

## PULPE D'AGRUMES DÉSHYDRATÉE

COPRODUIT DE L'EXTRACTION DU JUS ISSUS DES AGRUMES, LA PULPE D'AGRUME PEUT ÊTRE DÉSHYDRATÉE POUR NOTAMMENT ÊTRE EXPORTÉE. ELLE PRÉSENTE UN INTÉRÊT NUTRITIONNEL MAJEUR POUR LES RUMINANTS AVEC UNE VALEUR ÉNERGÉTIQUE IMPORTANTE ET UNE BONNE DIGESTIBILITÉ.

### AUTRES NOMS COMMUNS

Pulpe d'agrumes déshydratée, pulpe d'agrumes séchée, pulpe d'agrumes granulée, farine d'agrumes - Pelures d'agrumes séchées, pelures d'agrumes déshydratées, écorces d'agrumes déshydratées, écorces d'agrumes séchées



## Description

Les agrumes (*Citrus spp.*) sont l'un des groupes de fruits les plus importants au monde (Crawshaw, 2004). Oranges (*Citrus × sinensis* (L.) Osbeck), tangerines (*Citrus × tangerina* Tanaka), mandarines (*Citrus reticulata* Blanco), citrons (*Citrus × limon*), limes (plusieurs espèces) et pamplemousses (*Citrus × paradisi* Macfad.) sont les principales espèces cultivées. En 2010, les oranges représentaient 61 % de la production mondiale d'agrumes (82 millions de tonnes) (USDA-FAS, 2010).

Environ 30 % de la production d'agrumes (et 40 % de la production d'oranges) est transformée (USDA-FAS, 2010), majoritairement pour la production de jus, et il en résulte de grandes quantités de coproduits. La pulpe d'agrumes est le résidu solide qui reste après l'extraction du jus des fruits. Elle représente 50-70 % du poids frais du fruit original et contient la peau (60-65 %), les tissus internes (30-35 %) et les pépins (0-10 %) (Crawshaw, 2004 ; Göhl, 1978). La pulpe d'agrumes est généralement obtenue à partir d'oranges, mais elle peut également contenir des coproduits d'autres agrumes, notamment de pamplemousses et de citrons (Crawshaw, 2004). La pulpe d'agrumes est utilisée comme substitut

aux céréales dans les aliments pour ruminants, en raison de sa haute valeur énergétique et de sa bonne digestibilité chez les ruminants. Les pulpes d'agrumes fraîches (qui font l'objet d'une information détaillée dans la fiche « Pulpe d'agrumes fraîche ») sont des produits périssables, souvent utilisés localement pour nourrir les animaux (Rihani, 1991). Pour une utilisation à distance ou à long terme, la pulpe d'agrumes fraîche est déshydratée.

La plus grande partie de la pulpe d'agrumes est déshydratée et exportée à travers le monde (Crawshaw, 2004). La pulpe déshydratée est plus facile à transporter et à manipuler, et elle peut être stockée tout au long de l'année. Elle a une valeur nutritive plus élevée que la pulpe d'agrumes fraîche (Arthington et al., 2002 ; Tripodo et al., 2008 ; Göhl, 1982 ; Göhl, 1978). Le séchage se fait habituellement sur le site de transformation des fruits, afin de diminuer les coûts de transport (Rihani, 1991). La pulpe séchée est souvent granulée, ce qui double pratiquement sa masse volumique apparente (jusqu'à 300 kg/m<sup>3</sup>), facilite sa manipulation, réduit le taux de poussière, et diminue la compaction dans les bacs de stockage et dans les auto-doseurs (Arthington et al., 2002). La pulpe d'agrumes déshydratée est légèrement hygroscopique ; elle doit être bien sèche au moment du stockage, et doit le rester tout au long de celui-ci (Göhl, 1982 ; Kunkle et al., 1995).

La pulpe d'agrumes déshydratée est parfois utilisée comme matériau pour la litière des volailles. Par ailleurs, des mélanges de pulpe d'agrumes séchée et de litière de volaille ont été utilisés comme aliments du bétail (Göhl, 1978).

## Distribution

La pulpe d'agrumes déshydratée est disponible dans le monde entier. En 2010, la production mondiale de pulpe d'agrumes déshydratée était inférieure à 2 millions de tonnes (Licht, 2010). Le

principal producteur d'agrumes pour la production de jus est le Brésil (47 % de la production mondiale), suivi par les États-Unis (29 %) (USDA-FAS, 2010).

## Processés de séchage de la pulpe

Au cours du processus de séchage, la teneur en eau de la pulpe d'agrumes passe d'environ 80 % à 11 % (Grant, 2007). Le procédé de séchage nécessite l'ajout de chaux (chaux vive (CaO) ou hydratée (Ca(OH)<sub>2</sub>)) pour neutraliser les acides libres, lier les pectines de fruits et évacuer l'eau (Wing, 2003 ; Göhl, 1978). Le mélange de pulpe fraîche et de chaux est ensuite pressé pour éliminer l'eau en excès. Le liquide résultant, riche en sucres solubles, est concentré pour produire de la mélasse d'agrumes qui peut nourrir les animaux, être vendue aux distillateurs ou être réintroduite dans la pulpe finale. D'autres composants tels que les huiles essentielles et les limonènes peuvent également en être extraits (Rihani, 1991

; Grant, 2007). Une fois que le liquide est éliminé, la pulpe pressée est séchée dans un séchoir à gaz naturel (certaines entreprises brésiliennes utilisent la bagasse comme combustible pour cette opération), puis sédimentée et refroidie (European Union, 1999 ; Göhl, 1978 ; Grant, 2007). Une surchauffe pendant la granulation peut provoquer une carbonisation, et de ce fait diminuer la valeur nutritive des pulpes d'agrumes (Arthington et al., 2002).

Dans les zones où le coût des combustibles est faible, la pulpe fraîche peut être directement séchée dans un séchoir rotatif. Une telle pulpe a une teneur élevée en sucre (Göhl, 1978).

## Impact environnemental

L'industrie des jus d'agrumes est souvent hautement intégrée, et son impact sur l'environnement doit être évalué à travers l'ensemble de la chaîne de production, depuis la culture des arbres fruitiers jusqu'à la production de jus et d'huiles essentielles. Des analyses du cycle de vie de l'industrie des jus d'agrumes ont été faites en Italie (Beccali et al., 2009 ; Beccali et al., 2010), au Brésil (Coltro et al., 2009) et en Espagne (Ribal et al., 2009). En règle générale, la production d'agrumes nécessite de l'irrigation, des pesticides, des herbicides, des engrais, et des correcteurs du sol. La sélection des fruits et leur lavage, la production de jus et d'huiles essentielles, ainsi que la déshydratation de la pulpe d'agrumes, requièrent des énergies fossiles et pro-

duisent des eaux usées qui nécessitent des installations de traitement.

