

Efecto de la edad de la planta sobre el rendimiento y composición química de la colza (*Brassica napus* L) producida como suplemento para vacas lecheras al pastoreo en los Andes peruanos

Effect of plant age on yield and chemical composition of colza (*Brassica napus* L) produced as a supplement to grazing dairy cows in the Peruvian Andes.

Manuel Paredes^{1*}, Raúl Cáceres¹, Joel Cusquisibán¹

RESUMEN

Se evaluó el efecto de cuatro edades de cosecha (90, 120, 150 y 180 días) sobre el rendimiento de biomasa aérea y composición química de la colza, así como su uso como suplemento henificado para vacas lecheras en pastoreo a 3279 msnm. El rendimiento forrajero y la composición química se evaluó en 16 parcelas, 4 por tratamiento, de acuerdo con un diseño de bloques completos al azar. La biomasa de colza cosechada fue henificada y picada a 1 cm de longitud, suministrada diariamente a razón de 3 kg por vaca. Dieciséis vacas Holstein cruzadas y multíparas se distribuyeron en cuatro tratamientos que consistieron en henos elaborados de acuerdo con la edad de cosecha. La producción de leche por vaca se registró durante seis semanas. Los sólidos totales, grasa, proteína y lactosa se determinaron en la última semana del estudio. A medida que la edad de la colza fue mayor se incrementó la biomasa forrajera y la fibra detergente neutra (FDN), y disminuyó la concentración de proteína cruda; sin embargo, la producción de leche y sus componentes lácteos no se vieron afectados por la suplementación de los cuatro tipos de heno, con excepción del heno de colza cosechada a 90 días de edad, que incrementó el contenido de proteína láctea.

Palabras clave: colza, producción, suplementación, vacas en pastoreo

¹ Facultad de Ingeniería en Ciencias Pecuarias, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú

* E-mail: mparedes@unc.edu.pe

Recibido: 6 de marzo de 2023

Aceptado para publicación: 15 de octubre de 2023

Publicado: 29 de febrero de 2024

©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

ABSTRACT

The effect of four harvest ages (90, 120, 150 and 180 days) on the aerial biomass yield and chemical composition of rapeseed was evaluated, as well as its use as a hay supplement for dairy cows grazing at an altitude of 3279 m. Forage yield and its chemical composition were evaluated in 16 plots, 4 per treatment, according to a randomized complete block design. The harvested rapeseed biomass was hayed and chopped to 1 cm in length, supplied daily at a rate of 3 kg per cow. Sixteen crossbred and multiparous Holstein cows were distributed in four treatments that consisted of hays made according to harvest age. Milk production per cow was recorded for six weeks. Total solids, fat, protein, and lactose were determined in the last week of the study. As rapeseed age increased, forage biomass and neutral detergent fiber (NDF) increased, and crude protein concentration decreased; however, milk production and its milk components were not affected by the supplementation of the four types of hay, except for rapeseed hay harvested at 90 days of age, which increased the milk protein content.

Key words: rapeseed, production, supplementation, grazing cows

INTRODUCCIÓN

En el mundo, las tierras agrícolas están cubiertas por pastizales en un 70%, con proyección a continuar disminuyendo en las siguientes décadas y un 30% como tierras de cultivos, destacando dentro de los cultivos con 42% los cereales, 36% legumbres, frutas y verduras, 14% cultivos oleaginosos, 4% raíces y tubérculos, y 2% cultivos de algodón y azúcar (OCDE-FAO, 2017).

La colza (*Brassica napus* L) fue utilizada inicialmente como un cultivo forrajero de alto rendimiento y de gran valor nutritivo, con rendimientos mayor a 10 t de materia seca por hectárea (MS ha⁻¹) por cosecha (Kaur *et al.*, 2010). Este cultivo se reorientó a fines de la década de 1960 en Canadá hacia la producción de semilla oleaginosa conocida como canola, llegando Canadá a aportar el 20% de la producción mundial de este insumo (Neely *et al.*, 2015). La colza es un cultivo anual o bianual, utilizado en sistemas de rotación de cultivos, particularmente con cultivo de cereales, dado que tiene una raíz principal bastante desarrollada, que extrae nutrientes de las profundidades del suelo y

evita que se filtren a las aguas subterráneas (Malagoli *et al.*, 2005). Por otro lado, la colza, por ser una planta de hoja ancha y que puede alcanzar 2 m de altura, se puede usar para romper los ciclos de malezas y enfermedades comunes a los cereales (Bushong *et al.*, 2012).

