno. A las 48 h no se presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las cuatro variedades de avena, lo que indica que en este tiempo se logra la estabilización de la digestibilidad de la MS en las diferentes variedades.

La proteína digestible en el rumen no presentó diferencias significativas entre épocas ni entre variedades, ya que a las 48 h hubo una estabilización general de este indicador, lo que coincide con lo

Tabla 4. Digestibilidad de la materia seca, proteína total y fibra detergente neutro de cuatro variedades de *A. sativa* forrajera, base seca.

Momento de siembra	Variedad	% DIGMS			% DIGT-PT	% DIGT-FDN
		T-SOL	24 h	48 h		
Octubre	Konan	25,7 ^c	50,8 ^b	65,0	93,6	48,8
	Cayuse	31,8 ^{ab}	53,1 ^{ab}	66,1	94,5	51,6
	Everleaf	31,7 ^a	54 ^a	63,2	93,1	50,2
	Suprema	30,2 ^{bc}	49,1 ^b	64,0	94,3	50,3
Abril	Konan	30,2 ^c	55,0 ^b	69,1	95,6	55,7
	Cayuse	33,7 ^{ab}	57,0 ^{ab}	68,2	95,1	56,0
	Everleaf	35,99 ^a	61,6 ^a	71,2	93,9	59,4
	Suprema	30,4 ^{bc}	58,2 ^b	70,0	95,8	57,6
Valor - P		<0,0005	<0,0064	0,9975	0,1249	0,1039
EE ±		1,358	1,560	1,527	0,901	1,284

T-SOL: tasa solubilidad, DIGMS: digestibilidad materia seca, Digt-PT: digestibilidad proteína total, Digt-FDN: digestibilidad de la fibra neutro detergente

Valores numéricos con diferente letra en una columna son estadísticamente significativos, según Tukey ($p < 0,05$).

EE: Error estándar

planteado por Contreras *et al.* (2019). Se observó un promedio de 94,53 %, el cual se considera alto, ya que solamente 5,47 % sería la cantidad considerada como proteína sobrepasante hacia las partes bajas del tracto digestivo, la que aprovecha directamente el animal hospedero. La proteína sobrepasante, si bien no busca el crecimiento microbiano, ofrece una oferta directa de aminoácidos a la glándula mamaria, como fuente para las proteínas lácteas (Marín y Gallo, 2021). Además, en el rumen se puede encontrar nitrógeno no proteico (NNP) y proteína dietaria, que se degradan rápidamente para formar NH_3 , que se utiliza por parte de los microorganismos ruminales para la síntesis de proteína celular (Chalupa, 1982). La avena se distingue de otros cereales por su menor proporción de prolaminas (10-16 %) y glutelinas (5 %) y alta concentración de globulinas, por lo que la solubilidad y digestibilidad de estas a nivel ruminal es muy elevada (FEDNA, 2016).

La degradabilidad de la FDN tampoco presentó diferencias significativas entre variedades ni entre períodos de siembra. El valor promedio fue de 53,76 %, lo que se considera normal para una especie que se cosecha después de los 90 días (Oba y Allen, 1999). Esta aceptable digestibilidad de la FDN propicia mayores consumos de MS en las vacas lecheras y, por ende, mayor producción de leche.

Conclusiones

Los resultados demuestran que en la región de Ubaté es posible sembrar las diferentes variedades de avena en cualquier época lluviosa del año, ya que prácticamente no se registraron diferencias en la producción de forraje ni en la composición nutricional de estas variedades. No obstante, los resultados de la variedad cayuse, cuando se siembra en la época de menor precipitación, podrían inclinar la balanza a su favor, en cuanto a su aceptación por parte de los productores.

Con respecto a la digestibilidad de la proteína, todas las variedades mostraron valores muy altos. Lo mismo sucedió con el valor energético de todas las variedades, lo que las convierte en una alternativa para la suplementación en vacas altas productoras.

Agradecimientos

Se agradece a las directivas de la Universidad de Cundinamarca y de la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, que permitieron realizar el convenio y de esta manera ejecutar el proyecto «Producción de forraje y calidad nutricional de cuatro variedades de *A. sativa* en la Granja Experimental

el Tíbar. Ubaté Cundinamarca». Se expresa gratitud a la señorita Daniela Isabela Molina Sierra por su colaboración en la toma de datos en campo.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

Contribución de los autores

- René Adolfo-González U. Concepción y diseño de la investigación, trabajo de campo, análisis e interpretación de datos, redacción y revisión del artículo.
- Aurora Cuesta-Peralta. Concepción y diseño de la investigación, análisis de muestras en el laboratorio, interpretación de datos, redacción y revisión del artículo.
- Teresa Carvajal-Salcedo. Concepción y diseño de la investigación, análisis e interpretación de datos, redacción y revisión del artículo.
- Tomás Fernando-Gracia. Concepción y diseño de la investigación, trabajo de campo, análisis e interpretación de datos, redacción y revisión del artículo.

