

Direttore: A. ROMAGNOLI

DIPARTIMENTO DI SCIENZE ANATOMICHE, FISIOLOGICHE  
E DELLE PRODUZIONI ANIMALI. SEZ. PRODUZIONI ANIMALI

Direttore: Prof. D. CIANCI

---

G. BIAGI, M. BAGLIACCA, A. LETO, A. ROMAGNOLI

LA FUNZIONALITA' TIROIDEA IN CAPRE SAANEN  
A DIFFERENTI LATTAZIONI

Estratto dagli *Annali della Facoltà di Medicina Veterinaria* - Vol. XLI - 1988

PACINI EDITORE - PISA

LA FUNZIONALITÀ TIROIDEA IN CAPRE SAANEN  
A DIFFERENTI LATTAZIONI (\*\*)

THE THYROID FUNCTION IN SAANEN GOATS  
AT DIFFERENT LACTATIONS

Giulia BIAGI, Marco BAGLIACCA (\*), Andrea LETO (\*\*\*), Aldo ROMAGNOLI

RIASSUNTO

Durante il periodo invernale è stato effettuato un prelievo di sangue a 287 capre di razza Saanen di cui 45 in asciutta (a circa 30 giorni dal parto) e 242 al secondo mese di differenti lattazioni (90 capre in prima, 78 in seconda, 33 in terza, 31 in quarta e 10 in quinta lattazione). Sul siero sono stati dosati gli ormoni tiroidei, T4 e T3, con lo specifico metodo radioimmunologico, le proteine totali con il metodo al biuretto ed è stata valutata la percentuale di saturazione relativa della tireoglobulina specifica veicolante TBG proteina vettrice tramite la T3U. I dati hanno evidenziato quanto segue: la concentrazione sierica della T4 e della T3 è più alta negli animali in lattazione che non in quelli in asciutta (rispett.: T4 =  $5,3 \pm 1,83 \mu\text{g/dl}$  e  $4,9 \pm 1,52 \mu\text{g/dl}$ ; T3 =  $169 \pm 46,4 \text{ ng/dl}$  e  $142 \pm 38,5 \text{ ng/dl}$ ); i livelli ormonali diminuiscono linearmente rispetto al numero delle lattazioni (T4,  $b = -0,25$ ; T3,  $b = -11,31$ ); i valori della T3U non differiscono né fra le capre in asciutta e quelle in lattazione né fra le capre a differenti lattazioni; la proteinemia totale aumenta con il numero delle lattazioni ( $b = +0,14$ ).

Parole chiave: Ormoni tiroidei, T4, T3, capre.

SUMMARY

During the winter blood samples were taken, once only, from 287 Saanen goats: 45 pregnant goats (about 30 days before delivery) and 242 goats during the second

(\*\*) Lavoro eseguito con finanziamento MPI 40% e 60%.

(\*\*\*) Libero professionista.

Si ringrazia il Sig. Giovanni Luparini per aver effettuato le analisi di laboratorio.

month of different lactations (90 goats in the first, 78 in the second, 33 in the third, 31 in the fourth and 10 in the fifth lactation). Serum thyroid hormone concentrations, T4 and T3, were assayed by specific radioimmunoassays, serum total protein concentrations were determined by biuret-EDTA method, the T3 binding capacity was evaluated by T3 resin uptake method. The data indicated that: T4 and T3 values at the time of lactation are higher than those observed in dry goats (respect.: T4 =  $5.3 \pm 1.83 \mu\text{g/dl}$  e  $4.9 \pm 1.52 \mu\text{g/dl}$ ; T3 =  $169 \pm 46.4 \text{ ng/dl}$  e  $142 \pm 38.5 \text{ ng/dl}$ ); T4 and T3 levels follow a linear regression with respect to the number of lactations (T4,  $b = -0.25$ ; T3,  $b = -11.31$ ); T3U values show no variations with respect to the number of lactations or lactating and dry goats; total serum protein concentrations increase with respect to the number of lactations ( $b = +0.14$ ).

Key words: Thyroid hormones, T4, T3, goats.

## INTRODUZIONE

Nell'ambito di ricerche in atto da diversi anni nel nostro Istituto tendenti ad indagare la funzionalità della tiroide nelle specie domestiche, sia per quanto riguarda gli animali di interesse zootecnico, quali il bovino (2, 5, 6, 8, 10, 11, 12), il cavallo (18) ed il cammello (1), sia per gli animali di affezione, quale il cane (3, 4), abbiamo ritenuto opportuno continuare le indagini a suo tempo intraprese in questo settore nella capra di razza Saanen (7, 9) per contribuire ad approfondire le conoscenze sulle variazioni delle concentrazioni sieriche degli ormoni tiroidei circolanti, tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), in relazione al diverso momento fisiologico: gravidanza e lattazione.