Los investigadores continúan estudiando la colza como un cultivo de doble propósito (forraje y semilla), debido a que puede proporcionar forraje de alto valor para el ganado sin afectar significativamente el rendimiento de semilla (Dove y Kirkegaard, 2014; Sprague *et al.*, 2014). También se informan rendimientos de forraje cosechados a los 60 días entre 2.3 y 3.2 t de MS ha⁻¹ (Kelman y Dove, 2007; Kirkegaard *et al.*, 2008). Otros estudios muestran que el cultivo de colza puede ser utilizado para forraje en una primera cosecha, y dedicar la segunda cosecha para la producción de grano (Dove y Milne, 2006). Asimismo, García *et al.* (2008) mencionan que la colza puede ser usada en pastoreo cuando está a una altura de 60 cm, soportando hasta tres periodos de pastoreo, obteniendo rendimientos de forraje de más de 10 t de MS ha⁻¹ año⁻¹.

De esta manera, el cultivo de colza podría formar parte del sistema lechero basado en pastos, particularmente en los meses de estiaje cuando el crecimiento del pasto es limitado, pudiendo aprovechar la gran resistencia de esta planta a periodos secos (Bustamante *et al.*, 1998). La colza forrajera podría ser utilizada como suplemento de las vacas al pastoreo, por su alta producción de materia seca y semilla, que puede contener 40% de grasa, siendo una fuente altamente energética para el ganado (de Blas *et al.*, 2019; Stockdale, 2000). Sin embargo, se requiere una evaluación agronómica de las prácticas para optimizar el rendimiento y la calidad del forraje, la broza (hoja y tallo) y la semilla, y el rendimiento lácteo de las vacas suplementadas a nivel de los Andes peruanos. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento de biomasa aérea de la colza y su composición química a cuatro edades de cosecha (90, 120, 150 y 180 días), y su uso como suplemento henificado para vacas lecheras en pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Diseño Experimental

Los estudios de campo se realizaron en el Fundo Santa Rosa, propiedad del Fondo de Crédito para el Desarrollo Agroforestal (FONCREAGRO), ubicado en el caserío Polloquito, distrito de Encañada, provincia de Cajamarca, Perú, a 3279 msnm. El suelo donde se realizó la siembra de colza fue clasificado como franco arcilloso con 24 ppm de P, 180 ppm de K, 3.3% de materia orgánica y pH 3.6, según el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Investigación Agraria (LS-INIA) de Cajamarca. El suelo se labró con un arado de discos un mes antes de la siembra, y se aplicó cal agrícola al terreno a razón de una tonelada por hectárea. Con una rastra se hizo el desterronado y mullido y con rastrillo se eliminó las malezas y se niveló el terreno. Se utilizó tracción animal para abrir los surcos. El área de terreno sembrado fue

de 1 ha (250 x 40 m), dividido en 4 lotes de 2500 m² cada uno. En cada lote se establecieron cuatro parcelas experimentales con dimensiones de 2 x 7.5 m cada una. Por tanto, para la evaluación del rendimiento forrajero y su composición química se contó con 16 parcelas, cuatro por tratamiento.

El diseño experimental fue de bloques completos al azar. Los tratamientos incluyeron cuatro edades de las plantas de colza al momento de la cosecha (90, 120, 150 y 180 días). Cada tratamiento tuvo cuatro réplicas (4 bloques), siendo cada bloque de cuatro parcelas experimentales, distribuidas aleatoriamente en los bloques, de las cuales se tomaron submuestras para efecto de las evaluaciones.

