

LA GESTIONE DEGLI ANIMALI AL PASCOLO ATTRAVERSO L' AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Remote Sensing e Virtual Fencing per la gestione di precisione dei bovini da carne al pascolo

Aquilani C.¹, Argenti. G.¹, Bellini E.¹, Bozzi R.¹, Confessore A.¹, Moriondo M.², Nannucci L.¹, Padovan G.¹, Pugliese C.¹, Staglianò N.¹, Dibari C.¹

¹ DAGRI – Università degli Studi di Firenze

² CNR-IBIMET

Il sistema di allevamento dei bovini da carne utilizza diffusamente il pascolamento di risorse foraggere, naturali o seminate, e coniuga il basso costo di produzione degli alimenti utilizzati con le ricadute positive sul benessere e sulla salute degli animali. Tuttavia, tale gestione richiede un utilizzo razionale della risorsa pastorale per ridurre sprechi di produzione e per mantenere in equilibrio il tasso di utilizzo della risorsa foraggera da parte del bestiame, con la capacità di rigenerazione del cotico erboso (Holechek et al. 2011). In questo contesto, il pascolamento turnato si configura come una delle tecniche più efficienti per la valorizzazione della produzione foraggera in quanto massimizza l'efficienza di utilizzo delle risorse da parte degli animali valorizzando il potenziale produttivo del cotico erboso. Il pascolamento deve tuttavia tener conto della produzione di biomassa foraggera disponibile nel corso della stagione vegetativa con un monitoraggio costante, da parte degli allevatori, della produzione erbacea. Questo comporta, inevitabilmente, difficoltà di natura economica e gestionale soprattutto in aree marginali ed estensive. In ambito scientifico, l'utilizzo di indici spettrali di vegetazione da immagini telerilevate, si è mostrato particolarmente efficace per la stima della produzione di biomassa da remoto (Maselli et al., 2013). Nello specifico, l'indice di vegetazione di differenza normalizzata (NDVI), è risultato un parametro efficace e robusto per stimare la produzione di biomassa delle risorse pascolive anche in situazioni di bassa densità della copertura erbacea. Inoltre, la recente disponibilità di immagini satellitari a medio/alta risoluzione spaziale (10 m x 10 m), temporale (5 giorni) e spettrale (fino a 12 bande spettrali, a seconda della risoluzione spaziale) come quelle messe a disposizione da Sentinel 2a e 2b, consente di stimare la produzione di biomassa del cotico erboso su ampie superfici, individuando il momento più idoneo per la sua utilizzazione e quantificando la biomassa disponibile per gli animali durante la stagione di pascolamento.

Per massimizzare gli effetti positivi del pascolamento turnato è necessario che questo si basi anche su una efficiente gestione degli spostamenti degli animali all'interno del pascolo e su informazioni di dettaglio sulla reale produzione foraggera. Infatti, la turnazione degli animali al pascolo prevede la suddivisione in appezzamenti da utilizzare in successione temporale in funzione della produzione del cotico erboso, dell'andamento meteorologico durante la stagione vegetativa e del carico animale. Tali appezzamenti vengono solitamente realizzati mediante l'impianto di recinzioni fisiche (Cavallero et al. 2002), con conseguenti alti costi legati alla loro costruzione e manutenzione, oltre che all'alto impiego di manodopera con conseguente (e frequente) rinuncia da parte degli allevatori ad applicare un tipo di pascolo a rotazione. Negli ultimi anni si è assistito ad un crescente interesse da parte del mondo della ricerca nello sviluppo e sperimentazione di sistemi di controllo del movimento dei capi tramite sensori GPS applicati direttamente sugli animali attraverso collari. Inoltre, lo sviluppo della tecnologia GPS