L'utilisation de la pulpe d'agrumes en alimentation animale est un moyen efficace de diminuer la production de déchets. Une analyse exhaustive devrait inclure une évaluation des charges environnementales liées à l'utilisation d'autres aliments à leur place, ainsi qu'une évaluation des coûts associés à d'autres méthodes d'élimination de la pulpe d'agrumes. La digestion anaérobie de la pulpe d'agrumes peut produire du biogaz utilisable pour l'extraction du jus, cela réduit la demande en énergie mais pas la quantité de déchets (Beccali et al., 2010).

## Caractéristiques nutritionnelles

La pulpe d'agrumes déshydratée est considérée comme un concentré énergétique et un substitut aux céréales pour les ruminants (Arthington et al., 2002). Elle a une teneur élevée en fibres (environ 20 % de NDF sur base MS) et contient de grandes quantités (10-40 % MS) de substances peptiques hautement digestibles et de sucres solubles, saccharose principalement (Rihani, 1991). Elle est également riche en calcium (1-2 % MS), en raison de la chaux ajoutée pour le séchage, ce qui peut tripler la teneur originelle en calcium (Rihani, 1991 ; Crawshaw, 2004). Sa teneur en protéines est faible (environ 5-10 % MS) comme le sont les teneurs en matières grasses (environ 2 % MS) et en phosphore (environ 0,1 % MS). La valeur nutritive de la pulpe d'agrumes déshydratée est variable et dépend de nombreux facteurs, le principal étant la proportion relative des écorces et pépins, qui, entre autres, varie en fonction des espèces et des variétés d'agrumes, des modalités de la récolte, et de la saison (Ri-

hani, 1991). Par exemple, la pulpe d'orange contient généralement plus de saccharose et de protéines, et moins de NDF et de lipides que la pulpe de citron (Rihani, 1991 ; Crawshaw, 2004). Les oranges et les pamplemousses récoltés en octobre contiennent plus de pépins, et donc plus de protéines et de matières grasses, que ceux récoltés en avril (Rihani, 1991). La pulpe d'agrumes déshydratée et additionnée de mélasse d'agrumes a une forte teneur en sucres, et moins de fibres que la pulpe d'agrumes non mélassée. Le niveau de calcium est lié à la quantité de chaux ajoutée (Arthington et al., 2002 ; Rihani, 1991).

La teneur élevée en fibres fait de la pulpe d'agrumes un aliment réservé aux ruminants et aux animaux qui peuvent facilement digérer les fibres. Elle a beaucoup moins d'intérêt pour les porcs et les volailles, en raison des fibres, et de la présence dans les pépins de limonine, toxique pour les monogastriques (Göhl, 1982).

**Tableau 1** : Principaux constituants de la pulpe d'agrumes déshydratées

<b>Constituants organiques</b>	Matière sèche (% sur brut)	90,2
	Protéines brutes (% MS)	6,9
	Cellulose brute (% MS)	14,0
	NDF (% MS)	21,6
	ADF (% MS)	15,9
	Lignine (% MS)	2,56
	Matières grasses brutes (% MS)	2,5
	Matières grasses hydrolyse (% MS)	-
	Cendres (% MS)	6,9
	Amidon (% MS)	6,2
	Sucres totaux (% MS)	24,3
	Energie brute (kcal/kg MS)	4 200
	<b>Minéraux</b>	Calcium (g/kg MS)
Phosphore (g/kg MS)		1,0
Potassium (g/kg MS)		9,4
Sodium (g/kg MS)		1,33
Magnésium (g/kg MS)		1,3
Manganèse (mg/kg MS)		8
Zinc (mg/kg MS)		14
Cuivre (mg/kg MS)		4
Fer (mg/kg MS)		80
<b>Acides aminés</b>	Alanine (g/kg MS)	2,5 (soit 4,2 g/16 gN)
	Arginine (g/kg MS)	2,5 (soit 4,3 g/16 gN)
	Acide aspartique (g/kg MS)	6,0 (soit 10,2 g/16 gN)
	Cystine (g/kg MS)	0,6 (soit 1,0 g/16 gN)
	Acide glutamique (g/kg MS)	4,7 (soit 7,9 g/16 gN)
	Glycine (g/kg MS)	2,4 (soit 4,1 g/16 gN)
	Histidine (g/kg MS)	1,2 (soit 2,0 g/16 gN)
	Isoleucine (g/kg MS)	1,9 (soit 3,1 g/16 gN)
	Leucine (g/kg MS)	3,1 (soit 5,3 g/16 gN)
	Lysine (g/kg MS)	1,8 (soit 3,1 g/16 gN)
	Méthionine (g/kg MS)	0,7 (soit 1,2 g/16 gN)
	Phénylalanine (g/kg MS)	2,3 (soit 3,8 g/16 gN)
	Proline (g/kg MS)	1,7 (soit 3,0 g/16 gN)
	Sérine (g/kg MS)	2,3 (soit 3,9 g/16 gN)
	Thréonine (g/kg MS)	1,8 (soit 3,0 g/16 gN)
	Tryptophane (g/kg MS)	- (soit 1,0 g/16 gN)
Tyrosine (g/kg MS)	1,5 (soit 2,6 g/16 gN)	
Valine (g/kg MS)	2,5 (soit 4,2 g/16 gN)	

# C

## ontraintes potentielles

### D

#### éséquilibre minéral

Les coproduits d'agrumes ont un rapport Ca : P déséquilibré qui peut provoquer des fièvres de lait chez les vaches laitières (Bampidis et al., 2006).

### P

#### arakératose ruminale

Des niveaux élevés de pulpe d'agrumes dans des rations pour ruminants peuvent entraîner des parakératoses du rumen, une affection digestive qui a été largement rapportée chez des animaux recevant des niveaux élevés de concentrés et des fourrages de médiocre qualité (Arthington et al., 2002). Les acides gras volatils présents en grande quantité, acide butyrique en particulier, provoquent une augmentation de la taille et une kératinisation des papilles du rumen. Cela

limite l'absorption des nutriments, et altère les performances des animaux (Brugère-Picoux, 2004). Chez les bovins et les agneaux à l'engraissement, des mélanges concentrés contenant plus de 60 % de pulpe d'agrumes peuvent provoquer une parakératose (Arthington et al., 2002 ; Bampidis et al., 2006 ; Martinez Pascual et al., 1980). Ces observations ont aussi été faites sur les agneaux en croissance (McKeown et al., 2010a).

### M

#### ycotoxines

En raison de sa capacité hygroscopique, la pulpe d'agrumes séchée est sensible aux moisissures, en particulier dans les climats tropicaux humides. Ces moisissures produisent des métabolites secondaires tels que les aflatoxines et la citrinine, molécule connue pour provoquer des syndromes hémorragiques (Oliveira et al., 2004 ; Melo et al., 1999 ;

Griffiths et al., 1991). Les opérations de séchage et de granulation sont supposées détruire les moisissures. Les mycotoxicoses dues aux pulpes d'agrumes sont rares, mais une inspection visuelle avant la distribution aux animaux est néanmoins recommandée (Arthington et al., 2002).