Manejo Agronómico del Cultivo

La siembra se hizo manualmente a inicio de los meses de febrero, marzo, abril y mayo de 2017. La semilla de colza correspondió al cultivar Eclipse, utilizada a razón de 6 kg ha⁻¹ y sembrada a una profundidad de 1-3 cm. A la siembra se fertilizó con 24 kg de superfosfato triple de calcio, 100 kg de cloruro de potasio y 75 kg de fosfato di amónico. Una segunda fertilización se realizó a los 60 días después de la siembra, con 33 kg de nitrato de amonio y 75 kg de fosfato di amónico. Las cantidades indicadas de fertilizantes correspondieron a todo el terreno sembrado (1 ha). La fórmula de fertilización cubierta con las dos aplicaciones fue 40-80-60 de N-P-K, respectivamente. Cuando fue necesario la colza recibió riego suplementario. Para el control de malezas en post emergencia se utilizó un herbicida que contenía ácido 3,6 dicloro-2-piridincarboxílico. Además, se realizó el deshierbe manual.

Cosecha, Muestreo y Henificación del Forraje

La fecha de cosecha del forraje se determinó de acuerdo con la edad de la planta (90, 120, 150 y 180 días). La cosecha de forra-

je se hizo cuando las plantas alcanzaron características particulares de altura, número de hojas, número de vainas (silicuas) y longitud de la silicua, de acuerdo con cada tratamiento y conforme se indica en el Cuadro 1. A la edad deseada, se cosechó manualmente la biomasa de las 16 parcelas utilizando hoces de hoja dentada y de acero, mediante corte a ras del terreno. Del mismo modo se cosechó todo el forraje obtenido en los cuatro lotes y de cuatro edades de planta. El forraje cortado, a fin de no perder hojas o vainas de fácil desprendimiento en la colza madura, se fue colocando sobre tela arpillera laminada negra de polipropileno tendida sobre el mismo terreno para su desecación al aire libre durante tres días.

Se pesó la biomasa de forraje de 1 m² por parcela y se tomó una planta completa (parte aérea) por parcela para determinar el contenido de MS del forraje verde y su composición química. Las muestras de forraje para análisis de laboratorio se llevaron al LS-INIA y se colocaron en la estufa a 45 °C. Las muestras de MS permanecieron en desecación lenta durante una semana y se volvieron a pesar para calcular el contenido de humedad del forraje. Se usó un molino Wiley para moler las muestras secas usando un tamiz de 1 mm antes del análisis de las concentraciones de fibra detergente neutra (FDN), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y cenizas.

La FDN se determinó siguiendo el método de Van Soest en un equipo Dosi-Fiber (Selecta, España). La PC, EE y cenizas se

determinaron según esquema de análisis de Weende. Para la determinación de la PC se utilizó el método de Kjeldahl, empleándose un digestor y destilador Büchi (Alemania). El EE se determinó con el aparato Soxhlet (Selecta, España) y las cenizas se obtuvieron al incinerar las muestras en una mufla a 600 °C durante 3 horas.

La biomasa de colza cosechada, luego de cuatro días de desecación al aire libre y con contenidos de humedad inferiores a 16% fue picada en un molino de martillos MP-700 Nogueira de 7.5 HP, utilizando un tamiz de 1 cm. El heno de colza picado fue embolsado en sacos negros tejidos de polipropileno, etiquetados de acuerdo con el tratamiento (edad de cosecha) y almacenado bajo sombra y ventilación natural para su uso en la prueba alimenticia con vacas.

Prueba Alimenticia

Dieciséis vacas Holstein cruzadas múltiparas, registradas en el programa de libro abierto de la Asociación Holstein del Perú, con promedios (media \pm SD) de 142 \pm 16 días en lactación (DEL), 12.4 \pm 0.6 kg/d de leche, 3.5 \pm 0.5 lactancias y 529 \pm 21 kg de peso corporal al comienzo del estudio se usaron en un diseño de bloques completos al azar. Las vacas se bloquearon en grupos de cuatro animales (n=4 vacas) según DEL y producción de leche y, dentro de cada grupo, se asignó aleatoriamente una vaca a cada tratamiento. (Cuadro 2). Todas las vacas evaluadas se mantuvieron en pastoreo rotacional en los mismos potreros durante las ocho semanas de evaluación.

