

Comprende versione

ebook



# Produzioni Animali

Anna Sandrucci  
Erminio Trevisi

Fabio Abeni

Marzia Albenzio

Luca Battaglini

Monica Battini

Luciana Bava

Umberto Bernabucci

Giuseppe Bertoni

Stefano Bovolenta

Giuseppe Campanile

Valentina Cesari

Giulio Cozzi

Rossella Di Palo

Luigi Gallo

Bianca Gasparrini

Roberto Mantovani

Silvana Mattiello

Alberto Menghi

Claudio Montanari

Leonardo Nanni Costa

Gianluca Neglia

Edi Piasentier

Fiorenzo Piccioli Cappelli

Michele Premi

Angela Salzano

Antonella Santillo

Stefano Schiavon

Alberto Tamburini

Ivan Toschi

Maddalena Zucali





# Accedi ai contenuti digitali

Espandi le tue risorse

un libro che **non pesa**  
e si **adatta** alle dimensioni  
del **tuoi lettore!**



Utilizza il codice personale contenuto nel riquadro per registrarti al sito **edisesuniversita.it** e accedere ai contenuti digitali.

Scopri il tuo **codice personale** grattando delicatamente la superficie

Il volume NON può essere venduto, né restituito, se il codice personale risulta visibile.  
L'accesso ai contenuti digitali sarà consentito **per 18 mesi**.

Per attivare i **servizi riservati**, collegati al sito **edisesuniversita.it** e segui queste semplici istruzioni

▼  
**Se sei registrato al sito**

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- inserisci email e password
- inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN, riportato in basso a destra sul retro di copertina
- inserisci il tuo **codice personale** per essere reindirizzato automaticamente all'area riservata

▼  
**Se non sei già registrato al sito**

- clicca su *Accedi al materiale didattico*
- registrati al sito o autenticati tramite facebook
- attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione
- torna sul sito **edisesuniversita.it** e seguì la procedura già descritta per *utenti registrati*



I contenuti digitali sono accessibili dalla propria **area riservata** secondo la procedura indicata nel frontespizio.

Dalla sezione **materiali e servizi** della tua area riservata potrai accedere all'**Ebook**, ovvero la versione digitale del testo in formato epub, standard dinamico che organizza il flusso di testo in base al dispositivo sul quale viene visualizzato. Fruibile mediante l'applicazione gratuita Bookshelf, consente una visualizzazione ottimale su lettori e-reader, tablet, smartphone, iphone, desktop, Android, Apple e Kindle Fire.

L'accesso ai contenuti digitali sarà consentito per **18 mesi**.

# Produzioni Animali

a cura di Anna Sandrucci e Erminio Trevisi



PRODUZIONI ANIMALI

a cura di Anna Sandrucci e Erminio Trevisi

Copyright © 2022, EdiSES Edizioni S.r.l. – Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0  
2026 2025 2024 2023 2022

*Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata*

In copertina, foto di Anna Sandrucci (a sinistra e in centro a destra), Ivan Toschi (in basso a destra) e per gentile concessione di Giulia Feronato (in alto a destra).

*A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente volume o di parte di esso con qualsiasi mezzo.*

L'Editore

*L'Editore ha effettuato quanto in suo potere per richiedere il permesso di riproduzione del materiale di cui non è titolare del copyright e resta comunque a disposizione di tutti gli eventuali aventi diritto.*

*Fotocomposizione:*

Fotocomposizione TPM S.a.s. – Città di Castello (PG)

*Stampato presso:*

PrintSprint S.r.l. – Napoli

*per conto della*

EdiSES Edizioni S.r.l. – Piazza Dante Alighieri, 89 – Napoli

**www.edisesuniversita.it      assistenza.edises.it**

ISBN 978-88-3623-0754

---

I curatori, l'editore e tutti coloro in qualche modo coinvolti nella preparazione o pubblicazione di quest'opera hanno posto il massimo impegno per garantire che le informazioni ivi contenute siano corrette, compatibilmente con le conoscenze disponibili al momento della stampa; essi, tuttavia, non possono essere ritenuti responsabili dei risultati dell'utilizzo di tali informazioni e restano a disposizione per integrare la citazione delle fonti, qualora incompleta o imprecisa.

Realizzare un libro è un'operazione complessa e, nonostante la cura e l'attenzione poste dagli autori e da tutti gli addetti coinvolti nella lavorazione dei testi, l'esperienza ci insegna che è praticamente impossibile pubblicare un volume privo di imprecisioni. Saremo grati ai lettori che vorranno inviarci le loro segnalazioni e/o suggerimenti migliorativi sulla piattaforma [assistenza.edises.it](http://assistenza.edises.it)

# AUTORI

**Fabio ABENI**

Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA).  
Centro di ricerca Zootecnia e Acquacoltura, Lodi. fabiopalmo.abeni@crea.gov.it

**Marzia ALBENZIO**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria. Università di Foggia, Foggia. marzia.albenzio@unifg.it

**Luca BATTAGLINI**

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari. Università degli Studi di Torino, Grugliasco (TO). luca.battaglini@unito.it

**Monica BATTINI**

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali. Università degli Studi di Milano, Milano. monica.battini@unimi.it

**Luciana BAVA**

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali. Università degli Studi di Milano, Milano. luciana.bava@unimi.it

**Umberto BERNABUCCI**

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali. Università degli Studi della Tuscia-Viterbo, Viterbo. bernab@unitus.it

**Giuseppe BERTONI**

Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti. Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza. giuseppe.bertoni@unicatt.it

**Stefano BOVOLENTA**

Dipartimento di Scienze Agroalimentari Ambientali e Animali. Università degli Studi di Udine, Udine. Stefano.bovolenta@uniud.it

**Giuseppe CAMPANILE**

Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali. Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli. giucampa@unina.it

**Valentina CESARI**

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali. Università degli Studi di Milano, Milano. valentina.cesari@unimi.it

**Giulio COZZI**

Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute. Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD). giulio.cozzi@unipd.it

**Rossella DI PALO**

Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali. Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli. rossella.dipalo@unina.it

**Luigi GALLO**

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE). Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD). luigi.gallo@unipd.it

**Bianca GASPARRINI**

Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali. Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli. bianca.gasparrini@unina.it.

**Roberto MANTOVANI**

Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE). Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD). roberto.mantovani@unipd.it

**Silvana MATTIELLO**

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali. Università degli Studi di Milano, Milano. silvana.mattiello@unimi.it

**Alberto MENGHI**

Fondazione CRPA, Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia. a.menghi@fondazionecrpa.it

#### **IV Autori**

|                                   |                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Claudio MONTANARI</b>          | Fondazione CRPA, Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia. c.montanari@crpa.it                                                                                                               |
| <b>Leonardo NANNI COSTA</b>       | Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Bologna. leonardo.nannicosta@unibo.it                                                             |
| <b>Gianluca NEGLIA</b>            | Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali. Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli. neglia@unina.it                                                                      |
| <b>Edi PIASENTIER</b>             | Dipartimento di Scienze Agroalimentari Ambientali e Animali. Università degli Studi di Udine, Udine. edi.piasentier@uniud.it                                                                          |
| <b>Fiorenzo PICCIOLI CAPPELLI</b> | Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti. Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza. fiorenzo.piccioli@unicatt.it |
| <b>Michele PREMI</b>              | Responsabile settore ruminanti di PBA mangimi, Fombio (LO). michele.premi@pbaitalia.it                                                                                                                |
| <b>Angela SALZANO</b>             | Dipartimento di Medicina Veterinaria e Produzioni Animali. Università degli Studi di Napoli Federico II, Napoli. angela.salzano@unina.it                                                              |
| <b>Anna SANDRUCCI</b>             | Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali. Università degli Studi di Milano, Milano. anna.sandrucci@unimi.it                                                                                       |
| <b>Antonella SANTILLO</b>         | Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimenti, Risorse Naturali e Ingegneria. Università di Foggia, Foggia. antonella.santillo@unifg.it                                                                   |
| <b>Stefano SCHIAVON</b>           | Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente (DAFNAE). Università degli Studi di Padova, Legnaro (PD). stefano.schiavon@unipd.it                                            |
| <b>Alberto TAMBURINI</b>          | Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali. Università degli Studi di Milano, Milano. alberto.tamburini@unimi.it                                                                                    |
| <b>Ivan TOSCHI</b>                | Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali. Università degli Studi di Milano, Milano. ivan.toschi@unimi.it                                                                                          |
| <b>Erminio TREVISI</b>            | Dipartimento di Scienze Animali, della Nutrizione e degli Alimenti. Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari e Ambientali, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza. erminio.trevisi@unicatt.it   |
| <b>Maddalena ZUCALI</b>           | Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali. Università degli Studi di Milano, Milano. maddalena.zucali@unimi.it                                                                                     |

Coordinamento e revisione a cura di Anna Sandrucci e Erminio Trevisi

# Introduzione

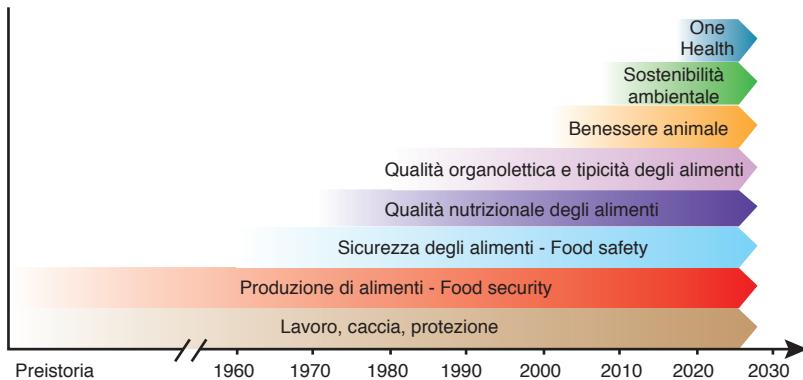
Senza animali domestici e piante coltivate, la civiltà umana non esisterebbe, almeno non come la conosciamo. L'allevamento animale accompagna l'uomo da millenni, da quando la domesticazione degli animali gli ha permesso di procurarsi con continuità alimenti di alto valore nutrizionale, di realizzare indumenti e attrezzi e di ottenere protezione e compagnia, nonché una rivoluzionaria forza motrice che ha dato un contributo determinante a molte attività umane (lavoro, commercio, trasporto). I processi di domesticazione si originarono in delimitati contesti geografici dai quali le forme domestiche si diffusero in altre regioni, modificando profondamente l'evoluzione delle società umane.

Nel corso della storia le esperienze e le competenze degli allevatori si sono mano a mano accresciute creando un patrimonio di conoscenze che è stato trasmesso di generazione in generazione e di luogo in luogo. Parallelamente, gli animali selezionati per le caratteristiche considerate di pregio dagli allevatori di tutto il pianeta sono diventati un bene dell'umanità da tramandare da padre a figlio, come ancora avviene nei paesi in via di sviluppo. A questo lungo processo dobbiamo la selezione delle specie che oggi includiamo tra gli animali domestici e la nascita delle svariate razze che popolano la terra e che contribuiscono alla biodiversità animale.

L'allevamento degli animali domestici si è progressivamente evoluto in una disciplina, la Zootecnia, che rientra nell'ambito delle Scienze Agrarie, e che si occupa specificatamente degli animali terrestri e acquatici allevati per scopi utili all'uomo, al giorno d'oggi principalmente per la produzione di latte, carne, uova, lana e altri prodotti alimentari. La Zootecnia è dunque la Scienza che si occupa dell'origine, dell'evoluzione, dell'allevamento razionale e controllato e del miglioramento genetico degli animali domestici. Essa si interfaccia con molte altre discipline, tra cui la Zoologia, l'Etologia, l'Agronomia e le Coltivazioni, la Meccanica agraria, le Costruzioni rurali, l'Alimentazione e la Nutrizione umana.

Nell'ultimo secolo la zootecnia ha visto enormi progressi scaturiti dalle tante scoperte scientifiche e dalle numerose applicazioni tecnologiche che ne sono derivate. I sistemi di allevamento si sono profondamente e rapidamente evoluti, consentendo un notevole aumento delle produzioni e il miglioramento della qualità di vita dell'uomo.