associata a dispositivi atti a “guidare” gli animali, attraverso stimoli sonori ed elettrici, nella loro attività di pascolamento, ha permesso di realizzare sistemi di gestione del pascolo denominati *Virtual Fencing*. Tali strumenti permettono non solo di conoscere la posizione di ciascun capo in tempo reale grazie al sistema GPS, ma anche di controllarne il movimento senza la necessità di posizionare/spostare recinzioni fisse, attraverso la delimitazione di precisi confini, aventi forme anche irregolari, generati in remoto mediante opportuni software GIS da tablet e/o smartphone (Bishop-Hurley et al., 2007; Anderson 2007; Umstätter 2011). Brevettati per uso commerciale per la prima volta nel 1973 (Peck 1973) per il controllo dei cani domestici, i sistemi *Virtual Fencing* sono stati utilizzati per la prima volta nel 1987 per il controllo delle capre (Fay et al. 1989). Da allora numerosi studi ne hanno sperimentato l’efficacia come strumenti per il controllo e confinamento degli animali domestici (es. Bishop-Hurley et al. 2007; Brunberg et al. 2015; Campbell et al. 2017; Campbell et al. 2018; Marini et al. 2018) e per l’ottimizzazione dell’uso del pascolo (French et al. 2015), evidenziandone le potenzialità per migliorare i processi di produzione, ridurre i costi di gestione e mantenere una risorsa foraggera di qualità. Oltre alla gestione razionale della risorsa pascoliva, garantire il rispetto del benessere animale è un requisito fondamentale da rispettare, anche considerando che condizioni di stress protratte nel tempo, influenzano negativamente sia le performance riproduttive che quelle di crescita dell’animale (Tullo et al., 2019). Pertanto, parallelamente ai sistemi di gestione spaziale della mandria, si è sviluppata recentemente una serie di dispositivi tecnologici per la *Precision Livestock Farming*, in grado di monitorare lo stato di salute dell’animale, la condizione corporea e i cicli riproduttivi. Generalmente, i parametri impiegati per la valutazione dello stato fisiologico dell’animale e per il rilevamento dei calori sono: la temperatura corporea, l’attività locomotoria e l’attività di ruminazione (Umstätter et al., 2008; Shahriar et al., 2016; Neethirajan, 2017; Reiter et al., 2018). I sensori impiegati sono integrati in collari o in marche auricolari capaci di trasmettere i dati raccolti via wireless ad un software centrale che li elabora, inviando all’allevatore informazioni generali sullo stato di salute di ciascun animale e notifiche per il rilevamento tempestivo dei calori e delle criticità legate allo stato di salute. La condizione corporea (rilievi morfometrici e ponderali) avviene invece tramite l’acquisizione di immagini e loro successiva elaborazione digitale. Inizialmente pensati per l’allevamento dei bovini da latte, questi dispositivi si stanno diffondendo anche per i bovini da carne allevati mediante sistemi semibradi e bradi, dove il monitoraggio degli animali al pascolo è più difficoltoso e richiederebbe un eccessivo impiego di manodopera per le osservazioni dal vivo.