### L

#### imonine

La limonine est un triterpénoïde présent dans les pépins et les peaux qui donne un goût amer à la pulpe d'agrumes. Si de grandes quantités de pépins sont présentes, leur teneur en limonine peut rendre la pulpe toxique pour les non-ruminants, même à un niveau de 2,5 % dans leur régime (Rihani, 1991 ; Fuller, 2004 ; Devendra, 1988). La limonine provoquerait une irritation intestinale et une mauvaise absorption

des nutriments en poulets de chair (El Boushy et al., 2000). La limonine ne doit pas être confondue avec le limonène, un autre terpénoïde présent en grandes quantités dans les pelures d'agrumes et qui est responsable de l'odeur caractéristique des agrumes. Le limonène est en pratique non toxique pour les oiseaux et les mammifères (EPA, 1994).

### L

#### ectines

Une réaction d'hypersensibilité de type IV qui a causé la mort par hémorragie et insuffisance cardiaque de plusieurs vaches recevant de la pulpe d'agrumes a été rapportée. Cette réaction inflammatoire pourrait provenir de l'acti-

té hémagglutinante des lectines que l'on pense présentes dans la pulpe d'agrumes. Cette toxicose n'a pas été constatée chez les ovins et les lapins (Saunders et al., 2000 ; Tokarnia et al., 2001).

## Autres composés naturels

Des composés tels que tannins, saponines, phytates, oxalates et flavonoïdes ont été identifiés dans les écorces d'agrumes, mais ils sont présents en quantités inférieures

aux niveaux réputés toxiques pour les espèces d'élevage (Oluremi et al., 2007).

## Pesticides

La contamination par des résidus de pesticides peut se produire et dépend de la matière active, de la dose utilisée, de la quantité de pluie reçue, du temps entre l'application des pesticides et la récolte, et des espèces d'agrumes. Au Brésil,

les résidus de pesticides dans la pulpe d'agrumes ont diminué au début des années 2000, en raison d'une application des pesticides plus rationnelle (Oliveira et al., 2004).

## Dioxine

En 1998, 100 000 tonnes de granulés de pulpe d'agrumes du Brésil contaminés par la dioxine ont été importés en Allemagne. On a montré que la source de contamination par

la dioxine était la chaux utilisée dans le procédé de séchage (European Union, 1999 ; Malisch, 2000).

## Ruminants

Partout dans le monde, la pulpe d'agrumes déshydratée est un ingrédient courant des rations pour ruminants et des aliments composés. Sous les tropiques, elle peut améliorer les systèmes de production de viande bovine et de lait qui

reposent sur des rations à base de fourrage de graminées de valeur nutritive médiocre, ou à base d'autres fourrages (Villareal et al., 2006).

## Valeur énergétique et digestibilité

En raison de sa digestibilité relativement élevée (DMO de 85-90 %) et de sa valeur énergétique (EM environ 2900 kcal/kg MS, 85-90 % de celle du maïs, et comparable à l'EM de l'orge), la pulpe d'agrumes est utilisée comme substitut aux céréales dans les rations concentrées (Bampidis et al., 2006 ; Villareal et al., 2006). Contrairement aux céréales, son énergie n'est pas liée à l'amidon, mais aux glucides solubles et aux fibres digestibles. Les pectines d'agrumes sont facilement et considérablement dégradées en acide acétique, qui présente moins de risques que l'acide lactique en termes de chute de pH et d'acidose consécutive (Wing, 2003). En raison de sa teneur élevée en fibres, la longue rumination de la pulpe d'agrumes produit de grandes quantités de salive, ce

qui a un effet tampon sur le pH du rumen (Mertens, 2000 ; Faria et al., 2008). La pulpe d'agrumes est donc considérée comme un aliment plus sûr que les céréales pour les animaux recevant des rations à haute teneur en concentré et bas niveau de fourrage, comme les vaches laitières à haut rendement (Crawshaw, 2004). Dans les rations contenant des fourrages de faible digestibilité (foin ou paille) ou des fourrages tels que l'ensilage de maïs ou de sorgho, la pulpe d'agrumes semble avoir un effet positif sur la digestibilité des fibres, probablement en raison d'un temps de rétention plus long dans le rumen (Arthington et al., 2002 ; Barrios-Urdaneta et al., 2003).

## Supplémentation

La digestibilité de la protéine de la pulpe d'agrumes est faible et variable (de 37 à 70 %). L'incorporation de grandes quantités de pulpe d'agrumes dans des rations contenant des fourrages riches en protéines peut donc entraîner une diminution générale de la digestibilité des protéines. La

faible teneur en azote soluble de la pulpe d'agrumes peut se traduire par une diminution de l'ammoniac dans le rumen. La supplémentation avec de l'urée ou de l'ammoniac peut être une stratégie intéressante. La pulpe d'agrumes contient des glucides très fermentescibles qui peuvent favoriser une

utilisation plus efficace de l'azote, en augmentant la production de la protéine microbienne par les bactéries du rumen (Rihani, 1991). Cependant, les sources de protéines vraies peuvent être plus efficaces que l'azote non protéique (Kim et al., 2007).

En raison de la faible teneur en phosphore et le déséquilibre du rapport Ca : P, la supplémentation en phosphore doit être

## Appétence

La palatabilité de la pulpe d'agrumes déshydratée est variable, car elle peut avoir un goût amer en raison de la limonine et d'autres composés présents dans les pépins et les écorces. Cela peut se traduire par une diminution de l'ingestion si la pulpe est introduite trop rapidement, une introduction progressive est donc recommandée. La pulpe

## Bovins

### ●● Vaches laitières

La pulpe d'agrumes est un aliment intéressant pour les vaches laitières. L'importante production d'acide acétique qu'elle entraîne dans le rumen contribue à maintenir la production de lait et la teneur du lait en matières grasses lorsque le fourrage est rare (régime pauvre en fibres) ou lorsqu'un niveau d'énergie élevé est nécessaire (par exemple, quand elle remplace des céréales) (Arthington et al., 2002). La pulpe d'agrumes ne remplace pas complètement les céréales et, bien qu'elle permette d'économiser des fourrages, elle ne peut pas, non plus, remplacer totalement ces derniers (Wing, 2003 ; Crawshaw, 2004).

De la pulpe d'agrumes déshydratée à hauteur de 40 % de la ration est envisageable (Wing, 2003). Cependant, des taux inférieurs à 20 % (base MS) d'incorporation sont recommandés, et des niveaux plus élevés peuvent diminuer l'ingestion de MS, altérer les paramètres de composition du lait, et la digestibilité de la ration. De la pulpe d'agrumes incorporée à 20 % (base MS) comme substitut au concentré dans une ration à 50-60 % d'ensilage de maïs ou de sorgho n'a pas modifié l'ingestion de MS, la production de lait ou la teneur en pro-

### ●● Bovins de boucherie et bovins en croissance

La pulpe d'agrumes déshydratée est également un aliment pour les bovins viande en croissance et elle peut en partie remplacer les céréales en tant que source d'énergie. Elle peut être incorporée en toute sécurité dans les rations à hauteur de 20-30 % (base MS) (Crawshaw, 2004), mais des valeurs plus élevées sont possibles. On a pu en incorporer jusqu'à 40 % dans le régime alimentaire des bovins à l'engraissement sans nuire à la santé des animaux (Oliveira et al., 2002 ; Oliveira et al., 2005). De jeunes taureaux ont reçu jusqu'à 55 % de pulpe déshydratée pour remplacer 86 % de maïs grain, sans incidence sur le gain de poids vif ou sur le rendement de la carcasse, mais avec une diminution de l'épaisseur de gras dorsal (Henrique et al., 2004 ; Henrique et al., 2006). Chez des bovins de boucherie nourris avec de l'herbe de qua-

prise en compte pour constituer une ration équilibrée à base de pulpe d'agrumes (Arthington et al., 2002).