Oggi il settore zootecnico si trova a dover fronteggiare sfide complesse: da una parte infatti è chiamato a soddisfare una domanda di prodotti (soprattutto alimentari) in continua crescita a seguito dell'espansione della popolazione mondiale e della capacità di spesa, dall'altra deve tener conto delle sempre più pressanti richieste e delle nuove sensibilità che emergono dalla società. La Figura 1 rappresenta l'evoluzione delle funzioni della zootecnia che nel corso della storia sono mutate e si sono fatte via via più ampie e sfaccettate. Per lungo tempo, infatti, la missione è stata principalmente quella di soddisfare la domanda di alimenti della popolazione umana e di supportare l'uomo nelle sue attività, e tale missione resta la principale nelle aree più povere del mondo. Successivamente le richieste e le attese si sono rapidamente ampliate, prima allo scopo di garantire qualità nutrizionale e sicurezza dei prodotti alimentari, oltre all'efficienza dei processi, poi con la sopravvenuta esigenza di realizzare sistemi rispettosi del benessere animale e dell'ambiente. Alla zootecnia viene quindi richiesto di adottare pratiche che garantiscono una vita dignitosa e con adeguato benessere agli animali allevati e che minimizzino l'impatto sull'ambiente. Il tema della sostenibilità è particolarmente enfatizzato in quest'e-



**FIGURA 1** L'evoluzione delle funzioni della zootecnia nella storia dell'uomo.

poca storica per la raggiunta consapevolezza dell'enorme impatto che tutte le attività umane hanno sul pianeta e sugli esseri viventi che lo popolano.

Negli ultimi anni sono state messe in rilievo alcune criticità degli allevamenti animali, specie di quelli più intensivi, per il consumo di risorse non rinnovabili e il contributo alle emissioni di gas serra e al rilascio di inquinanti nell'aria, nel suolo e nelle acque. Non va trascurato in questo senso che il recupero di una connessione stretta tra allevamento animale e attività agricole costituisce un modello per un uso responsabile delle risorse nell'ottica di una economia davvero circolare. A tutto questo va aggiunto che gli animali domestici possono anche rappresentare un anello di trasmissione di patologie all'uomo, per cui l'allevamento ha anche il compito di sviluppare strategie che mantengano sani e costantemente monitorati gli animali.

La complessità delle tematiche in gioco richiede che gli studenti universitari acquisiscano una conoscenza armonica e integrata dei sistemi di allevamento, dei sistemi agricoli ad essi collegati e delle connessioni con i territori su cui insistono, in modo da sviluppare una visione sistemica dove le relazioni tra salute umana, salute animale e salute dell'ambiente siano sviluppate in un'ottica "One Health".

Questo testo intende fornire una appropriata e aggiornata presentazione delle conoscenze sui sistemi di allevamento delle specie domestiche più diffuse sul territorio nazionale e nel bacino europeo (bovini, ovini, caprini, bufali, suini e avicoli). Il testo in particolare si propone di accompagnare gli studenti alla scoperta dei moderni sistemi di allevamento e delle tecniche utili a raggiungere elevati livelli di efficienza gestionale rispettando al contempo le diverse dimensioni della sostenibilità. La diffusione sempre più rapida nei sistemi di allevamento di tecnologie di "precisione" per il monitoraggio continuo e automatico degli animali e dei processi produttivi rappresenta una rivoluzione che consentirà, entro breve tempo, un ulteriore salto di qualità nella gestione efficiente e responsabile degli allevamenti.

Vorremmo ricordare, infine, la genesi di questo testo, pensato e impostato dal caro collega **Prof. Luigi Calamari** (1954-2018), docente di Zootecnia presso la Facoltà di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali dell'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza per 30 anni. Dopo la sua prematura scomparsa, insieme ai colleghi che hanno collaborato alla stesura, abbiamo raccolto il testimone della sua appassionata attività di docente universitario e divulgatore per portare a compimento l'opera. Confidiamo che il lavoro sia all'altezza delle sue attese e, soprattutto, accompagni tanti studenti ad occuparsi con entusiasmo a sviluppare una nuova Zootecnia che sappia con intelligenza, intraprendenza e creatività perfezionare i sistemi di allevamento per garantire l'adeguato benessere agli animali, colmare le esigenze nutrizionali dell'umanità e promuovere uno sviluppo armonioso del nostro pianeta.

# INDICE GENERALE

## Parte 1 Importanza delle produzioni animali

### Capitolo 1 Significato e punti critici delle produzioni animali

- 1.1 Introduzione
- 1.2 Gli animali e il loro contributo all'evoluzione dell'uomo
  - 1.2.1 Rapporto tra uomo e animale nel tempo
  - 1.2.2 Alimenti di origine animale e salute dell'uomo
- Box 1.1 Animali, dieta mediterranea e salute dell'uomo
- 1.3 Benessere degli animali e impatto ambientale
  - 1.3.1 Produzioni animali e impatto ambientale
- 1.4 Produzioni animali e scelte etiche
- 1.5 Ruolo della sostenibilità nelle produzioni animali
  - 1.5.1 Sostenibilità delle produzioni animali nei PVS
- Box 1.2 Miglioramento delle produzioni animali nei PVS
- 1.6 Considerazioni conclusive

### Parte 2 Produzione del latte bovino

### Capitolo 2 Importanza economica e caratteristiche del comparto lattiero-caseario

- 2.1 Il settore lattiero-caseario nel mondo
  - 2.1.1 La produzione di latte
  - 2.1.2 Le aziende da latte vaccino
  - 2.1.3 La domanda mondiale di latte
  - 2.1.4 Le aree di deficit e di surplus produttivo nel mondo

### 2.1.5 Le principali industrie lattiero-casearie

33

- 2.2 Il settore lattiero-caseario in Europa
  - 2.2.1 I consumi di latte e formaggi in Europa
- 3 2.3 Il settore lattiero-caseario italiano
- Box 2.1 Formaggi DOP in Italia
- 3 Box 2.2 Le quote latte
- 2.4 Il prezzo del latte

34

36

37

38

40

40

### Capitolo 3 Principali razze bovine da latte

43

- 10 12 3.1 Introduzione
- Box 3.1 Le razze bovine autoctone a duplice attitudine
- 12 3.2 La razza Frisona
- 13 3.2.1 La Frisona Italiana
- 13 3.2.2 La Frisona nel mondo
- 15 3.2.3 Le caratteristiche morfologiche
- 17 3.2.4 Dati produttivi e riproduttivi
- 19 3.2.5 Produzione della carne
- 19 3.3 La razza Bruna
- 22 3.3.1 Caratteristiche morfologiche
- 22 3.3.2 Produzione della carne
- 24 3.4 La razza Pezzata Rossa Italiana
- 25 3.4.1 Caratteristiche di razza
- 25 3.4.2 Dati riproduttivi e produttivi
- 25 3.4.3 Produzione della carne
- 3.5 Razze da latte di origine britannica

43

44

46

46

48

49

50

51

51

52

53

53

54

54

55

56

### Capitolo 4 Selezione e miglioramento genetico delle bovine da latte

59

- 29 4.1 Basi teoriche del miglioramento genetico
- 29 4.2 Origini del miglioramento genetico e attuali evoluzioni
- 30 4.3 Struttura organizzativa del miglioramento genetico in Italia
  - 31 4.3.1 Le ANA
  - 31 4.3.2 I controlli funzionali per il latte
- 31 61
- 31 61
- 31 63

|                |                                                      |           |                                                                         |            |
|----------------|------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.4</b>     | <b>Obiettivi e indici di selezione</b>               | <b>64</b> | <b>Box 6.6</b> L'ipocalcemia post partum e la dislocazione dell'abomaso | <b>99</b>  |
| 4.4.1          | Indici di selezione per la razza Frisona Italiana    | 65        | 6.3 Seconda fase della lattazione                                       | 100        |
| 4.4.2          | Indici di selezione per la razza Bruna Italiana      | 67        | 6.4 Fase di asciutta                                                    | 100        |
| 4.4.3          | Indici per il miglioramento della duplice attitudine | 68        | 6.5 Suddivisione della mandria in gruppi                                | 102        |
| <b>Box 4.1</b> | Selezione per il carattere di combattività           |           | <b>Box 6.7</b> L'Unifeed                                                | 103        |
| 4.4.4          | Indici genomici                                      |           |                                                                         |            |
| <b>Box 4.2</b> | Genotipizzazione                                     |           |                                                                         |            |
| 4.5            | Future prospettive selettive                         | 70        | <b>Capitolo 7</b>                                                       |            |
| 4.6            | Strumenti di selezione aziendale                     | 70        | <b>Caratteristiche igienico-sanitarie del latte</b>                     | <b>105</b> |
|                |                                                      | 71        |                                                                         |            |
|                |                                                      | 71        | 7.1 Introduzione                                                        | 105        |
|                |                                                      | 72        | 7.2 Carica batterica                                                    | 105        |
|                |                                                      |           | 7.2.1 Strategie di contenimento                                         | 107        |
|                |                                                      | 73        | 7.3 Cellule somatiche                                                   | 108        |
|                |                                                      |           | 7.3.1 La mastite                                                        | 108        |
|                |                                                      | 75        | <b>Box 7.1</b> I batteri responsabili della mastite                     | 109        |
|                |                                                      | 74        | 7.4 Spore                                                               | 112        |
|                |                                                      | 75        | 7.4.1 Principali microrganismi sporigeni                                | 113        |
|                |                                                      | 75        | 7.4.2 Il gonfiore tardivo                                               | 114        |
|                |                                                      | 77        | 7.4.3 Prevenzione                                                       | 115        |
|                |                                                      |           |                                                                         |            |
|                |                                                      | 83        | <b>Capitolo 8</b>                                                       |            |
|                |                                                      |           | <b>Tecniche di mungitura</b>                                            | <b>117</b> |
|                |                                                      | 81        | 8.1 Introduzione                                                        | 117        |
|                |                                                      | 81        | 8.2 Routine di mungitura ed emissione del latte                         | 118        |
|                |                                                      | 84        | 8.3 L'impianto di mungitura                                             | 118        |
|                |                                                      | 85        | 8.3.1 Il livello di vuoto                                               | 120        |
|                |                                                      | 86        | <b>Box 8.1</b> Valutazione dello stato del capezzolo                    | 121        |
|                |                                                      | 87        | 8.3.2 La pulsazione                                                     | 122        |
|                |                                                      |           | 8.3.3 La guaina di mungitura                                            | 122        |
|                |                                                      |           | 8.3.4 Stacco automatico e sovramungitura                                | 123        |
|                |                                                      | 89        | 8.4 Mungitura alla posta o in sala                                      | 123        |
|                |                                                      | 89        | 8.5 La mungitura automatica                                             | 124        |
|                |                                                      |           | 8.5.1 Effetti della mungitura robotizzata sulla produzione lattea       | 125        |
|                |                                                      | 90        | 8.5.2 La struttura della stalla con robot di mungitura                  | 126        |
|                |                                                      | 91        | 8.6 Lavaggio dell'impianto di mungitura                                 | 127        |
|                |                                                      | 93        | 8.7 La refrigerazione del latte                                         | 127        |
|                |                                                      | 94        |                                                                         |            |
|                |                                                      |           |                                                                         |            |
|                |                                                      | 96        | <b>Capitolo 9</b>                                                       |            |
|                |                                                      |           | <b>Fertilità e riproduzione</b>                                         | <b>129</b> |
|                |                                                      | 97        |                                                                         |            |
|                |                                                      | 98        | 9.1 Introduzione                                                        | 129        |