Cuadro 1. Características botánicas de la colza cosechada a cuatro edades (n=10)

Edad (días)	Altura de planta (cm)	N.º de hojas/planta	N.º. de silicuas/planta	Longitud de silicua (cm)
90	110.7	8	74	1.8
120	163.2	10	120	3.8
150	197.6	5	290	6.4
180	197.8	2	287	6.7

Cuadro 2. Características de las 16 vacas Holstein asignadas a la prueba alimenticia

Tratamiento	Días en leche	Lactancias	Leche/día (k)	Peso vivo (kg)
HPC-90	142 ± 19	3.50 ± 0.57	12.2 ± 0.74	515 ± 16
HPC-120	146 ± 18	3.50 ± 0.57	12.0 ± 0.67	522 ± 16
HPC-150	137 ± 16	3.50 ± 0.57	12.5 ± 0.63	540 ± 33
HPC-180	139 ± 19	3.50 ± 0.57	12.5 ± 0.61	536 ± 7

HPC: Edades (días) de la colza a la cosecha

El principal forraje consumido en pastoreo fue rye grass (*Lolium multiflorum*), que constituyó más del 70% de las especies forrajeras en el campo de pastoreo. La suplementación con heno picado de colza (HPC) se hizo diariamente en el ordeño de la tarde. Se asignó 3 kg de HPC por vaca. La disponibilidad de agua para las vacas fue de libre acceso. Los tratamientos de la prueba alimenticia estuvieron constituidos por los henos elaborados de acuerdo con la edad de cosecha de la colza: HPC-90, cosechada a los 90 días de edad, HPC-120, a los 120 días; HPC-150, a los 150 días y HPC-180, a los 180 días.

El estudio se llevó a cabo durante la temporada de pastoreo de agosto y setiembre y la recolección de datos y muestras tuvo lugar a partir de la tercera semana, luego de dos semanas de acostumbamiento de las vacas al suplemento. La producción de leche por vaca se registró durante seis semanas. Se determinó el rendimiento lechero promedio por vaca en kg/d, dividiendo la producción de leche por los 42 días evaluados. Los componentes lácteos, sólidos totales (MS), grasa, proteína y lactosa se determinaron en la semana 6 de la prueba alimenticia. El análisis de las muestras de leche se hizo en el laboratorio de la Empresa Nestlé SA, Cajamarca, en el equipo MilkoScan FT 120. Los resultados porcentuales de cada componente lácteo se multiplicaron por el promedio de leche producido diariamente por vaca, y se obtuvo el rendimiento de cada componente en términos de kg/vaca/d.

Análisis Estadístico

Los datos se analizaron utilizando un análisis de varianza del modelo lineal general del sistema de análisis estadístico (SAS Institute, 2009). Se utilizó la prueba de Duncan al nivel del 5 % como herramienta de comparación de medias de los rendimientos y composición química de la colza, la producción de leche y componentes lácteos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Rendimiento de la colza

Los valores de biomasa de la colza cultivar Eclipse cosechada a cuatro edades y las concentraciones de MS de acuerdo con la edad de la planta se resumen en el Cuadro 3.

