



HAL
open science

La canne à sucre et ses co-produits dans l'alimentation animale

Harry Archimède, Xavier Xande, Jean-Luc Gourdine, Audrey Fanchone, Gisèle Alexandre, Maryline Boval, Ode Coppry, Rémy R. Arquet, Jérôme Fleury, Carole Regnier, et al.

► To cite this version:

Harry Archimède, Xavier Xande, Jean-Luc Gourdine, Audrey Fanchone, Gisèle Alexandre, et al.. La canne à sucre et ses co-produits dans l'alimentation animale. CIAG 2011 Carrefours de l'innovation agronomiques, Nov 2011, Lamentin, Guadeloupe, France. 238 p. hal-02749701

HAL Id: hal-02749701

<https://hal.inrae.fr/hal-02749701>

Submitted on 3 Jun 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

La canne à sucre et ses co-produits dans l'alimentation animale

Archimède H.¹, Xande X.², Gourdine J.-L.¹, Fanchone A.¹, Alexandre G.¹, Boval M.¹, Coppry O.³,
Arquet R.³, Fleury J.³, Regnier C.¹, Renaudeau D.¹

¹: INRA, Unité de Recherches Zootechniques, UR143, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe

²: EPLEFPA, Etablissement public local d'enseignement et de formation professionnelle agricoles de la Guadeloupe, 97122 Baie-Mahault, Guadeloupe

³: INRA, Plateforme Tropicale d'Expérimentation Animale, UE2294, 97170 Petit-Bourg, Guadeloupe

Correspondance : Harry.Archimede@antilles.inra.fr

Résumé :

La canne à sucre plante entière et ses coproduits (amarres, jus de canne, mélasse, bagasse) peuvent être valorisés par les animaux d'élevage. Les ruminants peuvent utiliser tous les produits de la canne à sucre alors que les monogastriques n'utilisent efficacement que les fractions les moins riches en fibres (jus de canne, mélasse). Quels que soient l'espèce animale et les produits, une forte complémentation azotée s'impose. La canne entière et ses différentes fractions sont carencées en protéines. La valorisation de la canne entière, après son fractionnement (jus, amarres et bagasse) est optimale quand des ruminants et des monogastriques sont présents sur une exploitation agricole. Des travaux sont encore nécessaires pour développer des productions animales dans des systèmes de production à base de canne à sucre.

Mots-clés : Ruminants, porcs, canne à sucre, jus, bagasse, mélasse

Abstract: Sugar cane and byproducts as animal feeds

The whole sugar cane plant and its byproducts (leaves, cane juice, molasses and bagasse) can be valorized by livestock. Ruminants can use all products of sugar cane while monogastrics use efficiently the fractions with lower fiber content (cane juice, molasses). Whatever the animal species and products, a high nitrogen supplementation is necessary. Whole cane and its different fractions are deficient in protein. The valuation of the whole cane after fractionning (juice, leaves and bagasse) is optimal when ruminant and monogastric animals are present on a farm. Works are still needed to develop livestock production systems based on sugar cane.

Keywords: Ruminants, pigs, sugar cane, juice, bagasse, molasses

Introduction

La culture de la canne à sucre permet de produire une gamme très variée d'aliments : canne entière, têtes de canne (amarres), jus de canne, sucre, mélasse, pailles de canne, bagasse. La canne entière, les amarres, pailles et le jus de canne sont disponibles sur l'exploitation agricole. Le sucre, la mélasse et la bagasse sont des produits de l'agro-industrie.

La canne à sucre (*Saccharum officinarum*) est une graminée très cultivée dans les zones tropicales. Comparativement aux autres graminées fourragères, la canne a une productivité élevée pouvant atteindre 50 tonnes de matière sèche par hectare et par an. Les fourrages classiques, généralement des graminées, produisent moins de 30 tonnes de matière sèche par hectare.

La canne à sucre est disponible pendant la saison sèche, période au cours de laquelle sa valeur alimentaire est la plus élevée. En effet, la phase végétative de la canne se situe pendant la saison des pluies, et la maturation (accumulation du sucre) est réalisée pendant la saison sèche. C'est donc un fourrage stratégique pour l'alimentation des ruminants (bovins, ovins, caprins). Contrairement aux autres fourrages dont la valeur alimentaire décroît en général avec l'âge et l'accumulation de biomasse, celle de la canne à sucre augmente ce qui fait d'elle une réserve fourragère sur pied ne nécessitant pas de stockage sous forme séchée ou ensilée.

La production de sucre varie de 5 à 10 tonnes par hectare de cannes. Le sucre, comme la plupart des glucides cellulaires, est efficacement transformé par les animaux d'élevage monogastrique (porcs, canards, oies...). Le sucre peut remplacer l'amidon présent dans les aliments classiques à base de céréales. La production d'énergie par la canne, estimée sur la base du sucre produit, est supérieure à celle des céréales calculée à partir de l'amidon. L'utilisation du sucre dans l'alimentation animale ne sera pas abordée dans cet article.

1. Composition chimique de la canne à sucre et ses coproduits

La composition chimique des principaux produits de la canne est indiquée dans le Tableau 1. La valeur relative de ces produits par rapport à d'autres aliments est indiquée par sur la Figure 1.

Tableau 1. Composition chimique des principaux produits de la canne

	Canne entière	Tiges	Amarres	Jus	Bagasse	Mélasses
Matière sèche (MS)	30-33	30-32	27-32	18-20	50-70	72-76
Matière organique/MS	92-94	94-95	90-93			
Minéraux/MS	6-8	5-6	7-10	1.5-2.5		14-16
Matière azotée totale/MS	2.5-3	1.5-2	4-7	1.2-1.6	2-4	4-5
Neutral Detergent Fibre/MS	58-65	47-48	62-68		86-88	
Acid Detergent Fibre/MS	31-33	28-38	38-42		54-56	
Acid Detergent Lignin/MS			4-6		9-11	
Neutral Detergent Soluble/MS			32-37	73-75		73-75

Les produits de la canne sont pauvres à très pauvres en matières azotées. Certains sont très riches en fibres (bagasse, amarres, tiges et canne entière), d'autres en sont dépourvus (jus et mélasses). Les ruminants sont capables de valoriser la canne entière broyée, les amarres, la paille de canne et la bagasse. Les non ruminants valorisent mieux le jus de canne et la mélasses. Ces choix ne sont cependant pas exclusifs car il est possible de concevoir des associations d'aliments afin d'obtenir la densité énergétique recherchée. Ainsi, des associations canne entière et mélasses, canne entière et jus, amarres et jus, amarres et mélasses, bagasse et mélasses peuvent conduire à des rations enrichies en énergie et permettre des performances élevées chez le ruminant. Chez le porc, les marges de manœuvre sont plus faibles. L'incorporation des produits fibreux dans les rations pénalise les performances des animaux. Sur une exploitation agricole, l'optimisation de valorisation de la canne à sucre nécessiterait la présence de deux espèces animales, ruminants et non ruminants. Ces deux types d'animaux ont des aptitudes complémentaires pour tirer profit des deux fractions principales (sucre et fibres) de la canne. L'utilisation idéale de la canne à sucre passe donc par son fractionnement pour offrir aux ruminants et monogastriques les parties qu'ils peuvent valoriser au mieux. Par contre, la

consommation de la bagasse par les animaux d'élevage n'est sans doute pas la meilleure utilisation du produit, en raison de sa très faible valeur alimentaire. Elle peut cependant être utilisée comme litière, fumure organique ou comme biomasse non alimentaire pour produire de l'énergie électrique.