|                                                           |                                                                                            |     |                                                                                    |            |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.2                                                       | Pubertà                                                                                    | 130 | 10.2.4 Sviluppo riproduttivo                                                       | 155        |
| 9.3                                                       | Regolazione della riproduzione                                                             | 130 | <b>Box 10.2</b> Monitoraggio dello sviluppo dell'animale                           | 156        |
| 9.3.1                                                     | Ciclo estrale                                                                              | 131 |                                                                                    |            |
| 9.4                                                       | Gravidanza                                                                                 | 135 | 10.3 Fasi di allevamento dei vitelli e pratiche da seguire                         | 158        |
| 9.4.1                                                     | Parto                                                                                      | 137 | 10.3.1 Il vitello neonato                                                          | 158        |
| 9.5                                                       | Anomalie riproduttive                                                                      | 137 | 10.3.2 Alimentazione della vitella                                                 | 160        |
| 9.6                                                       | Mortalità embrionale                                                                       | 138 | 10.3.3 Aspetti etologici pratici                                                   | 162        |
| 9.7                                                       | Manipolazione della sfera riproduttiva e tecnologie riproduttive                           | 139 | 10.3.4 Il microclima                                                               | 163        |
| 9.7.1                                                     | Inseminazione strumentale e sincronizzazione                                               | 139 | 10.4 I fabbisogni nutritivi della giovane bovina e le tecniche di alimentazione    | 163        |
| <b>Box 9.1</b>                                            | Sincronizzazione con singola o doppia prostaglandina                                       | 141 | 10.5 Riproduzione della manza da latte                                             | 164        |
| <b>Box 9.2</b>                                            | Sincronizzazione con Ovsynch-TAI Program                                                   | 142 | <b>Capitolo 11</b>                                                                 |            |
| <b>Box 9.3</b>                                            | Sincronizzazione con progestinici ed analoghi del progesterone                             | 143 | <b>Strutture di allevamento e stress da caldo</b>                                  | <b>165</b> |
| 9.7.2                                                     | Tecnologie di produzione embrionale: superovulazione ed <i>embryo transfer</i> (MOET)      | 145 | 11.1 Le strutture di allevamento                                                   | 165        |
| <b>Box 9.4</b>                                            | Superovulazione ed <i>embryo transfer</i> nella bovina                                     | 146 | 11.1.1 Gli spazi a disposizione                                                    | 165        |
| 9.7.3                                                     | Tecnologie di produzione embrionale: Ovum Pick-Up e Produzione Embrionale <i>in Vitro</i>  | 146 | 11.1.2 L'impianto di abbeverata                                                    | 168        |
| <b>Box 9.5</b>                                            | Tecnica di Ovum pick-up nella bovina                                                       | 147 | 11.2 Lo stress da caldo nella bovina da latte                                      | 169        |
| 9.8                                                       | Indici riproduttivi                                                                        | 148 | 11.2.1 L'indice bioclimatico THI                                                   | 170        |
| 9.8.1                                                     | Intervallo interparto                                                                      | 148 | 11.2.2 Impatto sulla produzione di colostro                                        | 170        |
| 9.8.2                                                     | Tasso di fertilità media                                                                   | 149 | 11.2.3 Impatto sulla produzione di latte                                           | 171        |
| 9.8.3                                                     | Tasso di gravidanza                                                                        | 150 | 11.2.4 Microclima e strutture                                                      | 173        |
| 9.8.4                                                     | Valore stimato o hardcount                                                                 | 150 | <b>Box 11.1</b> La progettazione delle strutture                                   | 175        |
| 9.8.5                                                     | Tasso di presentazione                                                                     | 150 | <b>Box 11.2</b> Come raffrescare le vacche                                         | 176        |
| 9.8.6                                                     | Tasso di rimonta                                                                           | 150 | <b>Capitolo 12</b>                                                                 |            |
|                                                           |                                                                                            |     | <b>Applicazioni della zootecnia di precisione nell'allevamento bovino da latte</b> | <b>177</b> |
| <b>Capitolo 10</b>                                        |                                                                                            |     |                                                                                    |            |
| <b>Allevamento delle vitelle e delle manze da rimonta</b> |                                                                                            |     |                                                                                    |            |
| 10.1                                                      | Obiettivi zootecnici ed economici dell'allevamento della rimonta                           | 151 | 12.1 Generalità della zootecnia di precisione                                      | 177        |
| <b>Box 10.1</b>                                           | Dimensionamento della mandria da rimonta                                                   | 151 | 12.2 Sensoristica                                                                  | 178        |
| 10.2                                                      | Basi fisiologiche: sviluppo del sistema immunitario, digestivo, scheletrico e riproduttivo | 152 | 12.3 Alimentazione di precisione                                                   | 180        |
| 10.2.1                                                    | Sviluppo immunitario                                                                       | 152 | <b>Box 12.1</b> Applicazioni PLF all'alimentazione delle bovine da latte           | 180        |
| 10.2.2                                                    | Sviluppo del sistema digerente                                                             | 153 | 12.4 Mungitura di precisione                                                       | 182        |
| 10.2.3                                                    | Sviluppo scheletrico                                                                       | 153 | 12.4.1 Sistemi automatici di mungitura                                             | 185        |
|                                                           |                                                                                            | 153 | 12.5 Gestione della stalla di precisione                                           | 185        |
|                                                           |                                                                                            | 153 | 12.5.1 Sistemi di monitoraggio del comportamento animale                           | 186        |
|                                                           |                                                                                            | 155 | 12.5.2 Altri sistemi                                                               | 188        |

## X Indice generale

|                                                                                                         |            |                                                                                 |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 12.6 Gestione della mandria al pascolo                                                                  | 189        | 14.3.1 Sostanze ad effetto anabolizzante e sostanze non autorizzate             | 213        |
| 12.7 Aspetti socioeconomici                                                                             | 190        | 14.3.2 Medicinali veterinari                                                    | 213        |
| <b>Capitolo 13</b><br><b>L'allevamento e l'alimentazione della bovina da latte in regime biologico</b>  | <b>191</b> | 14.3.3 Micotossine                                                              | 214        |
| 13.1 Introduzione                                                                                       | 191        | 14.3.4 Contaminanti organici persistenti                                        | 217        |
| <b>Box 13.1 Il Codex Alimentarius</b>                                                                   | <b>192</b> |                                                                                 |            |
| 13.2 Il quadro normativo europeo                                                                        | 192        |                                                                                 |            |
| <b>Box 13.2 Riferimenti normativi europei</b>                                                           | <b>193</b> |                                                                                 |            |
| <b>Box 13.3 Organismi di controllo</b>                                                                  | <b>194</b> |                                                                                 |            |
| 13.3 Produzione di latte biologico                                                                      | 195        |                                                                                 |            |
| 13.3.1 La scelta delle razze nell'allevamento biologico da latte                                        | 195        | 15.1 Introduzione                                                               | 219        |
| 13.3.2 Vincoli strutturali e gestione degli animali                                                     | 196        | 15.2 Contributo delle attività zootecniche all'impatto ambientale               | 220        |
| <b>Box 13.4 Autorizzazione alla stabulazione fissa</b>                                                  | <b>197</b> | 15.3 La metodica di valutazione dell'impatto ambientale                         | 222        |
| 13.3.3 Alimentazione                                                                                    | 198        | <b>Box 15.1 Principali passaggi per il calcolo LCA del latte</b>                | 224        |
| <b>Box 13.5 Tecniche di pascolamento</b>                                                                | <b>200</b> | 15.4 Impatto ambientale della produzione di latte bovino alla stalla            | 225        |
| 13.3.4 Aspetti sanitari                                                                                 | 200        | 15.4.1 Attività che contribuiscono all'impatto ambientale del latte alla stalla | 225        |
| <b>Box 13.6 Omeopatia e fitoterapia</b>                                                                 | <b>201</b> | 15.4.2 Strategie di mitigazione                                                 | 227        |
| 13.3.5 Qualità del latte biologico                                                                      | 201        | 15.4.3 Impatto ambientale del sistema di allevamento biologico                  | 229        |
| <b>Box 13.7 Il biologico è sostenibile?</b>                                                             | <b>202</b> |                                                                                 |            |
| <b>Capitolo 14</b><br><b>Sicurezza alimentare di latte e derivati</b>                                   | <b>203</b> |                                                                                 |            |
| 14.1 Introduzione                                                                                       | 203        | <b>Capitolo 16</b><br><b>Allevamento in aree montane</b>                        | <b>231</b> |
| <b>Box 14.1 Pacchetto igiene</b>                                                                        | <b>204</b> | 16.1 L'allevamento come opportunità di utilizzo e difesa delle risorse locali   | 231        |
| 14.2 Contaminanti biologici                                                                             | 204        | 16.1.1 La biodiversità nella zootecnia alpina                                   | 232        |
| <b>Box 14.2 Criteri microbiologici degli alimenti destinati all'uomo</b>                                | <b>205</b> | <b>Box 16.1</b> Razze bovine autoctone delle Alpi italiane                      | 233        |
| <b>Box 14.3 Limiti di sostanze indesiderabili negli alimenti destinati all'uomo e al bestiame</b>       | <b>205</b> | 16.2 Le fasce altimetriche del sistema di allevamento alpino                    | 234        |
| <b>Box 14.4 Piani Nazionali dei controlli in materia di sicurezza degli alimenti di origine animale</b> | <b>206</b> | <b>Box 16.2</b> Gli elementi dell'alpeggio e della malga                        | 235        |
| 14.2.1 Prevenzione della contaminazione biologica del latte alla stalla                                 | 209        | <b>Box 16.3</b> Il carico animale in alpeggio                                   | 235        |
| <b>Box 14.5 Riferimenti legislativi sulla commercializzazione di latte crudo alla stalla</b>            | <b>211</b> | <b>Box 16.4</b> Il pascolamento                                                 | 236        |
| 14.3 Contaminanti abiotici                                                                              | 212        | <b>Box 16.5</b> L'integrazione alimentare al pascolo                            | 236        |
| <b>Box 14.6 HACCP nell'ambito della sicurezza alimentare</b>                                            | <b>212</b> | 16.3 La produzione lattiero-casearia di montagna                                | 238        |
|                                                                                                         |            | 16.3.1 La tutela dei prodotti di montagna                                       | 240        |

