

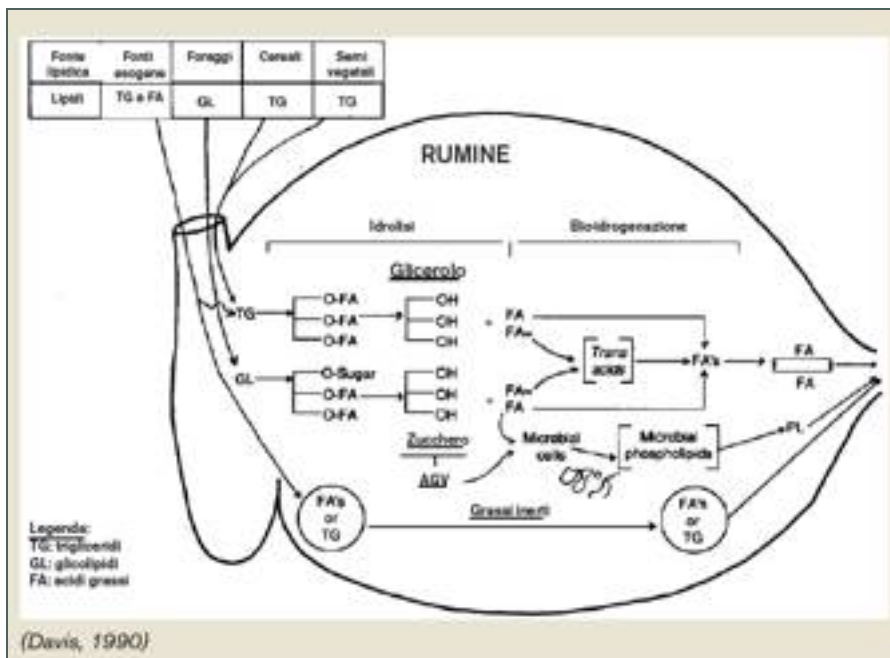
*Il loro impiego, nell'alimentazione dei ruminanti, può consentire di evitare gli effetti negativi a livello ruminale degli acidi grassi insaturi*

# Lipidi Perché i grassi by pass

*Gli autori sono dell'Università degli studi di Milano, Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare.*

di **G. Baldi, R. Compiani, C. A. Sgoifo Rossi**

L'uso di fonti lipidiche bypass nell'alimentazione dei ruminanti ha come principale obiettivo quello di fornire substrati ad elevato contenuto energetico, scongiurando nel contempo gli effetti negativi operati a livello ruminale dagli acidi grassi insaturi, principali componenti dei lipidi vegetali (Tab. 1).



● Fig. 1 - Rappresentazione schematica del metabolismo lipidico ruminale

Le fonti lipidiche by pass vengono pertanto impiegate in particolari stadi fisiologici caratterizzati da elevate richieste energetiche, quali la prima fase di lattazione nella bovina da latte e, nel bovino da carne, ogni qual volta risulti necessario implementare il contenuto energetico della dieta onde accorciare il ciclo produttivo o incrementare la deposizione adiposa, specificamente durante l'intero ciclo di allevamento di razze ipertrofiche e nella fase di finissaggio di razze tardive.

## Metabolismo ruminale dei lipidi

I lipidi dietetici sono rappresentati dai trigliceridi contenuti nei semi di oleaginose e nei cereali, dai glicolipidi provenienti dai foraggi oltre che da trigliceridi e/o acidi grassi specificatamente somministrati (Fig.1). ➔

**LA DIGERIBILITÀ DELLE DIFFERENTI FONTI LIPIDICHE BYPASS**

Affinché l'assorbimento degli acidi grassi sia possibile è necessario che a livello duodenale avvenga l'emulsione dei lipidi, evento che si verifica grazie all'azione di bile e succhi pancreatici, allo scopo di renderli solubili in soluzione acquosa. Il processo chiave di tale fase è la formazione delle micelle, rendendo così idrofili acidi grassi altrimenti insolubili mediante l'incorporazione di molecole polari sia a livello del core che della superficie esterna.