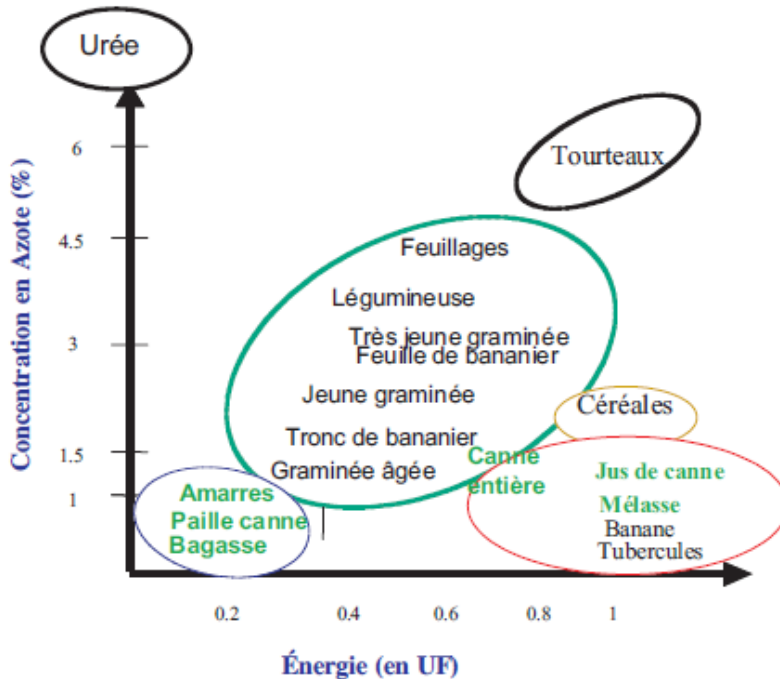


Figure 1 : Valeur alimentaire relative de la canne à sucre et de ses co-produits.

2. La canne à sucre et ses coproduits dans l'alimentation des ruminants

2.1. La canne entière broyée

Il existe au moins deux stratégies possibles d'utilisation de la canne à sucre. La canne est une banque d'énergie qui permet aux ruminants de passer la saison sèche. Dans ce scénario, il faut planter 4 ares en cannes par hectare de prairie planté et par mois de saison sèche. La canne peut aussi être le fourrage de base de l'exploitation agricole. Il faudra alors accepter la réduction de la concentration en sucre de la canne à certaines périodes de l'année (saison des pluies) ou opter pour certaines technologies de conservation.

La canne entière peut être utilisée à différents âges mais Il faut privilégier la canne mure (10-12 mois). La composition de la canne entière broyée varie avec sa maturité (Figure 2). Certes les valeurs en azote sont plus élevées quand la plante est très jeune (stade herbacée) mais au détriment de la biomasse. Les valeurs les plus élevées en sucre, donc en énergie, sont obtenues pour la canne mature. Les quantités de canne volontairement ingérées et la valeur énergétique (digestibilité) varient peu avec l'âge.

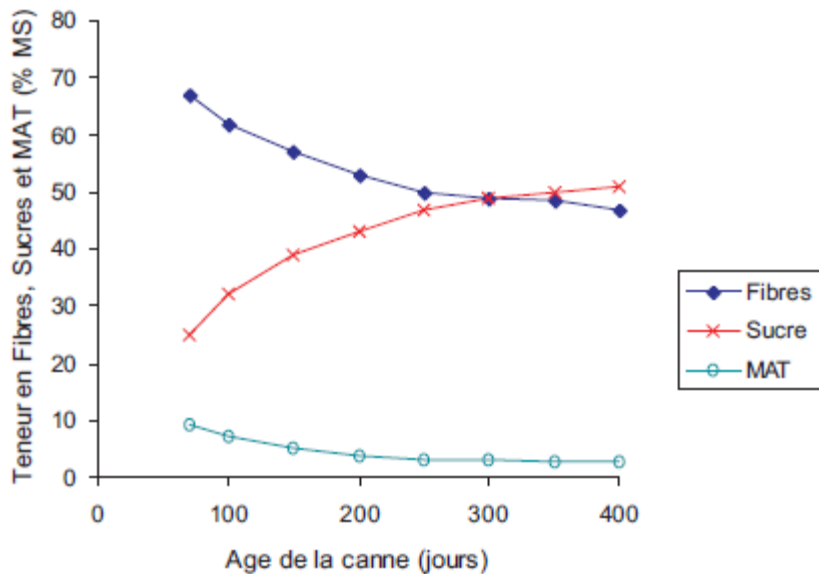


Figure 2 : Evolution de la composition chimique de la canne avec l'âge

Si l'exploitation agricole ne dispose que de ruminants, la canne entière avec feuilles est utilisée. S'il y a des porcs ou des volailles (canard et oies notamment) sur l'exploitation agricole, il est recommandé de réserver les têtes de canne + approximativement le quart supérieur de la tige (partie immature moins riche en sucre) aux ruminants (Figure 3). Le jus extrait de la partie basse sera valorisé par les porcs.

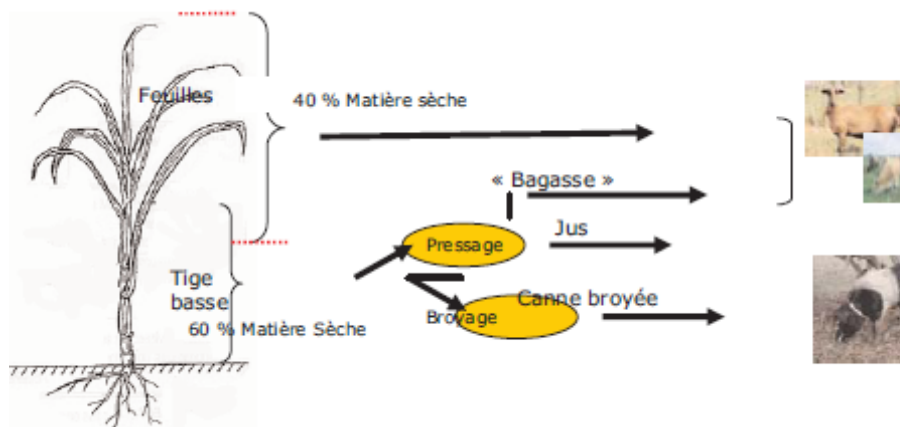


Figure 3 : Fractionnement de la canne en fonction des espèces animales.