|                                                                                           |            |                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 16.3.2 Proprietà del latte di montagna                                                    | 241        | <b>Capitolo 19</b>                                                                    | <b>281</b> |
| <b>Box 16.6</b> Le produzioni                                                             | 241        | <b>Bufale</b>                                                                         |            |
| 16.4 I servizi ecosistemici come strategia per la valorizzazione dell'allevamento montano | 241        | 19.1 Introduzione                                                                     | 281        |
|                                                                                           |            | 19.2 Allevamento della specie bufalina in Italia                                      | 282        |
|                                                                                           |            | 19.3 Le razze                                                                         | 283        |
|                                                                                           |            | <b>Box 19.1</b> Generi e specie minori                                                | 284        |
|                                                                                           |            | <b>Box 19.2</b> Selezione e miglioramento genetico                                    | 286        |
|                                                                                           |            | 19.4 Le caratteristiche del latte                                                     | 287        |
|                                                                                           |            | 19.4.1 Variazioni stagionali                                                          | 288        |
|                                                                                           |            | <b>Box 19.3</b> Stagionalità riproduttiva e tecnica di destagionalizzazione dei parti | 288        |
|                                                                                           |            | 19.4.2 Possibili cause di aumento dell'acidità titolabile                             | 289        |
|                                                                                           |            | 19.5 Tecniche di allevamento e alimentazione                                          | 290        |
|                                                                                           |            | 19.5.1 Esigenze nutrizionali e razionamento                                           | 291        |
|                                                                                           |            | 19.5.2 Il management della manza bufalina                                             | 292        |
|                                                                                           |            | 19.6 Cenni sulla riproduzione                                                         | 293        |
|                                                                                           |            | 19.6.1 Ciclo estrale e funzionalità ovarica                                           | 293        |
|                                                                                           |            | 19.6.2 Gravidanza, parto e periodo postparto                                          | 293        |
|                                                                                           |            | 19.6.3 Management riproduttivo                                                        | 293        |
|                                                                                           |            | 19.7 La mungitura                                                                     | 294        |
|                                                                                           |            | 19.7.1 Eiezione del latte                                                             | 294        |
|                                                                                           |            | 19.7.2 Pulizia e igiene nella mungitura                                               | 296        |
|                                                                                           |            | 19.7.3 Manutenzione dell'impianto e conservazione del latte                           | 296        |
|                                                                                           |            | 19.8 Fasi di preparazione della mozzarella di bufala                                  | 297        |
|                                                                                           |            | 19.8.1 Coagulazione del latte                                                         | 297        |
|                                                                                           |            | 19.8.2 Spurgo e rottura                                                               | 298        |
|                                                                                           |            | 19.8.3 Maturazione                                                                    | 298        |
|                                                                                           |            | 19.8.4 Filatura                                                                       | 299        |
|                                                                                           |            | 19.8.5 Salatura                                                                       | 299        |
|                                                                                           |            | 19.8.6 Affumicatura                                                                   | 300        |
|                                                                                           |            | 19.8.7 Confezionamento e conservazione                                                | 300        |
| <b>Parte 3</b>                                                                            |            |                                                                                       |            |
| <b>Produzione del latte di altre specie</b>                                               |            |                                                                                       |            |
| <b>Capitolo 17</b>                                                                        |            |                                                                                       |            |
| <b>Pecore</b>                                                                             | <b>247</b> |                                                                                       |            |
| 17.1 Sistemi di allevamento                                                               | 247        |                                                                                       |            |
| 17.2 Consistenze e razze                                                                  | 248        |                                                                                       |            |
| 17.2.1 Il panorama mondiale                                                               | 248        |                                                                                       |            |
| 17.2.2 Razze allevate in Italia                                                           | 249        |                                                                                       |            |
| 17.3 Allevamento ovino da latte                                                           | 253        |                                                                                       |            |
| 17.3.1 La gestione del gregge                                                             | 253        |                                                                                       |            |
| 17.3.2 L'allevamento della rimonta                                                        | 253        |                                                                                       |            |
| 17.3.3 La gestazione                                                                      | 254        |                                                                                       |            |
| 17.3.4 La lattazione                                                                      | 255        |                                                                                       |            |
| 17.3.5 La mungitura                                                                       | 255        |                                                                                       |            |
| 17.4 Produzioni lattiero-casearie                                                         | 256        |                                                                                       |            |
| 17.5 Produzioni da carne ovina                                                            | 257        |                                                                                       |            |
| <b>Box 17.1</b> Valutazione delle carcasse                                                | 260        |                                                                                       |            |
| <b>Capitolo 18</b>                                                                        |            |                                                                                       |            |
| <b>Capre</b>                                                                              | <b>265</b> |                                                                                       |            |
| 18.1 Introduzione                                                                         | 265        |                                                                                       |            |
| 18.2 Le razze e i sistemi di allevamento                                                  | 266        |                                                                                       |            |
| 18.3 La riproduzione e la curva di lattazione                                             | 269        |                                                                                       |            |
| 18.3.1 La mungitura                                                                       | 270        |                                                                                       |            |
| 18.4 Il latte di capra                                                                    | 272        |                                                                                       |            |
| 18.4.1 Sostanze azotate                                                                   | 273        |                                                                                       |            |
| 18.4.2 Frazione lipidica                                                                  | 273        |                                                                                       |            |
| 18.4.3 Lattosio e sali                                                                    | 274        |                                                                                       |            |
| 18.4.4 Cellule somatiche                                                                  | 274        |                                                                                       |            |
| <b>Box 18.1</b> Effetto della dieta sul contenuto proteico e lipidico del latte           |            |                                                                                       |            |
| 18.4.5 Fattori che influenzano la composizione del latte di capra                         |            |                                                                                       |            |
| <b>Box 18.2</b> Effetto della stagione e della temperatura sulla qualità del latte        | 275        |                                                                                       |            |
| <b>Box 18.3</b> Influenza dell'intervallo di mungitura sulla qualità del latte            | 277        |                                                                                       |            |
| 18.5 Produzioni casearie                                                                  | 279        |                                                                                       |            |

|                                                                                                        |     |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|
| <b>Parte 4</b><br><b>Produzione della carne bovina</b>                                                 |     |            |
| <b>Capitolo 20</b><br><b>Importanza economica e caratteristiche del comparto della carne bovina</b>    |     | <b>305</b> |
| 20.1 La rilevanza economica del comparto del bovino da carne per la zootecnia e l'agricoltura italiana | 305 |            |
| 20.2 Caratteristiche dell'offerta degli allevamenti di bovini da carne                                 | 306 |            |
| 20.2.1 Vitelli a carne bianca                                                                          | 307 |            |
| 20.2.2 Bovini riproduttori a fine carriera                                                             | 308 |            |
| 20.2.3 Vitelloni maschi (interi) e femmine (scottone)                                                  | 308 |            |
| Box 20.1 Anagrafe zootechnica                                                                          | 309 |            |
| 20.2.4 Buoi (maschi castrati)                                                                          | 310 |            |
| 20.3 Gli allevamenti e le consistenze di bovini da carne in Italia                                     | 310 |            |
| 20.4 Il bilancio di approvvigionamento del comparto                                                    | 313 |            |
| Box 20.2 Bilancio di autoapprovvigionamento                                                            | 314 |            |
| 20.4.1 Le importazioni di bovini vivi                                                                  | 315 |            |
| 20.4.2 Gli scambi con l'estero di carni bovine                                                         | 317 |            |
| 20.5 Le politiche di valorizzazione della carne bovina                                                 | 318 |            |
| Box 20.3 Organizzazioni di produttori                                                                  | 319 |            |
| <b>Capitolo 21</b><br><b>Razze bovine allevate per la produzione della carne</b>                       |     | <b>321</b> |
| 21.1 Introduzione                                                                                      | 321 |            |
| 21.2 Razze bovine italiane da carne autoctone                                                          | 322 |            |
| 21.2.1 Razze di ceppo Podolico                                                                         | 322 |            |
| Box 21.1 Le cinque razze di ceppo Podolico                                                             | 322 |            |
| Box 21.2 Attitudine al lavoro                                                                          | 323 |            |
| 21.2.2 Razza Piemontese                                                                                | 328 |            |
| 21.3 Razze utilizzate per la produzione della carne di origine francese e belga                        | 330 |            |
| 21.3.1 Limousine                                                                                       | 330 |            |
| 21.3.2 Charolaise                                                                                      | 331 |            |
| 21.3.3 Blonde d'Aquitaine o Garonnese                                                                  | 332 |            |
| <b>Capitolo 22</b><br><b>Selezione e miglioramento genetico del bovino da carne</b>                    |     | <b>337</b> |
| 22.1 L'attitudine alla produzione della carne                                                          | 337 |            |
| 22.2 Struttura organizzativa della selezione in Italia                                                 | 338 |            |
| 22.3 I controlli funzionali per la carne in Italia                                                     | 339 |            |
| 22.4 Obiettivi e indici di selezione                                                                   | 340 |            |
| Box 22.1 Il performance test                                                                           | 340 |            |
| 22.4.1 Razza Piemontese                                                                                | 341 |            |
| 22.4.2 Razze italiane da carne                                                                         | 343 |            |
| 22.4.3 Razze Charolaise e Limousine                                                                    | 346 |            |
| 22.4.4 Future prospettive selettive                                                                    | 347 |            |
| 22.5 Il performance test nelle diverse razze Italiane                                                  | 348 |            |
| <b>Capitolo 23</b><br><b>Accrescimento e sviluppo dei bovini da carne</b>                              |     | <b>351</b> |
| 23.1 Definizione di accrescimento e sviluppo                                                           | 351 |            |
| 23.2 Curve teoriche di crescita e di conversione alimentare                                            | 352 |            |
| 23.2.1 Velocità di sviluppo dei bovini                                                                 | 353 |            |
| 23.2.2 Variazione dell'indice di conversione alimentare                                                | 354 |            |
| Box 23.1 L'indice di conversione alimentare negli animali da carne                                     | 355 |            |
| 23.3 Fabbisogni nutritivi e capacità d'ingestione                                                      | 355 |            |
| <b>Capitolo 24</b><br><b>Allevamento del vitello a carne bianca</b>                                    |     | <b>359</b> |
| 24.1 La storia                                                                                         | 359 |            |

|                                                                                        |            |                                                                                                          |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 24.2 Il sistema di allevamento moderno                                                 | 360        | 27.1.3 Il viaggio                                                                                        | 388        |
| 24.2.1 I numeri del settore                                                            | 360        | 27.1.4 Lo scarico                                                                                        | 390        |
| 24.2.2 Gli animali                                                                     | 361        | 27.2 La macellazione                                                                                     | 391        |
| 24.2.3 Strutture di stabulazione e sistemi di distribuzione del latte                  |            | <b>Box 27.1</b> La macellazione ebraica e musulmana                                                      | 392        |
| 24.2.4 Il programma di alimentazione                                                   | 361        | 27.2.1 Lo stordimento                                                                                    | 392        |
| 24.2.5 Prestazioni produttive, tassi di eliminazione e controlli durante l'allevamento | 363        | 27.2.2 La giugulazione e il dissanguamento                                                               | 393        |
| <b>Box 24.1</b> La carne bianca di vitello                                             | 366        | 27.2.3 Il distacco della testa e delle estremità degli arti e la scuoiaatura                             | 393        |
|                                                                                        | 367        | 27.2.4 L'eviscerazione e suddivisione della carcassa in mezzane                                          | 394        |
| <b>Capitolo 25</b><br><b>Allevamento del vitellone intensivo</b>                       | <b>369</b> | <b>Capitolo 28</b><br><b>Classificazione della carcassa e qualità della carne bovina</b>                 | <b>397</b> |
| 25.1 Localizzazione delle aziende e sistema di produzione                              | 369        | 28.1 Introduzione                                                                                        | 397        |
| 25.2 Tipologie produttive e razze coinvolte                                            | 370        | <b>Box 28.1</b> Carcasse e frattaglie                                                                    | 398        |
| 25.3 Strutture di stabulazione                                                         | 371        | 28.2 Preparazione e presentazione della carcassa                                                         | 398        |
| 25.4 Gestione dell'allevamento e programma di alimentazione                            | 373        | 28.3 Resa di macellazione                                                                                | 399        |
| <b>Box 25.1</b> Il condizionamento                                                     | 374        | 28.4 Classificazione della carcassa                                                                      | 399        |
| 25.4.1 Programma alimentare                                                            | 375        | <b>Box 28.2</b> Denominazione della carne di bovino adulto                                               | 400        |
| 25.5 Prestazioni produttive, tassi di eliminazione e rese di macellazione              | 376        | 28.4.1 Attribuzione della categoria di una carcassa                                                      | 400        |
| <b>Box 25.2</b> Polmoni e piedi                                                        | 378        | 28.4.2 Valutazione della conformazione e dello stato d'ingrassamento                                     | 401        |
| <b>Capitolo 26</b><br><b>Allevamento secondo la linea vacca-vitello</b>                | <b>379</b> | 28.4.3 Metodi di classificazione della carcassa alternativi a quello diretto a vista                     | 404        |
| 26.1 Sistema di allevamento e localizzazione delle aziende                             | 379        | 28.4.4 Classificazione della carcassa dei vitelli                                                        | 405        |
| 26.2 Caratteristiche e prestazioni delle vacche                                        | 381        | 28.5 Tagli di carne                                                                                      | 405        |
| 26.3 La fase d'ingrasso                                                                | 382        | 28.6 Caratteristiche strutturali, biochimiche e metaboliche dei muscoli e qualità alimentare della carne | 406        |
| <b>Box 26.1</b> Il Vitellone Bianco dell'Appennino Centrale - IGP                      | 383        | <b>Box 28.3</b> Principali proprietà sensoriali della carne                                              | 407        |
| 26.4 Prestazioni produttive post-svezzamento                                           | 384        | 28.6.1 Macrostruttura: la trama connettivale                                                             | 407        |
| <b>Capitolo 27</b><br><b>Il trasporto e la macellazione dei bovini</b>                 | <b>385</b> | <b>Box 28.4</b> I pigmenti della carne                                                                   | 408        |
| 27.1 Il trasporto                                                                      | 385        | 28.6.2 Microstruttura: le fibre muscolari                                                                | 410        |
| 27.1.1 Idoneità al trasporto                                                           | 386        | 28.6.3 Tipi di fibre muscolari                                                                           | 410        |
| 27.1.2 Il carico                                                                       | 387        | 28.6.4 Profilo delle miofibre e qualità della carne                                                      | 412        |

