

Determinación del rendimiento de forraje y sus componentes en meliloto azul (*Melilotus caerulea* (L.) Desr.) cultivado en la región occidental de Turquía

E. Ates

Department of Field Crops, Faculty of Agricultural, University of Namik Kemal, Tekirdag, Turkey
Correo electrónico: ertan_ates@hotmail.com

El objetivo de esta investigación fue determinar el rendimiento de forraje y sus componentes en meliloto azul (*Melilotus caerulea* (L.) Desr.), cultivado en la región occidental de Turquía. Las semillas de meliloto azul en etapa de madurez se recolectaron durante dos años (2005-2006) y provenían de pastizales (43.0 °N, 26 °E) de la villa de Belovets en Razgrad, al noreste de Bulgaria. Este estudio se realizó durante la estación de crecimiento de 2006 a 2009 (Octubre-Julio) en suelo xeralf con pH 6.8-7.1, en el área experimental del Departamento de Cultivos de Campo (41.0 °N, 27.5 °E) en la Facultad de Agricultura de la Universidad Namik Kemal (Tekirdag), Turquía. El diseño experimental fue bloque completamente al azar con cuatro réplicas. Se determinaron la altura de la planta (cm), el diámetro del tallo principal (mm), el número de hojas por tallo principal, el largo de la hoja (cm), el largo (cm) y el ancho (cm) del foliolo, el rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹), el rendimiento de materia seca (t ha⁻¹), la proteína bruta (%) y la fibra bruta (%) en tres etapas de crecimiento: ¼ floración, ½ floración y floración total. Se concluye que el rendimiento de forraje verde (9.79-9.97 t ha⁻¹) y de materia seca (2.49-2.62 t ha⁻¹) en las etapas de ½ floración y floración completa fueron mayores que en el resto de las etapas. La calidad es alta si el cultivo se corta en la etapa de ¼ de floración. Según el rendimiento y otros componentes, el meliloto azul se puede sembrar y cortar en las etapas ¼ floración, ½ floración y floración completa en la región occidental de Turquía, así como probablemente en otras condiciones subtropicales.

Palabras clave: *meliloto azul, materia seca, forraje verde, etapa de crecimiento, Melilotus caerulea* (L.) Desr.

Los melilotos (*Melilotus* L.) se encuentran en la tribu Trifolieae de la sub familia Faboideae, familia Fabaceae. *Melilotus* L. contiene aproximadamente 20 especies (Tekeli y Ates 2011) y alrededor de 2/3 de las especies de melilotos son bienales, las restantes son anuales. El género muestra variaciones considerables en los caracteres botánicos y agrícolas. Muchos melilotos son una fuente importante de nutrientes para el ganado y se cultivan en todo el mundo debido a su alto rendimiento, calidad forrajera, y amplia adaptación climática y al suelo. Los melilotos son una fuente de proteína confiable y económica en rumiantes y no rumiantes porque son independientes del nitrógeno del suelo. Además, los melilotos son una excelente fuente de minerales. Los consumos de melilotos son generalmente mayores que los de las gramíneas de igual digestibilidad. Pero, las altas concentraciones de un compuesto vegetal secundario, cumarina, son un importante factor limitante en el uso de estas plantas en el mundo.

El origen del meliloto azul (*M. caerulea* (L.) Desr.) es el Cáucaso, en la frontera entre Asia y Europa, las montañas de la parte central, este y sureste de Europa (Anon 2010a). Es una leguminosa anual, de invierno que crece normalmente de 20 a 100 cm de alto y puede sobrevivir a -5 °C. la especie azul se adapta a un amplio rango de tipos de suelo, pero se adapta mejor a áreas bajas, de buen drenaje y a suelos chernozem, vertisol y de textura aireada, de pH desde 6 a 8. Se cultiva de forma exitosa en áreas que reciben entre 450 y 1200 mm de precipitación anual. Se usa como forraje, pasto, ensilaje, mejorador del suelo, alimento de abejas (*Apis* sp.), y como plantas

aromáticas, medicinales y culinarias. Sin embargo; en Georgia, las semillas secas del meliloto azul se utilizan ampliamente como especia, usualmente vendidas como un polvo grisáceo marrón que consiste en vainas y semillas. En la producción de quesos, las especias son de menor importancia. Hay algunos quesos suaves con sabor a ajo (*Allium sativum* L.) o pimienta (*Piper* spp.), pero otras especias se ven solo raramente. El meliloto azul no se usa, en general, para darle sabor a otros tipos de queso, o para cremas para el pan basadas en queso fresco. Generalmente, no se utiliza mucho en alimentos preparados en la cocina del hogar, aunque ocasionalmente se emplea en alimentos con papas Suizas, donde tiene una apariencia agradable (Anon 2010a).