È ormai noto che l'accrescimento del tessuto della ghiandola mammaria, anche durante il periodo di gravidanza, è influenzato da un complesso di ormoni la cui azione si integra e si potenzia a vicenda e, a prescindere dal ruolo indispensabile svolto dagli ormoni della sfera genitale, gli ormoni tiroidei agiscono sulla mammella sia con un'azione diretta che indiretta attraverso il metabolismo intermedio. L'importanza che rivestono la tiroide ed i suoi ormoni sullo sviluppo della mammella prima, e sulla lattazione poi, trovano un riscontro nel fatto che un'elevata produzione di latte è spesso associata ad un leggero ipertiroidismo fisiologico. Ai fini della normale lattazione gli ormoni tiroidei sono indispensabili; contemporaneamente alla riduzione della quantità di latte secreta infatti durante la seconda metà o gli ultimi due terzi del periodo produttivo, si osserva una diminuzione dell'attività della tiroide.

Pertanto abbiamo ritenuto interessante valutare in capre di razza Saanen le variazioni delle concentrazioni sieriche delle iodotiro-

nine circolanti in funzione del diverso momento fisiologico, asciutta e lattazione, e l'eventuale influenza che ripetute lattazioni possono avere sulla funzionalità della tiroide.

#### MATERIALI E METODI

Un singolo prelievo è stato effettuato durante i mesi invernali a capre di razza Saanen allevate in box all'interno di una stalla situata nella zona del litorale pisano. I soggetti, che avevano a disposizione in apposite cassette il sale pastorizio, erano alimentati con fieni di produzione aziendale ottenuti dai primi tagli di erba medica dei prati al terzo quarto anno (circa 1500 grammi pro capite) e da un mangime composto integrato di preparazione aziendale (variabile nella quantità in rapporto al periodo produttivo e precisamente: a circa 500-600 grammi alle capre a fine gravidanza in asciutta e circa 800-1500 grammi a quelle in lattazione). La composizione chimica e il valore nutritivo stimato degli alimenti (15) sono riportati nella tabella 1.

TABELLA 1 - Composizione chimica e valore nutritivo (sulla S.S.) del fieno (n = 5) e dei concentrato (n = 3) impiegato nella alimentazione delle capre (media  $\pm$  D.S.).

		Fieno	Concentrato
Sostanza secca .....	%	90,10 $\pm$ 1,53	87,50 $\pm$ 0,09
Protidi grezzi .....	»	12,47 $\pm$ 2,08	17,03 $\pm$ 1,60
Lipidi grezzi .....	»	3,37 $\pm$ 0,79	2,77 $\pm$ 0,33
Fibra grezza .....	»	30,90 $\pm$ 4,84	7,70 $\pm$ 2,69
Ceneri .....	»	8,63 $\pm$ 0,82	8,37 $\pm$ 1,51
Estrattivi inazotati .....	»	44,63 $\pm$ 4,35	64,13 $\pm$ 5,47
Valore energetico .....	UFL/Kg	0,66 $\pm$ 0,05	1,03 $\pm$ 0,06
PDIN .....	g/Kg	72 $\pm$ 8,8	118 $\pm$ 10,8
PDIE .....	g/Kg	77 $\pm$ 5,0	120 $\pm$ 2,4

I soggetti sorteggiati per il prelievo erano in differenti momenti fisiologici e precisamente 45 capre in asciutta, a circa 30 giorni dal parto, e 242 in lattazione (90 in prima, 78 in seconda, 33 in terza, 31 in quarta e 10 in quinta lattazione). La produzione media di latte,

rilevata una settimana prima del prelievo effettuato a 45-60 giorni dall'inizio della lattazione, è stata rispettivamente di  $1,91 \pm 0,51$  litri per i soggetti in prima lattazione, di  $2,29 \pm 0,70$  litri per quelli in seconda, di  $2,40 \pm 0,25$  litri per quelli in terza, di  $2,50 \pm 0,34$  litri per quelli in quarta e di  $2,40 \pm 0,37$  litri per quelli in quinta.