En raison de la faible teneur de la pulpe d'agrumes en vitamine A, des fourrages feuillus sont primordiaux dans les rations contenant des niveaux élevés de pulpe d'agrumes (Göhl, 1982).

d'agrumes est bien acceptée par les animaux qui y ont été habitués, et elle peut dans ce cas augmenter l'ingestion (Rihani, 1991 ; Wing, 2003 ; Göhl, 1978). Chez les agneaux en engraissement, la palatabilité diminue lorsque la ration contient plus de 40 % de pulpe d'agrumes déshydratée (Bhattacharya et al., 1973).

téines du lait (Belibasakis et al., 1996 ; Assis et al., 2004a). La teneur du lait en matières grasses a augmenté (Belibasakis et al., 1996) ou n'a pas changé (Assis et al., 2004a). L'efficacité alimentaire (conversion des glucides) a augmenté, tout en maintenant la production de lait (Miron et al., 2002). En dessous de 20 %, ni les paramètres du rumen, ni la digestibilité, n'ont été modifiés (Assis et al., 2004b). Entre 20 et 24 % d'incorporation dans des rations laitières en mélange, les paramètres du rumen restent inchangés, mais la production de lait et la teneur du lait en protéines peut être réduite, alors que la teneur en matières grasses du lait est maintenue ou augmentée (Leiva et al., 2000). Au-delà de 24 % de la ration totale, la pulpe d'agrumes déshydratée a diminué l'ingestion totale de MS, et les digestibilités totales de la MS et de la MO (Salvador et al., 2008).

Des travaux plus anciens ont rapporté que la pulpe d'agrumes causait un changement de couleur du lait dans certaines conditions, mais cela n'a pas été confirmé expérimentalement (Crawshaw, 2004).

lité médiocre (*Cynodon nlemfuensis*), l'augmentation de la quantité de pulpe d'agrumes jusqu'à 2,5 kg/jour/animal (sur brut), soit 30 % de la ration (base MS), a réduit l'ingestion de fourrage mais a augmenté l'ingestion d'énergie (Villareal et al., 2006). Des calculs urinaires ont été observés chez les bouillons engraisés au moyen de rations contenant plus de 30 % de pulpe d'agrumes (Göhl, 1978).

Un taux d'incorporation de 30 % de pulpe d'agrumes dans des rations pour veaux âgés de plus de deux mois est envisageable, mais déconseillé pour les veaux plus jeunes en raison de la baisse d'ingestion induite (Wing, 2003). Un taux d'incorporation de 45 % dans les rations pour veaux a également été rapporté (Göhl, 1978).

## Ovins

### ●● Agneaux à l'engraissement

Les ovins peuvent rapidement s'adapter à une ration contenant 20 % de pulpe d'agrumes séchée (Crawshaw, 2004). Plusieurs expériences ont indiqué que la pulpe d'agrumes peut être incorporée jusqu'à 30-40 % dans une ration concentrée d'engraissement pour agneaux, sans nuire à la croissance ou à la qualité de la carcasse (Bhattacharya et al., 1973 ; Martinez Pascual et al., 1980 ; Caparra et al., 2007). Un effet positif sur le taux de conversion alimentaire et le gain quotidien a été rapporté (Rodrigues et al., 2008). La pulpe d'agrumes déshydratée introduite à 36 % dans une ration à base de farine de manioc a amélioré la digestibilité de la ration, les gains

de poids vif et les gains moyens quotidiens par rapport aux pelures de manioc, aux coques d'arachide et aux rafles de maïs (Aregheore, 2000). Cependant, le gain de poids quotidien a été maximal pour un taux de pulpe d'agrumes de 15 à 20 % dans le concentré (Martinez Pascual et al., 1980). Des taux supérieurs à 30 % peuvent diminuer la digestibilité (Göhl, 1978). Des taux plus élevés (plus de 40-60 %) ont causé une baisse des performances globales et une aggravation des parakératoses ruminales (Martinez Pascual et al., 1980 ; Rodrigues et al., 2008), et une diminution de la palatabilité (Bhattacharya et al., 1973).

### ●● Brebis

L'inclusion de pulpe d'agrumes à 30 % dans le concentré offert à des brebis en lactation nourries avec du foin de luzerne et de la paille n'a affecté ni la production laitière, ni la composition du lait (Fegeros et al., 1995). Une autre expérience a rapporté que le remplacement de 33 % à 100 %

d'orge par de la pulpe d'agrumes dans des rations à base de paille ammoniacuée a entraîné une diminution linéaire de la production laitière, et un gain de poids quotidien inférieur pour les agneaux, sans altérer la composition du lait (Castrillo et al., 2004).

## Chèvres

Chez des chèvres mâles, la supplémentation avec de la pulpe d'agrumes (citrons) déshydratée et de l'urée d'une ration à base de paille d'orge et de foin de luzerne a augmenté l'ingestion de MS et la digestibilité apparente de la MS de la paille (Madrid et al., 1997). Toutefois, un essai ultérieur a montré que la digestibilité diminuait quand un supplément de 300 g/jour/animal était offert (Madrid et al., 1998). Chez les chevreaux en croissance, le remplacement de maïs grain par 40 % de pulpe d'agrumes a donné un meilleur gain de

poids quotidien, une meilleure ingestion et un meilleur taux de conversion alimentaire. Au-delà de 40 % on pense que les pulpes pourraient avoir des effets préjudiciables sur le métabolisme minéral (Bueno et al., 2002).

La pulpe d'agrumes déshydratée peut également être incorporée dans des rations pour chèvres à base de feuillage de légumineuses telle que *Enterolobium cyclocarpum* comme supplément de saison sèche. Elle peut remplacer jusqu'à 50 % du concentré (drêches de brasserie) (Oni et al., 2008).

**Tableau 2 :** Valeurs alimentaires de la pulpe d'agrumes déshydratées destinées aux ruminants

Digestibilité de la matière organique (%)	87,0
Digestibilité de l'énergie (%)	-
Energie digestible (kcal/kg MS)	3 490
Energie métabolisable (kcal/kg MS)	2 910
UFL (/kg MS)	1,09
UFV (/kg MS)	1,08
Digestibilité de l'azote (%)	67,0
Dégradabilité théorique de l'azote (k=6%) (%)	66
Digestibilité intestinale de l'azote (%)	92
PDIA (g/kg MS)	24
PDIN (g/kg MS)	49
PDIE (g/kg MS)	95

La pulpe d'agrumes est encombrante et plus fibreuse que les céréales, donc moins intéressante chez les porcs que chez les ruminants. La présence de pépins contenant de la limonine peut être un facteur limitant. Les pulpes d'agrumes

de fruits sans pépin pourraient donc être plus utilisables que les pulpes d'agrumes à pépins (Crawshaw, 2004). Les truies semblent plus aptes à digérer la pulpe d'agrumes que les porcs en croissance.