Los macro factores que influyen en el rendimiento y la calidad de las leguminosas forrajeras y de las gramíneas durante el crecimiento y el desarrollo incluyen: a) factores ecológicos, b) etapa de crecimiento, c) tiempo de corte, e) daño por enfermedad, f) daño por insectos, g) proporción de malas hierbas, i) rasgos del suelo y j) otras aplicaciones de manejo. Ates *et al.* (2010) evaluaron los forrajes que difieren en sus características morfológicas y etapa de crecimiento a la cosecha para sus efectos en variables que se asume estaban relacionadas con las características del forraje. El objetivo de este trabajo fue determinar el rendimiento de forraje y sus componentes en meliloto azul cultivado en la región occidental de Turquía.

Materiales y Métodos

Se recolectaron semillas de meliloto azul durante dos años (2005-2006) en la etapa de madurez

(43.0 °N, 26 °E) en la villa de Belovets en Razgrad, en el noreste de Bulgaria. Este estudio se llevó a cabo durante la etapa de crecimiento de 2006-2009 (Octubre-Julio) en suelo xeralf con pH 6.8-7.1 en el área experimental del Departamento de Cultivos de Campo (41.0 °N, 27.5 °E) en la Facultad Agrícola de la Universidad Namik Kemal (Tekirdag), Turquía, localizada alrededor de 5 m de altitud sobre el nivel del mar y con precipitación total de 482 mm como promedio y temperatura general anual de 10.5 °C. El suelo del estudio tenía bajo contenido de materia orgánica (0.89-0.91 %), moderado de fósforo (60.3-61.7 kg ha⁻¹), pero era rico en contenido de potasio (522.3-532.7 kg ha⁻¹). La recomendación de la prueba del suelo mostró que no demandó fertilización ni encalado.

El experimento fue un bloque completamente al azar con cuatro réplicas. Cada parcela (25 m² por parcela) consistió de 20 surcos a 25 cm de separación (Anon 2010b) y 5 m de largo. Las semillas se sembraron a una razón de 10 kg ha⁻¹ (Tekeli y Ates 2011) el 29 de octubre de 2006, el 30 de octubre de 2007 y el 26 de octubre de 2008 con sembradora manual. Se determinó el rendimiento de forraje verde (t ha⁻¹) en 2 m² en las etapas de crecimiento tales como: ¼ floración (primer año: mayo 14, segundo año: mayo 20, tercer año: mayo 17), ½ floración (primer año: mayo 20, segundo año: mayo 25, tercer año: mayo 24) y floración completa (primer año: mayo 26, segundo año: junio 1, tercer año: mayo 29) a 3 cm de altura a partir del suelo, y luego se calculó por hectárea. Se realizó un corte cada año. Alrededor de 500 g de muestras de hierba se secaron a 55 °C durante 48 h y se almacenaron durante un día a temperatura ambiente (Ates y Tekeli 2007). Después, se calculó el rendimiento de materia seca (MS) (t ha⁻¹). Las parcelas no fueron irrigadas ni fertilizadas después de la siembra y la cosecha.

Se determinó la altura de la planta (cm), el diámetro del tallo principal (mm), el número de hojas por tallo principal, el largo de la hoja (cm), el largo (cm) y el ancho del foliolo (cm) en veinte plantas, que se escogieron al azar en todas las parcelas en las tres etapas de crecimiento que fueron señaladas anteriormente. Se midió el diámetro del tallo principal entre el segundo y el tercer nodo y el largo de la hoja, y el largo y el ancho del foliolo en la hoja en el tercer nudo de las plantas. Las mediciones del ancho y el largo del foliolo se tomaron en el foliolo medio (Ates 2011). Las muestras se separaron a mano en componentes de la hoja (incluyendo cobertura de la hoja e inflorescencia) y el tallo. Los componentes se pesaron, y el peso seco de la hoja se dividió por el peso seco del tallo para calcular la proporción hoja/tallo.