|                                                                                                                   |            |                                                                                                                          |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 28.7 Modifiche <i>post mortem</i> del muscolo e conversione in carne                                              | 413        | 30.2.3 Tipologia di diete somministrate                                                                                  | 439        |
| 28.7.1 Prima fase: <i>pre-rigor</i> e acidificazione <i>post mortem</i>                                           | 413        | 30.3 Allevamento secondo il regime biologico e sostenibilità                                                             | 440        |
| 28.7.2 Seconda fase: evoluzione del <i>rigor mortis</i>                                                           | 414        | 30.4 Competizione uomo-animale                                                                                           | 441        |
| 28.7.3 Terza fase: intenerimento <i>post mortem</i> della carne - frollatura                                      | 417        | 30.5 Contributi dell'allevamento dei bovini da carne alla sostenibilità ambientale                                       | 442        |
| 28.8 Valore nutrizionale della carne                                                                              | 418        | 30.5.1 Pascolo                                                                                                           | 442        |
| 28.8.1 Fattori che influenzano la composizione acidica della carne                                                | 419        | 30.5.2 Uso di sottoprodotti                                                                                              | 443        |
| 28.9 Relazione tra qualità sensoriale della carne e sistema di allevamento                                        | 420        | 30.5.3 Uso di alimenti alternativi e additivi                                                                            | 444        |
| <b>Parte 5</b>                                                                                                    |            |                                                                                                                          |            |
| <b>Produzione della carne suina</b>                                                                               |            |                                                                                                                          |            |
| <b>Capitolo 29</b><br><b>Sicurezza alimentare di carne bovina e derivati</b>                                      | <b>423</b> | <b>Capitolo 31</b><br><b>Filiera della produzione suinicola, caratteristiche del comparto e tipologie di allevamento</b> | <b>447</b> |
| 29.1 Introduzione                                                                                                 | 423        | 31.1 La produzione suinicola nazionale e il contesto comunitario                                                         | 447        |
| 29.2 Contaminanti biologici                                                                                       | 424        | 31.2 Le produzioni tutelate DOP e IGP                                                                                    | 452        |
| <b>Box 29.1</b> Encefalopatia spongiforme bovina                                                                  | 425        | 31.2.1 Principali prescrizioni previste dai disciplinari dei prosciutti DOP per gli animali e le cosce                   | 453        |
| 29.2.1 Prevenzione della contaminazione biologica in allevamento e al macello                                     | 426        | 31.3 La filiera produttiva                                                                                               | 456        |
| <b>Box 29.2</b> Identificazione dei capi bovini, tracciabilità ed etichettatura delle carni bovine                | 427        | <b>Box 31.1</b> Classificazione degli allevamenti                                                                        | 457        |
| 29.3 Contaminanti abiotici                                                                                        | 428        |                                                                                                                          |            |
| 29.3.1 Sostanze ad effetto anabolizzante e sostanze non autorizzate                                               | 429        | <b>Capitolo 32</b><br><b>Etnologia e utilizzazione delle risorse genetiche nel suino</b>                                 | <b>459</b> |
| 29.3.2 Medicinali veterinari                                                                                      | 429        | 32.1 Risorse genetiche e loro utilizzo                                                                                   | 459        |
| 29.3.3 Micotossine                                                                                                | 430        | 32.1.1 Large White e Landrace                                                                                            | 460        |
| 29.3.4 I contaminanti organici persistenti o POPs                                                                 | 430        | 32.1.2 Tecnica dell'incrocio                                                                                             | 463        |
| <b>Capitolo 30</b><br><b>Sostenibilità ambientale della produzione della carne bovina</b>                         | <b>433</b> | 32.1.3 Duroc e Pietrain                                                                                                  | 463        |
| 30.1 Introduzione                                                                                                 | 433        | 32.1.4 Ibridi commerciali                                                                                                | 463        |
| 30.2 I fattori che influiscono sulla sostenibilità della produzione di carne bovina e le strategie di mitigazione | 436        | 32.2 Il miglioramento genetico del suino pesante                                                                         | 464        |
| 30.2.1 L'indice di conversione alimentare                                                                         | 437        | 32.3 Programmi genetici per la conservazione delle razze autoctone                                                       | 466        |
| 30.2.2 Il sistema di allevamento: a ciclo aperto e a ciclo chiuso                                                 | 438        | <b>Capitolo 33</b><br><b>L'allevamento da riproduzione</b>                                                               | <b>471</b> |
|                                                                                                                   |            | 33.1 Introduzione                                                                                                        | 471        |
|                                                                                                                   |            | 33.2 Il reparto rimonta: scrofette e verretti                                                                            | 472        |

|                                                                                                   |            |                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Box 33.1</b> Normativa sul benessere dei suini                                                 | 474        | <b>Box 35.1</b> Body condition score e programmi di alimentazione delle scrofe          | 516        |
| 33.3 Il reparto ricerca calori-inseminazione                                                      | 475        | 35.2 Alimentazione dei suinetti                                                         | 517        |
| 33.3.1 Estro e ovulazione                                                                         | 475        | 35.2.1 Suinetti sotto scrofa                                                            | 517        |
| 33.3.2 Fecondazione                                                                               | 476        | 35.2.2 Suinetti in post-svezzamento                                                     | 517        |
| 33.3.3 Modalità di stabulazione                                                                   | 477        | 35.3 Alimentazione del suino pesante                                                    | 521        |
| 33.4 Il reparto gestazione                                                                        | 477        | 35.3.1 Fabbisogni nutrizionali                                                          | 522        |
| 33.4.1 Gravidanza                                                                                 | 477        | 35.3.2 Curve di crescita dei                                                            |            |
| 33.4.2 Modalità di stabulazione                                                                   | 479        | costituenti corporei                                                                    | 523        |
| 33.5 Il reparto maternità                                                                         | 480        | 35.3.3 Previsione della                                                                 |            |
| 33.5.1 Il parto                                                                                   | 481        | composizione corporea e                                                                 |            |
| 33.5.2 La lattazione                                                                              | 483        | calcolo dei fabbisogni di                                                               |            |
| 33.5.3 I suinetti dalla nascita allo svezzamento                                                  | 485        | energia e amminoacidi                                                                   | 524        |
| <b>Box 33.2</b> Microclima e parametri ambientali                                                 | 488        | 35.3.4 Impiego di razioni ipoproteiche                                                  |            |
| 33.6 Svezzamento dei suinetti e messa in asciutta delle scrofe                                    | 491        | nell'alimentazione del suino pesante                                                    | 526        |
| <b>Box 33.3</b> Odore di verro e sistemi alternativi alla castrazione chirurgica dei suini maschi | 492        | <b>Capitolo 36</b><br><b>Il trasporto e la macellazione dei suini</b>                   | <b>529</b> |
| 33.7 Il reparto post-svezzamento                                                                  | 493        | 36.1 Il trasporto                                                                       | 529        |
| 33.8 Longevità e riforma delle scrofe                                                             | 495        | <b>Box 36.1</b> Come preparare i suini al trasporto                                     | 530        |
| 33.9 Monitoraggio e controllo delle prestazioni produttive nell'allevamento da riproduzione       | 496        | 36.1.1 L'idoneità degli animali al trasporto                                            | 530        |
| <b>Capitolo 34</b><br><b>L'allevamento del suino da macello</b>                                   | <b>499</b> | 36.1.2 Il carico                                                                        | 530        |
| 34.1 Indirizzi produttivi e principali parametri tecnici nell'allevamento del suino da macello    | 501        | 36.1.3 Il viaggio                                                                       | 531        |
| 34.2 Tecniche di allevamento del suino pesante                                                    | 501        | 36.1.4 Lo scarico                                                                       | 532        |
| 34.2.1 Stabulazione                                                                               | 505        | 36.1.5 La sosta                                                                         | 533        |
| 34.2.2 Regimi alimentari e distribuzione degli alimenti                                           | 506        | 36.2 La macellazione                                                                    | 534        |
| 34.2.3 Arricchimenti ambientali                                                                   | 507        | 36.2.1 Lo stordimento                                                                   | 534        |
| 34.2.4 Microclima                                                                                 |            | 36.2.2 La giugulazione e il dissanguamento                                              | 536        |
| <b>Capitolo 35</b><br><b>Alimentazione delle scrofe e dei suini in accrescimento</b>              | <b>509</b> | 36.2.3 La scottatura                                                                    | 537        |
| 35.1 Alimentazione delle scrofe                                                                   | 509        | 36.2.4 La depilazione e la flambatura                                                   | 537        |
| 35.1.1 Scrofetta da rimonta                                                                       | 510        | 36.2.5 L'eviscerazione                                                                  | 538        |
| 35.1.2 Scrofa in gestazione                                                                       | 511        | <b>Capitolo 37</b><br><b>Classificazione della carcassa e qualità della carne suina</b> | <b>541</b> |
| 35.1.3 Scrofa in lattazione                                                                       | 513        | 37.1 Introduzione                                                                       | 541        |
|                                                                                                   |            | 37.2 Preparazione e presentazione della carcassa                                        | 541        |
|                                                                                                   |            | 37.3 Classificazione della carcassa                                                     | 542        |
|                                                                                                   |            | 37.4 Tagli commerciali                                                                  | 544        |
|                                                                                                   |            | 37.5 Difetti della carcassa                                                             | 546        |

|                                                                                    |            |                                       |                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|
| <b>Box 37.1</b> Altri prodotti derivati dal maiale                                 | 546        | <b>Parte 6<br/>Produzioni avicole</b> | <b>Capitolo 40<br/>Introduzione all'avicoltura</b> | <b>579</b> |
| 37.5.1 Valutazione del colore                                                      | 547        |                                       |                                                    |            |
| 37.5.2 Misura del pH                                                               | 547        |                                       |                                                    |            |
| <b>Box 37.2</b> Teoria e misura del colore                                         | 548        |                                       |                                                    |            |
| 37.6 Qualità della carne suina fresca                                              | 549        |                                       |                                                    |            |
| 37.6.1 Tipo di muscolo                                                             | 550        |                                       |                                                    |            |
| 37.6.2 Valore nutritivo                                                            | 551        |                                       |                                                    |            |
| 37.6.3 Qualità del grasso                                                          | 551        |                                       |                                                    |            |
| 37.6.4 Qualità dietetica e sensoriale                                              | 551        |                                       |                                                    |            |
| 37.7 La qualità della carne di suino pesante                                       | 552        |                                       |                                                    |            |
| 37.7.1 Principali fattori di variazione della qualità tecnologica                  | 552        |                                       |                                                    |            |
| 37.7.2 Odore di verro e castrazione                                                | 555        |                                       |                                                    |            |
| <b>Capitolo 38<br/>Sicurezza alimentare di carne suina e derivati</b>              | <b>557</b> |                                       |                                                    |            |
| 38.1 Introduzione                                                                  | 557        |                                       |                                                    |            |
| 38.2 Contaminanti biologici                                                        | 558        |                                       |                                                    |            |
| 38.2.1 Prevenzione della contaminazione biologica in allevamento e al macello      | 560        |                                       |                                                    |            |
| 38.3 Contaminanti abiotici                                                         | 561        |                                       |                                                    |            |
| 38.3.1 Sostanze ad effetto anabolizzante                                           | 561        |                                       |                                                    |            |
| 38.3.2 Medicinali veterinari                                                       | 561        |                                       |                                                    |            |
| 38.3.3 Micotossine                                                                 | 562        |                                       |                                                    |            |
| 38.3.4 Contaminanti organici persistenti                                           | 563        |                                       |                                                    |            |
| <b>Capitolo 39<br/>Sostenibilità ambientale della produzione di carne suina</b>    | <b>565</b> |                                       |                                                    |            |
| 39.1 Introduzione                                                                  | 565        |                                       |                                                    |            |
| 39.2 La produzione di cibo                                                         | 566        |                                       |                                                    |            |
| 39.3 Ricadute ambientali dell'allevamento suino                                    | 566        |                                       |                                                    |            |
| 39.3.1 Impatto sull'atmosfera                                                      | 568        |                                       |                                                    |            |
| 39.3.2 Impatto sul suolo e sulle acque                                             | 569        |                                       |                                                    |            |
| <b>Parte 6<br/>Produzioni avicole</b>                                              |            |                                       |                                                    |            |
| <b>Capitolo 40<br/>Introduzione all'avicoltura</b>                                 | <b>579</b> |                                       |                                                    |            |
| 40.1 Dati produttivi e importanza economica del settore                            | 579        |                                       |                                                    |            |
| 40.2 Caratteristiche del comparto e organizzazione della filiera avicola in Italia | 581        |                                       |                                                    |            |
| 40.3 Miglioramento genetico, efficienza produttiva e qualità delle produzioni      | 582        |                                       |                                                    |            |
| 40.4 Cenni sull'allevamento dei riproduttori                                       | 583        |                                       |                                                    |            |
| 40.4.1 Fase di accrescimento                                                       | 583        |                                       |                                                    |            |
| 40.4.2 Fase di riproduzione                                                        | 584        |                                       |                                                    |            |
| 40.5 Incubazione delle uova e sviluppo embrionale                                  | 585        |                                       |                                                    |            |
| 40.5.1 Strutture di incubazione e biosicurezza in incubatoio                       | 585        |                                       |                                                    |            |
| 40.5.2 Sviluppo embrionale e speratura                                             | 587        |                                       |                                                    |            |
| 40.5.3 Fattori ambientali e sviluppo embrionale                                    | 588        |                                       |                                                    |            |
| 40.5.4 Qualità delle uova da incubare                                              | 589        |                                       |                                                    |            |
| 40.6 Sessaggio e vaccinazione dei pulcini                                          | 589        |                                       |                                                    |            |
| <b>Capitolo 41<br/>Allevamento del pollo da carne</b>                              | <b>591</b> |                                       |                                                    |            |
| 41.1 Introduzione                                                                  | 591        |                                       |                                                    |            |
| 41.2 Strutture di stabulazione e gestione dell'allevamento                         | 592        |                                       |                                                    |            |
| 41.2.1 Ricoveri e attrezzature per l'allevamento                                   | 592        |                                       |                                                    |            |
| 41.2.2 Gestione dell'ambiente di allevamento e norme di biosicurezza               | 595        |                                       |                                                    |            |
| <b>Box 41.1</b> L'influenza aviaria                                                | 596        |                                       |                                                    |            |
| 41.3 Produzione del pollo da carne                                                 | 598        |                                       |                                                    |            |
| <b>Box 41.2</b> Antibiotici e coccidiostatici in avicoltura                        | 598        |                                       |                                                    |            |
| 41.3.1 Tipologie di produzione                                                     | 599        |                                       |                                                    |            |
| 41.3.2 Accasamento e gestione della pulcinaia                                      | 600        |                                       |                                                    |            |
| 41.3.3 Gestione del ciclo di ingrasso                                              | 601        |                                       |                                                    |            |
| 41.3.4 Fabbisogni nutrizionali e alimentazione del broiler                         | 602        |                                       |                                                    |            |