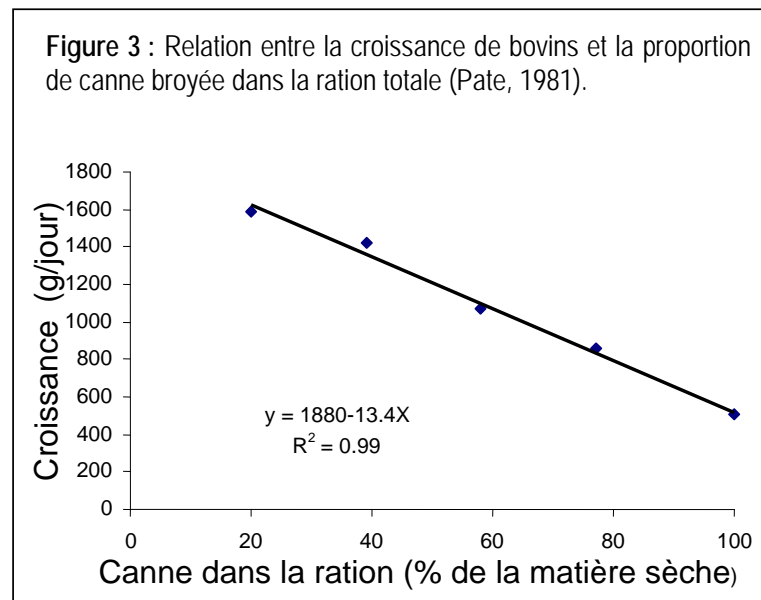
Afin d'éviter les pertes de sucre, la canne doit être coupée moins de trois jours avant son broyage. Le broyeur utilisé doit être puissant (vitesse de rotation des couteaux) pour que la canne soit bien déchiquetée surtout s'il s'agit d'aliments destinés aux petits ruminants. Une fois broyée, la canne doit être utilisée le jour même.

La canne à sucre doit être complétée par de l'azote, des minéraux, des vitamines et de l'amidon. La stratégie de complémentation azotée consiste à faire produire par les microbes de la panse des ruminants, le maximum de protéines en utilisant de l'azote non protéique. Au même moment, il faut apporter des protéines de bonne qualité, indigestibles dans la panse mais digestibles dans l'intestin pour compléter l'apport de protéines.

La source d'azote non protéique (urée) doit être mélangée à la canne afin d'éviter une ingestion trop rapide. La source d'azote protéique (soja, aliment de l'agro-industrie), la source d'amidon, le complément minéral et vitaminique doivent être distribués avant la canne pour éviter le gaspillage. L'azote protéique et l'azote non protéique peuvent être apportés par le même aliment. C'est le cas avec

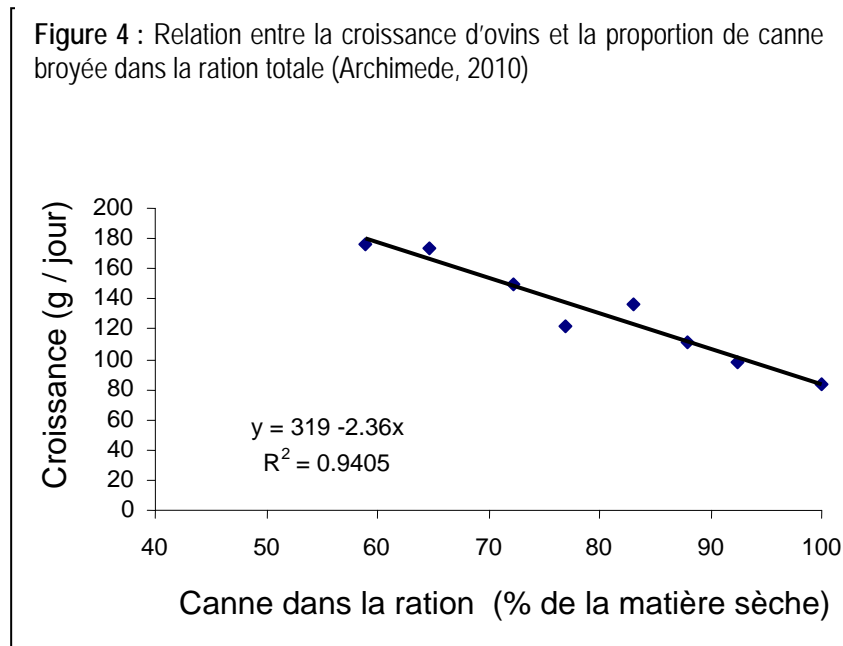
les feuillages (manioc, patate, Gliricidia, Erythrina, Leucaena). C'est aussi le cas avec certains fourrages (arachide fourrager, Stylosanthes...). **Dans ce cas, il ne faut pas distribuer d'urée.** En absence de feuillage, la source d'azote non protéique la moins onéreuse est l'urée alimentaire. Le tourteau (soja...) est la source d'azote protéique la plus équilibrée. Il existe aussi des aliments composés industriels classiquement utilisés en élevage, riches en protéines (18 à 20% de protéines) ou des compléments canne formulés à cet effet. Quand les aliments classiques de l'industrie riches en protéines ou les compléments canne sont utilisés, ils contiennent déjà la source d'amidon. D'autres sources de protéines peuvent être produites sur la ferme, c'est le cas des différents pois. Le son de riz est un bon complément de la canne qui lui apporte à la fois des protéines et de l'amidon. Les sources d'amidon, hormis les classiques céréales, sont les écarts de triage de banane, les tubercules de manioc ou de patates, le fruit à pain.

Le complément azoté est l'ingrédient le plus onéreux de la ration. Les quantités d'azote à apporter dépendent des objectifs de croissance, de la source d'apport et des caractéristiques de la canne et la nature du concentré. A titre d'exemple, il faut 30 g d'urée /kg de canne séchée (environ 10 g par kg de canne fraîche). La quantité d'azote protéique by pass est de l'ordre de 0.30 g pour 1 g de croissance chez les bovins et 0.75 g pour 1 g de croissance chez les ovins. La proportion de canne dans la ration dépend de l'objectif de croissance. Le potentiel de croissance des animaux créoles peut être atteint avec plus de 60% de canne dans la ration (Figure 3 et 4).



Quand des animaux de races exotiques sont utilisés à l'abri du stress thermique, et que l'éleveur veut maximiser la croissance, les quantités de canne introduites dans la ration doivent être moins importantes. La canne est alors partiellement remplacée par du concentré agro-industriel comme avec un fourrage classique. Il existe cependant des pratiques où du jus de canne ou de la mélasse sont rajoutés à la ration. L'agriculteur peut aussi augmenter l'apport de produits amylicés non conventionnels tels les écarts de banane, de patates, du manioc... Une contrainte pratique à l'utilisation de la canne est qu'elle doit être broyée quotidiennement. Il existe 2 solutions alternatives : le séchage de la canne ou l'ensilage. Quelle que soit l'option prise, cela doit être un choix sur le long terme car il n'est pas recommandé de changer fréquemment la nature de la ration de base. Il faut en effet une période d'adaptation des animaux à celle-ci. Le séchage doit être rapide (24 heures) pour éviter des fermentations et la diminution de la quantité de sucre. Cette solution est techniquement possible mais onéreuse si l'exploitation agricole ne dispose pas d'énergie renouvelable. La solution la plus simple consiste faire sécher la canne broyée au soleil. Pour que le séchage soit rapide, il faut étaler (sur une bâche de préférence) le tas de canne sur une épaisseur qui ne doit pas dépasser 4 cm. Il faut le

retourner 2 à 3 fois dans la journée. Il faut rentrer le tas de canne la nuit et recommencer l'opération le lendemain si le séchage n'est pas satisfaisant. Le séchage pourrait aussi être réalisé par une source de biogaz produite sur l'exploitation agricole.