## Porcs en croissance

La pulpe d'agrumes déshydratée peut constituer jusqu'à 5 % du régime de porcs en croissance (O'Sullivan et al., 2003). Des taux plus élevés peuvent altérer les taux de croissance (O'Sullivan et al., 2003 ; Baird et al., 1974), le taux de conversion alimentaire et le rendement de carcasse (O'Sullivan et al., 2003). Cependant, une autre expérience a rapporté que jusqu'à 15 % de pulpe d'agrumes n'a eu aucun effet défa-

vorable sur la digestibilité et la valeur énergétique, à condition que du phosphore et de la vitamine D soient ajoutés (Nicolakakis et al., 1999). On a souvent rapporté de graves problèmes de santé (anorexie, problèmes de locomotion, hyperthermie, érythème) quand la pulpe est incorporée à plus de 15 % (Santos et al., 2002), on doit rester prudent dès que le niveau de pulpe dépasse 10 % dans le régime.

## Truies

La pulpe d'agrumes déshydratée peut être incorporée jusqu'à respectivement 20 % et 15 % dans le régime des truies gestantes et allaitantes, sans affecter les performances de reproduction, le poids corporel, le poids des porcelets à la naissance ou au sevrage, et l'ingestion volontaire

(O'Sullivan et al., 2003). Une autre expérience a rapporté l'utilisation de pulpe d'agrumes jusqu'à 50 % pour des truies gestantes en lactation, sans effets délétères sur les performances et les indices de production (Sotto et al., 2009).

**Tableau 3 :** Valeurs alimentaires de la pulpe d'agrumes déshydratées destinées aux porcs

Digestibilité de l'énergie (porc croissance) (%)	74,0
Energie digestible (porc croissance) (kcal/kg MS)	3 100
Energie métabolisable (porc croissance) (kcal/kg MS)	2 980
Energie nette (porc croissance) (kcal/kg MS)	1 950
Digestibilité fécale de l'azote (porc croissance) (%)	57,0
Digestibilité de l'énergie (porc adulte) (%)	82,0
Energie digestible (porc adulte) (kcal/kg MS)	3 460
Energie métabolisable (porc adulte) (kcal/kg MS)	3 240
Energie nette (porc adulte) (kcal/kg MS)	2 180
Digestibilité fécale de l'azote (porc adulte) (%)	87,0

La pulpe d'agrumes déshydratée, même à de bas niveaux, n'est pas intéressante pour l'alimentation des volailles.

## Poulets de chair

Entre 5 et 10 % de pulpe d'agrumes dans l'aliment pour volailles a augmenté les polysaccharides solubles non amylacés, conduisant à des taux de croissance moindre, à une efficacité alimentaire plus faible et à des rendements de carcasse réduits. 10 % de pulpe d'agrumes a modifié le profil en acides gras de la viande, en diminuant sur les acides gras mono-insaturés et l'acide palmitique et en augmentant la prédominance des acides gras polyinsaturés omega-6 et omega-3 (Mourao et al., 2008). Les écorces d'agrumes déshydratées ont amélioré le poids vif final et le gain de poids

vif jusqu'à 7,5 % d'incorporation, et elles ont réduit le taux de cholestérol sérique des animaux (Chaudry et al., 2004). En Afrique, des écorces d'oranges douces séchées au soleil et recueillies auprès des détaillants d'oranges pelées ont pu être utilisées pour remplacer jusqu'à 15-20 % de maïs (environ 7-9 % de la ration) dans les régimes pour poulets de chair, sans aucun effet négatif sur les performances (Oluremi et al., 2006 ; Agu et al., 2010). Une revue d'essais antérieurs a rapporté que le taux d'inclusion de 7,5 % dans l'aliment ration est le plus favorable (El Boushy et al., 2000).

## Poules pondeuses

Un taux d'incorporation de 5 % de pulpe d'agrumes déshydratée semble être sans danger pour les poules pondeuses (El Boushy et al., 2000), mais des taux plus élevés ont été suggérés. 10 % d'écorces d'agrumes séchées dans l'aliment pour poules pondeuses n'a eu aucun effet défavorable notable sur l'ingestion, la production d'œufs ou le poids des œufs (Yang et al., 1985). Un taux de pulpe d'agrumes sé-

chée de 12 % dans l'aliment n'a pas eu d'incidence sur le rendement et la qualité des œufs de poules pondeuses aux stades précoces de la production (Nazok et al., 2010). Un aliment contenant 15 % de pelures d'agrumes a diminué l'efficacité alimentaire et a donné des jaunes d'œufs plus foncés (Yang et al., 1985).

## Cailles

L'utilisation de pulpe d'agrumes séchée à 6% dans l'aliment pour cailles pondeuses n'a eu aucun effet négatif significatif sur les performances (Florou-Paneri et al., 2001).

**Tableau 4 : Valeurs alimentaires de la pulpe d'agrumes déshydratées destinées aux volailles**

Energie métabolisable (coq) (kcal/kg MS)	1 390
Energie métabolisable (poulet) (kcal/kg MS)	1 350