|                                                                            |     |                                                                                     |            |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 41.4 Macellazione e trasformazione della carne avicola                     | 605 | 42.5.1 Struttura, composizione e proprietà funzionali delle uova                    | 632        |
| 41.4.1 Contaminazione delle carcasse al macello e tossinfezioni alimentari | 607 | 42.5.2 Valore nutritivo dell'uovo                                                   | 634        |
| 41.5 Valore nutrizionale e qualità della carne avicola                     | 608 | 42.5.3 Classificazione e commercializzazione delle uova da consumo                  | 636        |
| 41.6 Qualità della carcassa e della carne avicola                          | 610 |                                                                                     |            |
| 41.6.1 Qualità della carcassa                                              | 610 |                                                                                     |            |
| 41.6.2 Qualità e difetti della carne                                       | 611 |                                                                                     |            |
| 41.6.3 Descrittori della qualità della carne                               | 612 | <b>Parte 7</b>                                                                      |            |
| 41.7 Impatto ambientale della produzione del pollo da carne                | 613 | <b>Benessere animale</b>                                                            |            |
| <b>Capitolo 42</b>                                                         |     | <b>Capitolo 43</b>                                                                  |            |
| <b>Allevamento della gallina ovaiola</b>                                   |     | <b>Benessere degli animali in produzione zootecnica</b>                             |            |
| 42.1 Introduzione                                                          | 617 | 43.1 Aspetti generali                                                               | 641        |
| 42.2 Strutture di stabulazione e gestione dell'allevamento                 |     | 43.1.1 La valutazione del benessere animale                                         | 643        |
| 42.2.1 Ricoveri e attrezzature per l'allevamento                           | 617 | <b>Box 43.1</b> Le istituzioni internazionali che si occupano di benessere animale  | 644        |
| 42.2.2 Biosicurezza e prevenzione delle patologie nella gallina ovaiola    | 618 | 43.1.2 Aspetti legislativi                                                          | 645        |
| 42.3 Produzione della pollastra                                            | 618 | 43.2 Benessere delle bovine da latte                                                | 645        |
| 42.3.1 Accrescimento degli animali e uniformità del gruppo                 | 620 | 43.2.1 Benessere delle vitelle                                                      | 645        |
| 42.3.2 Alimentazione e programma luminoso                                  | 622 | <b>Box 43.2</b> Principali normative europee e relativi decreti attuativi in Italia | 646        |
| 42.3.3 Trasferimento della pollastra negli allevamenti di produzione       | 622 | 43.2.2 Benessere delle manze                                                        | 649        |
| 42.4 Gestione della gallina ovaiola                                        | 623 | 43.2.3 Benessere delle bovine adulte                                                | 649        |
| 42.4.1 Stimolazione luminosa e ovodeposizione                              | 625 | 43.2.4 Metodi di valutazione del benessere                                          | 651        |
| 42.4.2 Performance produttive dell'ovaiola e curve di deposizione          | 626 | 43.3 Benessere dei bovini da carne                                                  | 652        |
| 42.4.3 Alimentazione della gallina ovaiola                                 | 626 | 43.3.1 Vitello a carne bianca                                                       | 652        |
| 42.5 Le uova da consumo                                                    | 631 | 43.3.2 Vitelloni e manze da carne                                                   | 654        |
|                                                                            | 632 | 43.4 Benessere dei suini                                                            | 656        |
|                                                                            |     | 43.4.1 Monitoraggio delle condizioni di benessere                                   | 657        |
|                                                                            |     | 43.5 Benessere animale in avicoltura                                                | 659        |
|                                                                            |     | 43.5.1 Benessere del pollo da carne                                                 | 659        |
|                                                                            |     | 43.5.2 Benessere della gallina ovaiola                                              | 660        |
|                                                                            |     | <b>Indice analitico</b>                                                             | <b>665</b> |



# Capitolo 5

Erminio Trevisi

## IL PROCESSO FISIOLOGICO DELLA LATTAZIONE

### PUNTI CHIAVE

- La lattazione è un processo evoluto per soddisfare le esigenze nutrizionali della prole. Esso può essere suddiviso in: mammogenesi, lattogenesi, eiezione e galattopoiesi.
- La prima fase della lattogenesi produce il colostro, fluido con un contenuto energetico doppio rispetto al latte e una elevata concentrazione di immunoglobuline, che hanno la funzione di trasferire l'immunità passiva alla prole. Il colostro si trasforma in latte entro 3-5 giorni dal parto.
- La galattopoiesi è influenzata da fattori endocrini e ambientali. Lo svuotamento più frequente della mammella determina l'aumento della produzione di latte.
- In media, il latte bovino è composto per l'87,5% da acqua, 5% carboidrati (principalmente lattosio), 3,5% lipidi (principalmente trigliceridi), 3,3% proteine (soprattutto caseine) e 0,7% minerali (soprattutto calcio e fosforo), ma la sua composizione non è uniforme né durante la lattazione né tra differenti soggetti.
- Variazioni nella composizione del latte influenzano caratteristiche tecnologico-casearie quali l'attitudine alla coagulazione, l'acidità naturale e l'attitudine alla fermentazione.

### 5.1 Lattazione

La lattazione è un processo complesso e dinamico evoluto per soddisfare le esigenze nutrizionali della prole dopo la nascita: dopo il parto, infatti, esse crescono progressivamente e il metabolismo materno si adatta nel tentativo di soddisfarle, sino all'indipendenza della prole. Dunque, la lattazione rappresenta l'insieme dei fenomeni che consentono alla prole di ricevere il secreto della ghiandola mammaria, e sono distinti in:

- mammogenesi (formazione della ghiandola);
- lattogenesi (produzione del latte);

- eiezione (evacuazione del latte);
- galattopoiesi (mantenimento della produzione).

#### 5.1.1 Mammogenesi

La **mammella** è una ghiandola sudoripara modificata, costituita da tessuto epiteliale specializzato immerso in cellule di tessuto connettivo e adiposo. Il rapporto tra le diverse cellule varia in relazione allo stadio fisiologico (prepuberale, gravidanza e lattazione). Alla nascita, la ghiandola mammaria è assai simile tra i sessi, ma durante la pubertà subisce una complessa evoluzione nelle femmine, orchestrata soprattutto dagli estrogeni e coadiuvata

## 76 Parte 2 – PRODUZIONE DEL LATTE BOVINO

da cortisolo e fattori IGF (*Insulin-like Growth Factors*). Il processo si completa durante la gravidanza, anche con l'intervento del progesterone. Dalla nascita alla pubertà la crescita è isometrica, mentre successivamente, con l'avvio dei cicli estrali, la crescita diviene allometrica (maggiore rispetto al resto del corpo) e si organizza la tipica fitta rete arboriforme di dotti galattofori.

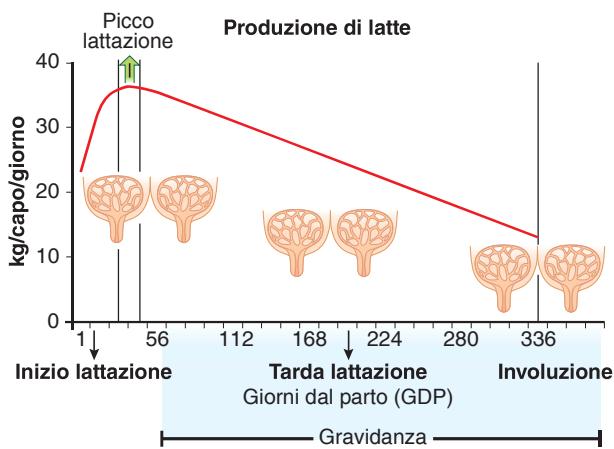
Ad inizio gravidanza (FIGURA 5.1) si verifica una proliferazione del tessuto ghiandolare, con sostituzione del tessuto adiposo, ma lo sviluppo si completa a termine gravidanza, per effetto di un pool di ormoni (progesterone, somatotropo e cortisolo), con la differenziazione e lo sviluppo degli *alveoli* (l'unità funzionale), ovvero di strutture cave tappezzate dai *lattociti*, le cellule secerneenti il latte. Al parto la struttura ghiandolare è composta da numerosissimi alveoli, che a gruppi di 150-220 si organizzano in *lobuli* e questi a loro volta formano i *lobi*, originando la caratteristica struttura arboriforme della ghiandola (tubulo-alveolare composta).

Nelle fasi finali della gravidanza l'organismo produce quantità crescenti di prolattina, corticosteroidi, somatotropo, che costituiscono il

*complesso ormonale lattogenico* (COL). Questi ormoni, la cui concentrazione aumenta gradualmente sino al parto, sono responsabili della lattogenesi, che si compie in coincidenza della drastica riduzione del progesterone. Questo calo permette la trascrizione del gene codificante il recettore della prolattina nella ghiandola mammaria, da cui l'avvio delle sintesi delle caseine e la disinibizione dell'attività della lattosio sintetasi.

Successivamente, il mantenimento della produzione (galattopoiesi), che comporta la continua disponibilità di nutrienti alla mammella, è garantito da: prolattina (meno importante nella bovina), somatotropo (il più rilevante nella bovina, in quanto, promuovendo la secrezione di IGF-1, sostiene la secrezione lattea in sostituzione della prolattina), cortisolo ed ormoni tiroidei, nonché dal calo dell'insulina. Per il rilascio di questi ormoni è fondamentale lo stimolo indotto dalla suzione (o dalla mutta), che attiva il sistema nervoso centrale e l'ipofisi.