Todas las muestras de forraje seco se molieron en pequeñas partículas (<2mm) y se usaron para los análisis. Se determinaron los contenidos de proteína

bruta (PB) y fibra bruta (FB) por los métodos de micro-Kjeldahl y Weende (AOAC 2007). Se analizaron todas las muestras por triplicado. Los resultados fueron analizados mediante el paquete estadístico TARIST. No hubo diferencias significativas entre los años y las interacciones ($P > 0.05$ y 0.01). Por tanto, este programa se usó para la prueba de comparación de las medias de los tres años (Diferencia Menos Significativa de Fisher, LSD).

Resultados y Discusión

Las etapas de crecimiento afectaron significativamente ($P < 0.01$) la altura de la planta, el número de hojas por tallo principal, el rendimiento de forraje verde, el rendimiento de MS, las tasas de PB y FB (tabla 1). Sin embargo no tuvieron efectos significativos ($P > 0.05$) en el diámetro del tallo principal, el largo de la hoja, la proporción hoja/tallo, y el largo y el ancho del foliolo (tabla 1).

La altura de la planta, el largo del tallo principal, el número de ramas por planta, el diámetro del tallo principal, el número de hojas por planta, el largo de la hoja y su peso son importantes caracteres usados para determinar el rendimiento de forraje verde y de materia seca (Ates y Servet 2004); además, el largo de la hoja, el peso de la hoja, la proporción hoja/tallo, y los contenidos de proteína, fibra y minerales son rasgos importantes para la calidad del forraje. No hubo diferencias significativas entre las etapas de crecimiento para el diámetro del tallo principal (4.92 mm a 5.05 mm), el largo de la hoja (7.42 cm a 8.49 cm), la proporción hoja/tallo (0.70 a 0.85), el largo del foliolo (3.65 cm a 3.78 cm) y su ancho (1.81 cm a 1.89 cm) ($P > 0.05$). Generalmente, el meliloto azul es un alimento superior para el ganado, en forma de heno de buena calidad y de ensilaje. Otros beneficios nutricionales son su contenido mineral, de caroteno, y vitamina E. Las pérdidas de hojas secas pueden ser grandes a la hora de la cosecha. Ates y Servet (2004) midieron el diámetro del tallo principal (8.01-8.60 mm) y el ancho del foliolo (3.43-3.51 cm) en el trébol persa (*Trifolium resupinatum* L.). Badrzadeh y Ghafarzadeh-namazi (2009) investigaron algunos rasgos morfológicos y el número de cromosomas en meliloto azul y obtuvieron valores similares para largo del foliolo (2-5 cm) y ancho del foliolo (1-2cm). Anon (2011a) informó mediciones del largo de la hoja entre 1.27 cm y 5.08 cm en meliloto blanco (*M. alba* Medik.).

La etapa de floración completa mostró la mayor altura de la planta (100.43 cm) y el número de hojas por tallo principal (23.80) ($P < 0.01$). El menor contenido de forraje verde (8.71 t ha⁻¹) y rendimiento de MS (2.21 t ha⁻¹) se encontraron en la etapa de ¼ floración ($P < 0.01$). Los rendimientos de heno hasta

Tabla 1. Rendimientos de forraje verde y material seca (MS), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), y algunos caracteres morfológicos del meliloto azul en diferentes etapas de crecimiento.

	Etapas de Crecimiento			EE±	Sign.
	¼ Floración	½ Floración	Floración completa		
Altura de la planta, cm	63.33 ^c	76.15 ^b	100.43 ^a	1.38E+01	**
No. de hojas por tallo principal	16.88 ^b	19.33 ^b	23.80 ^a	3.80E-01	**
Diámetro del tallo principal, mm	4.92	5.05	4.97	4.00E-02	NS
Largo de la hoja, cm	7.42	8.32	8.49	2.70E-01	NS
Largo del foliolo, cm	3.65	3.68	3.78	8.00E-02	NS
Ancho del foliolo, cm	1.81	1.89	1.85	3.00E-02	NS
Proporción hoja/tallo	0.85	0.77	0.70	2.00E-02	NS
Rendimiento de forraje verde, t ha ⁻¹	8.71 ^b	9.79 ^a	9.97 ^a	1.00E-01	**
MS, t ha ⁻¹	2.21 ^b	2.49 ^a	2.62 ^a	1.00E-01	**
PB, %	19.38 ^a	17.35 ^b	17.50 ^b	7.00E-02	**
FB, %	18.90 ^b	19.43 ^b	21.03 ^a	1.80E-01	**