La bile fornisce il principale agente emulsionante, la lecitina, mentre i succhi pancreatici contengono gli enzimi in grado di convertire quest'ultima in isolecitina ed i bicarbonati che determinano un rialzo del pH. L'isolecitina, assieme ai sali biliari, promuove la dissociazione degli acidi grassi dalle particelle di alimento e dai batteri, consentendo così la formazione delle suddette micelle, le quali vengono assorbite a livello del digiuno (Fig. 3).

La digeribilità degli acidi grassi nei ruminanti varia dal 55% al 92% (Doreau e Ferlay, 1994) e tale variabilità è da ascrivere principalmente al differente profilo acidico che caratterizza le diverse fonti lipidiche bypass e da cui conseguentemente dipende la qualità "nutrizionale" di un grasso rispetto ad un altro. Gli acidi grassi insaturi presentano, tendenzialmente, una maggiore digeribilità rispetto a quelli saturi, anche se tale dato, al crescere del numero di insaturazioni, mostra un andamento contraddittorio: Glasser et al. (2008) in una metanalisi riguardante 22 studi scientifici condotti con l'intento di indagare la digeribilità intestinale degli acidi grassi, riscontrarono una digeribilità media apparente del 74.0% per il C18:0, del 79.1% per il C18:1, del 71.7% per il C18:2 e del 70.2% per il C18:3 (acido linolenico). Lock et al.

(2006), per contro, considerando 20 studi condotti su vacche da latte, riscontrarono per i medesimi acidi grassi una digeribilità sempre maggiore degli AG insaturi rispetto al C18:0, denotando però un analogo andamento decrescente al crescere del livello di insaturazione (72% C18:0; 80% C18:1; 78% C18:2 e 77% C18:3).

Tali differenze risultano alla base della maggiore digeribilità che caratterizza i saponi di calcio, fermo restando la loro stabilità a livello ruminale, rispetto agli acidi grassi idrogenati. Essa varia infatti dal 60% al 100% per i saponi di calcio e dal 52% al 72% per gli acidi grassi idrogenati (Drackley, 1999; Jenkins, 1999; Block, 2004). Nonostante ciò, però, l'utilizzo di saponi di calcio presenta quale principale inconveniente una ridotta appetibilità. Allen (2000), in una revisione di 30 prove sperimentali, ha infatti riscontrato una diminuzione del 2.5% di assunzione di s.s. per ogni punto percentuale aggiuntivo di saponi di Ca, a differenza dei grassi idrogenati, i quali non hanno sortito alcun effetto sull'assunzione di alimento. Inoltre, in virtù della natura della protezione, vi è il rischio di una loro parziale dissociazione a livello ruminale quanto si verificano importanti abbassamenti dei valori di pH, aspetto che ne riduce il bypass (Grummer et al., 1990; Vandoni et al., 2010).

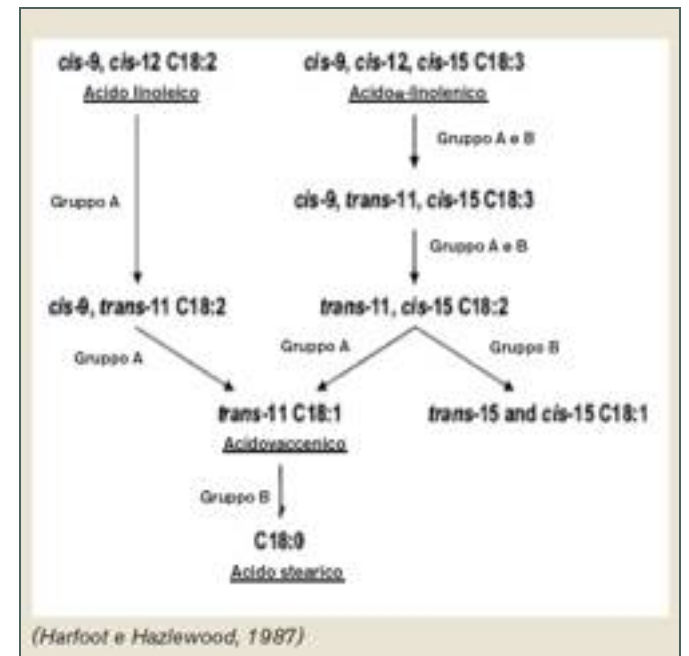
E' ovvio però che se da un punto di vista di formulazione/fabbricazione della dieta e di gestione del momento alimentare si riescono a garantire valori di pH molto costanti utilizzando inoltre razioni con insilati di ottima qualità in