Il campione era costituito da soli animali sani, per cui non sono state prese in considerazione capre manifestatamente sofferenti o che avevano abortito di recente o, seppure apparentemente sane, la cui produzione risultava particolarmente bassa rispetto al livello medio aziendale. Durante il periodo dei prelievi, eccettuata la vaccinazione per l'enterotossiemia 15 giorni prima del parto, non sono stati effettuati interventi terapeutici di alcun genere né trattamenti anti-parassitari interni, in quanto il controllo periodico delle feci del gruppo in osservazione, ha permesso di escludere la presenza di coccidi e di strongili intestinali e polmonari.

Il sangue, prelevato dalla giugulare nelle prime ore del mattino prima della mungitura delle capre in lattazione e comunque ad almeno 12 ore dalla somministrazione dell'ultima razione, è stato centrifugato in laboratorio ed il siero è stato congelato a  $-20^{\circ}\text{C}$  fino al momento delle analisi che sono state effettuate in duplicato per evitare le variazioni di interassay e replicate nel caso in cui il coefficiente risultasse superiore al 5%.

La funzionalità tiroidea è stata valutata dosando, mediante specifici metodi radioimmunologici, le concentrazioni sieriche della T4 e della T3 (SPAK-T4 e SPAK-T3, Byk-Mallinckrott, Milano, Italia), e misurando, mediante la T3U, la percentuale di saturazione relativa della tireo-globulina specifica veicolante TBG proteina vettrice (Micromedic System INC, Horshampa 19044, USA). È stata anche determinata la proteinemia totale (PT) con il metodo al biuretto e sono stati calcolati i rapporti T4/T3, T4/PT e T3/PT.

I dati, ad eccezione della T3, opportunamente codificati (T4: esponenziale; T3U e PT: logaritmica) al fine di normalizzare la distribuzione dei residui della varianza (19), sono stati elaborati secondo un modello monofattoriale dove il fattore fisso era lo stadio fisiologico degli animali: asciutta, prima, seconda, terza, quarta e quinta lattazione). Sono stati effettuati i confronti fra gli animali in asciutta e quelli in lattazione ed i confronti fra i soggetti a diversa lattazione. L'effetto della diversa lattazione è stato inoltre studiato come effetto continuo lineare ( $Y = a + bx$ ) e quadratico ( $Y = a + b_1x + b_2x^2$ ).

## RISULTATI

I risultati, espressi come media  $\pm$  ds, relativi ai valori fisiologici delle concentrazioni sieriche della T4, della T3, della proteinemia totale, del valore della T3U, dei rapporti T4/T3, T4/PT e T3/PT sono riportati nella tabella 2. Innanzi tutto si rileva che nelle capre in lattazione si è registrato un valore più alto rispetto agli animali in asciutta tanto per la T4, seppur non significativo, che per la T3 (rispett.: T4 =  $5,3 \pm 1,83 \mu\text{g/dl}$  e  $4,9 \pm 1,52 \mu\text{g/dl}$ ; T3 =  $169 \pm 46,4 \text{ ng/dl}$  e  $142 \pm 38,5 \text{ ng/dl}$ ; la T3U non ha presentato variazioni né in funzione del momento fisiologico né rispetto all'età (numero delle lattazioni portate a termine); la proteinemia totale, analogamente all'attività tiroidea, è stata superiore negli animali in lattazione rispetto a quelli in asciutta ( $8,0 \pm 1,07 \text{ g/l}$  vs  $7,7 \pm 0,88$ ). Per quanto riguarda i rapporti, questi sono stati influenzati dai singoli parametri, per cui si è evidenziato negli animali in lattazione rispetto ai soggetti in asciutta un valore inferiore del rapporto T4/T3 ( $31,7 \pm 7,76$  vs  $35,7 \pm 10,55$ ) ed un valore maggiore per quanto concerne il rapporto T3/PT ( $21,6 \pm 7,15$  vs  $18,9 \pm 5,93$ ), mentre il rapporto T4/PT non ha presentato differenze. I livelli sierici di T4 e di T3, infine, hanno mostrato una costante diminuzione in funzione delle lattazioni mentre le proteine totali hanno rivelato un parallelo incremento.

## CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Scopo del nostro lavoro è stato quello di portare un contributo alla conoscenza della funzionalità della tiroide nelle capre Saanen in momenti fisiologici diversi, gravidanza e lattazione. L'organismo è infatti sottoposto durante la fase produttiva, intendendo con questo termine sia il periodo di gestazione che quello di produzione latte, ad un notevole impegno organico condizionato e mantenuto dai differenti e nuovi equilibri che si instaurano tra gli ormoni secreti in quantità diverse dalle varie ghiandole endocrine. Contribuire quindi a chiarire il comportamento delle iodotironine circolanti nella specie caprina in tali momenti fisiologici, ci è sembrato particolarmente interessante, dal momento che, date le finalità zootecniche cui è destinata la razza, sta divenendo sempre più importante conoscere i valori fisiologici del maggior numero possibile di parametri. Infatti, a quanto risulta dalla bibliografia in nostro possesso,

TABELLA 2 - Concentrazioni degli ormoni tiroidei e significatività delle differenze.