La technique de l'ensilage de canne a été initialement développée pour éviter de récolter la canne pendant la saison des pluies. Durant cette période, la richesse en sucre de la canne chute relativement à celle observée pendant la saison sèche. L'inconvénient majeur de l'ensilage en comparaison à la canne fraîche est une baisse d'ingestibilité en relation avec une augmentation de la concentration d'alcool dans le produit ensilé.

Des pratiques récentes de « pâturage » de canne entière se sont développées. Nous ne disposons pas de suffisamment de référentiels pour les évaluer.

Le Tableau 3 indique quelques exemples de rations testées sur animaux et pour lesquelles les performances observées ont été indiquées.

2.2. La têtes de canne (amarres)

Les amarres sont l'extrémité supérieure de la tige de canne et les feuilles qui l'entourent. Les quantités d'amarres produites sont liées à la production de cannes (tiges). Dans la pratique, certains éleveurs récoltent les amarres utilisées comme fourrage pour les animaux. Plus rarement, d'autres éleveurs attachent directement les animaux dans le champ après la récolte. Les amarres représentent le principal co-produit de la récolte de la canne. La disponibilité moyenne est d'environ 24 tonnes de produits frais (8 tonnes de biomasse sèche) à l'hectare. En réalité, les quantités disponibles et la composition chimique des amarres sont variables en fonction notamment de la proportion de tiges de canne immatures (non récoltées) liées aux feuilles.

Les amarres sont composées de 3 « organes » différents : la tige immature, les feuilles vertes et les feuilles sèches dont les proportions peuvent varier. La tige immature est la fraction la plus appréciée par l'animal.

La valeur alimentaire des amarres consommées comme seul ingrédient des rations permet aux animaux de couvrir leurs besoins d'entretien. Contrairement à la bagasse, le traitement à l'ammoniac et à l'urée ne permet pas d'améliorer la valeur nutritive des amarres. Les quantités d'amarres

volontairement consommées par les ruminants sont de l'ordre de 1.8 à 2.5 kg de matière sèche (environ 7 kg de biomasse fraîche) pour 100 kg de poids vif. La composition chimique des amarres est indiquée dans le Tableau 1. C'est un produit riche en fibre et relativement pauvre en azote. Sa digestibilité est moyenne à faible. La supplémentation des amarres doit être réalisée avec des ingrédients peu encombrants. La mélasse est un produit de choix mais les quantités distribuées ne doivent pas dépasser 1.5% du poids vif de l'animal, sinon l'ingestion d'amarre diminue. Généralement, l'apport de mélasse est limité à 1% du poids vif de l'animal.

De forts niveaux de complémentation sont nécessaires pour assurer la croissance quand l'amarre est le fourrage de la ration. A titre d'exemple, des taurillons zébus de 22 mois et de 300 kg recevant des amarres à volonté et 1,3 kg de son de blé ont eu des croissances de 300 g par jour (Gendley et al., 2002). Des croissances de 350 g /j ont été relevées avec des taurillons zébus de 200 kg recevant des amarres à volonté et 1 kg de farine de riz, 3,5 kg de mélasse et 115 g d'urée (Salais et al., 1977).

Les amarres peuvent être conservées sous forme d'ensilage. Le chantier est conduit selon le même principe qu'un ensilage classique. Les amarres sont hachées, aspergées de mélasse diluée dans de l'eau à raison de 1 à 5 litres pour 100 kg d'amarres. L'ensemble est tassé dans un silo à l'abri de l'air.

Tableau 3 : Quelques exemples de rations

Rations	Espèce	Croissance	Référence
Canne broyée fraîche (25 kg), Concentré commercial 15% (1,2 kg), 120 g urée	Bovin 250 kg	770 g	Youssef 1977
Canne broyée fraîche (25 kg), Concentré commercial 20% (1,3 kg), 120 g urée	Bovin 250 kg	640 g	
Canne broyée fraîche (1,7 kg), Concentré commercial 16% (0,5 kg), 5 g urée	Ovins 17,5kg	180 g	Archimede et al, 2010
Canne broyée fraîche (1,7 kg), Farine de riz(0,15 kg), Soja (0,25 kg), 5 g urée		150 g	
Canne broyée fraîche (1,7 kg), Farine de riz(0,30 kg), Luzerne (0,35 kg), 5 g urée		150 g	
Canne broyée fraîche (1,7 kg), Pois (0,15 kg), 5 g urée		140 g	
Canne broyée fraîche (2,5 kg), banane verte (0,5 kg), soja (0,05kg), 10 g urée	Ovins 17,5kg	80 g	Archimede et al, 2010
Canne broyée fraîche (2,5 kg), banane verte (0,5 kg), soja (0,15kg), 10 g urée		150 g	
Canne broyée fraîche (2,5 kg), banane verte (0,5 kg), soja (0,25kg), 10 g urée		174 g	
Canne broyée fraîche (2,5 kg), banane verte (0,5 kg), soja (0,35kg), 10 g urée		176 g	
Canne broyée fraîche (11 kg), maïs (1,4 kg), soja (1,1kg),	Bovin 250 kg	550 g	Geoffroy, 1988
Canne broyée fraîche (15 kg), maïs (1,4 kg), soja (1,1 kg),		600 g	
Canne broyée fraîche (18 kg), maïs (1,4 kg), soja (1,1 kg),		800 g	
Canne broyée fraîche (22 kg), maïs (1,4 kg), soja (1,1 kg),		900 g	
Canne broyée fraîche (30 kg), Farine de riz(0 kg), Soja (0,25 kg), 150 g urée	Bovin 250 kg	200 g	Preston, 1978
Canne broyée fraîche (30 kg), Farine de riz(0,3 kg), Soja (0,25 kg), 150 g urée		450 g	
Canne broyée fraîche (30 kg), Farine de riz(0,6 kg), Soja (0,25 kg), 150 g urée		700 g	
Canne broyée fraîche (30 kg), Farine de riz(0,9 kg), Soja (0,25 kg), 150 g urée		775 g	
Canne broyée fraîche (30 kg), Farine de riz(1,2 kg), Soja (0,25 kg), 150 g urée		800 g	
Bagasse (0,6 kg), banane (3,4 kg), maïs (50 kg), Soja (0,120 kg), 0 g urée	Caprins	125g	Geoffroy, 1980
Bagasse (0,6 kg), banane (3,7 kg), maïs (65 kg), Soja (0,090 kg), 6 g urée		140 g	
Bagasse traité à l'urée (30 kg), Mélasse (5 kg), Urée (130 g)	Bovin 200kg	234g	Nyereles, 1982
Bagasse traité à l'urée (30 kg), Mélasse (5 kg), Son de blé (0,950 kg), Urée (130 g)		643g	
Bagasse traité à l'urée (30 kg), Mélasse (5 kg), Urée (130 g), Feuille patate (12 kg)		774g	
Bagasse traité à l'urée (30 kg), Mélasse (6,5 kg), Son de blé (1,0 kg), Urée (130 g), Feuille patate (12 kg)		1034 g	
Bagasse traité à l'urée (30 kg), Mélasse (3,5 kg)		55 g	
Bagasse traité à l'urée (30 kg), Mélasse (3,5 kg), Son de blé (1kg)		368 g	
Bagasse traité à l'urée (30 kg), Mélasse (4,5 kg), Feuille patate (10 kg)		557 g	
Bagasse traité à l'urée (30 kg), Mélasse (4,5 kg), Son de blé (1kg) Feuille patate (12kg)		855 g	