- Abani Deka; Sahu, N. P. ; Jain, K. K., 2003. Utilization of fruit processing wastes in the diet of *Labeo rohita* fingerling. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 16 (11): 1661-1665
- Agu, P.N. ; Oluremi, O.I.A. ; Tuleun, C.D., 2010. Nutritional evaluation of sweet orange (*Citrus sinensis*) fruit peel as a feed resource in broiler production. *Int. J. Poult. Sci.*, 9 (7): 684-688
- Aregheore, E. M., 2000. Chemical composition and nutritive value of some tropical by-product feedstuffs for small ruminants - in vivo and in vitro digestibility. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 85 (1-2): 99-109
- Arthington, J. D. ; Kunkle, W. E. ; Martin, A. M., 2002. Citrus pulp for cattle. *Vet. Clin. Food Anim.*, 18: 317-326
- Assis, A. J. de; Campos, J. M. S. de; Filho, S. de C. V. ; Queiroz, A. C. ; Lana, R. de P. ; Euclides, R. F. ; Neto, J. M. ; Magalhaes, A. L. R. ; Mendonça, S.de S., 2004. Citrus pulp in diets for milking cows. 1. Intake of nutrients, milk production and composition. *Rev. Bras. Zootec.*, 33 (1): 242-250
- Assis, A. J. de; Campos, J. M. S. de; Queiroz, A. C. ; Filho, S. de C. V. ; Euclides, R. F. ; Lana, R. de P.; Magalhaes, A. L. R. ; Neto, J. M. ; Mendonça, S.de S., 2004. Citrus pulp in diets for milking cows. 2. Digestibility of nutrients in two periods of feces collection and rumen fluid pH and ammonia nitrogen. *Rev. Bras. Zootec.*, 33 (1): 251-257
- Baird, D. M. ; Allison, J. R. ; Heaton, E. K., 1974. The energy value for and influence of citrus pulp in finishing diets for swine. *J. Anim. Sci.*, 38 (3):545-553
- Bampidis, V. A. ; Robinson, P. H., 2006. Citrus by-products as ruminant feeds: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 128: 175-217
- Barrios-Urdaneta, A. ; Fondevila, M. ; Castrillo, C., 2003. Effect of supplementation with different proportions of barley grain or citrus pulp on the digestive utilization of ammonia-treated straw by sheep. *Anim. Sci.*, 76: 309-317
- Beccali, M. ; Cellura, M. ; Iudicello, M. ; Mistretta, M., 2009. Resource consumption and environmental impacts of the agrofood sector: life cycle assessment of Italian citrus-based products. *Environmental Management*, 43 (4): 707-724
- Beccali, M. ; Cellura, M. ; Iudicello, M. ; Mistretta, M., 2010. Life cycle assessment of Italian citrus-based products. Sensitivity analysis and improvement scenarios. *J. Environ. Manage.*, 91 (7): 1415-1428
- Belibasakis, N. G. ; Tsirgogianni, D., 1996. Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 60 (1-2): 87-92
- Bhattacharya, A. N. ; Harb, M., 1973. Dried citrus pulp as a grain replacement for Awasi lambs. *J. Anim. Sci.*, 36: 1175-1180
- Brugère-Picoux, J., 2004. *Maladie des moutons*. France Agricole Editions, p. 137
- Bueno, M. S. ; Ferrari, E. ; Bianchini, D. ; Leinz, N. N. ; Rodrigues, C. F. C., 2002. Effect of replacing corn with dehydrated citrus pulp in diets of growing kids. *Small Rumin. Res.*, 46: 179-185
- Caparra, P. ; Foti, F. ; Scerra, M. ; Sinatra, M. C. ; Scerra, V., 2007. Solar-dried citrus pulp as an alternative energy source in lamb diets: Effects on growth and carcass and meat quality. *Small Rumin. Res.*, 68: 303-311
- Castrillo, C. ; Barrios-Urdaneta, A. ; Fondevilla, M. ; Balcells, J. ; Guada, J. A., 2004. Effects of substitution of barley with citrus pulp on diet digestibility and intake and production of lactating ewes offered mixed diets based on ammonia-treated barley straw. *Anim. Sci.*, 78: 129-138
- Chapoutot, P., 1998. *Étude de la dégradation in situ des constituants pariétaux des aliments pour ruminants*. Thèse Docteur en Sciences Agronomiques, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Paris (FRA), 1998/11/17.
- Chaudry, M. A. ; Badshah, A. ; Bibi, N. ; Zeb, A. ; Ahmed, T. ; Ali, S. ; ter Meulen, U., 2004. Citrus waste utilization in poultry rations. *Arch. Geflügelk.*, 68 (5): 206-210
- Chedly, K. ; Lee, S., 1999. Silage from by-products for smallholders. *FAO Electronic Conference on Tropical Silage*
- Coloni, R. D. ; Lui, J. F. ; Malheiros, E. B., 2009. Citrus pulp use of the feeding of growth in rabbits. *PUBVET*, 3 (14): 353
- Coltro, L. ; Mourad, A. L. ; Kletecke, R. M. ; Mendonca, T. A. ; Germer, S. P. M., 2009. Assessing the environmental profile of orange production in Brazil. *Int. J. Life Cycle Assess.*, 14 (7): 656-664
- Cooke, R. F. ; Arthington, J. D. ; Staples, C. R. ; Thatcher, W. W. ; Lambrof, G. C., 2007. Effects of supplement type on performance, reproductive, and physiological responses of Brahman-crossbred females. *J. Anim. Sci.*, 85 (10): 2564-2574
- Crawshaw, R., 2004. *Co-product feeds: animal feeds from the food and drinks industries*. Nottingham University Press
- de Blas, J. C. ; Villamide, M. J., 1990. Nutritive value of beet and citrus pulps for rabbits. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 31 (3-4): 239-246
- Devendra, C. ; Göhl, B. I., 1970. The chemical composition of Caribbean feedingstuffs. *Trop. Agric. (Trinidad)*, 47 (4): 335
- Devendra, C., 1988. Non-conventional feed resources and fibrous agricultural residues. Strategies for expanded utilization. *Proceedings of a Consultation held in Hisar, India, 21-29 March 1988*, IDRC, ICAR
- Economides, S. ; Hadjidemetriou, D. G., 1974. The nutritive value of some agricultural by products. *Technical Bulletin* 18, 12 pp.
- El Boushy, A. R. Y. ; van der Poel, A. F. B., 2000. *Handbook of poultry feed from waste: processing and use*. Springer-Verlag New York, 428 p.
- El-Sayed, S. A. ; El-Kholy, M. ; Eleraky, W. A. ; Soliman, M. H., 2010. Effect of partial replacement of yellow corn with dried citrus pulp in Nile tilapia diets on growth performance, nutrient digestibility and immune status. *Engormix.com*, 25/10/2010
- EPA, 1994. Limonene. R.E.D. Facts EPA-738-F-94-030
- European Union, 1999. Dioxin contamination of Citrus Pulp Pellets. *Inspection Report 1999-1198*. Mission report of a