Stadio fisiologico	T4 μ/dl	T3 ng/dl	T3U %	PT g/l	74/T3	T4/PT	T3/PT
Prima lattazione n = 90 media dev. s.	5,7	182 a	37,1	8,0	31,4	0,72 a	23,0 a
Seconda lattazione n = 78 media dev. s.	1,99	42,3	6,15	1,04	7,62	0,24	5,27
Terza lattazione n = 33 media dev. s.	5,1	172 ab	37,7	7,5	30,3	0,69 ab	23,6 a
Quarta lattazione n = 31 media dev. s.	1,71	47,5	5,36	1,07	7,98	0,22	8,25
Quinta lattazione n = 10 media dev. s.	5,0	148 b	36,9	8,4	33,6	0,59 b	17,6 b
	2,11	47,1	4,59	0,46	9,56	0,26	5,70
	4,9	149 b	36,3	8,4	33,6	0,59 b	18,1 b
	1,38	35,6	3,43	0,98	7,70	0,18	5,49
Totale in lattazione n = 242 media dev. s.	4,9	150 b	37,2	8,4	33,9	0,61 b	18,6 b
Asciutta n = 45 media dev. s.	1,52	52,0	4,87	0,82	5,79	0,25	8,35
	5,3	169	37,2	8,0	31,7	0,67	21,6
	1,83	46,4	5,49	1,07	7,76	0,23	7,15
	4,9	142	38,9	7,7	35,7	0,65	18,9
	1,52	38,5	7,00	0,88	10,55	0,20	5,93
Signific. delle differenze	Latt. vs A. Fra Latt. Reg. non ln. Reg. ln. «b»	NS NS NS NS -0,25	** ** NS ** -11,31	NS NS NS NS -0,19	** NS NS NS +0,14	NS + NS ** -0,04	* ** NS ** -1,63

nota: NS = differenza non significativa; \* = P < 0,05; \*\* = P < 0,01; lettere diverse sulla stessa colonna indicano differenze significative per P < 0,05.

la funzionalità tiroidea nei piccoli ruminanti è stata ampiamente studiata negli ovini, mentre nei caprini si possono ricordare, a parte due nostre precedenti note (7, 9), solo i lavori di Castro e Coll. (13), Goode e Thompson (14), di McDonald e Coll. (16), di Riis e Madsen (17). In conclusione, dalla nostra ricerca si rileva che nelle Saanen, clinicamente sane, le concentrazioni sieriche della T4 e della T3 sono fisiologicamente maggiori negli animali in lattazione rispetto a quelli in asciutta, ma il livello di tali ormoni diminuisce progressivamente con il numero delle lattazioni portate a termine, e di conseguenza con l'età. L'invecchiamento, nel nostro caso rappresentato dal numero di lattazioni portate a termine, può essere la causa principale della diminuzione osservata nei livelli sierici di iodotironine, dal momento che l'età è uno dei fattori che influenzano l'attività ghiandolaire. Ciò risulta di particolare interesse in quanto l'andamento dei livelli ormonali si diversifica nettamente rispetto all'andamento della produzione lattea che viceversa, come è noto, tende ad aumentare dalla prima fino alla quarta-quinta lattazione. La bassa concentrazione di T3 nei soggetti in asciutta rispetto a quelli in lattazione infine, può essere spiegata a nostro avviso con una diminuita conversione extratiroidea della T4 a T3 piuttosto che non con una diminuzione dell'attività ghiandolaire. Anche se una grande varietà di condizioni fisiopatologiche è associata ad una diminuzione della produzione periferica di T3, e fra queste vale la pena di ricordare ad esempio il livello sierico di glucosio e di colesterolo, è comunque probabile che la diminuzione di produzione di T3 da parte degli animali vicini al parto, sia un meccanismo di adattamento mediante il quale l'organismo tende a conservare maggiormente le proteine.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) BIAGI G. (1983) - Sul comportamento degli ormoni tiroidei nel *Camelus dromedarius* somalo di diversa età e sesso. Nota IV. Boll. Scient. Fac. Zoot. Vet. Univ. Naz. Somala, 4, 41-49.
- 2) BIAGI G. (1984) - La concentrazione sierica degli ormoni tiroidei in bovine lattifere a diverso sfruttamento ed a diverso periodo di produzione. Atti SISVet., 38, 371-374.
- 3) BIAGI G., VALENTINI A. (1988) - La concentrazione sierica degli ormoni tiroidei circolanti nel cane. Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Pisa, 42, in press.
- 4) BIAGI G., CARDINI G., MENGIOZZI G. (1987) - La determinazione della T4 e della T3U nel cane: due metodi a confronto. Atti SISVet., 41, 517-520.
- 5) BIAGI G., DELLA CROCE G., ROMAGNOLI A. (1987) - Variazioni delle concentrazioni sieriche di tiroxina e di triiodotironina nel vitello di razza Frisone Italiana durante i primi 6 mesi di vita. Atti SIB, 19, 653-666.