Il progetto di innovazione e trasferimento VISTOCK

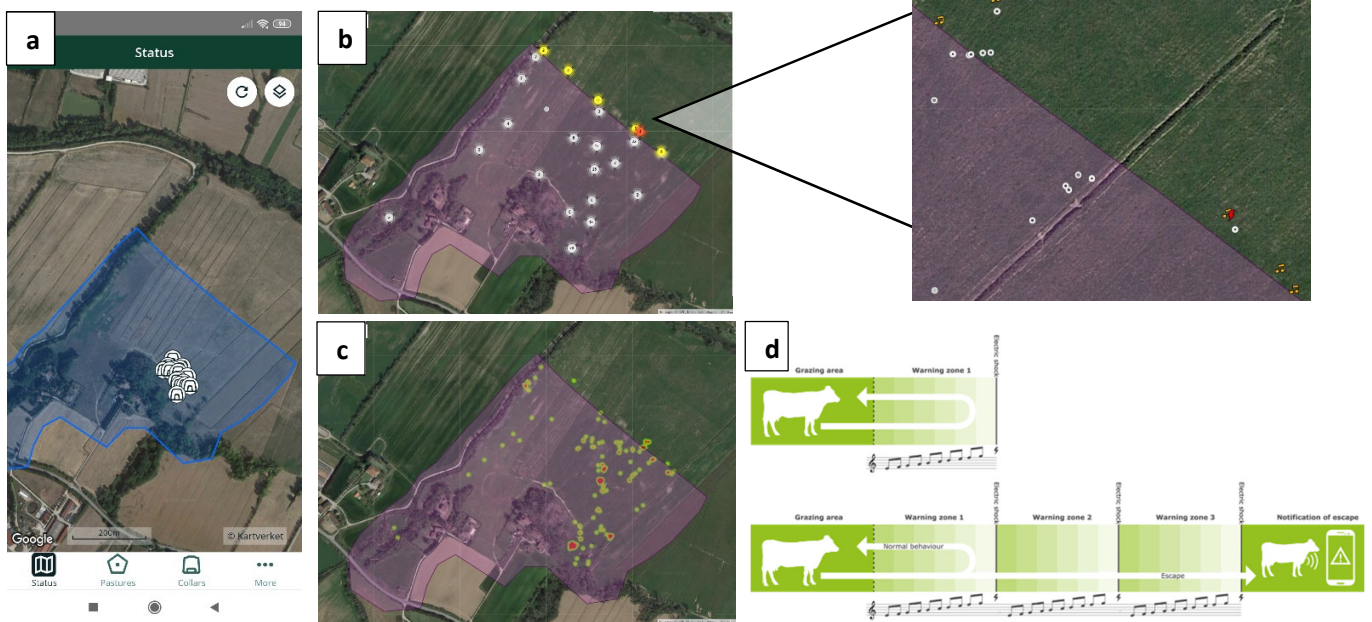
Il Progetto VISTOCK (<https://vistock.toscanallevatori.it/>) è stato finanziato sulla misura 16.2 - PSR 2014-2020 della Regione Toscana - GAL START ed ha coinvolto due allevamenti estensivi di bovini da carne del Mugello che stanno attualmente applicando le tecnologie sopra descritte su una parte dei propri animali. Il progetto ha come obiettivo la messa a punto di un sistema integrato di pascolo turnato (sistema VISTOCK) che combina tecnologie e pratiche innovative sviluppate per il comparto foraggero-zootecnico basate sull’applicazione di collari *Virtual Fencing*, sistemi di rilevamento della produttività del pascolo da remoto e dispositivi di *Precision Livestock Farming*, in grado di fornire agli allevatori strumenti per un più efficiente

controllo dei bovini al pascolo, ottimizzando l' utilizzazione della risorsa pascoliva e migliorando il benessere animale, la sostenibilità ambientale ed economica.

La gestione innovativa degli animali si basa sull'impiego di collari dotati di GPS, pannello solare, batteria e di un sistema di segnalazione acustica e di impulsi elettrici. Gli impulsi elettrici emessi dal collare sono paragonabili a quelli delle normali recinzioni elettrificate (0.1 joule).



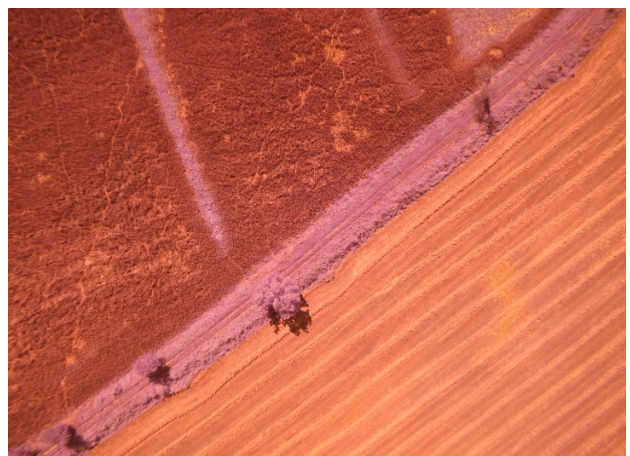
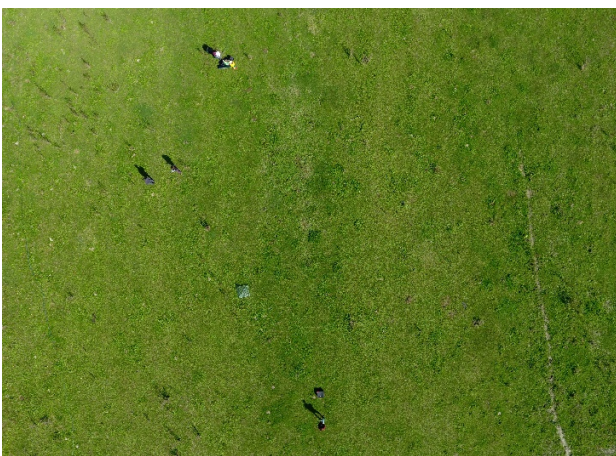
I collari comunicano con un software ed un'interfaccia grafica per smartphone (a) e pc desktop (b,c) che registra le posizioni degli animali e su cui è possibile tracciare dei recinti virtuali che vengono trasmessi ai collari. Sul desktop è inoltre possibile generare una mappa di densità (b) che mostra, per ciascun animale, dove ha sostato maggiormente all'interno del pascolo.