- mission carried out in Brazil from 11 to 15 January 1999. European Union, DG XXIV, Food and Veterinary Office
- Faria, B. N. ; Reis, R. B. ; Mauricio, R. M. ; Lana, A. M. Q. ; Leite, L. A. ; Coelho, S. G. ; Saturnino, H. M., 2008. Effects of adding monensin or propylene glycol to citrus pulp on the degradability of total carbohydrates and in vitro cumulative gas production. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 60 (3): 691-697
  - Fegeros, K. ; Zervas, G. ; Stamouli, S. ; Apostolaki, E., 1995. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and milk composition of lactating ewes. *J. Dairy Sci.*, 78 (5): 1116-1121
  - Florou-Paneri, P. ; Babidis, V. ; Kufidis, D. ; Christaki, E. ; Spais, A. B., 2001. Effect of feeding dried citrus pulp on quail laying performance and some egg quality characteristics. *Arch. Geflügelk.*, 65: 178-181
  - Fuller, M. F., 2004. The encyclopedia of farm animal nutrition. CABI Publishing Series, 606 pp
  - Göhl, B., 1978. Citrus by-products for animal feed. In: Ruminant nutrition: selected articles from the World Animal Review, FAO, 1978
  - Göhl, B., 1982. Les aliments du bétail sous les tropiques. FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy
  - Grant, E., 2007. Citrus world. *Angus Journal*, February 2007, 234-238
  - Griffiths, I. B. ; Done, S. H., 1991. Citrinin as a possible cause of the pruritis, pyrexia, haemorrhagic syndrome in cattle. *Veterinary Record*, 129: 113-117
  - Harms, R. H. ; Simpson, C. F. ; Waldroup, P.W. ; Ammerman, C. B., 1968. Citrus pulp for poultry and its subsequent feeding values for ruminants. Florida Agricultural Experiment Station. Bulletin No. 724
  - Henrique, W. ; Sampaio, A. A. M; Leme, P. R. ; Lanna, D. P. D. ; Alleoni, G. F. ; Filho, J. L. V. C., 2004. Feedlot performance and carcass characteristics of Santa Gertrudis bulls, fed high concentrate diets with increasing levels of dehydrated citrus pulp pellets. *Rev. Bras. Zootec.*, 33 (2): 463-470
  - Henrique, W. ; Sampaio, A. A. M; Leme, P. R. ; Lanna, D. P. D. ; Alleoni, G. F., 2006. Live weight gains, deposition rates and body chemical composition of Santa Gertrudis young bulls, fed high concentrate diets with increasing levels of dehydrated citrus pulp pellets. *Rev. Bras. Zootec.*, 35 (3): 1178-1185
  - Hon, F. M. ; Oluremi, O. I. A. ; Anugwa, F. O. I., 2009. The effect of dried sweet orange (*Citrus sinensis*) fruit pulp meal on the growth performance of rabbits. *Pakistan J. Nutr.*, 8 (8): 1150-1155
  - Ipinjolu, J. K., 2000. Performance of juvenile orange koi carp (*Cyprinus carpio* L.) fed diets supplemented with sweet orange peel meal: Body composition, nutrition, utilization and skin pigmentation. *Sokoto J. Vet. Sci.*, 2000: 228-229
  - Kim, S. C. ; Adesogan, A. T. ; Arthington, J. D., 2007. Optimizing nitrogen utilization in growing steers fed forage diets supplemented with dried citrus pulp. *J. Anim. Sci.*, 85 (10): 2548-2555
  - Kunkle, W. E. ; Stewart, R. L. ; Brown, W. F., 1995. Using Byproduct Feeds in Supplementation Programs. Florida Beef Extension. IFAS. University of Florida, Gainesville, USA
  - Leiva, E. ; Hall, M. B. ; Van Horn, H. H., 2000. Performance of dairy cattle fed citrus pulp or corn products as sources of neutral detergent-soluble carbohydrates. *J. Dairy Sci.*, 83 (12)
  - Leon, R. P. ; de Guzman, G. ; Forte, C., 1999. Citrus meal in pelleted diets for fattening rabbits. *Cuban J. Agric. Sci.*, 33 (2): 157-164
  - Licht, F. O., 2010. World citrus pulp production to remain below 2 million tonnes. *World Molasses & Feed Ingredients Report*, 1st December 2010, 9 (7)
  - Macedo-Viegas, E. M. ; Castagnolli, N. ; Carneiro, D. J., 1996. Crude protein values in diets for growing *Colossoma macropomum* Cuvier 1818 (Pisces, Characidae). *Revista UNIMAR*, 18 (2): 321-333
  - Madrid, J. ; Hernández, F. ; Pulgar, M. A. ; Cid, J. M., 1996. Dried lemon as energetic supplement of diet based on urea-treated barley straw: Effects on intake and digestibility in goats. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 63 (1-4): 89-98
  - Madrid, J. ; Hernández, F. ; Pulgar, M. A. ; Cid, J. M., 1997. Urea and citrus by-product supplementation of straw-based diets for goats: effect on barley straw digestibility. *Small Rumin. Res.*, 24 (3): 149-155
  - Madrid, J. ; Hernández, F. ; Pulgar, M. A. ; Cid, J. M., 1998. Effects of citrus by-product supplementation on the intake and digestibility of urea sodium hydroxide-treated barley straw in goats. *Small Rumin. Res.*, 28: 241-248
  - Malisch, R., 2000. Increase of the PCDD/F-contamination of milk, butter and meat samples by use of contaminated citrus pulp. *Chemosphere*, 40: 1041-1053
  - Martinez Pascual, J.; Fernandez Carmona, J., 1980. Citrus pulp in diets for fattening lambs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 5 (1): 11-22
  - Melo, M. M. ; Nascimento, E. F. ; Oliveira, N. F. J., 1999. Intoxicação de bovinos por aflatoxina B1 presente em polpa cítrica: relato de um surto. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*
  - Mertens, D., 2000. Physically effective NDF and its use in dairy rations explored. *Feedstuffs*, 4, April 10, 2000, 16-20
  - Miron, J. ; Yosef, E. ; Ben-Ghedalia, D. ; Chase, L. E. ; Bauman, D. E. ; Solomon, R., 2002. Digestibility by Dairy cows of monosaccharide constituents in total mixed rations containing citrus pulp. *J. Dairy Sci.*, 85: 89-94
  - Mirzaei-Aghsaghali, A. ; Maheri-Sis, N., 2008. Nutritive value of some agro-industrial by-products for ruminants - A review. *World J. Zool.*, 3 (2): 40-46
  - Mourao, J. L. ; Pinheiro, V. M. ; Prates, J. A. M. ; Bessa, R. J. B. ; Ferreira, L. M. A. ; Fontes, C. M. G. A. ; Ponte, P. I. P., 2008. Effect of dietary dehydrated pasture and citrus pulp on the performance and meat quality of broiler chickens. *Poult. Sci.*, 87: 733-743
  - Nazok, A. ; Rezaei, M. ; Sayyahzadeh, H., 2010. Effect of different levels of dried citrus pulp on performance, egg quality, and blood parameters of laying hens in early phase of production. *Trop. Anim. Health Prod.*, 42 (4): 737-742
  - Nicolakakis, I. ; Dots, D. ; Imamidou, A., 1999. Digestibility and energy value of pig diets containing different levels of dried citrus pulp with enzymes. *Epitheorese Zootehnikes Epistemes*, 26 (43-54)
  - NRC, 1983. Underutilized resources as animal feedstuffs. National Academies Press, Washington D. C.
  - O'Sullivan, T. C. ; Lynch, P. B. ; Morrissey, P. A. ; O'Grady, J. F., 2003. Evaluation of citrus pulp in diets for sows and growing pigs. *Ir. J. Agric. Food Res.*, 42: 243-253