grado di mascherare il tipico aroma, l'utilizzo dei grassi anche in forma salificata o saponificata rappresenta una strategia eccellente. Per tali motivi è sempre più diffuso l'impiego di grassi idrogenati (trigliceridi o acidi grassi) o frazionati in luogo dei saponi di calcio. Al di là delle differenze tra acidi grassi e trigliceridi idrogenati precedentemente evidenziate, è interessante sottolineare come gli acidi grassi frazionati, rispetto ai grassi idrogenati, presentino una notevole potenzialità dal punto di vista nutrizionale proprio in virtù del differente profilo acidico.

Gli acidi grassi frazionati presentano una elevata concentrazione di acido palmitico a differenza dei grassi idrogenati dove circa la metà degli acidi grassi è rappresentata da acido stearico. L'acido palmitico presenta infatti una digeribilità intestinale superiore rispetto all'acido stearico (Fig. 4), dato che emerge anche dallo studio di Weisbjerg et al. (1992) riportato in tabella 3, condotto in vivo su bovine da latte che ricevevano fonti lipidiche bypass ad elevato contenuto di acido palmitico (66% C16:0, 22% C18:0 e 10% C18:1) rispetto ad omologhe ricche in acido stearico (4% C14:0, 28% C16:0, e 63% C18:0).

La rilevante differenza in termini di digeribilità tra acido stearico e palmitico riscontrata da Weisbjerg et al., ha trovato però conferma solo nel 5% della popolazione studio nell'indagine condotta da Lock et al. (2006), i quali riportano invece differenze in termini di digeribilità tra acido palmitico e stearico decisamente minori (75% per l'acido palmitico e 72% per l'acido stearico).

C.S.R. ●



● Fig. 2 - Bioidrogenazione ruminale dei due principali acidi grassi dietetici

cellulasi presenti nel liquor ruminale. Harfoot et al. (1974) hanno infatti verificato in vitro che più del 60% dei grassi si lega alle particelle di alimento ed Im-

la membrana cellulare degli organismi procarioti, quali appunto i batteri ruminanti. Tali acidi grassi, infatti, sono in grado di disaccoppiare la fosforilazione ossidativa, riducendo in tal modo la disponibilità di energia all'interno della cellula (Borst et al. 1962, Luvisetto et al. 1987). A livello produttivo la loro somministrazione è in grado di determinare una riduzione della digeribilità della frazione fibrosa e dell'assunzione di alimento pari a -2.8% per ogni punto percentuale di olio vegetale aggiunto alla dieta (Allen, 2000).

La maggior parte dei processi di bioidrogenazione (>80%) avviene in associazione alle particelle di alimento fine ed è da attribuirsi ad enzimi extracellulari di batteri sia associati all'alimento che in sospensione (Harfoot and Hazlewood, 1997). La bioidrogenazione dei grassi coinvolge due gruppi di batteri: i batteri del gruppo A sono in grado di idrogenare i PUFA (acidi grassi polinsaturi) ad acidi grassi trans 18:1, mentre solo alcune specie del gruppo B possono idrogenare i grassi 18:1 ad acido stearico. Il tasso di bioidrogenazione è

**TAB. 1 - CARATTERISTICHE DELLA FRAZIONE LIPIDICA DELLE PRINCIPALI FONTI DI GRASSI NELLA DIETA DEI RUMINANTI**

Tipo di grasso	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	Altri
Semi di colza	4.8	2.1	60.5	20.8	9.2	2.6
Semi di girasole alto oleico	3	5	83	9	-	0
Semi di girasole alto linoleico	5.1	4.3	21.6	66.8	0.3	1.9
Semi di cotone	24	2	17	47	< 1	10
Semi di soia	11.3	4.1	22.4	53.5	7.2	1.5
Semi di lino	3.6	3.4	18.8	16.3	54.4	3.5

(Doreau et al., 2012)