L'animale può liberamente pascolare all'interno dell'area del recinto virtuale, se si avvicina al confine riceve una segnalazione acustica (d). Se l'animale continua a procedere verso il confine virtuale, il collare emette altri segnali acustici, se l'animale supera il confine il collare emette una piccola scossa che infastidisce l'animale inducendolo a rientrare all'interno del recinto virtuale.



Dopo alcuni giorni di training, gli animali riescono ad associare il segnale acustico allo stimolo negativo (scossa) e a rispondere al solo segnale acustico cambiando direzione e rientrando nel pascolo virtuale. Questa tipologia di gestione della mandria permette quindi di spostare gli animali da un appezzamento all'altro del pascolo con una grande flessibilità e frequenza, impossibile da ottenere con le recinzioni fisiche. Sfruttando questa potenzialità di gestione degli animali, il progetto prevede di integrare questo sistema con le informazioni sulla produzione foraggera derivate a partire da strumenti di remote sensing (immagini satellitari, da drone e fotocamere), opportunamente calibrati. Questo permetterà di delimitare le aree dove far pascolare gli animali in funzione della quantità e qualità del pascolo durante la stagione, decidendo al contempo il carico e l'estensione di ciascun appezzamento.



L'ambizione del progetto è quindi di validare un sistema innovativo integrato per la gestione razionale del pascolo, adeguandolo alla geografia del territorio e alle esigenze aziendali di allevamenti estensivi di bovini da carne, nonché alla tipologia e alle variazioni stagionali di produttività della risorsa foraggera. Questo permetterebbe di avere una gestione sostenibile dell'allevamento, anche sotto il profilo della salvaguarda ambientale e di tutela e miglioramento del benessere animale.