Gli alveoli sono circondati da cellule mioepiteliali che si contraggono a seguito di stimoli tattili o emozionali mediati dall'*ossitocina*, ormone



**FIGURA 5.1** Produzione di latte (sinistra) e andamento dei fabbisogni energetici e della loro copertura (destra) nel corso di un ciclo teorico che prevede: un parto ogni anno circa (interparto di 400 giorni), una nuova gravidanza a 60 giorni di lattazione, con una durata di 280 giorni. Prima della lattazione e sino al picco (40-50 GDP), mammella e sistema alveolare sono molto sviluppati; la loro regressione inizia dopo il picco di produzione e progredisce sino a fine lattazione e messa in asciutta (involuzione). A destra, la curva verde rappresenta l'energia necessaria per la produzione di latte e il mantenimento delle funzioni vitali del corpo; essa raggiunge il livello massimo quando la produzione di latte raggiunge il picco. Allo stesso tempo, l'energia ottenuta dagli alimenti (curva rossa) non può coprire il fabbisogno energetico per la produzione di latte, causando la perdita di riserve energetiche del corpo (curva blu). Questo squilibrio nell'omeostasi energetica si inverte con il declino della produzione di latte nella tarda lattazione.

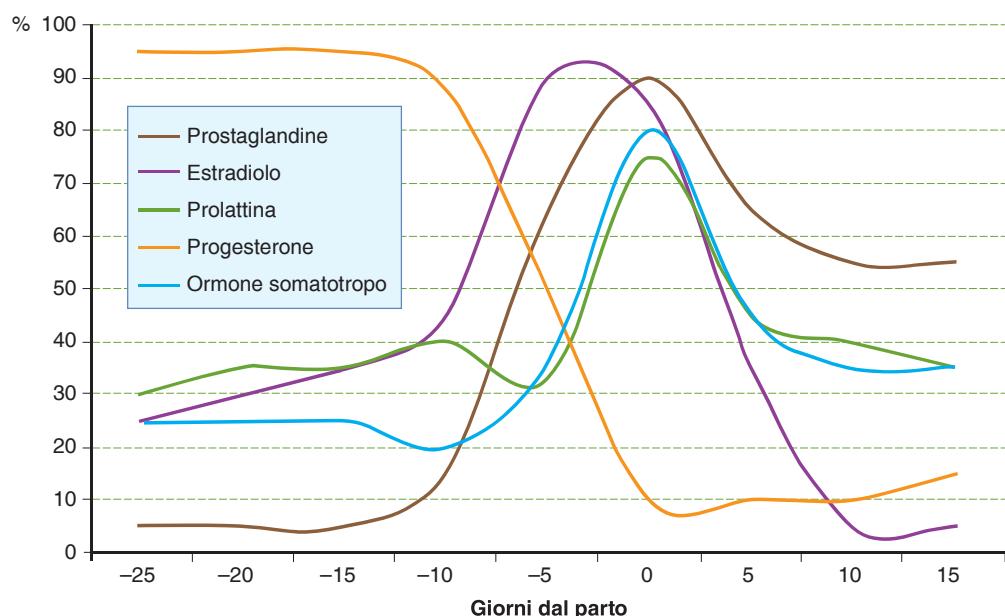
neuroipofisario che provoca l'espulsione del latte. Il latte secreto dai lattociti viene raccolto nello spazio centrale degli alveoli (lume) ed è sospinto, a seguito della contrazione delle cellule mioepiteliali, nei dotti escretori di dimensioni crescenti sino ad una zona di raccolta, la *cisterna della ghiandola*, e al dotto capezzolare. La comunicazione con l'esterno è garantita da un muscolo liscio (rossetta del Furstenberg) e dallo *sfintere capezzolare*, che, in condizioni fisiologiche, impedisce la fuoriuscita del latte. La sua apertura avviene solo durante la suzione della prole o a seguito della mungitura (manuale o automatica). Quest'ultima consiste nell'applicazione di una depressione temporanea alla parte distale del capezzolo che consente l'estrazione del latte. Tale depressione è applicata in maniera intermittente per non congestiare il flusso ematico nel capezzolo e non causare dolore e lesioni (vedi Capitolo 8).

Nella bovina, la mammella si posiziona nella regione inguinale ed è suddivisa in **quarti**, due anteriori e due posteriori, ciascuno contenente una singola ghiandola mammaria (FIGURA 5.2). Per ogni quarto è presente un **capezzolo** (o **papilla mammaria**) glabro, che drena la ghiandola. Il legamento mediano separa completamente la par-

te sinistra dalla destra, mentre i quarti anteriori e posteriori sono separati da una sottile membrana. I quarti sono totalmente indipendenti tra di loro per sintesi e secrezione del latte e non c'è miscelazione interna del secreto. In caso di infezioni o trattamenti locali non vi è dunque interferenza tra quarti. I quarti posteriori sono più sviluppati degli anteriori (25-50% di tessuto secerente in più e 55-60% di maggior produzione). La mammella bovina pesa tra i 10 e i 30 kg, in relazione alla razza, allo stadio di lattazione e al suo potenziale produttivo, e può contenere oltre 30 litri di latte. Nella ghiandola mammaria inattiva gli spazi interstiziali tra i lobi sono riempiti da tessuto adiposo e connettivo, mentre alveoli e sistema tubulare (dotti e lobi) riducono le dimensioni.

### ▲ 5.1.2 Lattogenesi, colostrogenesi e galattopoiesi

La **lattogenesi** è la fase in cui le cellule epiteliali della mammella si differenziano in cellule secerenti il latte (lattociti). Si verifica nello stadio terminale della gravidanza e determina l'inizio della secrezione lattea. L'azione di estrogeni e progesterone, inhibitori della sintesi del lattosio, viene sostituita dal *pool*

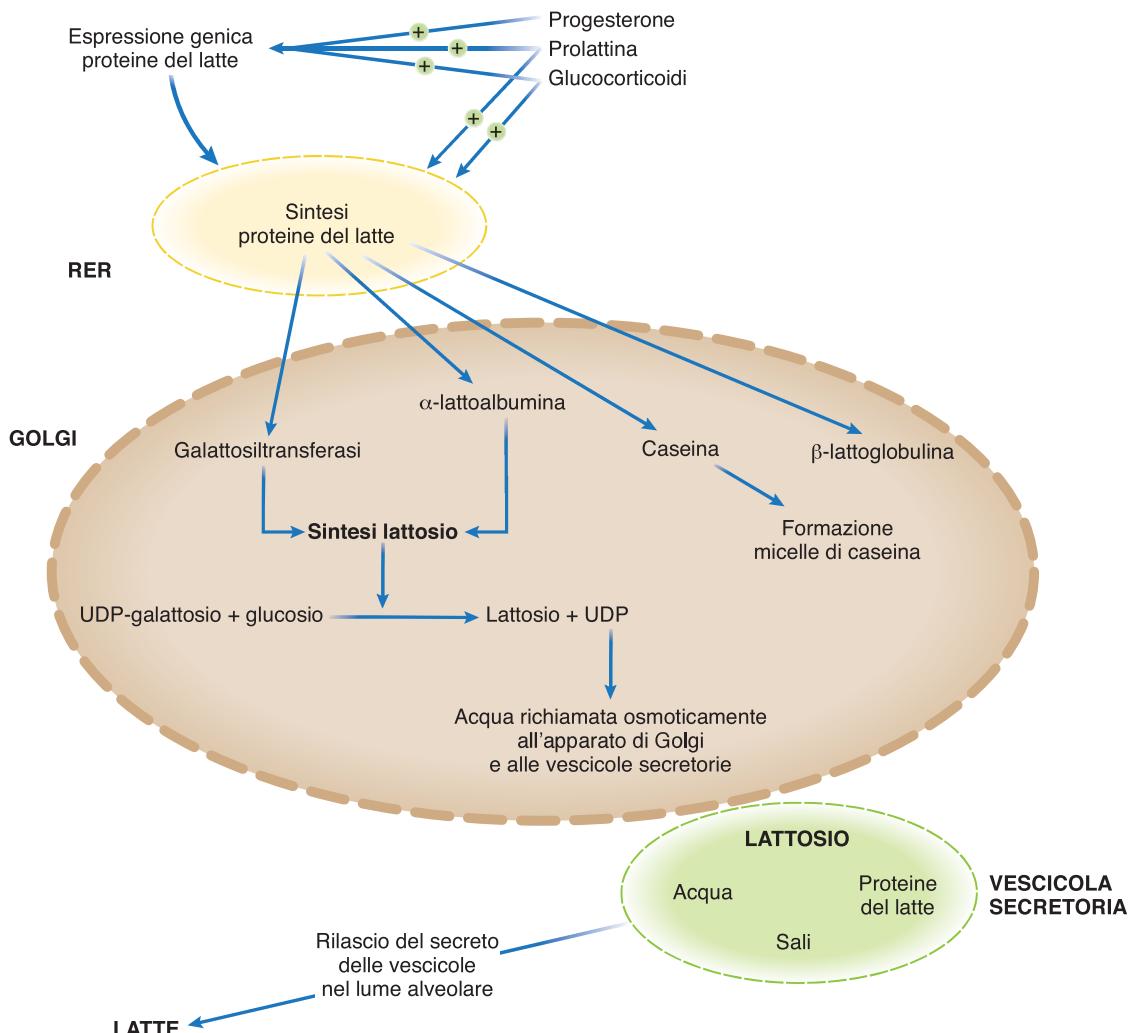


**FIGURA 5.2** Variazioni delle concentrazioni ormonali plasmatiche della bovina da latte nel corso del periparto (valori espressi in percentuale del valore massimo osservato di ciascun ormone nel periodo considerato).

di ormoni del COL, che modifica la reattività dei recettori mammari e induce la differenziazione degli organuli preposti alle sintesi proteiche. Si avvia così la sintesi del lattosio e l'espressione dei geni necessari alla produzione delle tipiche proteine del latte (caseina e  $\alpha$ -lattoalbumina) (FIGURA 5.3).

La prima fase della lattogenesi comporta la produzione di un secreto denominato **colostro**, fluido giallastro avente elevata densità e viscosità e basso pH (6,3). La sua composizione differisce da quella del latte per il minor tenore di acqua (74%) e lattosio (3%) e la più abbondante quantità di proteine (14% globuline e albumina; 4% caseina), grasso (7,5%) e sali minerali (1,5%) (TABELLA 5.1).

Il colostro si caratterizza soprattutto per l'elevato contenuto di **immunoglobuline (Ig)**, che costituiscono più del 70% delle proteine totali secrete e derivano direttamente dal flusso ematico materno. Tale trasferimento prende avvio diverse settimane prima del parto, raggiunge il picco 1-3 giorni dallo stesso e si conclude alla nascita del vitello. La funzione delle Ig è quella di fornire immunità passiva alla prole. I vitelli, infatti, sono scarsamente muniti di difese immunitarie, in quanto la placenta bovina, di tipo sindesmo-coriale, non ne permette il passaggio dal sangue materno al feto durante la gestazione. L'assorbimento di Ig avviene a livello intestinale del neo-



**FIGURA 5.3** Rappresentazione della sintesi del latte: dagli stimoli ormonali all'attivazione dei geni preposti alla sintesi del latte nelle cellule secretorie (lattociti) della ghiandola mammaria. RER: Reticolo Endoplasmatico Rugoso; UDP: Uridin Difosfato.