Referencias bibliográficas

- AOAC International. *Official methods of analysis of the AOAC*. (G. W. Latimer, ed.). Gaithersburg, USA: Association of Official Agricultural Chemists, 2016.
- Aseeva, Tatyana; Trifuntova, Irina & Tolochko, E. Features of the influence of climatic factors on the crop and quality of grain of spring oats. *Book of abstract X International Scientific Agricultural Symposium "Agrosym 2019"*. Jahorina, Bosnia and Herzegovina: University of East Sarajevo. p. 209. <https://lemos.pro.br/wp-content/uploads/2019/11/AGROSYM-2019-BOSNIA-BOOK-OF-ABSTRACTS-2019.pdf>. 2019.
- Campuzano, L. F.; Castro-Rincón, E.; Castillo-Sierra, J.; Torres-Cuesta, D.; Cuesta-Muñoz, P. A.; Portillo-López, Paola A. *et al.* *Avena forrajera altoandina: nueva variedad de avena forrajera para el trópico alto colombiano. Cartilla divulgativa*. Colombia: AGROSAVIA. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35561/Ver_documento_35561.pdf?sequence=4&isAllowed=y, 2018.
- Can, M.; Bayram, C.; Ayan, I.; Acar, Z. & Mut, Z. Determination of the nitrogen doses effects on grain yield and yield components of some oat genotypes. *Book of Proceedings IX International Agricultural Symposium "Agrosym 2018"*. Jahorina, Bosnia and Herzegovina: University of East Sarajevo. p. 570-574. <http://agrosym.ues>.

- rs.ba/article/showpdf/BOOK_OF_PROCEEDINGS_2018_FINAL.pdf, 2018.
- Castro-Rincón, E.; Cardona-Iglesias, J. L.; Hernández-Oviedo, F. & Valenzuela-Chirán, M. Effect of the silage from *Avena sativa* L. on the productivity of grazing lactating cows. *Pastos y Forrajes*. 43 (2):140-147. http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v43n2/en_2078-8452-pyf-43-02-150.pdf, 2020.
- Chalupa, W. Protein nutrition of dairy cattle. *Proc. Dist. Feed Conf.* Cincinnati, USA. p. 101, 1982.
- Contreras, J. L.; Pariona, J.; Cordero, A.; Jurado, M. & Huamán, R. Degradabilidad ruminal de forrajes y alimentos concentrados y estimación del consumo. *Rev. investig. vet. Perú*. 30 (4):1481-1493, 2019. DOI: <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17189>.
- FEDNA. *Avena*. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/avena. [16/11/2016], 2016.
- FEDNA. *Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos*. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. <http://www.fundacionfedna.org/tablas-fedna-composicion-alimentos-valor-nutritivo>. [11/11/2019], 2019.
- Fernández-Mayer, A. *El efecto de los azúcares solubles sobre la ganancia de peso y su relación con el manejo de los verdes de invierno*. Buenos Aires: INTA, Estación Agropecuaria Bordenave. https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-23_ganaderia_ganancia_peso.pdf. [23/02/2020], 2007.
- ICBF. *Tabla de composición de alimentos colombianos (TCAC) 2018*. Bogotá: Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. https://www.icbf.gov.co/system/files/tcac_web.pdf. 2018.
- Mamani-Paredes, J. & Cotacallapa-Gutiérrez, F. H. Rendimiento y calidad nutricional de avena forrajera en la región de Puno. *Rev. investig. Altoandín*. 20 (4):385-400, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.415>.
- Marin, J. & Gallo, J. Evaluación de los tenores de grasa y proteína en la leche. En: M. Olivera-Angel y K. Vargas, eds. *La lactancia vista desde múltiples enfoques. Segunda parte: métodos, interpretación de resultados y costos de producción de leche*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia. p. 69-77. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/345367/20804890>, 2021.
- Mehrez, A. & Ørskov, E. A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.* 88 (3):645-650, 1977. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859600037321>.
- Oba, M. & Allen, M. S. Evaluation and the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage. Effects on dry matter intake and milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82 (3):589-596. [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(99\)75271-9/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(99)75271-9/pdf), 1999.
- Pereira, Fabiellen C.; Machado, L. C. P.; Kazama, Daniele C. da S. & Guimarães, R. Black oat grown with common vetch improves the chemical composition and degradability rate of forage. *Acta Sci.-Anim. Sci.* 42:e49951, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v42i1.49951>.
- Ramírez-Ordóñez, S.; Domínguez-Díaz, D.; Salmerón-Zamora, J. J.; Villalobos-Villalobos, G. & Ortega-Gutiérrez, J. A. Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Rev. fitotec. mex.* 36 (4):395-403. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v36n4/v36n4a5.pdf>, 2013.
- Rodríguez-Herrera, S. A.; Salgado-Ramírez, O.; García-Rodríguez, J. G.; Cervantes-Ortiz, F.; Figueroa-Rivera, María G. & Mendoza-Elos, M. Fertilización química y orgánica en avena: rendimiento y calidad de la semilla. *Agron. Mesoam.* 31 (3):567-579, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v31i3.39184>.
- Salmerón, Z. J. J.; Meda, F. J. & Bárcena, J. R. *Variedades de avena y calidad nutricional del forraje*. Chihuahua, México: CESICH, CIRNOC, INIFAP, SAGARPA. Folleto Técnico No. 17, 2003.
- Tilley, J. M. A. & Terry, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass Forage Sci.* 18 (2):104-111, 1963. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>.