La edad de la planta influyó en la producción de biomasa aérea expresada como materia seca, observándose además diferencias botánicas en la vegetación (Cuadro 1). La colza a los 90 y 120 días presentó mayor cantidad de hojas y entre 150 a 180 días de edad gran contenido de semilla y tallos, y menor contenido de agua. Como se esperaba, el rendimiento de MS se vio afectado por la edad de la planta ($p < 0.01$), donde a mayor edad de cosecha mayores concentraciones de MS. El tratamiento de 180 días (9.38 t ha^{-1}) fue superior a las demás edades de cosecha. La cosecha a los 180 días coincidió con la edad adecuada para la cosecha de la semilla,

Cuadro 3. Efecto de la edad de la planta sobre la biomasa y contenido de materia seca de la colza cultivar Eclipse producida a 3279 msnm

Edad del forraje (días)	Biomasa (t MS ha ⁻¹)	Materia seca (g kg ⁻¹)
90	2.39 ^d	115 ^c
120	4.43 ^c	129 ^c
150	8.01 ^b	264 ^b
180	9.38 ^a	375 ^a
SEM	1.61	61
p	0.009	0.004

SEM: Error estándar de la media

^{a,b,c,d} Medias dentro de las columnas con letras diferentes en los superíndices son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

en caso se requiera aprovechar únicamente la semilla oleaginosa, dejando el resto de la planta como residuo agrícola.

En el presente estudio se pretendió utilizar dichos residuos en la alimentación de vacas en pastoreo, por lo cual se molió la planta con toda la semilla. Cabe indicar que en el momento de la cosecha no se realizó el control del rendimiento por separado, semilla y broza, sino que se consideró como biomasa aérea de la colza tallos, hojas, flores, frutos y semillas, cuyo peso de estas últimas podrían estimarse entre 20 a 25% de la biomasa cosechada, basado en el desarrollo y número de las silículas, que son las vainas que contienen a las semillas, concordante con reportes de trabajos efectuados en producción de semilla de colza (Bustamante *et al.*, 1998; Sprague *et al.*, 2014).

Resulta interesante considerar que el rendimiento de biomasa aérea de la colza está afectado por una serie de factores como el objetivo de producción, la época de siembra (Kunelius *et al.*, 1987), incidencia de plagas propias de las crucíferas, tipo de suelo y la densidad de siembra (Neely *et al.*, 2015). De

otro lado, García *et al.* (2008) reportaron rendimientos de colza forrajera de más de 11 t ha⁻¹ cuando se pastoreó tres veces durante una temporada. Los resultados del presente estudio en condiciones similares de edad de cosecha y con propósitos de producción forrajera fueron parecidos a rendimientos encontrado en otros lugares, como Australia (Kirkegaard *et al.*, 2008).

El contenido porcentual de MS para cultivos forrajeros de Brassicaceas se puede considerar bajo en comparación con otros forrajes cuando la colza se cosecha entre 60 a 70 días, con alturas de planta de 70 a 90 cm (Kaur *et al.*, 2010). Los valores porcentuales de MS en este estudio concordaron con los hallazgos de Neely *et al.* (2015) quienes reportan rangos que oscilaron entre 94 y 342 g kg⁻¹ de MS.

Composición Química

Los valores medios de la FDN, PC, EE y cenizas de la planta de colza se presentan en el Cuadro 4. Se encontró un efecto significativo de la edad de la planta en el contenido de FDN, PC y EE ($p < 0.05$), mas no en las cenizas.

La edad de la planta tuvo un efecto incremental esperado sobre el contenido de FDN, toda vez que la planta se va lignificando con la edad (Espinoza-Canales *et al.*, 2017). Estadísticamente, los valores de PC de la colza cosechada a 90, 120 y 150 días son similares a diferencia del valor a los 180 días que presentó un contenido de 101 g kg⁻¹ MS. Estos resultados también resultan consecuentes con la edad de la planta. Según Bouchard (2017), cuando se corta la colza en la etapa de floración tardía a mitad de la aparición de vainas, el heno podría tener un contenido de PC promedio de 150 g kg⁻¹ MS y FDN de 350 g kg⁻¹ MS, pero si se corta en una etapa posterior, cuando las plantas están totalmente cubiertas de vainas y tallos con poca o ninguna hoja, el heno de colza tendría 100 g kg⁻¹ MS de PC y 450 g kg⁻¹ MS de FDN.