Bibliografia

- Anderson DM. (2007). Virtual Fencing – past, present and future. *The Rangeland Journal*. 29(1):65
- Bishop-Hurley GJ, Swain DL, Anderson DM, Sikka P, Crossman C, Corke P. (2007). Virtual Fencing applications: Implementing and testing an automated cattle control system. *Comput Electron Agric*. 56(1):14–22.
- Brunberg EI, Bøe KE, Sørheim KM. (2015). Testing a new Virtual Fencing system on sheep. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science*. 65(3–4):168–175.
- Campbell D, Lea J, Farrer W, Haynes S, Lee C, Campbell DLM, Lea JM, Farrer WJ, Haynes SJ, Lee C. (2017). Tech-Savvy Beef Cattle? How Heifers Respond to Moving Virtual Fence Lines. *Animals*. 7(9):72.
- Campbell DLM, Lea JM, Haynes SJ, Farrer WJ, Leigh-Lancaster CJ, Lee C. (2018). Virtual Fencing of cattle using an automated collar in a feed attractant trial. *Applied Animal Behaviour Science*. 200:71–77.
- Cavallero A, Rivoira G, Talamucci P. (2002). “Pascoli”. In: “Coltivazioni erbacee. Foraggiere e tappeti erbosi” (Baldoni R, Giardini L eds). Patron Editore, Bologna, pp. 239-294.
- Fay PK, McElligott VT, Havstad KM. (1989). Containment of free-ranging goats using pulsed radio-wave-activated shock collars. *Applied Animal Behaviour Science*. 23(1):165–171.
- Garrouette E.L., A.J. Hansen, R.L. Lawrence, (2016) Using NDVI and EVI to map spatiotemporal variation in the biomass and quality of forage for migratory elk in the Greater Yellowstone ecosystem *Remote Sens.*, 8 (5), p. 404
- Holechek JL, Pieper RD, Herbel CH. 2011. ‘Range Management: Principles and Practices.’ 6th edn. (Pearson Education, Inc.: New Jersey, NJ.)
- Huete A.R., R.D. Jackson, D.F. Post, (1985) Spectral response of a plant canopy with difference soil backgrounds *Remote Sens. Environ.*, 17 (1), pp. 37-53
- Huete A.R., A soil-adjusted vegetation index (SAVI) *Remote Sens. Environ.*, 25 (3) (1988), pp. 195-213
- Li F., Y. Zeng, X.S. Li, Q.J. Zhao, B.F. Wu, (2014) Remote sensing based monitoring of interannual variations in vegetation activity in China from 1982 to 2009 *Sci. China Earth Sci.*, 57 (8), pp. 1800-1806
- Marini D, Llewellyn R, Belson S, Lee C, Marini D, Llewellyn R, Belson S, Lee C. (2018). Controlling Within-Field Sheep Movement Using Virtual Fencing. *Animals*. 8(3):31.
- Maselli F., Argenti G., Chiesi M., Angeli L., Papale D., (2013). Simulation of grassland productivity by the combination of ground and satellite data. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 165: 163-172.155.
- Neethirajan, S., (2017). Recent advances in wearable sensors for animal health management. *Sens. Bio-Sensing Res*. 12, 15–29.
- Qi J., A. Chehbouni, A.R. Huete, Y.H. Kerr, S. Sorooshian, (1994) A modified soil adjusted vegetation index *Remote Sens. Environ.*, 48 (2), pp. 119-126
- Reiter, S., Sattlecker, G., Lidauer, L., Kickingner, F., Öhlschuster, M., Auer, W., Schweinzer, V., Klein-Jöbstl, D., Drillich, M., Iwersen, M., (2018). Evaluation of an ear-tag-based accelerometer for monitoring rumination in dairy cows. *J. Dairy Sci*. 101, 3398–3411.
- Schino, G., Borfecchia, F., De Cecco, L., Dibari, C., Iannetta, M., Martini, S., & Pedrotti, F. (2003). Satellite estimate of grass biomass in a mountainous range in central Italy. *Agroforestry Systems*, 59(2), 157-162.
- Shahriar, M.S., Smith, D., Rahman, A., Freeman, M., Hills, J., Rawnsley, R., Henry, D., Bishop-Hurley, G., (2016). Detecting heat events in dairy cows using accelerometers and unsupervised learning. *Comput. Electron. Agric*. 128, 20–26.
- Tullo, E., Finzi, A., Guarino, M., (2019). Review: Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. *Sci. Total Environ*. 650, 2751–2760.

- Ullah S., Y.L. Si, M. Schlerf, A.K. Skidmore, M. Shafique, I.A. Iqbal, (2012) Estimation of grassland biomass and nitrogen using MERIS data *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.*, 19 (1), pp. 196-204
- Umstätter, C., Waterhouse, A., Holland, J.P., (2008). An automated sensor-based method of simple behavioural classification of sheep in extensive systems. *Comput. Electron. Agric.* 64, 19–26.
- Umstätter C. (2011). The evolution of virtual fences: A review. *Computers and Electronics in Agriculture.* 75(1):10–22.
- Zhao F., B. Xu, X. Yang, (2014) Remote sensing estimates of grassland aboveground biomass based on MODIS net primary productivity (NPP): a case study in the Xilingol grassland of northern China *Remote Sens.*, 6 (6), pp. 5368-5386