**A) Idrolisi.** Nel rumine i trigliceridi e glicolipidi subiscono in prima istanza un processo di idrolisi, con conseguente liberazione di glicerolo, (e zuccheri nel

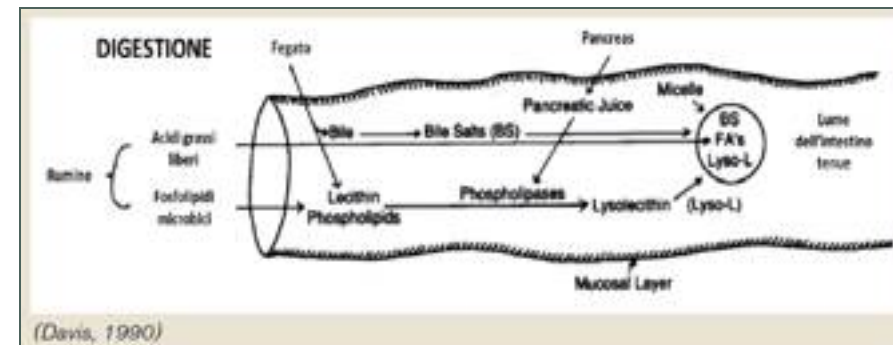
caso dei glicolipidi) utilizzato quale substrato energetico e di acidi grassi. L'idrolisi è operata per lo più dai batteri ruminanti, principalmente *Anaerovibrio*

*lipolitica* e *Butyrivibrio fibrosolvans*, mentre minoritario appare il ruolo di protozoi, funghi e lipasi vegetali o salivari. L'idrolisi a livello ruminale coinvolge più dell'85% dei trigliceridi e risulta ridotta in condizioni di incremento della quota di lipidi dietetici non bypass e di ridotto pH ruminale (Doreau et al., 1997).

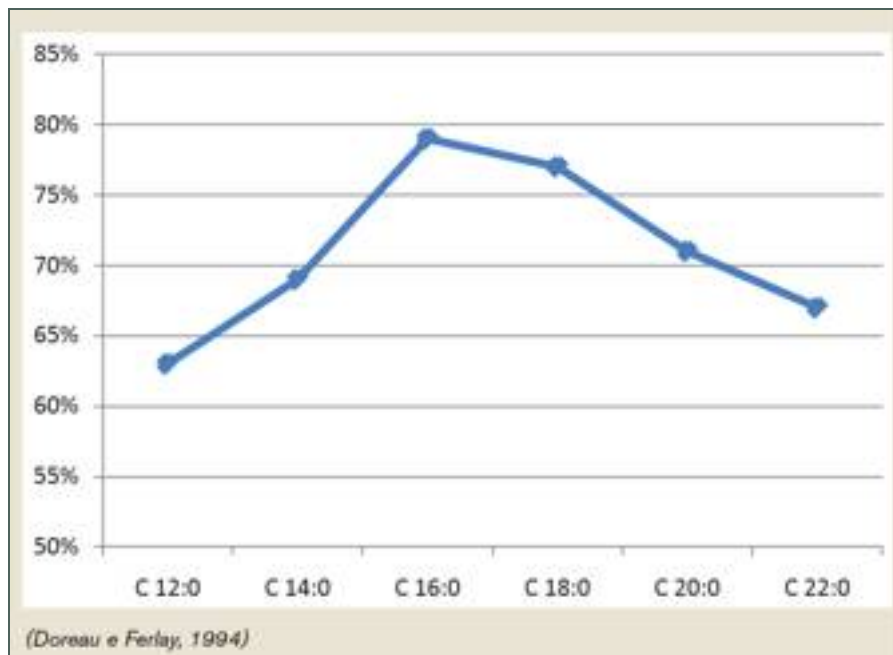
**B) Bioidrogenazione.** Il secondo step che caratterizza il metabolismo ruminale dei lipidi è rappresentato dalla bioidrogenazione (Fig. 2) degli acidi grassi liberi, la quale coinvolge unicamente gli acidi grassi insaturi in virtù del loro effetto deleterio sull'ecosistema ruminale. Mentre gli acidi grassi saturi bypassano il rumine senza interagire né con la mi-

cropopolazione ruminale né con le altre sostanze all'interno di esso, gli acidi grassi insaturi sono in grado di interagire con le particelle di fibra, formando attorno ad esse un film lipidico che ne riduce la digeribilità proteggendole dall'attacco batterico e dall'attività delle

enzimi ruminali e cellulosa indeboliscono l'attacco tra enzima e substrato, riducendone così l'attività. Gli acidi grassi insaturi presentano altresì un effetto citotossico espletato a livello