Cuadro 4. Efecto de la edad de la planta en la fibra detergente neutro (FDN), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y cenizas del forraje de colza cultivar Eclipse producido a 3279 msnm (g/kg de materia seca)

Edad del forraje (días)	FDN	PC	EE	Cenizas
90	286 ^c	147 ^a	25 ^c	94
120	325 ^b	138 ^a	46 ^b	97
150	398 ^{ab}	125 ^{ab}	76 ^a	102
180	449 ^a	101 ^b	98 ^a	107
SEM	30	61	16	3
p	0.031	0.044	0.028	0.214

SEM: Error estándar de la media

^{a,b,c,d} Medias dentro de las columnas con letras diferentes en los superíndices son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$)

Es necesario tener en cuenta que cuando la colza forrajera tiene alto contenido de PC, podría tener elevados niveles de nitratos ($\text{NO}_3\text{-N}$), con implicaciones particulares para la alimentación de los animales (Islam *et al.*, 2020). Si bien se ha demostrado que el $\text{NO}_3\text{-N}$ reduce la emisión de metano en los rumiantes, la alimentación de forrajes con alto contenido de $\text{NO}_3\text{-N}$ reduce la palatabilidad y puede ser tóxico para el ganado (Horadagoda *et al.*, 2009). En el presente estudio no se determinó el contenido de nitratos en el forraje y los minerales de la colza fueron determinados como cenizas, resultando elevado con relación al contenido de cenizas de otros forrajes. Por lo cual, si se quisiera masificar el uso de colza en el ganado, se requiere cuantificar en detalle los minerales para evitar problemas alimenticios.

Por otro lado, la colza contiene naturalmente altos niveles de azufre (0.5 a 1.3%) y la ingesta de azufre de una vaca no debe exceder el 0.4% de la MS ingerida. El azufre inhibe la absorción de minerales traza, particularmente cobre y selenio, pudiendo causar supresión del apetito y afectar la producción de tiamina. Esto podría conllevar a la presentación de polioencefalomalacia, enfermedad dietética, que causa la formación de lesiones en el cerebro (Schroeder, 2008).

Rendimiento de Leche

El efecto de la suplementación con heno de colza cosechada a cuatro edades se presenta en el Cuadro 5. La producción de leche y sus componentes lácteos fueron similares entre tratamientos ($p > 0.05$), excepto en la composición de proteína.

De acuerdo con la edad de la colza forrajera se evaluaron cuatro tipos de heno, que diferían diametralmente en su composición botánica y química. El heno del tratamiento HPC-90 contenía una imperceptible presencia de semillas a diferencia de los henos de los tratamientos HPC-120, HPC-150 y sobre todo el HPC-180, con abundante semilla de colza. Estas características del heno permitieron plantear la hipótesis de que los rendimientos y componentes de la leche aumentarían en respuesta a un mayor suministro de semilla de colza. Sin embargo, no se observaron diferencias en los rendimientos lácteos de vacas suplementadas con los diferentes henos. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Isenberg *et al.* (2019) quienes no lograron mejorar la producción de leche ni de sus componentes en vacas al pastoreo suplementadas con semilla de linaza, con excepción del perfil lipídico de la leche, incrementando los ácidos grasos n-3.

Cuadro 5. Efecto de la suplementación con colza henificada (*Brassica napus* L) a diferentes edades sobre la producción y composición química de la leche de vacas en pastoreo

	Edad de la colza a la henificación				Valor p
	90	120	150	180	
Producción de leche, kg/d	14.17	14.23	14.28	14.41	0.061
Composición de la leche, %					
Sólidos totales	12.47	12.48	12.50	12.35	0.137
Grasa	3.63	3.62	3.65	3.70	0.302
Proteína	3.19	3.04	3.01	2.99	0.043
Lactosa	4.82	4.85	4.81	4.91	0.319
Producción de componentes lácteos, kg/d					
Sólidos totales	1.78	1.77	1.79	1.77	0.812
Grasa	0.51	0.51	0.52	0.53	0.708
Proteína	0.45	0.43	0.42	0.43	0.872
Lactosa	0.68	0.69	0.68	0.71	0.437