- 6) BIAGI G., SALUTINI E., ROUSSEAU J. (1982) - Il comportamento del T3, T4, TBK ed FT4I in vitelli Charollais durante il periodo dell'ingrasso. *Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Pisa*, 35, 161-171.
- 7) BIAGI G., BAGLIACCA M., LETO A., SALUTINI L. (1986) - La concentrazione sierica degli ormoni tiroidei in capre di razza Saanen. *Atti SIBCA*, 2, 230-237.
- 8) BIAGI G., MARTINO E., GRASSO L., ROMAGNOLI A. (1984) - Serum thyroid hormone concentration during fattening steers growing. *Proc. World Congr. Diseases of Cattle*, Durban, 13, 955-960.
- 9) BIAGI G., MARTINO E., BAGLIACCA M., GRASSO L., ROMAGNOLI A. (1987) - Relationship between lactation and thyroid function in Saanen goats. *Proc. Intern. Conf. on Goats*, Brasilia, 4, Vol. II, 1438.
- 10) BIAGI G., BARTALENA L., GRASSO L., DELLA CROCE G., MARTINO E., ROMAGNOLI A. (1988) - Changes in serum thyroxine and triiodothyronine concentrations during the first 6 months of life in Italian Frisian calves (IFC): a longitudinal study. *La Clinica Vet.*, in press.
- 11) BIAGI G., MARTINO E., GRASSO L., DELLA CROCE G., BARTALENA L., ROMAGNOLI A. (1988) - Changes in serum thyroid hormone concentrations during the first 6 months of life: a prospective study in Italian Friesian calves (IFC). *Proc. World Congr. Buiatrics*, Palma de Mallorca, 15, 548-553.
- 12) BIAGI G., BARTALENA L., GRASSO L., CARDINI G., DELLA CROCE G., MARTINO E., ROMAGNOLI A. (1988) - Variazioni stagionali delle concentrazioni sieriche della tiroxina e della triiodotironina in vitelli di razza Frisone Italiana dalla nascita a 6 mesi di vita. *Atti SIB*, 20, 823-833.
- 13) CASTRO A., BARTOS D., BARTOS F., METCALFE J., HOVERSLAND A.S. (1975) - Normal functions of the thyroid gland of the pigmy goat. *Lab. Anim. Sci.*, 23, 327-330.
- 14) GOODE J., THOMPSON G.E. (1986) - Cold exposure and mammary exchanges of circulating thyroxine and oestrone sulphate in the goat. *Quarterly J. Exp. Physiol.*, 71, 93-98.
- 15) I.N.R.A. (1981) - Prévission de la valeur nutritive des aliments des ruminants. Ed. I.N.R.A.
- 16) McDONALD B.J., STOCKS D.C., CONNELL J.A., HOEY W.A. (1988) - Thyroxine concentration in maternal and foetal plasma during pregnancy in Australian feral goats. *J. Agric. Sci., UK*, 110, 25-30.
- 17) RUS P.M., MADSEN A. (1985) - Thyroxine concentrations and secretion rates in relation to pregnancy, lactation and energy balance in goats. *J. Endocrinol.*, 107, 421-427.
- 18) SALUTINI E., BIAGI G., MORGANTINI F. (1978) - Il comportamento del T3 e del T4 nel cavallo trotatore americano maschio e femmina, a differenti età. *Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Pisa*, 31, 139-146.
- 19) VALENTINI A. (1987) - La normalizzazione dei dati nello studio dei profili metabolici. Alcune considerazioni. *Atti Simp. Intern. Zootecnia*, Milano, 22, 153-160.