● Fig. 3 - Rappresentazione schematica della digestione enterica dei lipidi



● Fig. 4 - Digeribilità degli acidi grassi saturi nei ruminanti

**TAB. 2 - PROFILO ACIDICO DELLE DIFFERENTI FONTI LIPIDICHE BYPASS OTTENUTE DA OLIO DI PALMA COMUNEMENTE IMPIEGATE NELL'ALIMENTAZIONE DEI RUMINANTI (%AG)**

Fonte lipidica	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	Altri
Olio di palma*	1.00	41.21	4.34	38.45	9.28	4.82
Saponi di Ca**	1.32	47.90	4.51	35.87	8.58	1.82
TG idrogenati**	2.25	38.06	52.39	0.40	0.04	6.86
AG idrogenati**	1.65	49.30	43.59	3.64	0.08	1.74
AG frazionati***	1.50	75.00	8.00	10.00	2.00	3.50

Fonti: \*) Inran, 2009; \*\*) Vandoni et al., 2010; \*\*\*) Voigt et al., 2006.

tanto più rapido quanto più è elevato il numero di insaturazioni e, relativamente ai principali acidi grassi insaturi assunti attraverso la dieta, ovvero acido linoleico e acido linolenico, essa coinvolge rispettivamente dal 70% al 95% del primo e dal 85 al 100% del secondo (Lock et al., 2006).

La bioidrogenazione degli acidi grassi insaturi si caratterizza, pertanto, come un meccanismo protettivo (Jenkins et al. 1993), motivo per cui sarà auspicabile contenere quanto più possibile la

quota di acidi grassi insaturi liberi a livello ruminale. Nel caso pertanto si volesse perseguire uno specifico apporto di acidi grassi insaturi con mirati fini dietetici (ad esempio acido linolenico, acido linoleico coniugato, DHA e EPA), risulta necessaria una loro adeguata protezione a livello ruminale con metodologie in grado di non modificarne le caratteristiche.

La degradazione ruminale degli acidi grassi da parte della microflora batterica risulta poco consistente.

Difatti Wood et al. (1963), Wu et al. (1991) e Jenkins et al., (1993) riportano che, sia in vivo che in vitro, la degradazione degli acidi grassi a lunga catena a CO<sub>2</sub> e AGV nel rumine è inferiore all'1%, e sembrerebbe coinvolgere quasi unicamente gli acidi grassi a corta catena. Wu et al. (1991), riportano infatti una perdita di oltre il 90% degli acidi grassi a 14 o meno atomi di carbonio che giungono nel rumine.

**Anche da sintesi microbica**

Oltre che da fonti dietetiche, gli acidi grassi provengono, seppur in minima parte, anche dall'attività di sintesi microbica a partire da AGV (acidi grassi volatili).

Essa avviene in quantità di 15 g/Kg di sostanza organica priva di lipidi, digerita a livello ruminale e consiste principalmente nella produzione di acidi grassi C18:0 e C16:0 in rapporto 2:1, mentre solo 10-20% del totale è costituito da acidi grassi monoinsaturi.

Per quanto concerne i PUFA, essi sono sintetizzati unicamente da cianobatteri. Il contenuto lipidico della microflora ruminale varia dal 10 al 15%, derivante oltre che da acidi grassi sintetizzati de novo anche dall'uptake di acidi grassi liberi presenti nel liquor ruminale (Jenkins, 1993).

**Principali fonti di grassi bypass**

Le principali fonti lipidiche bypass utilizzate nell'alimentazione dei ruminanti sono rappresentate da saponi di calcio, acidi grassi idrogenati e acidi grassi frazionati.

E ad ogni tipologia produttiva corrisponde un profilo acidico caratteristico del grasso ottenuto.