**TABELLA 5.1** Composizione di colostro, latte di transizione e latte di bovine di razza Frisona

| PARAMETRI                  | Mungitura              | Colostro | Latte di transizione | Latte |       |
|----------------------------|------------------------|----------|----------------------|-------|-------|
|                            |                        | 1°       | 2°                   | 3°    | >28   |
|                            | <b>Unità di misura</b> |          |                      |       |       |
| Densità                    | (g/mL)                 | 1,056    | 1,040                | 1,035 | 1,032 |
| Sostanza secca             | (%)                    | 23,9     | 17,9                 | 14,1  | 12,9  |
| Energia linda              | (MJ/L)                 | 6,0      | 4,8                  | 3,9   | 2,8   |
| Grassi grezzi              | (%)                    | 6,7      | 5,4                  | 3,9   | 4,0   |
| Lattosio                   | (%)                    | 2,7      | 3,9                  | 4,4   | 5,0   |
| Azoto non proteico         | (%)                    | 2,5      | 4,0                  | 4,2   | 4,9   |
| Proteine grezza            | (%)                    | 14,0     | 8,4                  | 5,1   | 3,1   |
| Amminoacidi essenziali     | (mmol/L)               | 390      | 230                  | 190   | ND    |
| Amminoacidi non essenziali | (mmol/L)               | 490      | 290                  | 240   | ND    |
| Caseina                    | (%)                    | 4,8      | 4,3                  | 3,8   | 2,5   |
| Albumina                   | (%)                    | 6,0      | 4,2                  | 2,4   | 0,5   |
| Ig totali                  | (%)                    | 6,00     | 4,20                 | 2,40  | 0,09  |
| IgG                        | (g/L)                  | 32,0     | 25,0                 | 15,0  | 0,6   |
| Lattoferrina               | (g/L)                  | 1,84     | 0,86                 | 0,46  | ND    |
| Transferrina               | (g/L)                  | 0,55     | 0,44                 | 0,39  | ND    |
| γ-glutamiltransferasi      | (U/L)                  | 509      | 284                  | 145   | 52    |
| Fosfatasi alcalina         | (U/L)                  | 19       | 8                    | 3     | 4     |
| Aspartato aminotransferasi | (U/L)                  | 1,5      | 0,9                  | 0,5   | ND    |
| TNF-α                      | (g/L)                  | 5        | ND                   | ND    | <2    |
| IGF-I                      | (μg/L)                 | 341      | 242                  | 144   | 15    |
| IGF-II                     | (μg/L)                 | 150      | ND                   | ND    | ND    |
| Insulina                   | (μg/L)                 | 65,9     | 34,8                 | 15,8  | 1,1   |
| Glucagone                  | (μg/L)                 | 0,16     | 0,08                 | 0,08  | 0,01  |
| Prolattina                 | (μg/L)                 | 280      | 180                  | 150   | 15    |
| Ormone della crescita (GH) | (μg/L)                 | 1,4      | 0,5                  | <1    | <1    |
| Ceneri                     | (%)                    | 1,11     | 0,95                 | 0,87  | 0,74  |
| Calcio                     | (%)                    | 0,26     | 0,15                 | 0,15  | 0,13  |
| Magnesio                   | (%)                    | 0,04     | 0,01                 | 0,01  | 0,01  |
| Zinco                      | (mg/L)                 | 12,2     | ND                   | 6,2   | 3,0   |
| Manganese                  | (mg/L)                 | 0,20     | ND                   | 0,10  | 0,04  |
| Ferro                      | (mg/100 g)             | 0,20     | ND                   | ND    | 0,05  |
| Cobalto                    | (μg/100 g)             | 0,5      | ND                   | ND    | 0,1   |
| Vitamina A                 | (mg/L)                 | 2,95     | 1,90                 | 1,13  | 0,34  |
| Vitamina E                 | (μg/g grassi)          | 84       | 76                   | 56    | 15    |
| Riboflavina                | (mg/L)                 | 4,83     | 2,71                 | 1,85  | 1,47  |
| Vitamina B <sub>12</sub>   | (μg/L)                 | 49       | ND                   | 25    | 6     |
| Acido folico               | (mg/L)                 | 8        | ND                   | 2     | 2     |
| Colina                     | (mg/mL)                | 0,70     | 0,34                 | 0,23  | 0,13  |

ND: non determinato.

## 80 Parte 2 – PRODUZIONE DEL LATTE BOVINO

nato, ma è possibile ed intensa solo nelle prime ore di vita e scema gradualmente, per cessare dopo circa 48-60 ore. Per evitare il fenomeno dell'inadeguato trasferimento di immunità passiva (*Failure of Passive Transfer*), diagnosticato quando la concentrazione plasmatica di Ig nei vitelli a 24 ore di vita è inferiore a 10 g/L, il colostro deve contenere almeno 50 g/L di IgG. Le IgG sono le immunoglobuline più abbondanti nel colostro (vedi Capitolo 10).

L'assunzione del colostro è anche di fondamentale importanza per la crescita del neonato, in quanto presenta un contenuto energetico doppio rispetto al latte e una quantità di vitamine fino a 5 volte superiore (es. 280-300 µg/100 mL di vitamina A) (Tabella 5.1). La composizione del colostro gradualmente si modifica in quella tipica del latte e tale modifica si completa entro 3-5 giorni di lattazione.

Dopo l'espulsione della placenta (fisiologica se avviene entro 12 ore dal parto), viene completamente annullato l'effetto inibitorio del progesterone sui lattociti, il COL raggiunge la piena efficacia e prende avvio la *galattopoiesi*, ovvero il processo che consente il mantenimento della secrezione del latte. La galattopoiesi è influenzata da fattori ormonali ed ambientali. Inizialmente, prevale il controllo endocrino, ma poi la regolazione è anche autocrina, in quanto sostenuta dalla suzione (o in alternativa dalla mungitura) e dallo svuotamento periodico della mammella. La stimolazione della ghiandola attiva il sistema nervoso centrale e agisce sull'ipofisi promuovendo il rilascio di prolattina e ormone della crescita (GH). Per tale ragione lo svuotamento più frequente della mammella determina l'aumento del-

la produzione di latte. D'altra parte, l'accumulo di latte negli alveoli si accompagna all'aumento di un fattore proteico di inibizione delle sintesi mammarie (*Feedback Inhibitor of Lactation*), che vengono ripristinate rimuovendolo con la mungitura.

Nelle bovine ad alto merito genetico la produzione di 1 litro di latte avviene a partire dall'estrazione di nutrienti contenuti in circa 450 litri di sangue. La quantità di sangue per la sintesi di latte aumenta al calare della produttività dell'animale, e a fine lattazione la ghiandola arriva a manipolarne sino a 1.000 litri per litro di latte sintetizzato.

La produzione di latte, dopo aver raggiunto il picco di lattazione, decresce costantemente ma può proseguire anche ben oltre l'anno se non interviene una nuova gravidanza e i fattori che stimolano la produzione lattea non sono ostacolati o inibiti (Figura 5.1). Nel caso inizi una nuova gravidanza, la produzione lattea cala più rapidamente per l'intervento del progesterone (ed estrogeni). Tuttavia, la mungitura viene interrotta solo 50-60 giorni prima della data presunta del nuovo parto. Questo periodo, chiamato **di asciutta**, permette la rigenerazione delle cellule epiteliali (FIGURA 5.4) e il mantenimento, nella successiva lattazione, di una produzione lattea crescente o analoga a quelle precedenti. La soppressione dell'asciutta determina solo una parziale rigenerazione del tessuto secernente e, di conseguenza, un marcato calo produttivo nella successiva lattazione, anche se attenua il tipico deficit energetico peripartale.



**FIGURA 5.4** Sviluppo della ghiandola mammaria di una bovina pluripara nelle ultime 4 settimane di gravidanza (veduta posteriore). (Foto: Giuseppe Bertoni).

## 5.2 Allattamento della prole

L'allattamento è il processo in cui una femmina, appartenente alla classe dei mammiferi, nutre la propria prole dalla nascita allo svezzamento. La prole riceve il secreto mammario per suzione dal capezzolo in vari pasti nel corso della giornata. Negli allevamenti di ruminanti da latte, la prole viene sottratta alla madre più o meno precoceamente, per non alterare il comportamento della madre durante la mungitura, contenere le problematiche di tipo sanitario e ottimizzare l'assunzione del colostro da parte del neonato (tempistica, quantità e qualità).

Nell'allevamento intensivo della bovina da latte, il vitello è allontanato immediatamente o dopo la fase colostrale. Il vitello viene condotto in un'area protetta, ad elevati standard igienici. Entro 2-3 ore dalla nascita riceve il colostro (almeno 2,5 L) con un adeguato tenore di IgG ( $\geq 50$  g/L). La somministrazione va ripetuta anche nei successivi 2 pasti, da eseguire entro le prime 24 ore dalla nascita. Successivamente il vitello deve essere alimentato con latte ad intervalli regolari nel corso della giornata, da operatori o con l'aiuto di poppatoi automatici (denominati "lupi"), che erogano latte in continuità e a temperatura corporea.

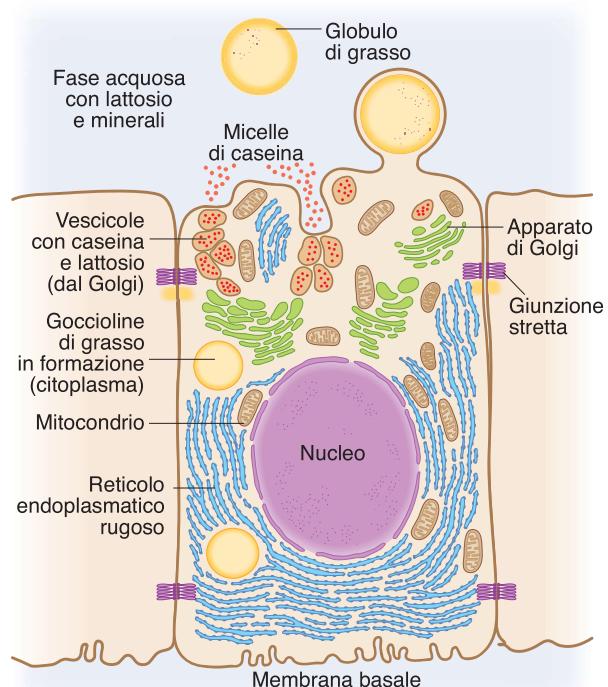
Nei sistemi di allevamento intensivi si impiega generalmente latte ricostituito, ovvero si rigenera una polvere di latte contenente una frazione costituita da farina di latte magro, la cui quota proteica può essere in parte sostituita da sieroproteine di latte o proteine vegetali, ed una frazione lipidica di origine vegetale.

Nel sistema di allevamento cosiddetto "linea vacca-vitello", tipico delle bovine di razze da carne, i vitelli non vengono separati dalle madri al parto, ma sono allevati insieme fino allo svezzamento naturale (circa sei mesi di vita). I vitelli non hanno in genere restrizioni nell'assunzione di latte materno, ma d'altra parte le madri hanno produzioni modeste rispetto alle razze selezionate per la produzione di latte, per cui si attenua il pericolo di sviluppare affezioni mammarie (mastiti). Con lo sviluppo e l'aumento delle esigenze nutritizionali, il vitello inizia ad assumere i medesimi foraggi della madre e progressivamente smette di assumere

latte, la cui produzione rapidamente declina dopo il picco produttivo. Non sempre la disponibilità e la qualità dei foraggi, specie allo stato brado, sono corrispondenti alle esigenze del giovane bestiame, per cui è necessario fornire supplementi alimentari.

## 5.3 Sintesi e composizione del latte

La sintesi del latte avviene nei *lattociti* (FIGURA 5.5), cellule cilindriche che presentano: una membrana basale, che attinge i nutrienti dai capillari; una membrana apicale, da cui esce il secreto latteo, e la membrana laterale, fissata alle cellule secernenti attigue con strutture proteiche in prossimità della membrana basale (giunzioni strette o *tight junctions*), che separa il lume alveolare dallo spazio interstiziale. Nei lattociti abbondano gli organelli destinati alla sintesi dei vari costituenti del latte (lattosio, proteine e grasso), che sono prodotti da precursori assorbiti dal sangue e poi rilasciati nel latte con diverse modalità di secrezione.



**FIGURA 5.5** Cellula della ghiandola mammaria e modalità di sintesi e secrezione del latte.

# Produzioni Animali

Accedi ai **contenuti digitali** > Espandi le tue risorse > con un libro che **non pesa** e si **adatta** alle dimensioni del tuo **lettore**



All'interno del volume il **codice personale** e le istruzioni per accedere ai **contenuti digitali**.  
L'accesso alle risorse digitali è **gratuito** ma limitato a **18 mesi dalla attivazione del servizio**.