**P < 0.01

NS: P > 0.05

7-8 t ha⁻¹ son alcanzables en meliloto blanco (Frame 2002). En Alaska, USA, el meliloto amarillo (*M. officinalis* (L.) Pall.) produjo 7.70-9.03 t ha⁻¹ en suelo neutral en un sitio, pero 3.25-3.97 t ha⁻¹ en suelo ácido en otro sitio más frío (Sparrow *et al.* 1993). El rendimiento total de forraje y forraje digestible en meliloto amarillo (cv. Madrid) cosechado por etapas de crecimiento en Fargo, Dakota del Norte fue estudiado por Meyer (2005), quien informó que los rendimientos de forraje en las etapas de inicio de floración, 10 % floración y floración tardía oscilaron entre 7.18 t ha⁻¹, 7.43 t ha⁻¹ y 5.20 t ha⁻¹, respectivamente. Basaran *et al.* (2006), Tekeli y Ates (2011), Anon (2011a) y Anon (2011b) obtuvieron mediciones para la altura de la planta entre 25-182.9 cm en las especies de meliloto. Anon (2010b) planteó que el meliloto azul creció hasta una altura de 100 cm, mientras Badrzadeh y Ghafarzadeh-namazi (2009) encontraron que este valor puede ser solo de 25-60 cm. Los resultados fueron similares a los reportados por estos investigadores.

El contenido de FB del forraje fue mayor en la etapa de floración completa (21.03 %) comparado con otras etapas (P < 0.01) (tabla 1). Los menores contenidos de PB se determinaron en las etapas de ½ floración (17.35 %) y floración completa (17.50 %), lo que estuvo en concordancia con el valor de 18.78 % a 18.83 % reportado por Ates y Servet (2004), mientras tanto, Canbolat y Karaman (2009) obtuvieron valor de solo 15.33 % a 15.78% en melilotos blanco y amarillo. El meliloto azul posee un alto valor nutritivo en la etapa vegetativa de crecimiento, en la etapa de pre-floración para ensilaje y en la etapa de floración temprana para heno. Los contenidos totales de proteína y fibra están relacionados de forma inversa con las etapas de crecimiento de los cultivos forrajeros, sin embargo, los contenidos de proteína y fibra de los cultivos forrajeros

pueden ser bastante variables entre las especies y sus cultivares. Generalmente, las leguminosas forrajeras contienen mayores niveles de proteína sobre (12 % - 26 %) si se comparan con las gramíneas (8 % - 22 %). Con los forrajes, en cambio la calidad de las hojas y los tallos comienza a disminuir tempranamente en el ciclo de crecimiento debido a la deposición y lignificación de la FND (fibra neutro detergente) especialmente en los tallos (Moore *et al.* 2007). En la floración se establece una reducción continua de la calidad del forraje porque los tallos se hacen más fibrosos y lignificados causando una disminución significativa en el contenido de proteína y la digestibilidad en leguminosas forrajeras con madurez avanzada (Moser y Jennings 2007). Por ejemplo, la digestibilidad de las hojas de trébol Persa es mayor que la de los tallos debido al menor contenido de pared celular aunque se reduce menos rápido con la madurez avanzada. Durante el proceso ontológico normal, la proporción de hojas y tallos disminuye a mediada que madura la planta. Tanto las fracciones de las hojas como la de los tallos disminuyen su digestibilidad y contenido de proteína con la madurez debido al engrosamiento de las paredes celulares primarias y secundarias y a la deposición de hemicelulosa, pectina y lignina (Ates *et al.* 2010). Obviamente, las paredes celulares no evolucionaron para servir como alimento para rumiantes. Las funciones biológicas de la pared celular conducen a la formación de una estructura que es de variable y a menudo baja digestibilidad por los rumiantes. Además, el volumen físico ocupado por la pared celular en el rumen afecta el consumo alimentario y el comportamiento animal (Jung 1997).