En el presente estudio no se evaluó la influencia de la ingesta de colza sobre el perfil lipídico de la leche, porque la grasa de la semilla de colza contiene principalmente ácidos grasos saturados y niveles bajos de ácidos grasos n-3 (de Blas *et al.*, 2019). Sin embargo, se reporta que el suplemento de aceite de colza en vacas influencia el perfil lipídico de la leche al mostrar altos niveles de ácido oleico (Meléndez *et al.*, 2021)

Es necesario aclarar que la edad de la planta de colza al momento de su cosecha no influyó en la calidad de la leche, pero mejoró la producción de leche inicial de las vacas en pastoreo (12.3 kg d⁻¹) llegando hasta 14.41 kg d⁻¹. Estos resultados indican que la suplementación con colza henificada podría ser una alternativa alimenticia a fin de mejorar los rendimientos de leche y algunos componentes lácteos. Sin embargo, los costos y la evaluación de otras estrategias en el uso de la colza determinarán la adopción potencial de la colza forrajera en las lecherías basadas en pastos.

La proteína fue el único componente de la leche influenciado por la edad de la colza, observándose un incremento en las vacas suplementadas con el heno del tratamiento HPC-90. Al respecto, se manifiesta que la concentración de la proteína de la leche puede ser cambiada mediante manipulaciones de la dieta, pero solo con el empleo de forrajes de alta calidad y buena palatabilidad (Chamberlain y Wilkinson, 1996).

CONCLUSIONES

- Se determinó el incremento de la biomasa forrajera y de fibra detergente neutro, pero con disminución de la concentración de proteína cruda como efecto de la mayor edad de la colza.
- La producción de leche y sus componentes lácteos no se vieron afectados por las suplementaciones de colza forrajera de 90, 120 y 150 días de edad, con la excepción del heno cosechado a 90 días de edad, que incrementó el contenido de proteína láctea.