**Saponi di calcio**

I sali di calcio degli acidi grassi sono ottenuti dalla reazione, a circa 200° e 3-4 atmosfere di pressione, tra acidi grassi di origine vegetale e idrossido di



calcio. Essi vengono prodotti soprattutto a partire da stearina, sottoprodotto derivante dal processo di maturazione dell'olio di palma: dopo la spremitura quest'ultimo viene posto in specifici contenitori e fatto riposare, procedimento durante il quale si verifica una liberazione di acidi grassi, in seguito separati dall'olio tramite un processo di "rettificazione". Tali acidi grassi andranno a costituire sottoprodotti tra cui, appunto, la stearina.

L'inerzia a livello ruminale di questi composti è pH dipendente, infatti a valori fisiologici di pH ruminale prevale in maniera preponderante la forma associata calcio-acidi grassi, mentre la dissociazione avviene a valori inferiori, come quelli normalmente presenti a livello abomasale, bypassando così intatti, per larga parte, il rumine senza interagire con la microflora.

### Grassi idrogenati

Sono prodotti composti da acidi grassi liberi, o trigliceridi, o una miscela di acidi grassi liberi e trigliceridi. La stabilità di tali lipidi a livello ruminale viene garantita attraverso la saturazione con idrogeno (H<sup>+</sup>) dei legami insaturi in speciali impianti, a temperature di 150°-230° con pressioni dell'ordine di 1-10 atmosfere e con l'ausilio di specifici catalizzatori, quali palladio, platino, nichel. Gli acidi grassi liberi idrogenati, così come i saponi, vengono prodotti a partire da stearina, a differenza dei trigliceridi idrogenati derivanti da oleina, frazione nobile dell'olio di palma.

L'inerzia a livello ruminale è garantita dalla presenza di più del 90% di grassi saturi, i quali, come precedentemente evidenziato, bypassano la barriera ruminale senza interferire con i metabolismi microbici.

### Acidi grassi frazionati

Il frazionamento è un processo fisico mediante il quale si separa un olio vegetale in due frazioni caratterizzate da una diversa composizione degli acidi grassi e di conseguenza con diverse proprietà fisiche. In sostanza ciascun trigliceride si ripartisce diversamente nelle due frazioni in base alle proprie caratteristiche chimico-fisiche: alcuni tendono a concentrarsi nella fase solida, altri nella fase liquida.

Il più comune processo di frazionamento a singolo step porta alla formazione di stearina, frazione solida utilizzata per la produzione di acidi grassi frazionati e costituita in prevalenza da acidi grassi saturi con punto di fusione di 44-50 °C, e oleina (la parte liquida) costituita in prevalenza da acidi grassi monoinsaturi con punto di fusione inferiore di circa 10 °C.

### Il profilo acidico

Guardiamo ora al profilo acidico delle differenti fonti lipidiche bypass. I principali acidi grassi presenti nelle diverse fonti



Box svezzamento vitelli a file contrapposte con copertura coibentata per la corsia di servizio.

Box svezzamento vitelli rialzato a quattro posti. (cm. 380x155)



Box svezzamento vitelli a terra a quattro posti. (cm. 380x155)

Box accrescimento vitelli completo di trappole autocatturanti. (cm. 330x330)



Box accrescimento vitelli con pareti di contenimento e copertura in pannelli coibentati. (cm. 330x330)

Box accrescimento vitelli a terra completo di trappole autocatturanti (cm. 430x430)



Box accrescimento vitelli con recinto anteriore coperto (cm. 430x710)



MEAZZI snc di Romano e Damiano  
Via Crotta d'Adda,19  
ACQUANEGRA CREMONESE (CR)  
Tel. 0372 70128 - Fax 0372 729550  
www.meazzizootecnica.it

**TAB. 3 - DIGERIBILITÀ DEGLI ACIDI GRASSI DELLA DIETA IN ANIMALI ALIMENTATI CON FONTI LIPIDICHE BYPASS A ELEVATO CONTENUTO DI ACIDO PALMITICO O STERICO**

Principale acido grasso	Digeribilità intestinale degli acidi grassi
Acido palmitico-C16:0	72.0%
Acido stearico-C18:0	51.0%

*(Weisbjerg et al., 1992)*

lipidiche bypass sono acido palmitico (C16:0), acido stearico (C18:0), acido oleico (C18:1) e acido linoleico (C18:2) (Tab. 2).