Se concluye que el rendimiento de forraje verde (9.79-9.97 t ha⁻¹) y material seca (2.49-2.62 t ha⁻¹) en las etapas de ½ floración y floración completa fueron mayores que en el resto de las etapas. La calidad es alta

si el cultivo se corta en la etapa de $\frac{1}{4}$ floración. Según el rendimiento y otros componentes, el meliloto azul se puede sembrar y cortar en la etapas de $\frac{1}{4}$ floración, $\frac{1}{2}$ floración y floración total en la parte occidental de Turquía, así como probablemente en otras condiciones subtropicales.

Referencias

- Anon 2010a. Blue Fenugreek (*Trigonella caerulea* [Desr. ex Lam.] Ser.). Disponible: <<http://www.uni-graz.at>> [Consultado: Agosto 2010]
- Anon 2010b. *Trigonella caerulea*. Disponible: <<http://www.gradinarstvo.hit.bg>> [Consultado: Septiembre 2010]
- Anon 2011a. White Sweetclover: *Melilotus alba* Medik. Disponible: <<http://www.nps.gov>> [Consultado: Mayo 2011]
- Anon 2011b. Yellow Sweetclover (*Melilotus officinalis*). Disponible: <<http://www.nps.gov>> [Consultado: Junio 2011]
- AOAC. 2007. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Ed., Revision 2. Association of Official Analytical Chemists. USA. p. 232
- Ates, E. 2011. Some chemical and morphological properties of five clover species (*Trifolium sp.*) at different aspect of pasture in Belovets village (Razgrad), Bulgaria. International Journal of Plant Production 5:255
- Ates, E., Coskuntuna, L. & Tekeli, A.S. 2010. Contenidos de aminoácidos y fibra de cuatro leguminosas forrajeras anuales diferentes en estado de floración completa. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 44:73
- Ates, E. & Servet, A. 2004. Efecto de la distancia entre surcos y la fecha de corte en el rendimiento y algunas características morfológicas del trébol persa (*Trifolium resupinatum* L.). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 38: 327
- Ates, E. & Tekeli, A.S. 2007. Salinity tolerance of Persian clover (*Trifolium resupinatum* L. var. majus Boiss.) lines Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 45, Número 3, 2011. at germination and seedling stages. World J. Agric. Sci. 3:71
- Badrzadeh, M. & Ghafarzadeh-namazi, L. 2009. *Trigonella caerulea* (Fabaceae), an aromatic plant from Ardabil province, Iran. Iran. J. Bot. 15: 82
- Basaran, U., Acar, Z., Mut, H. & Asci, O.O. 2006. Dogal olarak yetisen bazi baklagil yembitkilerinin bazi morfolojik ve tarimsal ozellikleri. OMU Zir. Fak. Dergisi 21: 314
- Canbolat, O. & Karaman, S. 2009. Bazi baklagil kaba yemlerinin *in vitro* gaz uretimi, organik madde sindirimi, nispi yem degerleri ve metabolik enerji iceriklerinin belirlenmesi. Ankara Univ. Ziraat Fakultesi Tarim Bilimleri Dergisi 15: 188.
- Frame, J. 2002. *Melilotus albus* Medik. FAO Grassland Index. Disponible: <<http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/Gbase/data/pf000488.htm>> [Consultado: Abril 2011]
- Jung, H.G. 1997. Analysis of forage fiber and cell walls in ruminant nutrition. The Journal of Nutrition 127: 810S
- Meyer, D. 2005. Sweetclover: Production and Management. NDSU Extension Service, Fargo, North Dakota, USA. p. 6
- Moser, L.E. & Jennings, J.A. 2007. Grass and Legume Structure and Morphology. In: Forages Vol II: The Science of Grassland Agriculture. Eds. Barnes, R.F., Nelson, C.J., Moore, K.J., Collins, M. Blackwell Publishing, Iowa, USA. p.29
- Sparrow, S.D., Cochran, V.L. & Sparrow, E.B. 1993. Herbage yields and nitrogen accumulation by seven legume crops on acid and neutral soils in a subarctic environment. Canadian Journal of Plant Science 73: 1037
- Tekeli, A.S. & Ates, E. 2011. Forage Legumes (Revised Second Edition). Sevil Grafik Tasarim ve Ciltevi Press, ISBN:978-605-62007-0-0, Turkey. p. 61

Recibido: 8 de marzo de 2010