LITERATURA CITADA

1. **Bouchard K. 2017.** Canola as a forage crop. Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives. Canadá. [Internet]. Disponible en: <https://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/production/beef/canola-as-a-forage-crop.html>
2. **Bushong JA, Griffith AP, Peeper TF, Epplin FM. 2012.** Continuous winter wheat versus a winter canola-winter wheat rotation. *Agron J* 104: 324-330. doi: 10.2134/agronj2011.0244
3. **Bustamante J, Allés A, Espadas M, Muñoz J. 1998.** El cultivo de la colza forrajera. Centro de Capacitación y Experimentación Agraria de Mahón, Menorca. España. *Información Técnica* 7. [Internet]. Disponible en: https://www.cime.es/webeditor/pagines/file/bulleti_dinformacio_tecnica_centre_capacitacio/07.pdf
4. **Chamberlain AT, Wilkinson JM. 1996.** Feeding the dairy cow. Hampshire, UK. 241 p.
5. **de Blas C, García-Rebollar P, Gorrachategui M, Mateos GG. 2019.** Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos. 4^o ed. Madrid. 604 p.
6. **Dove H, Kirkegaard J. 2014.** Using dual-purpose crops in sheep-grazing systems. *J Sci Food Agric* 94: 1276-1283. doi: 10.1002/jsfa.6527
7. **Dove H, Milne JA. 2006.** Intake and productivity of lambs grazing leafy or stemmy forage rape and the effect of energy or protein supplements. *Aust J Exp Agr* 46: 763-769. doi: 10.1071/EA05323
8. **Espinoza-Canales A, Gutiérrez-Bañuelos H, Sánchez-Gutiérrez RA, Muro-Reyes A, Gutiérrez-Piña FJ, Corral-Luna A. 2017.** Calidad de forraje de colza (*Brassica napus* L) en floraciones temprana y tardía bajo condiciones de temporal en Zacatecas, México. *Rev Mex Cienc Pecu* 8: 243-248. doi: 10.22319/rmcp.v8i3.4501
9. **García SC, Fulkerson WJ, Brookes SU. 2008.** Dry matter production, nutritive value and efficiency of nutrient utilization of a complementary forage rotation compared to a grass pasture system. *Grass Forage Sci* 63: 284-300. doi: 10.1111/j.1365-2494.2008.00636.x
10. **Horadagoda A, Fulkerson WJ, Nandra KS, Barchia IM. 2009.** Grazing preferences by dairy cows for 14 forage species. *Anim Prod Sci* 49: 586-594. doi: 10.1071/EA08299
11. **Isenberg BJ, Soder KJ, Pereira ABD, Standish R, Brito AF. 2019.** Production, milk fatty acid profile, and nutrient utilization in grazing dairy cows supplemented with ground flaxseed. *J Dairy Sci* 102: 1294-1311. doi: 10.3168/jds.2018-15376
12. **Islam MR, García SC, Horadagoda A, Kerrisk KL, CEF Clark. 2019.** Management strategies for forage rape (*Brassica napus* L. cv Goliath): Impact on dry-matter yield, plant reserves, morphology and nutritive value. *Grass Forage Sci*. doi: 10.1111/gfs.12462.
13. **Kaur R, García SC, Fulkerson WJ, Barchia I. 2010.** Utilization of forage rape (*Brassica napus*) and Persian clover (*Trifolium resupinatum*) diets by sheep: effects on whole tract digestibility and rumen parameters. *Anim Prod Sci* 50: 59-67. doi: 10.1071/EA08309
14. **Kelman WM, Dove H. 2007.** Effects of spring-sown *Brassica* crop on lamb performance and on subsequent establishment and grain yield of dual-purpose winter wheat and oat crops. *Aust J Exp Agr* 47: 815-824. doi: 10.1071/EA06152
15. **Kirkegaard JA, Sprague SJ, Dove H, Kelman WM, Marcoft SJ, Lieschke A, Howe GN, Graham JM. 2008.** Dual-purpose canola - a new opportunity in mixed farming systems *Aust J Agr Res* 59: 291-302. doi: 10.1071/AR07285
16. **Kunelius HT, Sanderson JB, Narasim-halu PR. 1987.** Effect of seeding date on yields and quality of green forage crops. *Can J Plant Sci* 67: 1045-1050. doi: 10.4141/cjps87-140

17. **Malagoli P, Laine P, Rosatto L, Ourry A. 2005.** Dynamics of nitrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus*) from stem extension to harvest. *Ann Bot-London* 95: 853-861. doi: 10.1093/aob/mci091
18. **Melendez P, Roeschmann CF, Baudo A, Tao S, Pinedo P, Kalantari A, Coarsey M, et al. 2021.** Effect of fish oil and canola oil supplementation on immunological parameters, feed intake, and growth of Holstein calves. *J Dairy Sci* 105: 2509-2520 doi: 10.3168/jds.2021-21134
19. **Neely CB, Walsh C, Davis JB, Hunt C, Brown J. 2015.** Investigation of early planted winter canola as a dual-purpose crop for silage and seed production. *Agron J* 107: 1905-2015. doi: 10.2134/agronj14.0547
20. **[OCDE-FAO] Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2017.** *Perspectivas agrícolas 2017-2026*. París, Francia. 149 p.
21. **Sprague SJ, Kirkegaard JA, Graham JM, Dove H, Kelman WM. 2014.** Crop and livestock production for dual-purpose winter canola (*Brassica napus*) in the high-rainfall zone of south eastern Australia. *Field Crop Res* 156: 30-39. doi: 10.1016/j.fcr.2013.10.010
22. **Schroeder JW. 2008.** Canola possible forage crop for livestock. *Extension and Ag Research News*. USA. [Internet]. Disponible en: <https://www.ag.ndsu.edu/news/newsreleases/2008/aug-21-2008/canola-possible-forage-crop-for-livestock/view>
23. **Stockdale CR. 2000.** Differences in body condition and body size affect the responses of grazing dairy cows to high energy supplements in early lactation. *Anim Prod Sci* 40: 903-911. doi: 10.1071/EA99174