2.3. La bagasse

La bagasse est le résidu fibreux obtenu après extraction du jus de la tige de canne. Le rendement en bagasse est d'environ 300 kg de MS par tonne de cannes broyées. La bagasse est la fraction la plus « pauvre » des sous-produits de la canne. Sa composition chimique moyenne est indiquée dans le Tableau 1. Les résultats de certains essais bibliographiques indiquent que les animaux utilisent plus d'énergie à digérer la bagasse brute qu'ils n'en extraient (Kirk et al, 1962, cité par Sansoucy et al, 1988).

La valeur alimentaire de la bagasse peut être améliorée par différents traitements plus ou moins complexe. Le traitement le plus simple est une hydrolyse (pré digestion) naturelle par des champignons. Cela permet d'améliorer l'utilisation digestive du produit par l'animal donc sa valeur énergétique, mais la valeur azotée reste faible. Pour réaliser ce traitement, il suffit de laisser le tas de bagasse se « décomposer » à l'air libre pendant 6 à 12 mois.

La bagasse peut aussi être traitée à l'ammoniac (urée). Ce traitement consiste à dissoudre l'urée dans de l'eau et à asperger la bagasse avec la solution. La bagasse ainsi traitée est conservée sous film plastique. Les conditions optimales du traitement (Hassoun, 1987) sont 9 % d'urée, 60 % d'humidité et 6 semaines de traitement. La digestibilité de la bagasse, et donc la valeur énergétique augmentent alors de 20 % tandis que la teneur en azote augmente de 40 %. Le traitement à l'ammoniac est un procédé peu coûteux et utilisable à l'échelle de l'exploitation agricole.

Le traitement le plus efficace de la bagasse est l'hydrolyse (pré digestion) sous pression de vapeur (13 kg/cm², 200°C). Contrairement au traitement précédent, c'est une technologie industrielle réalisée en usine, dans les pays (Brésil) qui l'utilisent. Elle permet d'augmenter de façon importante la digestibilité de la bagasse qui passe de 30% à près de 70 %.

Dans les conditions d'une exploitation agricole, l'utilisation de la bagasse doit s'accompagner de compléments riches en azote, énergie et vitamines, très digestibles pour obtenir de bonnes performances. Le coût de la ration peut donc s'avérer élevé. Sur certaines exploitations disposant de ressources telles que les écarts de triage de banane et de patate, du manioc, des rations peu onéreuses peuvent être formulées. C'est aussi le cas quand l'exploitant dispose de la mélasse à bas prix. En dehors de ces configurations, les rations à base de bagasse ne peuvent être que des rations d'urgence (sécheresse) permettant de limiter la perte de poids chez les animaux d'élevage. Sur l'exploitation agricole, l'utilisation de la bagasse comme litière (puis fumure organique) ou source d'énergie semble la solution la plus intéressante économiquement.

La bagasse traitée à l'urée est souvent utilisée avec de la mélasse. Naidoo et al. (1977) rapportent des gains de poids de 168 g par jour chez des bovins zébus ingérant une ration composée de 89 % de bagasse hydrolysée, 6 % de mélasse, 2 % d'urée et 3 % de minéraux. Le tableau 3 présente deux rations à base de bagasse et banane.

2.4. La mélasse

La mélasse est le sucre non cristallisé obtenu après la cuisson du jus de canne lors de la fabrication du sucre dans les usines. La mélasse contient environ 25 % d'eau. C'est un aliment hautement énergétique contenant du saccharose non cristallisé (30 % de la matière sèche), des sucres réducteurs (25 % de la matière sèche) et d'autres substances glucidiques. La mélasse est particulièrement pauvre en azote : 25 g de N par kilo de mélasse brut (INRA, 1988). La teneur en fibres de la mélasse étant négligeable, sa consommation par les ruminants doit obligatoirement s'accompagner de celle d'un fourrage grossier. De très nombreux travaux (Preston, 1995) ont été conduits sur la valorisation de la mélasse par les ruminants. Les rations à base de mélasse permettent d'atteindre des croissances supérieures à 1000 g/j pour les bovins taurins. Le tableau 3 présente des rations à base de mélasse.

3. La canne à sucre et ses coproduits dans l'alimentation porcs

Les rations de porc devraient contenir moins de 15% de fibres. Le porc utilise efficacement les aliments riches en sucre et amidon. Le porc ne valorise que les sources azotées de très bonne qualité, c'est-à-dire sous forme de protéine avec un bon équilibre entre les acides aminés. Le jus de canne et la mélasse sont les fractions les plus intéressantes pour l'alimentation du porc mais la canne entière broyée peut être utilisée. La forte teneur de la canne broyée en fibres limite fortement les performances animales. Quel que soit le produit de la canne utilisée, il requiert une importante complémentarité en protéines équilibrées (150 à 200 g de protéines de soja/jour pour le porc en croissance), en minéraux et vitamines. Le tableau 4 récapitule les besoins des porcs en fonction de leur stade physiologique.

Tableau 4. Besoins du porc Créole

	Energie			Protéine		
	Besoins, MJ EM/kg/j	Equivalence en kg 4			Lysine digestible, g/j	Equivalence en kg T soja 50
		Mélasse	Jus de canne	Canne broyée		
Truie gestante 1	30	3.2	8.8	24.3	10	0.380
Truie allaitante 2	60	6.4	17.5	48.7	32	1.200
Porcelet Post sevrage ³ 8-20 kg ³	15	1.6	4.4	12.2	6.5	0.250
Porc Croissance 20-60 kg ³	26	2.8	7.6	21.1	10	0.380

¹ Calculée par l'approche factorielle des besoins avec un objectif de 9 porcelets à la mise bas, une épaisseur de lard de 25 mm à la mise bas et un gain de poids en gestation de 40 kg (INRA porc).

² Calculée par l'approche factorielle à partir des résultats des performances moyennes en lactation des truies Créoles obtenues à l'URZ (Gourdine et al., 2006 ; poids moyen de la truie = 180, GMQ de la portée = 1500 g/j et taille de la portée = 8.5 porcelets/portée). Equations disponibles dans INRA porc.