I saponi di calcio, in quanto non sottoposti a trattamenti atti a modificarne il profilo acidico, presentano un acidogramma pressoché analogo a quello dell'olio di partenza, risultando così caratterizzati da un'elevata concentrazione di acidi grassi insaturi, mentre tra gli acidi grassi

saturi prevale l'acido palmitico.

Gli acidi grassi idrogenati invece, in virtù della tipologia di processo produttivo, risultano costituiti per più del 90% da acidi grassi saturi a 16 e 18 atomi di carbonio, più o meno equamente rappresentati, e, ovviamente, da concentrazioni molto ridotte di acidi grassi mono- e poli-insaturi.

Gli acidi grassi frazionati presentano un'elevata concentrazione di acido pal-

mitico che, nel caso dei prodotti di elevata qualità, può superare l'80%, mentre la frazione residua è costituita essenzialmente da acido stearico ed oleico presenti approssimativamente in egual misura.

**Una strategia interessante**

In conclusione, l'integrazione con lipidi delle diete per ruminati risulta una strategia di grande interesse e importanza al fine di elevare, in sicurezza, il livello nutritivo delle razioni.

Al fine di conseguire tale risultato e i conseguenti miglioramenti auspicati, grande attenzione bisogna riporre alle caratteristiche del grasso utilizzato e alla qualità del prodotto stesso, come dopotutto è necessario fare per ogni alimento o additivo utilizzato per l'alimentazione.

**INSIEME PER UN FUTURO FLORIDO**

## Venditore tecnico commerciale

Materie prime ed additivi per mangimi

Sulla base di oltre 80 anni di esperienza, Denkavit Ingredients vanta una visione buona e affidabile del mercato delle materie prime. La nostra forza sta nella fornitura di materie prime e additivi speciali di elevata qualità. I prodotti di cui abbiamo la rappresentanza o che distribuiamo sono prodotti leader nel campo degli additivi per mangimi per animali. Il nostro metodo è caratterizzato da flessibilità, servizio e consigli mirati. In questo modo poniamo le basi per relazioni a lungo termine e solide con i nostri clienti. Denkavit Ingredients, che fa parte di Denkavit Group, è alla ricerca di una persona entusiasta di lavorare insieme per ottenere risultati ancora migliori. In questa organizzazione continuamente innovativa ci sono molte opportunità di ulteriore sviluppo.

**Funzioni:**

- Attività di intensi contatti con nutrizionisti e buyer di aziende produttrici di mangimi e/o premix in Italia
- il consulente di (potenziali) clienti nell'applicazione di speciali ingredienti e additivi per mangimi
- Lo sviluppo di nuovi prodotti e concetti, in collaborazione con i nostri fornitori

**Profilo:**

- Laurea in SPA – Veterinaria o diploma in Agraria. Esperienza lavorativa maturata nel settore
- Affinità con il settore dell'alimentazione degli animali
- Buone capacità relazionali
- Padronanza delle lingue moderne
- Attitudine internazionale

Si chiede di includere l'autorizzazione per il trattamento dei dati personali (L. 196/2003) La ricerca è rivolta ad ambo i sessi (L. 903/77)



**Informazioni:**  
Per ulteriori informazioni circa la posizione, si prega di contattare:  
Crosi Giorgio tel. 339-1294583  
e-mail g.crosi@denkavit.it.  
Ulteriori informazioni sono disponibili sul sito [www.denkavit.it](http://www.denkavit.it).

**Domanda di lavoro:**  
Gli interessati possono presentare domanda con CV e lettera di motivazione indirizzata a:  
Denkavit Italiana S.r.l.  
Via Sirena, 112  
25018 Montichiari (BS)  
Attenzione di: Ing. Erik Fernhout  
e-mail e.fernhout@denkavit.it

  
[WWW.DENKAVIT.IT](http://www.denkavit.it)

C R E S C I A M O I N S I E M E