- Oliveira, N. J. F. ; Melo, M. M. ; Araujo, M. S., 2002. Clinical characteristics in crossbred cattle fed citrus pulp pellets. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 54 (3)
- Oliveira, N. J. F. de; Melo, M. M., 2004. Intoxicacoes relacionadas a ingestao de polpa citrica em bovinos. *Veterinaria Noticias, Uberlandia*, 10 (1): 111-120
- Oliveira, N. J. F. ; Melo, M. M. ; Lago, L. A. ; Nascimento, E. F., 2005. Hemogram, serum biochemistry and hepatic histologic features in cattle after administration of citrus pulp. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 57 (3): 418-422
- Oluremi, O. I. A. ; Ojighen, V. O. ; Ejembi, E. H., 2006. The nutritive potentials of sweet orange (*Citrus sinensis*) rind in broiler production. *Int. J. Poult. Sci.*, 5 (7): 613-617
- Oluremi, O. I. A. ; Ngi, J. ; Andrew, I. A., 2007. Phytonutrients in citrus fruit peel meal and nutritional implication for livestock production. *Livest. Res. Rural Dev.*, 20 (4)
- Oni, A. O. ; Onwuka, C. F. I. ; Oduguwa, O. O. ; Onifade, O. S. ; Arigbede, O. M., 2008. Utilization of citrus pulp based diets and *Enterolobium cyclocarpum*(JACQ. GRISEB) foliage by West African dwarf goats. *Livest. Sci.*, 117: 184-191
- Papadomichelakis, G. ; Fegeros, K. ; Papadopoulos, G., 2002. Effect of fibre source in rabbits' rations on soft faeces production and its contribution to nutrients and energy intake. *Epitheorese Zootehnikes Epistemes*, 30: 61-72
- Papadomichelakis, G. ; Fegeros, K. ; Papadopoulos, G., 2004. Digestibility and nutritive value of sugar beet pulp, soybean hulls, wheat bran and citrus pulp in rabbits. *Epitheorese Zootehnikes Epistemes*, 32: 15-27
- Pereira, J. C. ; Gonzalez, J., 2004. Rumen degradability of dehydrated beet pulp and dehydrated citrus pulp. *Anim. Res.* 53: 99-110
- Pereira, R. A. N. ; Saliba, E. O. S. ; Motta, W. F. ; Bertechini, A. G. ; Donato, D. C. Z. ; Duarte, M. R. ; Chaves, M. L., 2005. LIPE® marker for estimating total faecal production and dry matter apparent digestibility in growing rabbits. *Proc. 8th World Rabbit Congress, September 7-10, 2004, Pueblo, Mexico*, 930-935
- Ribal, J. ; Sanjuan, N. ; Clemente, G. ; Fenollosa, M. L., 2009. Eco-efficiency measurement in agricultural production. A case study on citrus fruits production. *Economia Agraria y Recursos Naturales*, 9 (2): 125-148
- Rihani, N., 1991. Valeur alimentaire et utilisation des sous-produits des agrumes en alimentation animale. *Options Méditerranéennes, Série Séminaires*, 16: 113-117
- Rihani, N. ; Garrett, W. N. ; Zinn, R. A., 1993. Effect of source of supplemental nitrogen on the utilization of citrus pulp-based diets by sheep. *J. Anim. Sci.*, 71 (9): 2310-2321
- Rodrigues, G. H. ; Susin, I. ; Pires, A. V. ; Mendes, C. Q. ; Araujo, R. C. de; Packer, U. ; Ribeiro, M. F. ; Gerage, L. V., 2008. Replacement of corn by citrus pulp in high grain diets fed to feedlot lambs. *Ciência Rural, Santa Maria*, 38 (3): 789-794
- Salvador, S. C. ; Pereira, M. N. ; Santos, J. F. ; Melo, L. Q. ; Chaves, M. L., 2008. Response of lactating cows to the total replacement of corn by citrus pulp and to the supplementation of organic trace minerals I: Intake and digestion. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 60 (3): 682-690
- Santos, F. G. A. ; Mejia, A. M. G. ; Tabosa, I. M. ; Paixao, T. A. ; Ferreira, W. M. ; Vasconcelos, A. C., 2002. Hepatic and kidney damage in pigs associated with intake of different rates of dried citrus pulp in the meal. *A Hora Veterinaria*, 22 (127): 33-37
- Saunders, G. K. ; Blodgett, D. J. ; Hutchins, T. A. ; Prater, R. M. ; Robertson, J. L. ; Friday, P. A. ; Scarratt, W. K., 2000. Suspected citrus pulp toxicosis in dairy cattle. *J Vet Diagn Invest* 12:269-271
- Sotto, V. R. ; Brito, M. ; Lopez, B. ; Perez, E. ; Velazquez, F., 2009. Use of citrus meal for feeding sows during the gestation and lactation stage. *Revista Computadorizada de Produccion Porcina*, 16 (1): 45-49
- Tokarnia, C. H. ; Peixoto, P. V. ; Cunha, B. R. M., 2001. Experiments with citrus pulp in sheep and rabbits. *Pesq. Vet. Bras.*, 21 (4): 172-176
- Tokarnia, C. H. ; Dorbereiner, J. ; Peixoto, P. V., 2002. Poisonous plants affecting livestock in Brazil. *Toxicon.*, 40 (12): 1635-1660
- Toschi, I. ; Rapetti, L. ; Bava, L. ; Grilli, G. ; Castrovilli, C., 2003. Effects of dietary starch concentration on the performance of lactating primiparous rabbit does. *Italian J. Anim. Sci.*, 2 (Suppl. 1): 423-425
- Tripodo, M. M. ; Mondello, F. ; Lanuzza, F. ; Micali, G., 2008. Citrus waste recovery to obtain mucilage and animal feeding. *Forum Ware International 1, FORUM WARE, the international journal for Commodity Science and Technology, issued by the German and Austrian Societies of Commodity Science and Technology, Wien, Austria*
- USDA-FAS, 2010. Citrus: World Markets and Trade. July 2010 Citrus Update. Foreign Agriculture Service - USDA
- Van Cleef, E. H. C. ; Ezequiel, J. M. B. ; Fontes, N. A. ; Faturi, C. ; Oliveira, P. N. ; Stiaqui, M. G., 2011. Intake and digestibility of diets containing energy sources associated with sunflower meal or urea in feedlot steers. *Acta Scientiarum - Animal Sciences, Maringá*, 33 (2): 163-168
- Villareal, M. ; Cochran, R. C. ; Rojas-Bourrill, A. ; Murillo, O. ; Muñoz, H. ; Poore, M., 2006. Effect of supplementation with pelleted citrus pulp on digestibility and intake in beef cattle fed a tropical grass-based diet (*Cynodon nlemfuensis*). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 125: 163-173
- Watanabe, P. H. ; Thomaz, M. C. ; Ruiz, U. S. ; Santos, V. M. ; Fraga, A. L. ; Pascoal, L. A. F. ; Silva, S. Z. ; Faria, H. G., 2010. Effect of inclusion of citrus pulp in the diet of finishing swines. *Brazilian archives of biology and technology*, 53 (3): 709-718
- Wing, J. M., 2003. Citrus feedstuffs for dairy cattle. University of Florida, IFAS, 829
- Yang, S. J. ; Chung, C. C., 1985. Feeding value of dried citrus by-products fed to layer. *Korean J. Anim. Sci.*, 27: 239-245

**Rédaction** : Valérie Heuzé et Gilles Tran (AFZ : Association Française de Zootechnie) - Benoît Rouillé (Institut de l'Élevage)  
**Conception** : Marie-Catherine Leclerc (Institut de l'Élevage) - **Mise en page** : Corinne Maigret (Institut de l'Élevage)  
**Sources** : AFZ et Feedipedia (www.feedipedia.org) - **Réf IE** : 0023 302 018 - Avril 2023