³ calculée par l'approche factorielle, en considérant que la composition du gain de poids entre 8-60 kg est la même qu'entre 30 et 60 kg (Renaudeau et al., 2006). Potentiel de croissance retenu pour le calcul, 400 g/j entre 8 et 20 kg et 750 g/j entre 30 et 60 kg.

⁴ Quantité théorique optimale pour répondre au besoin énergétique maximale. Ne tient pas compte d'éventuelles limitation du taux d'incorporation pour éviter les problèmes sanitaire (ex : mélasse). Dans le cas de la mélasse, il est préconiser de limiter à 40% le taux d'incorporation dans la ration ; le complément peut être apporté par un produit riche en amidon (ex : bananes ou racines). Ce calcul ne tient également pas compte de l'énergie apportée par le complément protéique ; ex dans le cas du porc en croissance, l'apport de 380 g/j de tourteau de soja diminue la quantité de jus à distribuée à 6.0 kg au lieu de 7.6 kg/j.

⁵ Tourteau de soja 50 contenant 26.5 g de lysine digestible/kg

L'intérêt économique de l'utilisation de la canne pour les porcs est présenté par Gourdine et al. (2011).

3.1. Le Jus de canne

Le jus de canne se caractérise par une faible concentration en matière sèche (en moyenne 20%), une forte teneur en sucres solubles (75 à 92% de la matière sèche) et d'une faible teneur en protéines. Parmi les sucres solubles, le saccharose (ou sucrose) est le principal constituant (70 à 88% des

sucres), suivi du glucose et du fructose représentant chacun 2 à 4% des sucres totaux. La teneur en sucre est fortement liée à la richesse de la canne (estimée par le brix) fortement variable en fonction de la saison. Elle est plus élevée pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies.

Le jus de canne est une excellente source d'énergie qui peut remplacer l'amidon des céréales que l'on rencontre classiquement dans les rations des porcs. Dans la littérature, il est indiqué des croissances journalières variant entre 450 et 750 g/j quand les porcs sont alimentés avec une ration constituée majoritairement de jus de canne. Les variations de croissance sont liées à la quantité et à la richesse du jus distribué, aux quantités et la nature de la complémentation en protéines, au type d'animaux utilisés (stade physiologique et race). En station d'expérimentation entre 30 et 65 kg, un porc Créole consommant 7 litres de jus de canne par jour, 400 g de tourteau de soja et un complément minéral et vitaminique peut atteindre une croissance de 700 g/j (Xandé 2009).

La principale difficulté liée à l'utilisation du jus peut être sa conservation. Il faut extraire le jus quotidiennement. Le jus peut être conservé à 4°C, sans conservateur, jusqu'à 4 jours sans problèmes pour le porc. Il est aussi possible d'utiliser des substances pour stopper les fermentations (ex: acide malique). Pour une conservation sur une longue durée, une solution consiste à faire évaporer partiellement ou totalement l'eau de la canne et fabriquer du sirop ou pain de sucre (panela). Cette solution dépend de l'autonomie de l'exploitation agricole en énergie. La complémentation protéique conditionne le niveau de performance comme l'illustre la figure 5.

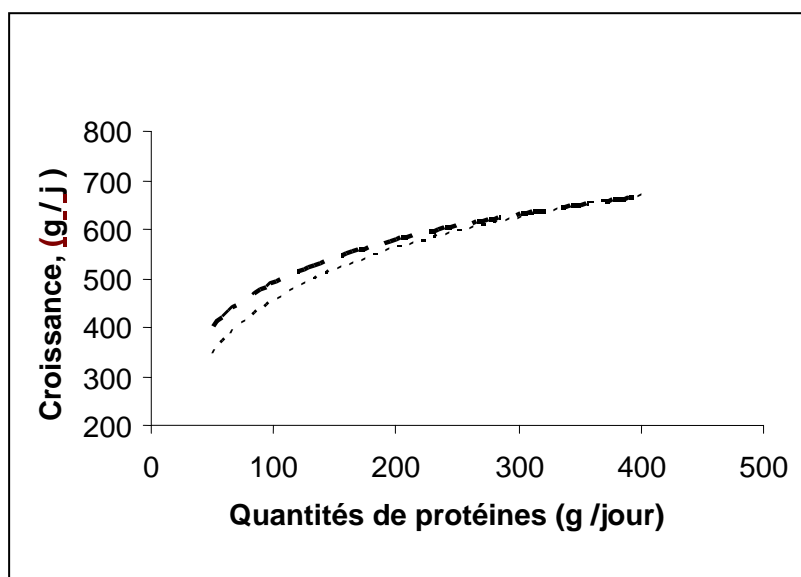


Figure 4 : Effet de l'apport de protéines (g/j) sur la croissance de porcs consommant une ration énergétique à base de manioc (---) ou de jus de canne (- - -).

Le tourteau de soja est la matière la plus appropriée du fait de sa richesse en azote et de composition en acides aminés qui est en bonne adéquation avec le besoin du porc. L'apport de protéines est à raisonner en fonction des besoins des animaux et du stade physiologique.

Une autre approche consiste à raisonner l'apport de protéines pour valoriser au mieux la ressource énergétique présente sur l'exploitation sans pour autant viser à maximiser les performances des animaux. C'est souvent la démarche privilégiée avec l'utilisation d'aliments non conventionnels tels que le jus de canne.

Afin d'augmenter l'autonomie alimentaire des exploitations agricoles, il est possible de remplacer jusqu'à 30% des protéines du soja par des feuillages (manioc, patate, stylosanthes...) sans que cela pénalise les performances de croissance du porc. Les tableaux 5a et 5b illustrent des rations à base de jus de canne pour le porc engrais.

Tableau 5a : Rations à base de jus de canne pour les porcs à l'engraissement

Poids	Porc Créole (1)			Large White (2)		
	Semaine	Jus (kg)	Soja (g)	semaine	Jus (kg)	Soja (g)
25	1	8.0	400	1	6.0	500
30		8.5	400	2	6.5	500
35	3	8.5	400	3	7.0	500
40		9.0	400	4	7.5	500
45	6	9.0	400	5	8.0	500
50		9.5	400	6	8.5	500
55	8	9.5	400	7	9.0	500
60		10.0	400	8	9.5	500
65	11	10.0	400	9	10.0	500
70			400	10	10.5	500
75			400	11	11.0	500
80			400	12	11.5	500
85			400	13	12.0	500
90			400	14	12.5	500
95			400	15	13.0	500
100			400	16	13.5	500

(1) Xande 2008 ; (2) Perez, 1997

	Tourteau de soja	Jus de canne
Truie en stabulation	0.5	10
Truie Gestante	0.5	11
Truie allaitante	1.5	18
Porcelet sous la mère	0.05	
Porcelet de 30 à 60j	0.45	
Porcelet de 60 à 90 jours	0.5	5
Porc en croissance	0.4	12

Tableau 5b : Rations à base de jus de canne pour les truies

3.2. La Mélasse

Il y a plusieurs « catégories » de mélasse pouvant être classées de mélasse riche ou «high-test» à la mélasse finale relativement plus pauvre. Ces types de mélasse sont liés au procès de fabrication. Elles diffèrent par leur composition chimique en relation avec l'extraction progressive du sucre. La mélasse disponible en Guadeloupe et Martinique est la moins riche en sucre (Tableau 6). La caractéristique commune aux mélasses est leur richesse en sucre et leur pauvreté en protéines. Par ailleurs, le procédé technologique de transformation augmente la concentration en impuretés industrielles (matières organiques non digestibles) et en minéraux. La teneur en énergie brute (EB) et la digestibilité de l'énergie des mélasses sont faibles par rapport aux céréales. La relative faiblesse en EB s'explique en grande partie par l'importance de sa fraction minérale qui dilue la matière organique, et aussi par le fait que la teneur en énergie brute du saccharose, du fructose et du glucose est plus faible que celle de l'amidon.

L'utilisation métabolique des nutriments issus de la mélasse se fait avec la même efficacité que pour ceux issus de l'amidon. La mélasse aurait un effet dépressif sur l'utilisation des protéines du fait d'un accroissement des pertes en azote fécal d'origine endogène. La mélasse demeure cependant une source d'énergie très disponible et moins coûteuse que les céréales.

La consistance visqueuse de la mélasse pose des problèmes de texture et d'homogénéité de la ration complète. De forts taux d'incorporation de mélasse dans les rations entraînent des désordres digestifs

se traduisant par des diarrhées. Cet effet a été attribué à la teneur élevée de la mélasse en minéraux, en particulier en potassium ainsi qu'à l'importante fraction organique non identifiée. L'étude de la bibliographie indique qu'en moyenne, pour des niveaux d'incorporation de mélasse allant de 55 à 83%, la vitesse de croissance varie entre 414 à 742 g/j. Christon et Le Dividich (1978) ont fixé à 30 % la limite du taux d'incorporation de mélasse (produite en Guadeloupe) dans la ration du porc en croissance. Au-delà de cette limite, les auteurs rapportent une baisse des performances de croissance. La mélasse ne peut pas représenter plus de 20% de la ration pour le porcelet contre 30% pour la truie en gestation. Les performances des porcs dépendront de la complémentation utilisée. Le jus de canne donne de meilleures performances que la mélasse.

Tableau 6 : Composition chimique de la mélasse (Christon et Le Dividich, 1978).

Composition (%)	Valeur moyenne	Valeurs extrêmes (min-max)
Matière sèche (MS)	76.8	71.0 – 80.0
Matières minérales	8.4	5.5 – 11.3
Matières grasses	0.1	0.0 – 0.3
Protéines (N×6.25)	3.6	1.5 – 10.2
Extractif non azoté	64.6	51.7 – 69.0
Sucres solubles	58.7	50.0 – 69.7
Sucres réducteurs	16.2	13.9 – 17.0
Glucose	8.6	5.5 – 14.0
Fructose	9.9	1.3 – 16.0
Energie brute (MJ/kg de MS)	12.2	10.7 – 13.8

3.3. La canne broyée

L'utilisation de la tige de la canne à sucre broyée ou entière, pour l'engraissement des porcs n'est pas fréquente. Cette utilisation peut paraître aberrante compte tenu de la richesse du produit en fibre et la faible capacité du porc à digérer les fibres. Toutefois, il existe un écart important entre l'aliment offert au porc et l'aliment réellement consommé. Cet écart varie selon le stade physiologique, le cultivar de la canne et les modalités utilisées pour broyer mécaniquement la canne. Le porc extrait le sucre de la canne broyée et recrache une grande partie des fibres ingérées. En conséquence, la quantité d'énergie ingérée par le porc dépend de sa capacité à extraire le sucre de la canne. Des taux d'extraction supérieurs à 50% ont été relevés chez le porc créole consommant de la canne en quantité limitée.

Certaines études indiquent que le taux d'extraction moyen du sucre dans la canne broyée est de 67% pour des porcs entre 35 et 55 kg de poids vif (Bravo et al., 1996). Cette valeur est supérieure à celle des extracteurs de jus classiquement utilisés de façon artisanale. Le taux d'extraction varie avec la taille des morceaux de canne distribuée aux porcs. Ainsi, la quantité journalière de sucre ingérée diminue de 410 à 283 g/j lorsque la taille des morceaux de canne augmentait de 3 à 40 cm (Mederos et al., 2004). Il faut cependant éviter un broyage trop fin qui entraîne une ingestion importante de particules fibreuses qui gênent l'extraction du jus par le porc (Mederos et al., 2004 ; Xandé et al., 2008). L'extraction du sucre augmente quand les quantités de canne offertes sont plus faibles mais la quantité totale de sucre extraite quotidiennement peut être pénalisée (Bravo et al., 1996). Les pratiques de distribution de canne, quelquefois entière, existent chez les petits exploitants agricoles qui détiennent des porcs. En Haïti, des croissances journalières de 325 g /jour ont été enregistrées sur des porcs (20 à 80 kg) alimentés avec de la canne broyée (Bien-Aimé et François, 1990). En Guadeloupe, des porcs créoles ont eu une croissance journalière de 200 g / jour en consommant 400 g de tourteau de soja et 7 kg de canne broyée.

Recommandations

Contrairement au Jus, la canne broyée ne peut être la seule source énergétique des rations de porc si l'objectif est la recherche de performances élevées. L'un des facteurs limitants liés à l'utilisation de la canne broyée est la faible ingestion de sucre et l'importance des dépenses énergétiques liées à son extraction. Cette faible ingestion entraîne une restriction énergétique qui peut être intéressante pour les truies en gestation qui ont besoin d'être rationnées à ce stade de leur cycle. Chez le porc en croissance, des performances de croissance de 600 à 700 g /jour sont possibles **en associant la canne broyée à une autre source d'énergie** qu'il faut distribuer sans le mélanger à la canne. Cela peut être un aliment industriel porc titrant 20 % de MAT (1 kg) ou un sous-produit tel la farine de riz ou le son de blé (1.5 kg). Le complément non industriel pourrait aussi être du manioc doux (manioc amère séché), fruit à pain, banane, patate à raison de 1 kg en sec ce qui équivaut environ à 4 kg en vert. Le complément protéique (400 g de soja) ne peut pas être remplacé par un feuillage compte tenu de l'encombrement de la ration sauf si les feuilles sont séchées et transformées en farine. Le tableau 7 présente des rations à base de canne broyée.

Tableau 7 : Ration à base de canne broyée pour un objectif de croissance de 500 g/J pour le porc Créole.

Poids	Canne broyée		Concentré commercial 20% Azote (2)		Refus (bagasse) (3)
	Quantité Frais	Equivalent Sucre extrait (1)	Quantité Frais	Protéine ingérée	
25-30	6.5 kg	0.290 kg	1.0 kg	0.200 kg	3.300 kg
30-35	7.0 kg	0.310 kg	1.0 kg	0.200 kg	3.600 kg
35-40	7.5 kg	0.340 kg	1.0 kg	0.200 kg	3.800 kg
40-45	8.0 kg	0.360 kg	1.0 kg	0.200 kg	4.000 kg
45-50	8.5 kg	0.380 kg	1.0 kg	0.200 kg	4.300 kg
50-55	9.0 kg	0.400 kg	1.0 kg	0.200 kg	4.600 kg
55-60	9.5 kg	0.430 kg	1.0 kg	0.200 kg	4.900 kg
60-65	10 kg	0.450 kg	1.0 kg	0.200 kg	5.100 kg

(1) base calcul : taux d'extraction du sucre 50% et le sucre représente 9 % de la canne fraîche. Cependant ce taux d'extraction peut être inférieur chez les jeunes animaux et / ou quand les quantités offertes augmentent.

(2) L'aliment industriel doit être distribué avant la canne.

(3) la bagasse représente 50% de l'offert

Conclusions

La valorisation de la canne à sucre est optimale quand plusieurs espèces animales sont présentes sur l'exploitation agricole. Le fractionnement de la canne permet l'utilisation de chaque fraction pour l'usage le mieux indiqué (aliment, fertilisant, litière, énergie). Ainsi, les têtes de canne (amarres) associées à la partie immature des tiges doivent être valorisées par les ruminants. Le jus de canne est bien valorisé par les porcs et secondairement certaines volailles (canard). L'utilisation la plus indiquée pour la bagasse est la production de litière ou d'énergie. Secondairement, la bagasse peut être utilisée pour l'alimentation des ruminants, en cas de pénurie (sécheresse exceptionnelle, par exemple). Il faut limiter le prélèvement la paille au champ, et recycler au maximum les fumiers issus de l'élevage afin de maintenir la fertilité du sol.

La canne à sucre peut être la base de l'alimentation d'animaux d'élevage. Elle permet potentiellement d'accroître l'autonomie des exploitations agricoles. L'essentiel des travaux a été développé sur la connaissance des ressources végétales et celle des réponses animales liées à leurs utilisations. Les travaux futurs devraient porter sur l'exploitation agricole elle-même pour augmenter son autonomie. Ainsi, l'introduction de légumineuses (herbacées, à graines) sur les exploitations agricoles permettrait de limiter la dépendance des éleveurs vis-à-vis du soja tout en améliorant le bilan agronomique des sols. Des pratiques d'association canne à sucre - légumineuses existent à l'échelle de petites exploitations. Les légumineuses sont plantées dans l'inter rangs après la récolte de la canne. De nouvelles expérimentations sont utiles pour explorer l'intérêt de ces pratiques à plus grande échelle.

Références bibliographiques

- Aumont G., Salas M., 1996. Effect of stage of maturity, cultivar and nitrate fertilisation and soil type on mineral content of sugar cane. *Journal of Agriculture University Porto Rico* 80(1-2), 37-46.
- Bien-aimé A., François R., 1990. La canne hachée comme source principale d'énergie pour la croissance des porcs. 1. Comparaison avec le maïs et le jus de canne. *Taller de trabajo sobre la utilizacion de la caña de azucar y sus subproductos en la alimentacion de los animales*. Gosier, Guadeloupe
- Bravo M., Lasso M., Esnaola M A., Preston TR. 1996. Preliminary studies on the use of chopped sugar sugarcane stalks as the basal diet for fattening pigs. *Livestock Research for Rural Development*, 8.
- Christon R., Le Dividich J., 1978. Utilisation de la mélasse de canne à sucre dans l'alimentation du porc: essai d'interprétation des acquisitions récentes. *Ann. Zootech.* 27, 267-288
- Gendley M.; Singh P.; Garg, A., 2002. Performance of crossbred cattle fed chopped green sugarcane tops and supplemented with wheat bran or lentil chuni concentrates. *Asian-Australian Journal of Animal Science* 15 (10), 1422-1427.
- Geoffroy F., 1980: Valeur alimentaire et utilisation de la banane par les ruminants en milieu tropical. PhD Dissertation, Chaude Bernard University, Lyon, France.
- Geoffroy F., 1985. Utilisation de la banane par les ruminants. *Revue de Elevage et Medecine Vétérinaire des Pays Tropicaux* 38, 92-96.
- Gomez P.L., 1992. Feeding of sweet potatoes to monogastrics. *FAO. Animal Production and Health Paper*. 95, 227-233.
- Gourdine J.L., Reneaudeau D., Xandé X., Regnier C., Anaïs C., Alexandre G., Archimède H., 2011. Système de production valorisant des ressources locales en production porcine en milieu tropical. *Innovations Agronomiques* 16, xx-xx
- Hassoun P., Geoffroy F., Saminadin G., Calif B., 1987. Etude de 4 paramètres agissant sur l'efficacité du traitement de la bagasse à l'urée. In *Pâturage et alimentation des ruminants en zone tropicale humide* INRA, Paris 457-473.
- Mederos CM., Figueroa V., Garcia A., Aleman E., Martinez R.M., Ly J., 2004. "Growth Performance of Pigs Fed Hand-Chopped Sugarcane Stalks." *Livestock Research for Rural Development* 16.
- Myereles L., Preston TR., 1982a. Chicken Litter for Cattle Feeding, the Effects of Different Supplements. *Tropical Animal Production* 7, 61-65.
- Myereles L., Preston TR., 1982b. The role of Poultry Litter in Molasses/Urea diets for the fattening of cattle. *Tropical Animal Production* 7, 138-141.
- Naidoo G., Delatiere C., Preston TR., 1977. Effect of maize and fish meal supplements on the performance of steers fed steam-cooked bagasse and urea. *Tropical Animal Production* 2, 117-124
- Pate FM., 1981. Fresh chopped sugarcane in growing Steer Diets. *Journal of Animal Science* 53, 881.112
- Perez R., 1997. Feeding pigs in the tropics. *FAO Animal Production and Health Paper*. 132

- Preston T.R., 1977. Nutritive value of sugar cane for ruminants. *Tropical Animal Production* 2, 125-142.
- Preston, TR., Leng R.A.,1978. Sugarcane as cattle feed, Part 1. Nutritional constraints and perspectives. *Wld. Anim. Rev.*, 27, 7-12.
- Preston T.R., 1995. Feed resource for non-ruminant. *FAO Animal Production and Health Paper*. 126, 51-81.
- Ravindran V., 1993. Cassava leaves as animal feed: Potential and limitations. *Journal Science Food Agriculture* 61, 141-150.
- Sansoucy R., Aarts G., Preston T.R., 1988. Sugar cane as feed. *FAO Animal Production and Health Paper*. 72
- Salais F.J., Sutherland T.M., Wilson A.,1977 .Effect on animal performance of different sources of forage in diets based on molasses and urea *Tropical Animal Production* 2:158-162
- Salas M., Aumont G., Biesy G., Magnie E., 1992. Effect of variety, stage of maturity and nitrate fertilisation on nutritive values of sugar cane. *Animal Feed Science and Technology* 39,265-277.
- Xande X., 2008. Valorisation d'aliments non conventionnels par les races locales dans un contexte de système d'élevage alternatif de type polyculture-élevage. Exemple de la canne à sucre valorisée par le porc créole de Guadeloupe. PhD Thesis, University Antilles Guyane.
- Youssef F.G., 1987. The Utilization of Whole Sugarcane by Beef Cattle and Sheep. *World Review Animal Production* 23, 33-36